



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
FLORESTAIS  
CAMPUS DE PATOS - PB**



**MARIA JOSÉ DE HOLANDA LEITE**

**USO DE COPRODUTOS DA EXTRAÇÃO DE VERMICULITA NA PRODUÇÃO DE  
MUDAS DE ESPÉCIES ARBÓREAS DA CAATINGA**

**Patos – Paraíba – Brasil**

**2014**

**MARIA JOSÉ DE HOLANDA LEITE**

**USO DE COPRODUTOS DA EXTRAÇÃO DE VERMICULITA NA PRODUÇÃO DE  
MUDAS DE ESPÉCIES ARBÓREAS DA CAATINGA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, campus de Patos, na Área de Ecologia, Manejo e Utilização dos Recursos Florestais, como parte das exigências para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais.

**Orientador:** Prof. Ph.D. Olaf Andreas Bakke

**PATOS – PARAÍBA – BRASIL**

**2014**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELABIBLIOTECA DO CSTR**

L533u Leite, Maria José de Holanda  
Uso de coprodutos da extração de vermiculita na produção de mudas de espécies arbóreas da Caatinga / Maria José de Holanda Leite. – Patos, 2014.  
58f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Florestal) –  
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e  
Tecnologia Rural.

“Orientação: Prof. Ph.D. Olaf Andreas Bakke”.

Referências.

1. Manejo Florestal. 2. Mineração. 3. Caatinga I. Título.

CDU 630\*9

**MARIA JOSÉ DE HOLANDA LEITE**

**USO DE COPRODUTOS DA EXTRAÇÃO DE VERMICULITA NA PRODUÇÃO DE  
MUDAS DE ESPÉCIES ARBÓREAS DA CAATINGA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, campus de Patos, na Área de Ecologia, Manejo e Utilização dos Recursos Florestais, como parte das exigências para a obtenção do Título de MESTRE em CIÊNCIAS FLORESTAIS.

**APROVADA em:** 11/03/2014

**Prof. Ph.D. Olaf Andreas Bakke**

Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/ UFCG)  
(Orientador)

**Profª. Drª. Ivonete Alves Bakke**

Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)  
(1º Examinador)

**Prof. Dr. Éder Ferreira Arriel**

Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)  
(2º Examinador)

**Prof. Dr. Rivaldo Vital dos Santos**

Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)  
(3º Examinador)

À minha família querida, em especial aos meus pais amados, Maria Rosilene de Holanda  
Leite e Francisco das Chagas de Holanda Leite

**DEDICO**

À minha irmã amada, Márcia Juliête de Holanda Leite

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado coragem e perseverança para mais uma conquista.

À minha família, em especial meus pais **Maria Rosilene de Holanda Leite** e **Francisco das Chagas Leite de Holanda** pelo apoio, minha irmã querida **Márcia Juliête de Holanda Leite** e peço desculpas pela ausência.

Ao meu orientador, **Olaf Andreas Bakke**, pela amizade, ensinamentos e disponibilidade na orientação deste trabalho.

Ao professor **Rivaldo Vital dos Santos** pela co-orientação deste trabalho.

Ao proprietário da Mineradora Pedra Lavrada, **Sr. Peter**, pela doação dos coprodutos da extração de vermiculita para a realização desta dissertação.

Ao meu namorado, Artur Diego Vieira Gomes, pelo incentivo, companheirismo, cumplicidade e amizade durante essa caminhada e ajuda na realização deste trabalho. Você foi fundamental, nunca vou ter palavras para te agradecer.

A toda equipe do Viveiro UAEF/CSTR/UFCG, pela importante ajuda durante o desenvolvimento do trabalho.

Aos membros da banca Prof<sup>ª</sup>. **Ivonete Alves Bakke** e Prof. **Éder Ferreira Arriel**, pelas valiosas contribuições nesta dissertação.

A todos os funcionários, por serem sempre tão prestativos.

Enfim, a todos que contribuíram de forma direta ou indireta na realização desta Dissertação.

**Obrigada!!!**

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
2.1 A atividade de mineração .....	13
2.2 Vermiculita e os coprodutos de sua mineração .....	14
2.3 Produção e qualidade de mudas .....	15
2.4 Importância do uso de coprodutos de mineração .....	16
2.5 Substrato para produção de mudas .....	17
2.6 Faveleira ( <i>Cnidoscolus quercifolius</i> Pohl.) .....	17
2.7 Jurema branca ( <i>Piptadenia stipulacea</i> Benth.).....	18
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO I - USO DE COPRODUTOS DA EXTRAÇÃO DE VERMICULITA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE FAVELEIRA (<i>Cnidoscolus quercifolius</i> Pohl.) .....</b>	<b>26</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>29</b>
<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>35</b>
<b>CAPÍTULO II - USO DE COPRODUTOS DA EXTRAÇÃO DE VERMICULITA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE JUREMA BRANCA (<i>Piptadenia stipulacea</i> Benth.).....</b>	<b>38</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>41</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>42</b>
<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>47</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>47</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>53</b>

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo I - Uso de coprodutos da extração de vermiculita na produção de mudas defaveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.).

**Figura 1** - Altura total de duas plantas de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) em função da idade (37 a 100 dias após semeadura) e percentual de esterco bovino adicionado aos rejeitos de extração de vermiculita (0, 5, 10 e 20%, volume) e solo de baixio (0 e 33%)..... 30

**Figura 2** - Diâmetro basal (mm/2 mudas) de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) em função da idade (dias após a semeadura) e da porcentagem de adição de esterco bovino quando se utiliza coproduto de vermiculita (0, 5, 10 e 20%, v/v) e solo de baixio (0 e 33%, v/v)..... 32

**Figura 3** - Massa seca da parte aérea de duas plantas de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) resultante de três cortes efetuados aos 100, 190 e 293 dias após a semeadura. .... 34

### Capítulo II - Uso de coprodutos da extração de vermiculita na produção de mudas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.).

**Figura 1** - Altura total de duas mudas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) em função da idade (de 37 a 100 dias após a semeadura) e da porcentagem (volume) de esterco bovino adicionado aos rejeitos de extração da vermiculita (0, 5, 10 e 20%, volume) e solo de baixio (0 e 33%)..... 43

**Figura 2** - Diâmetro basal total de duas plantas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) em função da idade (de 37 a 100 dias após a semeadura) e percentual (volume) de esterco bovino adicionado ao substrato (coprodutos da extração de vermiculita = CP-vermic, e solo de baixio = Solo)..... 45

**Figura 3** - Massa seca da parte aérea de duas mudas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) resultante de três cortes efetuados aos 100, 190 e 293 dias após a semeadura... 46

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo I - Uso de coprodutos da extração de vermiculita na produção de mudas de faveleira (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl.).

**Tabela 1:** Atributos do solo de baixio e dos coprodutos da extração da vermiculita utilizados para a produção de mudas de faveleira (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl.)..... 29

**Tabela 2:** Altura das plantas de faveleira (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl.) (cm/2 mudas) aos 100, 190 e 293 dias após a semeadura (DAS) de acordo com o tipo de substrato (coprodutos da extração da vermiculita = CP-vermiculita, e solo de baixio = solo) e o percentual de adição (volume) de esterco bovino (EB) ao substrato..... 31

**Tabela 3:** Diâmetro basal (mm/2 mudas) de faveleira (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl.) aos 100, 190 e 293 dias após a semeadura (DAS) de acordo com o tipo de substrato (coprodutos da extração da vermiculita = CP-vermiculita, e solo de baixio = Solo) e percentual (volume) de adição de esterco bovino (EB) ao substrato..... 33

**Tabela 4:** Massa seca (g) da parte aérea de duas mudas de faveleira (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl.) resultante dos cortes da parte aérea efetuados aos 100, 190 e 293 dias após a semeadura (DAS), de acordo com o tipo de substrato (coprodutos da extração da vermiculita = CP-vermiculita e solo de baixio = Solo) e o nível de adição de esterco bovino (EB em %, v)..... 34

### Capítulo II - Uso de coprodutos da extração de vermiculita na produção de mudas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.).

**Tabela 1:** Atributos do solo de baixio e dos coprodutos da extração da vermiculita (poeira fina e ultrafina) utilizados para a produção de mudas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.).. 42

**Tabela 2:** Altura total de duas mudas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) (cm/2 mudas) aos 100, 190 e 293 dias após a semeadura (DAS) em função da porcentagem (% , v) de esterco bovino (EB) adicionado ao substrato (mistura equitativa de coprodutos de vermiculita = CP-vermic, e solo de baixio = Solo).....44

**Tabela 3:** Diâmetro basal total (mm/2 mudas) de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) aos 100, 190 e 293 dias após a semeadura (DAS).. 45

**Tabela 4:** Massa seca total (g/2 mudas) da parte aérea de duas mudas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) resultante dos cortes efetuados aos 100, 190 e 293 dias após a semeadura (DAS).....47

LEITE, Maria José de Holanda. **Uso de coprodutos da extração de vermiculita na produção de mudas de espécies arbóreas da Caatinga**. 2014. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. CSTR/UFCEG, Patos – PB, Brasil. 2014. 58p.: il.

## RESUMO

Os processos de degradação ocorrem especialmente nas regiões áridas, semiáridas e sub-úmidas secas, e resultam de fatores climáticos e antrópicos, tais como as atividades pecuárias e de mineração. A mineração da vermiculita, além da degradação gerada pela remoção do material em si, gera resíduos sem uso conhecido que ficam depositados no entorno das mineradoras, podendo assorear rios e reservatórios e poluir a água. Este estudo avaliou o uso desses rejeitos ou coprodutos (CP-vermiculita) e o nível de adição de esterco bovino (EB) necessário para a produção de mudas de faveleira (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl.) (Experimento 1) e de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) (Experimento 2), comparando estes substratos com o solo de baixio, normalmente utilizado para a produção de mudas. Os experimentos foram conduzidos de abril de 2013 a fevereiro de 2014 em ambiente telado localizado no Viveiro Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal/Centro de Saúde e Tecnologia Rural/Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCEG), Patos – PB, Brasil, de acordo com um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 6 tratamentos e 5 repetições, totalizando 30 vasos em cada experimento. As médias de altura, diâmetro basal e biomassa seca da parte aérea das mudas de faveleira e de jurema branca aos 100 dias após a semeadura (DAS) se desenvolvendo no CP-vermiculita enriquecido com 20 e 10% EB, respectivamente, foram semelhantes às respectivas médias das mudas em solo de baixio sem adição de EB e foram menores do que as das mudas se desenvolvendo em solo de baixio enriquecido com 33% de EB. Porém, as mudas de faveleira se desenvolvendo no CP-vermiculita com 10 e 20% de EB apresentaram MS na rebrotas igual ou superior às mudas se desenvolvendo em solo de baixio sem adição de EB. As médias de altura, diâmetro basal e matéria seca da parte aérea da jurema branca em CP-vermiculita tenderam a aumentar até o nível de 10% de adição de EB, porém foram inferiores às verificadas para as mudas no solo de baixio. Apesar de resultar em mudas menores, a utilização dos coprodutos de vermiculita enriquecidos com 20 e 10% de esterco bovino é uma alternativa para a produção de mudas de, respectivamente, faveleira e jurema branca, em especial da faveleira, pois apresentam alto poder de rebrota e vigor, possibilitando o aproveitamento e a redução dos impactos ambientais dos coprodutos da extração da vermiculita, evitando a degradação ambiental no local de extração do solo de baixio para a produção de mudas, e permitindo a produção de mudas de espécies florestais da Caatinga.

**Palavras-chave:** Atividade Mineradora. Áreas Degradadas. Matéria Orgânica. Árvores da Caatinga.

LEITE, Maria José de Holanda. **Use of by-products from vermiculite extraction in the production of seedlings of Caatinga trees.** 2014. Master Dissertation in Forest Sciences. CSTR/UFCG, Patos – PB, Brazil. 2014. 58p.:il.

### ABSTRACT

Degradation processes occur mainly in arid, semiarid and dry sub-humid regions due to climatic and human induced factors such as cattle ranching and mining. The extraction of vermiculite, in addition to the direct degradation produced by the material removal itself, produces residues with no identified use that are dumped in the areas surrounding the mines with risks of silting up of rivers and reservoirs as well as water pollution. This paper evaluated the use of these by-products (BP-vermiculite) and the amount of cattle manure (CM) necessary to be added to it to produce faveleira (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl.) (Experiment 1) and jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) (Experiment 2) seedlings, by comparing this substrate with alluvial soil, normally used for seedling production. The experiments were carried out from April 2013 to February 2014 in a screened shed at the UFCG/CSTR-UAEF forestry nursery facilities, in Patos, PB – Brazil, according to a completely randomized design with 6 treatments and 5 replications, totaling 30 vases or plots for each experiment. Mean height, basal diameter and dry biomass of the shoots of faveleira and jurema branca seedlings growing in BP-vermiculite during 100 days, with 20 and 10% manure addition, respectively, were similar to the seedlings growing in alluvial soils with no manure addition, and were lower than those observed for the seedlings cultivated in alluvial soil with 33% of manure addition. However, faveleira seedlings growing in BP-vermiculite enriched with 10 and 20% manure showed equal or higher DM amount in the sprouts when compared to those grown in alluvial soil without manure addition. Mean height, basal diameter and dry biomass of jurema preta shoots growing in BP-vermiculite showed a trend to increase up until 10% manure addition, although those means were lower than the ones observed for seedlings growing on alluvial soil. Despite the smaller seedling size, the use of BP-vermiculite enriched with 20 and 10 and 20% manure is an alternative to the production of, respectively, faveleira and jurema branca seedlings, specially the first one, due to seedling vigor and sprouting power, allowing the utilization and the reduction of the environmental impacts caused by BP-vermiculite, avoiding the environmental degradation caused by the extraction of the alluvial soil for seedling production, as well as allowing the production of seedlings of Caatinga trees.

**Keywords:** Mining Activity. Degraded Areas. Organic Matter. Caatinga Trees.

## 1 INTRODUÇÃO

A degradação ambiental ocorre principalmente nas regiões áridas, semiáridas e sub-úmidas secas do planeta e resulta de fatores climáticos e antrópicos tais como as atividades pecuárias, de agricultura e de mineração (LIMA, 2004). Especificamente na região semiárida do nordeste do Brasil, que se estende por mais de 980km<sup>2</sup> distribuídos em todos os Estados nordestinos (exceto o Maranhão) e no norte de Minas Gerais. O desequilíbrio ambiental atinge mais de 20 milhões de hectares, o que equivale a quase 22% desta região e a mais de 12% da região Nordeste do Brasil (MEDEIROS et al. 2012; SILVA et al. 2004). Estes autores informam que este quadro é mais crítico no Ceará e na Paraíba, onde a degradação ambiental é observada em mais da metade dos seus territórios. Esta degradação tem um forte componente humano, pois 57,3 milhões de habitantes habitam essa região, além dos 28,2 milhões de bovinos, 7,8 milhões de caprinos e 9,3 milhões de ovinos, que em sua maioria se alimentam da vegetação nativa (IBGE, 2014; MEDEIROS et al., 2012). Isto a caracteriza com a região semiárida mais populosa e com maior grau de antropismo (DRUMOND et al., 2000).

As atividades humanas, tais como a pecuária e a mineração, praticadas de maneira inadequada podem desencadear processos de degradação ambiental, caracterizados pelo empobrecimento da flora e da fauna, erosão do solo e deterioração da qualidade da água dos rios e dos reservatórios (AZEVEDO, 2011). Especificamente no solo, a densidade e a porosidade da camada superficial são os atributos mais prejudicados e que precisam ser melhorados para favorecer a regeneração da vegetação, pois desequilíbrios nesses atributos prejudicam o sistema radicular e o crescimento das plantas (NUNES, 2012).

A mineração é uma atividade que gera forte impacto ambiental, pois implica geralmente na remoção da camada superficial do solo na área da jazida e na deposição superficial de rejeitos (BARRETO, 2001). Isto se verifica na mineração da vermiculita (NASCIMENTO, 2008), um produto extraído de um material friável do grupo das micas que formam silicato hidratado de magnésio, ferro e alumínio e constitui em fonte de Ca, K e Mg para as plantas (NASCIMENTO, 2008).

Tendo em vista a alta demanda deste produto resultante da sua utilização na construção civil, melhoria das propriedades físicas de solos agrícolas e remediação de solos contaminados por petróleo, dentre outros usos, há várias jazidas em exploração, inclusive na região Nordeste do Brasil, como a explorada pela Mineradora Pedra Lavrada, localizada no município de Santa Luzia. A sua atividade de mineração a céu aberto resulta na abertura de crateras de até 30 metros de profundidade, de largura e comprimento variáveis seguindo o

veio do minério, bem como na deposição de rejeitos ou coprodutos no entorno da unidade de beneficiamento, os quais não têm valor comercial até o momento que justifique a sua utilização ou reprocessamento. Este coproduto, equivalente a 60 a 80% do volume total do material extraído, afeta diretamente o ambiente pela ocupação de áreas de Caatinga, causando poluição visual e soterrando a vegetação nativa. Além disto, provoca efeitos indiretos no ambiente quando é carregado pelo vento e pelas águas pluviais, poluindo a água e assoreando rios e reservatórios.

Estes coprodutos são gerados quando a rocha é moída e a vermiculita é separada de acordo com a sua granulometria. Dos cinco coprodutos gerados, os mais grosseiros apresentam baixo potencial para a nutrição de plantas, enquanto os dois de menor granulometria (poeira fina e ultrafina) são compatíveis para a produção de mudas, fornecendo Ca, K, Mg e Fe para as plantas, embora apresentem também Al e Na em sua composição (NASCIMENTO, 2008). A utilização destes coprodutos se mostrou adequada para compor até 50% do substrato de produção de mudas de maracujá (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) (LEITE, 2012) e pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) (TRAJANO, 2010), propiciando ao substrato boas características de porosidade e capacidade de retenção de umidade, sugerindo a possibilidade de seu uso na produção de mudas de outras espécies.

Os substratos utilizados para a produção de mudas nos viveiros florestais geralmente são compostos de solo de baixio ou subsolo enriquecido com esterco bovino (2:1, v/v), o que provoca degradação no local de coleta do solo. Esta degradação poderia ser evitada pela substituição do solo por outros materiais disponíveis, tais como os coprodutos da mineração da vermiculita, os quais certamente precisam também ser enriquecidos com uma fonte de matéria orgânica (MO). As mudas assim produzidas poderiam ser direcionadas para plantios em geral ou para a revegetação de áreas degradadas pela mineração, num círculo virtuoso em que a degradação ambiental provocada pelo uso do solo de baixio e pela mineração seria minimizada e parcialmente revertida pela utilização dos coprodutos gerados.

Este estudo teve o objetivo de avaliar o nível de adição de esterco bovino aos coprodutos da extração da vermiculita para viabilizar a sua utilização como substrato na produção de mudas de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) e jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A atividade de mineração

A mineração é uma atividade de importância econômica e social no Brasil, gerando emprego e renda para milhares de famílias. De acordo com o SUMÁRIO MINERAL (2008), em 2007 o país ocupou a 3ª posição na produção mundial de bauxita, contribuindo com 12,7% do total produzido mundialmente, bem como com 18,8% de todo o minério de ferro comercializado no mercado mundial. Na Paraíba, Goiás e Piauí há jazidas ativas, dentre elas várias de exploração de vermiculita (CUCINELLI NETO; UGARTE, 2007).

Segundo Barreto (2001), a atividade mineradora pode prejudicar o lençol de água subterrânea, provocar poluição sonora, visual, da água, do ar e do solo, impactar a fauna e a flora, assorear corpos e cursos d'água, provocar erosão do solo em terrenos inclinados, dentre outros impactos. A mineração é considerada uma das atividades mais impactantes ao solo, pois envolve geralmente a retirada da vegetação e das camadas superficiais e sub-superficiais de solo, bem como a geração de rejeitos que normalmente se mostram refratários à colonização por plantas e seres vivos em geral (IBRAM, 1987; REISSMANN, 1996).

Segundo Reis (2006), a intensidade da degradação depende da área explorada, do volume de solo removido, do tipo de mineração e da qualidade, quantidade e manejo dos rejeitos produzidos. Geralmente, o impacto direto da mineração é restrito aos limites do depósito em que o minério foi extraído e ao pátio das mineradoras (HERMANN, 2007). Este autor afirma que há impactos indiretos para o ambiente quando as atividades de mineração não são bem conduzidas e parte do rejeito se espalha pelo ambiente, resultando no empobrecimento da fauna e da flora e poluição do ar, da água e do ambiente em geral.

Algumas vezes os rejeitos voltam ao local do qual foram extraídos. Por exemplo, Cunha et al. (2003) relatam que a atividade da mineração pode iniciar com o corte da vegetação e armazenamento do material proveniente da vegetação, a retirada e estocagem da camada superficial do solo, exploração da camada sub-superficial que contém o minério, devolução do rejeito ao local original e recolocação da camada superficial do solo estocada juntamente com o material orgânico da vegetação original e MO adicional de alguma fonte disponível (e.g.: bagaço de cana de açúcar). Após estes procedimentos, há a construção de quebra-ventos físicos e biológicos e o plantio de espécies lenhosas nativas, numa tentativa de recuperar a vegetação da área explorada. Porém, muitas vezes as indústrias de mineração, dentre as quais se incluem as de vermiculita e caulim, exploram reservas minerais que se

estendem até cerca de 30 metros de profundidade, e após a escavação, processamento e retirada do produto, o rejeito é depositado a céu aberto (NASCIMENTO, 2008).

Na tentativa de viabilizar a utilização de rejeitos de mineração na produção de mudas, é necessário observar o seu percentual máximo no substrato e a necessidade de adição de MO (OLIVEIRA; CARDOSO, 2010). Por exemplo, o rejeito de caulim foi testado e considerado adequado para compor o substrato de produção de mudas de espécies não alimentares, porém, o seu percentual no substrato depende da espécie a ser produzida: 12,5% na produção de mudas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) e até 20% para angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan) (ALVES et al., 2005a); jatobá (*Hymenea courbaril* L.) (OLIVEIRA et al., 2006); até 30% para mamona (*Ricinus communis* L.) (WANDERLY et al., 2010), sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) (SILVA et al., 2005) e paineira (*Chorisia speciosa* St. Hill.) (ALVES et al., 2005b) e até 50% na produção de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) (TRAJANO et al., 2010).

O resíduo de caulim também foi testado na produção de mudas de espécies frutíferas. Pereira et al. (2008) obtiveram bons resultados com o substrato constituído por 22% de rejeito de caulim, 29% de terra, 39% de esterco e 10% de areia, proporcionando o máximo crescimento da parte aérea e do sistema radicular das mudas de mamoeiro (*Carica papaya*). Dantas Júnior et al. (2003) afirmam que a adição de rejeitos de caulim ao substrato utilizado na produção de mudas de *Citrus sp.* provoca decréscimo dos teores foliares de Ca, Mg e P, enquanto que com 30% de caulim são obtidos os maiores teores de N e de K, o que pode explicar o maior crescimento das mudas até a concentração de 21,7% deste resíduo. Campos et al. (2008) relatam que a adição de até 40% de rejeito de caulim no substrato convencional não afetou o índice de velocidade de emergência e que os parâmetros (número de folhas, diâmetro de caule e altura de planta) mostraram melhores resultados nos tratamentos compostos com rejeito de caulim para as mudas de graviola (*Annona muricata* L.). Nobre et al. (2012) testaram o rejeito da indústria da cerâmica vermelha e verificaram que apresenta altos teores de alguns nutrientes, principalmente K, além de outras propriedades desejáveis como substrato para plantas. Concluíram que este tipo de rejeito poderia ser usado até 40% do substrato de cultivo da banana *pacovan ken* (*Musa sp.*).

## **2.2 Vermiculita e os coprodutos de sua mineração**

A vermiculita é um mineral pertencente ao grupo das micas que apresenta em sua composição silicato hidratado de magnésio, ferro e alumínio (SILVA, 2009), fornece Ca, K e

Mg para as plantas, além de ser um condicionador de solos ácidos e argilosos (MARTINS; BOVI; SPIERING, 2009; UGARTE; SAMPAIO; FRANÇA, 2005; VIEIRA, 2004) e ter muitos usos na construção civil (ANDRADE; GÓES; OLIVEIRA, 2001). A multiplicidade de uso encarece a vermiculita. Porém, a mineração da vermiculita gera uma grande quantidade de coprodutos, classificados em quatro classes de acordo com a sua granulometria, sem valor comercial até o momento. O seu aproveitamento reduziria os impactos ambientais gerados pelo seu acúmulo nos pátios e entorno das mineradoras (LEITE, 2012; TRAJANO, 2010), o que poderia ser conseguido caso possa ser utilizado como substrato para a produção de mudas, com a vantagem adicional de reduzir os impactos ambientais resultantes da retirada do solo de baixo para a composição desse substrato.

Segundo Leite; Santos; Gomes (2012); Pereira (2008) e Ramos (2013), o coproduto poeira fina resultante da extração de vermiculita é rico em vários nutrientes, tais como cálcio ( $4,8 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3} < \text{Ca} < 16 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$ ), magnésio ( $3,8 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3} < \text{Mg} < 4,6 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$ ), potássio ( $0,2 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3} < \text{Mg} < 0,2 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$ ) e fósforo ( $45,7 \text{ mg.kg}^{-1} < \text{P} < 58 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), além de alta capacidade de troca catiônica ( $17,3\% < \text{CTC} < 26,0\%$ ) e saturação por base ( $96,2\% < \text{V} < 97,1\%$ ), de acordo com a classificação de Santos et al. (sd). Este coproduto, além do rejeito do caulim, foi testado na produção de mudas de maracujá, pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) (TRAJANO et al. 2010), sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) (GOMES et al., 2012; RODRIGUES, 2011), ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* L.) (SILVA, et al., 2012a) e faveleira (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl.) (RAMOS, 2013), podendo compor entre 20 e 50% do substrato. Farias Júnior (2011) verificou efeito positivo do coproduto fino de vermiculita no enraizamento de alporquias de faveleira, e uma tendência positiva não significativa no desenvolvimento e acúmulo de MS no sistema radicular.

A atividade biológica e química dos coprodutos de vermiculita é parcial, pois é constituído de material parcialmente intemperizado. Por esta razão, os nutrientes são liberados gradualmente, e, portanto a utilização destes coprodutos demanda adubação orgânica ou química para suprir eventuais deficiências (GOMES et al., 2012; SILVA et al., 2012b).

### **2.3 Produção e qualidade de mudas**

A produção de mudas de qualidade depende de procedimentos criteriosos, tais como a coleta, processamento, armazenamento e germinação das sementes, além do uso de substrato adequado para o desenvolvimento do sistema radicular em equilíbrio com a porção aérea da planta (GONÇALVES; POGGIANI, 1996). Segundo estes autores, o desenvolvimento

equilibrado reflete a adequação do substrato utilizado em termos de aeração, drenagem, retenção de água e disponibilidade de nutrientes. A produção de mudas é uma fase importante da implantação de bosques, especialmente quando da recuperação de áreas degradadas, pois da boa qualidade das mudas resulta maior percentagem de sobrevivência, velocidade de crescimento e menores custos com os tratamentos culturais (ALMEIDA et al., 2004; CARNEIRO, 1995; FONSECA, 2000; SCREMIN-DIAS, 2006).

As variáveis morfológicas mais importantes para selecionar mudas de qualidade são a sua altura, diâmetro basal e biomassa (CARNEIRO, 1995; FONSECA, 2000; PARVIAINEN, 1981). Estas variáveis são afetadas por diversos fatores, tais como luminosidade, volume, tipo e nível de nutrientes no substrato (GOMES, 2001). Segundo este autor, a falta de luminosidade pode provocar o estiolamento e a diminuição do diâmetro do colo das plantas, enquanto o excesso pode ser prejudicial para algumas espécies; uma quantidade pequena de substrato ou um substrato com alta densidade pode prejudicar o desenvolvimento do sistema radicular e da planta como um todo, e a falta ou o desequilíbrio de nutrientes no substrato pode resultar numa muda raquítica e sem vigor.

## **2.4 Importância do uso de coprodutos de mineração**

Os problemas advindos do acúmulo de coprodutos de mineração nos pátios e entorno das mineradoras (poluição visual e de corpos d'água, assoreamento de rios e reservatórios, contaminação do lençol freático, dentre outros) podem ser minimizados pela utilização dos mesmos em alguma atividade produtiva, como na composição do substrato para a produção de mudas de essências o que diminuiria também a degradação das áreas de baixo cujo solo é regularmente removido para compor esse substrato. Sousa; Harima; Leite (2007) obtiveram bons resultados utilizando rejeito de caulim para fabricação de cerâmica branca, o que aponta para possíveis aplicações desses materiais nos diversos setores produtivos, substituindo parcial ou totalmente o caulim pelo rejeito e, conseqüentemente, abrir novas oportunidades e dar maior sustentabilidade para as empresas locais. Na região semiárida do nordeste do Brasil, o solo para a produção de mudas provém de áreas de baixo e a remoção desse material promove a degradação de áreas onde o acúmulo de solo e de umidade as caracteriza como apropriadas para a produção de alimentos (GOMES et al., 2012). Segundo estes autores, uma das alternativas para minimizar os efeitos impactantes da retirada de solo de áreas de baixo e da deposição de rejeitos de mineração seria o desenvolvimento de tecnologia que permitisse a

produção de mudas sem a utilização de solo de baixo, de preferência substituído por rejeitos de mineração em geral.

## 2.5 Substrato para produção de mudas

A seleção do substrato adequado é importante para a produção de mudas, tendo em vista seu efeito no crescimento e desenvolvimento inicial das plantas (ALMEIDA, 2005; GOMES; SILVA, 2004; KAMPF, 2000; STURION; ANTUNES, 2000). Segundo estes autores, as características desejáveis de um substrato são homogeneidade, baixa densidade, alta porosidade, boa capacidade de retenção de água, alta capacidade de troca catiônica, boa agregação das partículas nas raízes, nutrientes em quantidades suficientes para o desenvolvimento das mudas, ausência de sementes em geral e de plantas daninhas em particular, e de contaminantes tais como ovos e pupas de pragas, e esporos de fitopatógenos, bem como ser de fácil manipulação, abundante e de baixo custo. Segundo Fonseca (2005), a MO é um componente fundamental dos substratos para produção de mudas, pois aumenta a capacidade de retenção de água e de nutrientes, a porosidade e a aeração dos substratos, além de reduzir a densidade global. Wendling; Ferrari; Grossi (2002) realçam que é importante observar a correta proporção dos componentes para que as propriedades físicas da mistura sejam adequadas ao desenvolvimento das mudas, enquanto os atributos químicos são ajustados através da adubação.

Diversos materiais podem ser misturados e utilizados na produção de mudas, tais como vermiculita, composto orgânico, esterco, material de subsolo, bagaço de cana e areia lavada (COSTA et al., 2005). Segundo Silva et al. (2009), mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) apresentaram bom crescimento quando se utilizou esterco bovino, Plantmax® e solo (1:1:3, v/v/v) ou esterco bovino e solo (2:3, v/v). Lima et al. (2011) relataram ótimo crescimento de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curtas* L.) em substrato com casca de mamona e esterco bovino (1:1, v/v). Trindade; Farias; Almeida (2008) observaram que o esterco promove máximo desenvolvimento das mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.) nas doses de 20% e 30%.

## 2.6 Faveleira (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl.)

A faveleira (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl.) é uma Euphorbiaceae xerófila que atinge 5 metros ou mais de altura em terrenos de solo profundo e fértil, e apresenta porte arbustivo

em locais de solo seco e raso sobre rocha (COSTA JÚNIOR, 2011). É uma espécie pioneira, distribuída da Bahia ao Piauí, e na Paraíba é encontrada, principalmente, na depressão sertaneja, entre os municípios de Cajazeiras e Santa Luzia (LUCENA, 2012). Apresenta fuste que se ramifica próximo ou acima da base (2 a 3 m) e que suporta uma copa rala alongada ou arredondada, com folhas, ramos finos e frutos armados de pêlos urticantes; toda a planta contém látex branco; suas folhas são simples, profundamente lobadas e lanceoladas, alternadas, espessas, de 8 a 16 cm de comprimento; suas flores são alvas, de 4 mm de diâmetro, dispostas em pequenos cachos axilares ou terminais (MAIA, 2004).

O principal uso da faveleira tem sido como fitoterápico (casca, látex, infusões), seguido do uso na alimentação animal (folhas, sementes e ramos finos) e na alimentação humana (sementes oleaginosas), sendo considerada apropriada para a recuperação de áreas degradadas de Caatinga (AGRA, 1996; ARAÚJO, 2010; BEZERRA, 1972; BRAGA, 1976; CAVALCANTI et al, 2000; DUQUE, 2004; FARIAS JÚNIOR, 2011; GOMES, 1973; NASCIMENTO et al, 1996).

A altura média de mudas de faveleira produzidas em recipientes contendo 300cm<sup>3</sup> de material de subsolo e esterco bovino (2/1; v/v) atinge 9,15 e 12,15 cm aos 80 e 120 dias de idade, e para o diâmetro os respectivos valores são 4,6 e 5,5 mm (CANDEIA et al., 2010). Figueiredo et al. (2012) produziram mudas de faveleira com médias de altura e diâmetro basal de 20,5 cm e 5,6 mm aos 120 dias de idade, utilizando como substrato subsolo e esterco bovino (2/1; v/v) acondicionado em sacos plásticos de 4000 cm<sup>3</sup>. Em experimento de campo, estas mudas atingiram 97,5% de sobrevivência ao final de 30 meses.

## **2.7 Jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.)**

A jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) é uma Fabaceae Mimosoideae lenhosa aculeada que atinge 4 metros de altura, apresenta casca castanho claro, folhas compostas verde-claras alternadas com até 16 pares de pinas opostas. Ocorre do Piauí à Bahia em áreas de Caatinga arbustiva rala a arbórea densa, em terrenos profundos e bem supridos de água; apresenta inflorescência de flores claras agrupadas em até três espigas de 4-8 cm de comprimento, posicionadas nas axilas das folhas das extremidades dos ramos; o fruto é uma vagem castanha pálida, com 8-12 cm de comprimento, produzida anualmente em grande quantidade (BENEDITO, 2012; LORENZI, 1998; MAIA, 2004).

Esta espécie produz madeira, lenha, remédios, néctar, pólen e forragem, podendo ser utilizada na restauração florestal e em sistemas agroflorestais, pois é uma espécie de rápido

crescimento que fixa nitrogênio através da simbiose com certas bactérias noduladoras do gênero *Rhizobium* (CHIAPPETA; MELLO, 1984; FONSECA, 2005; MAIA, 2004; SIBINEL, 2003).

Barbosa et al. (2013) produziram mudas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) com médias de 51,25 cm e 6,00 mm, respectivamente, para altura e diâmetro, utilizando cambissolo como substrato acondicionado em sacos de polietileno de 0,30 x 0,20 m, aos 120 dias de idade, enquanto Farias et al. (2013) obtiveram aos 14 dias de idade médias de 7,1 cm de altura e 1,09 mm de diâmetro, utilizando fibra de coco como substrato em bandejas de poliestireno expandido de 128 células.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRA, M.F. **Plantas da medicina popular dos Cariris Velhos**. Paraíba, Brasil/ João Pessoa: Editora União, 125p, 1996.

ALVES, J.C.; ANDRADE, L.A.; PÔRTO, M.L.; TOMPSOM JÚNIOR, U.A.; PEREIRA, W.E.; ARRUDA, J.A.; OLIVEIRA, L.S.B.; SILVA, J.M. Produção de mudas de moringa em substratos com níveis crescentes de rejeito de caulim. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA**, 45, 2005. Resumos Expandidos. Fortaleza: SBF, 2005a. (CD ROM).

ALVES, J.C.; ANDRADE, L.A.; PÔRTO, M.L.; TOMPSOM JÚNIOR, U.A.; PEREIRA, W.E.; ARRUDA, J.A.; OLIVEIRA, L.S.B.; SILVA, J.M. Emprego do rejeito de caulim como constituinte de substratos para produção de mudas de paineira (*Chorisia speciosa* St. Hill.). In: 7º Congresso de Ecologia do Brasil, SEB, 2005b.

ALMEIDA, L.S. **Avaliação morfológica de mudas de *Allophylus edulis* (A. ST.-HIL., A. JUSS. & CAMBESS.) RADL. (VACUM) e *Schinus terebinthifolius* RADDI (Aroeira) produzidas em diferentes substratos**. 2005. 105p. (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

ALMEIDA, L.P.; ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M.; ZANELA, S.M.; VIEIRA, C.V. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocariaas chersoniana* Mez. submetidas a diferentes níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.1, p.83-88, jan/fev. 2004.

ANDRADE, M.S.; GÓES, M.A.C; OLIVEIRA, N.M.M. **Métodos de pré-tratamento de vermiculita para caracterização química**. UFRJ. 13p, 2001.

ARAÚJO, J.M. **Crescimento inicial de três espécies arbóreas nativas em áreas degradadas da caatinga**. Patos-PB, 2010. 29p. Monografia (Graduação) - Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos, 2010.

AZEVÊDO, S.M.A. **Crescimento de plântulas de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret) em solos de áreas degradadas da caatinga**. Patos-PB, 2011. 41p. Monografia (Graduação) - Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos, 2011.

BARRETO, M.L. **Mineração e desenvolvimento sustentável: Desafios para o Brasil/ CETEM/MCT**, Rio de Janeiro, 2001.

BARBOSA, M. L.; SILVA, T.G.F.; SILVA, C.S.; ALMEIDA, M.G.; LIMA, A.L.A.; SOUZA, C.A.A. Crescimento Inicial de Espécies Ocorrentes no Semiárido Brasileiro: Biomassa, Biometria e Análise Morfogênica. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Ilhéus, v.06, n.03, p.522-539, 2013.

BENEDITO, C.P. **Biometria, germinação e sanidade de sementes de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret) e jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.)**. Mossoró-RN, 2012. 97p. Dissertação (Tese de Doutorado) - Agronomia. Universidade Federal Rural do Semiárido, RN, 2012.

BEZERRA, G.E. **Faveleira: seu aproveitamento como forrageira**. Boletim Técnico, Fortaleza, v.30, n.1, p.71-87, jan/jun.1972.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste: Especialmente do Ceará**. Natal: Fundação Guimarães Duque, 509p. (Coleção Mossoroense,42). 1976.

CAMPOS, M.C.C.; MARQUES, F.J.; LIMA, A.G.; MENDOÇA, R.M.N. Crescimento de porta-enxerto de gravioleira (*Annona muricata* L.) em substratos contendo doses crescentes de rejeitos de caulim. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.08, n.1 - 1º Semestre 2008.

CANDEIA, B.L.; BAKKE, O.A; ARRIEL, E.F.; BAKKE, I.A. Production of thornless *Cnidocolus quercifolius* Pohl. progenies from open pollinated native trees. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.30, p.147-152, mai/jul. 2010.

CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, Campos: UENF, 451p, 1995.

CAVALCANTI, N.B.; ARAÚJO, G.G.L.; RESENDE, G.M.; BRITO, L.T.L. Consumo de folhas de imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) pelos caprinos e ovinos no semiárido de Pernambuco. In: **Congresso Nordestino de Produção Animal**, 2., 2000, Teresina. Anais... Teresina: SBZ, p.51, 2000.

CHIAPPETA, A.D.A; MELLO, J.F. Higher Plants with Biological Activity. Plants of Pernambuco. **Revista do Instituto de Antibióticos**, Recife, v.11, p.99-111, 1984.

COSTA JÚNIOR, J.E.V. **Crescimento, acúmulo de massa seca e de solutos orgânicos em plantas de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) crescidas em solução salina**. 2011. 32p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos - PB, 2011.

COSTA, M.C. ALBUQUERQUE, M.C.F.; ALBRECHT, J.M.F.; COELHO, M.F.B. Substratos para produção de mudas de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Brasília, v.35, n.1, p.19-24, 2005.

CUCINELLI NETO, R.P.; UGARTE, J.F.O. **Utilização de Vermiculita em Sistema Dessalinizador com Colunas Percoladas**. In: XIV Jornada de Iniciação Científica CETEM, 2007.

CUNHA, L.O.; FONTES, M.A.L.; OLIVEIRA, A.D.; OLIVEIRA FILHO, A.T. Análise Multivariada da Vegetação como Ferramenta para Avaliar a Reabilitação de Dunas Litorâneas Mineradas em Mataraca, Paraíba, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.4, p.503-515, 2003.

DANTAS JÚNIOR, O.R., SILVA, M.S., MENDONÇA, R.M.N.; SOUZA, A.P.; SILVA, S.M.; PEREIRA, W.E. Acúmulo de N, P, K, Ca, Mg na matéria seca da parte aérea de porta-enxertos de *Citrus* submetidos a níveis crescentes de rejeito de caulim na composição do substrato. In: **REUNIÃO ANUAL DA ISTH**, 49, Fortaleza. Resumos. Fortaleza: Embrapa, p.123, 2003.

DUQUE, J.G. **O Nordeste e as Lavouras Xerófilas**. Brasília: Fundação Guimarães Duque. 316p. (Coleção Mossoroense,143). 1980.

DRUMOND, M.A.; KIILL, L.H.P.; LIMA, P.C.F.; OLIVEIRA, M.C.; ALBUQUERQUE, S.G.; NASCIMENTO, C.E.S.; CAVALCANTI, J. **Estratégias para o Uso Sustentável da Biodiversidade da Caatinga**. Documento para discussão no GT Estratégias para o Uso Sustentável. Petrolina, 2000.

FARIAS, R.M.; FREITAS, R.M.O.; NOGUEIRA, N.W.; DOMBROSKI, J.L.D. Superação de dormência em sementes de jurema-branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.). **Revista Ciências Agrárias**, Recife, v.56, n.2, p.160-165, abr/jun. 2013.

FARIAS JÚNIOR, J.A. **Clonagem de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) por alporquia, utilizando rejeito de vermiculita e diferentes concentrações de ácido indolacético**. Patos-PB, 2011. 60p. Dissertação (Mestrado). Ciências Florestais. CSTR/UFCG, Patos, 2011.

FIGUEIREDO, J.M.; ARAÚJO, J.M.; PEREIRA, O.N.; BAKKE, I.A.; BAKKE, O.A. Revegetation of Degraded Caatinga Sites. **Journal of Tropical Forest Science**, Malaysia, v.24, n.3, p.332–343, 2012.

FONSECA, E.P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha*(L.) Blume., *Cedrelafissilis* Vell. e *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2000. 113p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, 2000.

FONSECA, F.A. **Produção de mudas de *Acacia mangium* Wild. e *Mimosa artemisiana*, em diferentes recipientes, utilizando compostos de resíduos urbanos, para a recuperação de áreas degradadas**. Rio de Janeiro-RJ, 2005. 74p. Dissertação (Pós-graduação) Curso de Especialização em Ciências Ambientais e Florestais. UFRJ, Rio de Janeiro, 2005.

GOMES, A.D.V.; LEITE, M.J.H.; SANTOS, R.V. Rejeito de vermiculita comparado ao método convencional de viveiros florestais na produção de mudas de sabiá (*Mimosa Caesalpiniiifolia* Benth). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.7, n.2, p.236-241, abr/jun. 2012.

GOMES, J.M.; SILVA, A.R. Os substratos e sua influência na qualidade de mudas. In: BARBOS, J. G. et al.(Ed.). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, p.190-225. 2004.

GOMES, J.M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de NPK**. Viçosa, 2001. 166p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.

GOMES, R.P. **Forragens fartas nas secas**. 2ed. São Paulo: Nobel AS, p.233. 1973.

GONÇALVES, J.L.M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13. Águas de Lindóia, 1996. Resumos. Piracicaba, Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, 1996. CD Rom.

HERMANN, H. Recuperação sócio-ambiental de áreas mineradas. IN: ALBA, J.M.F. **Recuperação de áreas mineradas: a visão dos especialistas brasileiros**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, p.87-97, 2007.

IBGE - **FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS**  
- Sistema IBGE de Recuperação Automática.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Mineração e Meio Ambiente**. Belo Horizonte: IBRAM, 56p, 1987.

KAMPF, A.N. Seleção de materiais para uso como substrato. **Anais do I Encontro Nacional sobre Substrato para Plantas**, Porto Alegre, 2000. Porto Alegre: Genesis:, p.139-146, 2000.

LEITE, M.J.H. **Gesso e rejeitos de mineração na correção de um solo salino- sódico e no crescimento inicial do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.)**. Patos-PB, 2012. 53 p. Monografia (Graduação) - Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos, 2012.

LEITE, M.J.H; SANTOS, R.V.; GOMES, A.D.V. Efeito das lavagens nos atributos do solo e comportamento do Maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg) em áreas salinizadas do cariri. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.9, n.4, p.066 - 078, out/dez. 2012.

LIMA, P.C.F. Áreas degradadas: métodos de recuperação no semiárido brasileiro. In: XXVII REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 2004, Petrolina - PE. **Anais...** Petrolina-PE: SBB; Embrapa Semiárido; UNEB, 2004.

LIMA, R.L.S.; SEVERINO, L.S.; FERREIRA, G.B.; SOFFIATTI, V.S.; SAMPAIO, L.R. Casca de mamona associada a quatro fontes de matéria orgânica para a produção de mudas de pinhão-manso. **Revista Ceres**, Viçosa, v.58, n.2, p.232-237, mar/abr. 2011.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2 ed. Nova Odessa: Plantarum, v.1, 373p, 1998.

LUCENA, R.J. **Influência do tipo de incisão no ramo, ácido indolbutírico e da forma de proteção do substrato na clonagem de *Cnidocolus quercifolius* Pohl. (Faveleira) por alporquia.** Patos-PB, 2012. 37p. Monografia (Graduação) - Engenharia Florestal. CSTR/UFCEG, Patos, 2012.

MAIA, G.N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades.** 1. ed. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 413p, 2004.

MARTINS, C.C.; BOVI, M.L.A.; SPIERING, S. H. Umedecimento do substrato na emergência e vigor de plântulas de pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.1, p.224-230, 2009.

MEDEIROS, S.S.; CAVALCANTE, A.M.B.; MARIN, A.M.P.; TINÔCO, L.B.M.; SARCEDO, I.A.; PINTO, T.F. **Sinopse do Censo Demográfico para o Semiárido Brasileiro** - INSA – Instituto Nacional do Semiárido. Campina Grande – PB, 103p, 2012.

NASCIMENTO, M.C.B. **Argamassa térmica produzida com resíduos da exploração e processamento mineral de caulim e vermiculita expandida.** Recife – PE, 2008. 130p. Dissertação de Mestrado. Curso Engenharia Mineral. UFPE, Recife, 2008.

NASCIMENTO, M. P. S. C. B.; OLIVEIRA, M. E. A.; NASCIMENTO, H. T. S.; CARVALHO, J. H.; ALCOFORADO FILHO, F. G.; SANTANA, C. M. M. **Forrageiras da bacia do Parnaíba: Uso e composição química.** Teresina: EMBRAPACPAMN, 86p. 1996. EMBRAPA-CPAMN.

NOBRE, L.L.S.; LEITE, J.Y.P.; DUTRA, M.F.B.; MEDEIROS, A.J.R.P.; PEREIRA, E.E.C. Análise do Comportamento de Rejeito de Cerâmica Vermelha como Fonte de Potássio no Cultivo de Bananeira. **Holos**, Rio de Janeiro, v.05, p.34-41, 2012.

OLIVEIRA, L.S.B.; ANDRADE, L.A.; SILVA, H.T.F.; VIEIRA, R.M.; GONÇALVES, G.S.; FABRICANTE, J.R. Efeito da utilização de doses crescentes de rejeito de Caulim na produção de mudas de *Genipa americana* L. In: **57º Congresso Nacional de Botânica**, SBB, 2006.

OLIVEIRA, L.S.B.; CARDOSO, M.O. **Rejeito de caulim na produção de mudas, uma solução para redução da poluição ambiental.** Publicado em: 09/08/2010.

PARVIAINEN, J.O. Desenvolvimento radicular das mudas florestais no viveiro e no local de plantio. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, v.2, p.111-130, 1981.

PEREIRA, W. E. Crescimento de mudas de mamoeiro em substratos contendo caulim. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.3, n.1. p.27-35, abr/jun. 2008.

PEREIRA, W.E.; SOUSA, G.G.; ALENCAR, M.L.; MENDONÇA, R.M.N.; SILVA, G.L. Crescimento de Mudas de Mamoeiro em Substratos Contendo Caulim. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.3, n.1, p.27-35, abr/jun. 2008.

RAMOS, T. M. **Crescimento de Faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) em coproduto de vermiculita sob fertilização.** Patos-PB, 2013. 45p. Monografia (Graduação) Curso Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos, 2013.

REIS, L.L. **Monitoramento da recuperação ambiental de áreas de mineração de bauxita da Floresta Nacional de Saracá-Taquera,** Porto Trombetas (PA), 2006. 159p. Tese de Doutorado. Curso de Engenharia Ambiental. UFRRJ, Porto Trombetas, 2006.

REISSMANN, C.B. **Contribuição do *Pinus taeda* na recuperação de solos degradados em áreas de empréstimos/ um estudo de caso com horizontes orgânicos.** In: II Curso de Atualização-Recuperação de Áreas Degradadas. Curitiba, Paraná. Apostila, 135-140p, 1996.

RODRIGUES, R.D. **Crescimento e qualidade de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) em diferentes substratos.** Patos-PB, 2011. 36 p. Monografia (Graduação) - Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos, 2011.

SCREMIN-DIAS, E. (Org.). **Produção de mudas de espécies florestais nativas:** manual. Campo Grande: UFMS, 2006.

SIBINEL, A.H.M. **Resposta da leguminosa *Mimosa artemisiana* à inoculação de diferentes fungos micorrízicos arbusculares na recuperação de áreas degradadas.** Seropédica. 2003, 73p. Dissertação (Ciência do solo). UFRRJ, Seropédica, 2003.

SILVA, E.A.; MARUYAMA, W.I.; OLIVEIRA, A.C.; BARDIVIESSO, D.M. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes.). **Revista Brasileira de Fruticultura,** Jaboticabal, v.31, n.3, p.925-929, set. 2009.

SILVA, E.D. Avaliação da parte aérea de mudas de *Gliricidia sepium* produzidas sob uma perspectiva agroecológica. In: **VI Congresso Brasileiro de Agroecologia e II Congresso Latino Americano de Agroecologia,** v.4, n.2, p.4327-4331, 2009.

SILVA, G.H.; SANTANA, G.M.; LUCENA, R. J.; MOREIRA, F.T.A.; SANTOS, R.V. Desenvolvimento de Mudas de Pau d'arco Submetidas à Adubação Orgânica e Mineral em Rejeito de Vermiculita. **Anais do Iº Simpósio Internacional de Botânica Aplicada e I Simpósio Nacional de Frutíferas do Norte e Nordeste.** Lavras-MG 2012a.

SILVA, G.S.; LUCENA, R.J.; SANTOS, R.V.; LUCENA, E.O.; ASSIS, M.M.; ALENCAR, L.S.; BEZERRA, R.M.R.; SILVA, L.L.H. Avaliação do uso de Fertilizantes e Matéria Orgânica com Rejeito de Vermiculita na Produção de Mudas de Pau D'arco. **Anais - FERTBIO 2012. Resumo expandido.** A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola 17 a 21 de setembro – Centro de Convenções – Maceió/Alagoas. 2012b.

SILVA, J.M.; ANDRADE, L.A.; OLIVEIRA, L.S.B.; FABRICANTE, J.R.; MARQUES, F.J. Efeito de recipientes e doses crescentes de rejeito da indústria de caulim no desenvolvimento inicial de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.). In: **VII Congresso de Ecologia do Brasil,** SEB, 2005.

SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M.T. As paisagens e o processo de degradação do semiárido nordestino. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M.

T.; LINS, L.V. (Orgs.) **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, DF: MMA. UFPE, p.17-36, 2004.

STURION, J.A.; ANTUNES, J.B.M. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília: Embrapa, p.125-150, 2000.

SOUSA, L.D.A; HARIMA, E.; LEITE, J.Y.P. Rejeito de caulim de APL de pegmatito do RN/PB – uma fonte promissora para cerâmica branca. **Holos**, Rio de Janeiro, v.3, p.212-222, 2007.

SUMÁRIO MINERAL. **Sumário Mineral 2008 - DNPM**.

TRAJANO, E.V.A.; SANTOS, BAKKE, O.A.; VITAL, A.F.M.; SANTOS, Y.M.; QUARESMA, J. M.; SALVIANO, V.M. **Crescimento do pinhão-manso em substratos com rejeitos de mineração do Semiárido - PB**. In. IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, João Pessoa, PB – 2010.

TRAJANO, E.V.A. **Rejeitos de mineradoras como substrato na produção de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.)**. Patos-PB, 2010. 31 p. Monografia (Graduação) Curso Engenharia Florestal. CSTR/UFCEG, Patos, 2010.

TRINDADE, A.V.; FARIAS, N.G.; ALMEIDA, F.P. Uso de esterco no desenvolvimento de mudas de mamoeiro colonizadas com fungos micorrízicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.7, p.1389-1394, 2008.

UGARTE, J.F.O.; SAMPAIO, J.A.; FRANÇA, S.C.A. Comunicação Técnica elaborada para Edição do Livro **Rochas & Minerais Industriais: Usos e Especificações**, cap. 32. p.677-698. CETEM, 2005.

VIEIRA, E.V. **Caracterização e Processamento de Vermiculita para Fluidos de Perfuração de Petróleo**. Rio de Janeiro, Jan/2004.

WANDERLY, J.A.C.; ARAÚJO FILHO, J.B.A.; SOUZA, J.S.; ALVES, L.S.; MARACAJÁ, P.B. Efeito de doses de rejeito de caulim em solo sódico no desenvolvimento inicial de mamoneira (*Ricinus communis*). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.5, n.1, p.26-38, 2010.

WENDLING, I.; FERRARI, M.F.; GROSSI, F. **Curso intensivo de viveiros e produção de mudas**. Colombo: Embrapa-Florestas, **Documentos**, n.79. 48p, 2002.

## **CAPÍTULO I**

---

### **USO DE COPRODUTOS DA EXTRAÇÃO DE VERMICULITA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE FAVELEIRA (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.)**

---

## USO DE COPRODUTOS DA EXTRAÇÃO DE VERMICULITA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE FAVELEIRA (*Cnidoscopus quercifolius* Pohl.)

### USE OF BY-PRODUCTS OF VERMICULITE EXTRACTION IN THE PRODUCTION OF FAVELEIRA (*Cnidoscopus quercifolius* Pohl.) SEEDLINGS

#### RESUMO

A extração de vermiculita gera coprodutos que ficam depositados no entorno das mineradoras, gerando poluição visual, assoreamento de rios e reservatórios e prejuízos à qualidade das águas superficiais. Estes rejeitos têm atributos físicos e químicos que os qualificam para substituir o solo de baixo na composição do substrato para produção de mudas florestais. O seu uso significa a redução da sua deposição no ambiente, a produção de mudas que podem ser destinadas à revegetação de áreas degradadas e a preservação das áreas de baixo que seriam degradadas pela extração do solo. Este estudo avaliou a utilização do uso da mistura balanceada (1:1 v/v) dos coprodutos fino e ultrafino da extração da vermiculita (CP-vermiculita) na produção de mudas de faveleira (*Cnidoscopus quercifolius* Pohl.) e determinou o nível necessário de adição de esterco bovino (EB) a esta mistura. O experimento foi conduzido de abril de 2013 a fevereiro de 2014 em ambiente telado, localizado no Viveiro Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal/Centro de Saúde e Tecnologia Rural/Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG), Patos – PB, Brasil, de acordo com um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com seis tratamentos (CP-vermiculita com 0, 5, 10 e 20% de EB e solo de baixo com 0 e 33% de EB) e 5 repetições. Os CP-vermiculita podem ser usados na produção de mudas de faveleira quando enriquecido de 10 a 20% de EB, resultando em mudas com altura, diâmetro basal e poder de rebrota igual ou superior às produzidas com o substrato convencional (solo de baixo e esterco bovino). A utilização dos CP-vermiculita na produção de mudas de faveleira é viável, e implica na redução dos impactos ambientais causados pela deposição desses rejeitos no ambiente e pela retirada de solo de áreas de baixo normalmente utilizado para a produção de mudas.

**Palavras-chave:** áreas degradadas; minério; produção de mudas.

#### ABSTRACT

The extraction of vermiculite generates by-products (BP-vermiculite) that are dumped off in the mine surroundings causing water and visual pollution, and silting up of rivers and reservoirs. These residues have physical and chemical attributes that enable them to replace alluvial soil in the composition of the substrate used to produce tree seedlings. The use of such residues means less environmental pollution, the production of seedlings that can be used for reforestation of degraded areas and the preservation of the sites from which the alluvial soil would be extracted. This paper evaluated the use of the balanced mixture (1:1 v/v) of the fine and ultrafine by-products of the vermiculite extraction as substrate in the production of faveleira (*Cnidoscopus quercifolius* Pohl.) seedlings and determined the amount of cattle manure necessary to be added to that mixture. The experiment was carried out from April 2013 to February 2014 in a screened shed at the UFCG/CSTR-UAEF forest nursery facilities, in Patos, PB – Brazil, according to a completely randomized design with 6 treatments (BP-vermiculite with 0, 5, 10 and 20% cattle manure addition, and alluvial soil with 0 and 33% cattle manure addition) and 5 replications. BP-vermiculite can be used in the production of faveleira seedlings when 10 to 20% manure addition is applied, resulting in seedlings with the same (or higher) height, basal diameter and sprouting vigor observed in seedlings produced with the conventional substrate (alluvial soil and cattle manure). The use of BP-vermiculite to produce faveleira seedlings is viable, and implies in the reduction of the environmental impacts caused by their deposition in the environment and by the extraction of soil from alluvial sites normally used to produce seedlings.

**Keywords:** degraded areas; ore; seedling production.

## INTRODUÇÃO

A degradação ambiental ocorre especialmente nas regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas e resulta da atuação conjunta de fatores climáticos e antrópicos (agricultura, pecuária, mineração, etc.). Esta atuação é especialmente degradante no nordeste semiárido do Brasil, região que se estende por  $877,6 \times 10^3 \text{ km}^2$  distribuídos em todos os Estados nordestinos exceto o Maranhão, além de  $102.567 \text{ km}^2$  localizados no norte de Minas Gerais (MEDEIROS et al., 2012). Nessa região, a deterioração ambiental atinge mais de 20 milhões de hectares, o que equivale a 21,95% de sua área e 12,25% da região Nordeste do Brasil (SILVA et al., 2004). Segundo estes autores, o quadro é mais crítico no Ceará e na Paraíba, onde a degradação ambiental é observada em mais da metade dos seus territórios. Esta degradação tem um forte componente humano, pois 57,3 milhões de habitantes habitam essa região, além dos rebanhos constituídos de 28,2 milhões de bovinos, 7,8 milhões de caprinos e 9,3 milhões de ovinos, que em sua maioria se alimentam da vegetação nativa (IBGE, 2014; MEDEIROS et al., 2012), sendo por isso considerada a região semiárida mais populosa e antropizada (DRUMOND et al., 2000).

Dentre as atividades humanas praticadas na região destacam-se a pecuária, a agricultura itinerante e a mineração. Apesar da importância econômica regional, estas atividades apresentam um grande potencial de degradação ambiental quando mal conduzidas (AZEVEDO, 2011). Por exemplo, a mineração a céu aberto impacta diretamente a área da jazida explorada e o entorno da unidade de beneficiamento via deposição de rejeitos no pátio da mineradora, e, indiretamente via carreamento desse material para corpos d'água pelo vento e pela água das chuvas. A minimização dos impactos ambientais passa pela recuperação da área explorada e pela utilização e destinação correta dos rejeitos produzidos.

A mineração da vermiculita resulta no acúmulo de rejeitos ou de coprodutos nos pátios e entorno das mineradoras (GOMES et al., 2012; Leite et al., 2012). Segundo estes autores, a granulometria e a composição química deste material o caracterizam como apropriado para utilização no substrato de produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) e de outras essências florestais. A proporção de cada componente do substrato varia com a espécie que se deseja produzir. Para o sabiá, dentre os substratos compostos por solo+esterco bovino, solo+rejeito de caulim, solo+húmus e solo+rejeito de vermiculita (3:1, v/v), Rodrigues (2011) concluiu que a utilização de 25% do rejeito de vermiculita ou esterco bovino resultou em mudas de melhor qualidade. Trajano et al. (2010), utilizando estes coprodutos para a produção de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), relataram que estes podem compor entre 20 e 50% do substrato.

A recuperação das áreas degradadas do Nordeste do Brasil, caracterizadas por erosão do solo e empobrecimento da fauna e da flora, demanda ações adequadas a condições ambientais muito deterioradas, particularmente no que se refere ao solo (SOUZA, 2004). Neste contexto, pode-se pensar na reconstrução de toda a camada superficial removida pela erosão, o que na prática é trabalhoso, demorado e caro, inviabilizando esta alternativa. Uma opção consiste na produção e plantio de mudas de espécies arbóreas nativas, adaptadas a áreas degradadas, as quais se produzidas com substratos que incluam materiais alternativos, tais como coprodutos da mineração da vermiculita, em substituição ao convencional, geralmente solo de baixo e esterco, resultaria na não degradação de áreas de baixo e na minimização dos impactos ambientais provocados pela deposição dos coprodutos no entorno das mineradoras.

A faveleira (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl.) é uma Euphorbiaceae xerófila da Caatinga que atinge mais de 5 metros de altura, dependendo do local em que se desenvolva (COSTA JÚNIOR, 2011) e pode ser empregada na recuperação de áreas degradadas (MAIA, 2004). Esta espécie pioneira encontra-se distribuída da Bahia ao Piauí, incluindo a Paraíba, onde é encontrada principalmente na depressão sertaneja, entre os municípios de Cajazeiras e Santa Luzia (LUCENA, 2012). De sua casca e látex são produzidos medicamentos, suas folhas e ramos finos produzem forragem de alto valor protéico, e suas sementes produzem óleo de mesa de qualidade (AGRA, 1996; ARAÚJO, 2010; BEZERRA, 1972; BRAGA, 1976; CAVALCANTI et al, 2000; DUQUE, 2004; FARIAS JÚNIOR, 2011; GOMES, 1973; NASCIMENTO et al, 1996).

Este estudo avaliou a utilização da mistura equitativa dos coprodutos poeira fina e ultrafina da extração da vermiculita (CP-vermiculita) no substrato e determinou o nível necessário de adição de

esterco bovino a este substrato para a produção de mudas de faveleira (*Cnidoscopus quercifolius* Pohl.).

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido de abril de 2013 a fevereiro de 2014 em ambiente telado localizado no Viveiro Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal/Centro de Saúde e Tecnologia Rural/Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG), Patos – PB, Brasil.

Os substratos para a produção de mudas foram compostos de solo de baixio, CP-vermiculita e esterco bovino (EB) em diversas proporções. O solo foi coletado de área de baixio até 1 m de profundidade. Os CP-vermiculita foram obtidos na Mineradora Pedra Lavrada (MPL), localizada em Santa Luzia, no Sertão paraibano.

O esterco bovino, após período de cura de 30 dias, o solo de baixio e os CP-vermiculita foram secos à sombra, destorroados, homogeneizados e processados separadamente em peneira com malha de 2 mm. Em seguida, foram amostrados (solo de baixio e CP-vermiculita), caracterizados quimicamente no Laboratório de Solos da UAEF (Tabela 1) (EMBRAPA, 2006) e misturados conforme as proporções ditadas pelos tratamentos experimentais.

Tabela 1: Atributos do solo de baixio e dos coprodutos da extração da vermiculita utilizados para a produção de mudas de faveleira (*Cnidoscopus quercifolius* Pohl.).

Table 1: Attributes of the soil and by-products of the extraction of vermiculite used in the production of faveleira (*Cnidoscopus quercifolius* Pohl.) seedlings.

Material analisado	pH <sub>CaCl2</sub>	P mg.dm <sup>3</sup>	Ca	Mg	K	Na	SB	H+Al	CTC	V %
Solo de baixio	6,2	44,1	5,0	2,4	0,18	1,68	7,26	1,1	10,4	89,4
CP – vermic fino	6,4	330	16,5	2,5	0,33	3,70	23,03	0,6	23,6	97,5
CP – vermic ultrafino	6,7	429	26,0	4,0	0,49	6,09	36,58	0,6	37,2	98,4

SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca de cátions; V = saturação por bases.

As sementes de faveleira foram coletadas de uma matriz localizada no Campus de Patos da UFCG/PB, beneficiadas, limpas e armazenadas durante dois a três meses até utilização no experimento. Antes da semeadura, as sementes foram imersas em uma solução de 5% de água sanitária com 2,5% de cloro ativo (solução com 0,00125% de cloro ativo) durante 20 minutos para tratamento superficial contra patógenos, lavadas em água corrente para retirada do excesso do desinfetante, e escarificadas com lixa fina (Norton 60 K 240) lateralmente à carúncula para quebra da dormência (SALES et al., 2001). Após este procedimento, 10 sementes foram semeadas (15 de abril de 2013) diretamente no substrato de cada vaso com capacidade para 8000 cm<sup>3</sup>. Trinta dias após a semeadura foi realizado o desbaste, deixando as duas mudas mais vigorosas em cada vaso. Os vasos foram mantidos em ambiente telado entre os meses de abril de 2013 e fevereiro de 2014, com irrigação manual diária.

Dados de altura e diâmetro basal foram coletados aos 37, 44, 51, 58, 65, 74, 86 e 100 dias após a semeadura (DAS). Aos 100 DAS, a parte aérea das mudas foi coletada e dados adicionais de altura e diâmetro basal foram coletados nas rebrotas aos 190 e 293 DAS. A altura (cm) foi obtida com régua milimetrada, posicionando-a ao lado da planta e medindo o comprimento entre a superfície do substrato no vaso e a base do meristema apical do fuste (dados coletados até 100 DAS) ou da maior rebrota (dados coletados aos 190 e 293 DAS). O diâmetro (mm) foi medido com paquímetro digital de 0,05 mm de precisão e correspondeu à medida do fuste tomada logo acima da axila das folhas cotiledonares (dados coletados até 100 DAS) ou à soma do diâmetro basal de todas as rebrotas (dados coletados aos 190 e 293 DAS). Foram analisados os dados de altura e diâmetro basal correspondentes à soma dos valores atribuídos às duas plantas de cada vaso.

Cem dias após a semeadura, a parte aérea de cada muda foi cortada, acondicionada em saco de papel e colocada em estufa de ventilação forçada por 72 h a 60°C, após o que teve a sua biomassa seca (MS) determinada em balança digital de 0,1 g de precisão. Os vasos permaneceram em ambiente

telado sob as mesmas condições já descritas, quando as mudas se recuperaram e emitiram rebrotas que foram submetidas a mais dois cortes: aos 190 e 293 DAS. Os dados de MS foram analisados considerando o total dos três cortes ou individualmente para cada corte, sempre para as duas plantas de cada vaso.

As parcelas (recipientes plásticos de 8000 cm<sup>3</sup> com duas mudas) foram aleatorizadas de acordo com um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 6 tratamentos [solo de baixo com T0 = 0% EB e T1 = 33% EB (v/v) = substrato convencional utilizado para a produção de mudas, e mistura equitativa dos CP-vermiculita com T2 = 0% EB, T3 = 5% EB, T4 = 10% EB, e T5 = 20% EB v/)] e 5 repetições, totalizando 30 vasos.

Os efeitos de tratamentos foram testados pelo teste F da ANOVA, e modelos de regressão foram estimados para relacionar o efeito da idade e dos níveis de adição de EB na altura, diâmetro basal e MS das mudas empregando técnicas de análise de regressão linear (PIMENTEL-GOMES, 1981) do módulo General Stepwise Regression do programa Statistica v.5.0, adotando-se o nível de significância de  $P < 0,05$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Altura

No geral, a altura das mudas foi maior no substrato solo de baixo e o EB afetou positivamente o crescimento em altura quando adicionado ao solo de baixo ou ao CP-vermiculita ( $P < 0,05$ ). Este efeito foi visualizado mais claramente a partir de 65 DAS para o solo de baixo, e a partir de 86 DAS quando adicionado aos CP-vermiculita (Figura 1).

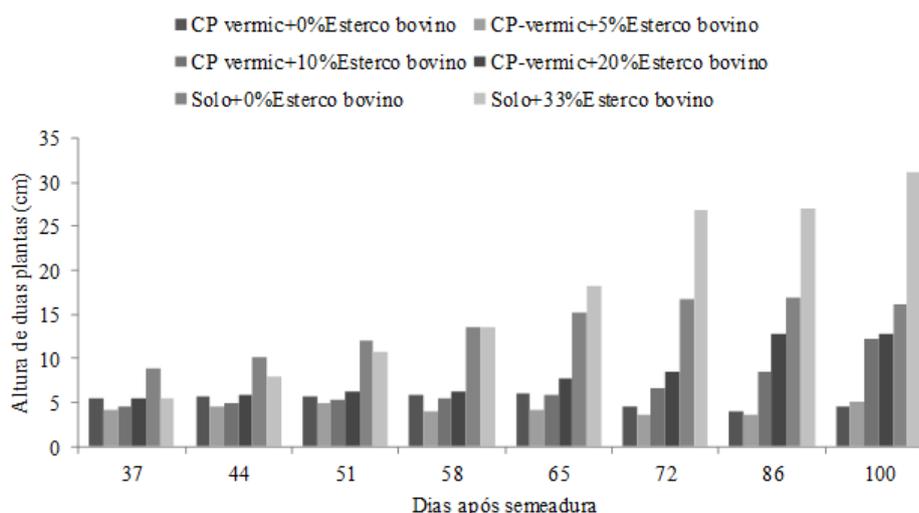


Figura 1 – Altura total de duas plantas de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) em função da idade (37 a 100 dias após sementeira) e percentual de esterco bovino adicionado aos rejeitos de extração da vermiculita (0, 5, 10 e 20%, volume) e solo de baixo (0 e 33%).

Figure 1 – Total height of two faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) seedlings according to age (from 37 to 100 days afterseeding) and percentage of cattle manure added to the vermiculite by-products (0, 5, 10 and 20%, by volume) and soil (0 and 33%)

As mudas de faveleira aos 100 DAS apresentaram altura média entre 4,60 e 31,09 cm/2 mudas, equivalente a entre 2,30 e 15,55 cm/muda. Nos vasos com CP-vermiculita, a menor altura média foi verificada nas mudas sem a adição de EB (2,30 cm/planta) e a maior (6,4 cm/planta) quando foram adicionados 20% de EB (Tabela 2). Este valor se aproxima do encontrado para o tratamento solo de baixo sem adição de EB (8,1 cm/planta), porém, é inferior ao do tratamento solo de baixo enriquecido com 33% de EB (15,55 cm/planta). Estes dados mostram a necessidade de adição de pelo menos 20% de EB aos CP-vermiculita.

Tabela 2: Altura das plantas de faveleira (*Cnidoscopus quercifolius* Pohl.) (cm/2mudas) aos 100, 190 e 293 dias após a semeadura (DAS) de acordo com o tipo de substrato (coprodutos da extração da vermiculita = CP-vermiculita, e solo de baixio = Solo) e o percentual de adição (volume) de esterco bovino (EB) ao substrato.

Table 2: Height of faveleira (*Cnidoscopus quercifolius* Pohl.) seedlings (cm/2 seedlings) 100, 190 and 293 days after seeding, according to substrate type (by-products of the extraction of vermiculite = CP vermic, and alluvial soil = Solo) and the percentage of cattle manure (EB) addition (volume) to the substrate.

Tratamentos	1º corte 100 DAS	2º corte 190 DAS	3º corte 293 DAS
CP vermic+0%EB	4,60	3,20	3,10
CP-vermic+5%EB	5,10	21,00	13,50
CP vermic+10%EB	12,20	34,00	19,20
CP-vermic+20%EB	12,80	34,50	41,30
Solo+0%EB	16,20	33,30	15,00
Solo+33%EB	31,09	70,20	67,20

Dados de altura relatados na literatura mostram que mudas de faveleira em idades semelhantes podem apresentar alturas diferentes às relatadas neste estudo. Figueiredo et al. (2012) reportaram aos 120 dias de idade altura média de 20,5 cm ao utilizarem substrato convencional (solo mais esterco, 2:1, v/v), e Candeia et al. (2010) obtiveram, nas mesmas condições, altura média de 14,7 cm. Porém, estes resultados não significam que os CP-vermiculita não são apropriados para a produção de mudas desta espécie. Talvez, seja necessária a adição de níveis maiores de EB, similares aos utilizados por aqueles autores (33%), ou a aplicação de uma correção química para um maior desenvolvimento das mudas. Por exemplo, Ramos (2013) relata para a faveleira aos 90 dias de idade se desenvolvendo em CP-vermiculita enriquecido com 0, 10, 20 e 40%(v) de EB, além de três aplicações de K em cobertura (15, 30 e 60 dias após germinação), alturas médias de 4,2; 43,5 44,2e 61,0 cm, respectivamente, enquanto o tratamento testemunha (solo de baixio e EB, 2/1, v/v) resultou em altura média de 31,5 cm. Nota-se, neste último estudo, que os tratamentos com CP-vermiculita enriquecidos com EB resultaram em alturas médias superiores à verificada no tratamento convencional, certamente devido ao K prontamente disponível via fertilização potássica.

Além da composição do substrato, a espécie e a idade afetam a altura das mudas. Carlos et al. (2013) encontraram para a óleo balsamo (*Aparisthium cordatum* (A. Juss.) Baill.) uma espécie arbórea distribuída em formações florestais da região Sudeste ao Nordeste semiárido, altura média de 17,59 cm aos 90 dias de idade, utilizando como substrato latossolo vermelho-amarelo de baixa fertilidade, sem adição de matéria orgânica (MO). Dias et al. (2007) constataram, entre 4 e 5 meses de idade, valores superiores para mudas de diversas espécies arbóreas gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud), albízia (*Pseudo samaneaguachapelle* L.), mulungu (*Erythrina velutina* Jacq.), jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd) Poiret), sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.), angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.), oloserícea (*Miconia holosericea* (L.) DC.), acácia auriculada (*Acacia auriculiformis* Gill.); jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.), tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong), guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake), mulungu do alto (*Erythrina poeppigiana* Wild.), coração de negro (*Pipthocarpa rotundifolia* (Less.) Baker), leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) R. de Wit.), jacarandá bico de pato (*Machaerium hirtum* D. Don) e canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.). Nessa idade, essas mudas atingem altura média entre 40 e 60 cm, utilizando substrato contendo 30% de composto orgânico, 30% de argila, 30% de areia e 10% de fosfato de rocha.

Quando do primeiro corte da parte aérea das mudas, aos 100 DAS, verificou-se que a adição de 20% de EB aos CP-vermiculita não foi suficiente para que a altura das mudas se aproximasse da atingida pelas plantas se desenvolvendo em solo de baixio sem adição de EB (Tabela 2). Em contrapartida, essa semelhança se verificou com 10% e 5% de adição de EB aos CP-vermiculita, respectivamente aos 190 (segundo corte) e 293 (terceiro corte) DAS. Será visto adiante que este mesmo comportamento foi observado para o diâmetro basal e MS.

Apesar dos CP-vermiculita superarem o solo de baixo em termos de nutrientes (Tabela 1), não resultaram em mudas mais altas. Provavelmente, isto se deve ao fato de os CP-vermiculita serem compostos de materiais parcialmente intemperizados (GOMES et al., 2012), contendo nutrientes não prontamente disponíveis às plantas. Corroborar esta hipótese a recomendação de França et al. (sd) da utilização do CP-vermiculita como fertilizante em culturas que demandem baixas taxas de liberação de potássio por longos períodos de tempo. Assim, pode-se inferir que ocorre a liberação gradual de nutrientes dos CP-vermiculita naturalmente ou pela ação do EB e dos produtos originados de sua degradação, igualando, aos 293 DAS, o tratamento CP-vermiculita enriquecido de 5% de EB ao solo de baixo sem adição de EB, mas que contém naturalmente MO em sua composição.

Todas as mudas de faveleira rebrotaram em todos os substratos, cuja altura das duas maiores rebrotas de cada vaso aos 190 dias, correspondente ao crescimento acumulado de 90 dias desde o corte efetuado aos 100 dias, superou a verificada nas plantas aos 100 dias, exceto quando não houve adição de EB ao CP-vermiculita. Nota-se, porém, que o potencial de crescimento em altura das rebrotas estabilizou ou decresceu no período de 103 dias entre o segundo (190 dias) e o terceiro cortes (293 dias) para todos os tratamentos, exceto para o tratamento CP-vermiculita com adição de 20% de EB. É possível que a disponibilidade de nutrientes esteja aumentando gradualmente em função da ação dos 20% de EB e dos compostos resultantes de sua degradação nos CP-vermiculita parcialmente intemperizados. Por outro lado, a disponibilidade de nutrientes no solo de baixo certamente está decrescendo, via exportação dos mesmos na parte aérea coletada nos dois primeiros cortes, para níveis abaixo do necessário para manter o vigor de rebrota. Nota-se, também, que a altura das rebrotas nos tratamentos em que os CP-vermiculita foram enriquecidos com 10 ou 20% de EB passou a superar a das rebrotas do tratamento solo de baixo sem adição de EB, notadamente aos 293 DAS. É possível, também, que a adição de mais de 20% de EB aos CP-vermiculita equiparasse a altura das rebrotas à verificada no tratamento solo de baixo enriquecido de 33% de EB no momento do terceiro corte (293 DAS). É lícito supor que este poder de rebrota crescente das mudas se desenvolvendo no substrato com CP-vermiculita enriquecido de 20% de EB signifique mudas vigorosas que consigam sobreviver e reagir ao estresse pós-plantio no campo, mostrando o potencial de utilização dos CP-vermiculita como substrato ou fertilizante para esta espécie florestal.

### Diâmetro Basal

No geral, o diâmetro das duas mudas de cada parcela foi maior no substrato solo de baixo e o EB afetou positivamente o crescimento em diâmetro quando adicionada ao CP-vermiculita ou ao solo de baixo ( $P < 0,05$ ) (Figura 2).

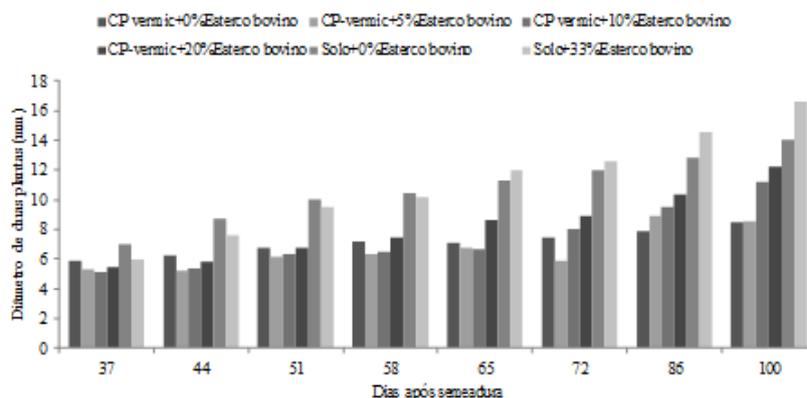


Figura 2– Diâmetro basal (mm/2 mudas) de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) em função da idade (dias após a semeadura) e da porcentagem de adição de esterco bovino coproduto de vermiculita (0, 5, 10 e 20%, v/v) e ao solo de baixo (0 e 33%, v/v).

Figure 2 – Total basal diameter (mm/2 seedlings) of faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) according to age (days after seeding) and to percentage of cattle manure added to the by-products of the extraction of vermiculite (0, 5, 10 and 20%, by volume) and alluvial soil (0 and 33%, by volume).

As mudas de faveleira apresentaram, aos 100 DAS, diâmetro basal médio variando entre 8,48 e 16,59 mm/2 mudas (equivalente a 4,24 a 8,30 mm/muda) (Tabela 3). Nesta idade, os menores valores médios para diâmetro basal foram verificados nas mudas nos vasos com CP-vermiculita com a adição de até 5% de EB (~8,5 cm/2 mudas ou equivalentemente 4,25cm/muda), atingindo 12,27 mm/2 mudas ou 6,14 mm/planta quando foram adicionados 20% de EB aos CP-vermiculita. Este valor se aproximou do encontrado para o tratamento solo de baixo sem adição de EB (14,08 mm/2 mudas ou 7,04mm/muda), porém, foi inferior àquele do tratamento solo de baixo enriquecido com 33% de EB (16,59 mm/2 mudas ou 8,30 mm/muda). Este comportamento foi semelhante ao observado para a altura das mudas e mostra a necessidade de adição de EB para que os CP-vermiculita possam ser utilizados na produção de mudas de faveleira.

Tabela 3: Diâmetro basal (mm/2 mudas) de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) aos 100, 190 e 293 dias após a semeadura (DAS) de acordo com o tipo de substrato (coprodutos da extração da vermiculita = CP-vermiculita, e solo de baixo = Solo) e percentual (volume) de adição de esterco bovino (EB) ao substrato.

Table 3: Basal diameter (mm/2 seedlings) of faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) seedlings at 100, 190 and 293 days after seeding (DAS) according to substrate type (by-products of the extraction of vermiculite = CP-vermic, and alluvial soil = Solo) and percentage (by volume) of cattle manure (EB) addition to the substrate.

Tratamentos	1º corte 100 DAS	2º corte 190 DAS	3º corte 293 DAS
CP-vermic+0% EB	8,48	5,89	4,89
CP-vermic+5% EB	8,52	13,15	12,85
CP-vermic+10% EB	11,22	14,16	15,66
CP-vermic+20% EB	12,27	14,49	20,08
Solo+0% EB	14,08	14,67	12,56
Solo+33% EB	16,59	20,07	23,42

Candeia et al. (2010) (6,1 mm), Figueiredo et al. (2012) (16,2 mm) e Ramos (2013) (5,4; 11,0; 7,9 e 11,9) reportaram para a faveleira média, de diâmetro basal variado, de acordo com as condições já relatadas quando da discussão dos dados de altura. Para o óleo balsamo, Carlos-et al. (2013) relataram valores médios de diâmetro entre 3,89 mm e 4,14 mm.

Quando se realizou o primeiro corte da parte aérea das mudas aos 100 DAS, verificou-se que a adição de 20% de EB aos CP-vermiculita não foram suficientes para que o diâmetro basal se aproximasse do valor observado nas plantas se desenvolvendo nos vasos com solo de baixo sem adição de EB (Tabela 3). Em contrapartida, essa semelhança se verificou com 10% e 5% de adição de EB ao CP-vermiculita, respectivamente aos 190 (segundo corte) e 293 (terceiro corte) DAS.

A soma dos diâmetros basais de todas as rebrotas de cada vaso tendeu a decrescer entre o segundo (190 dias) e terceiro (293) cortes, exceto nos tratamentos CP-vermiculita enriquecido com 10 ou 20% de EB e no solo de baixo enriquecido com 33% de EB. Este crescimento foi maior no tratamento CP-vermiculita, enriquecido com 20% de EB (14,49 para 20,08 mm), se aproximando do valor observado no solo de baixo enriquecido de 33% de EB.

Novamente, a argumentação baseada na intemperização parcial do CP-vermiculita e na liberação gradual dos seus nutrientes pode explicar o comportamento de redução do EB necessário para o diâmetro das plantas em substrato com CP-vermiculita se igualar ou superar o das plantas em solo de baixo sem ou com a adição de EB. É lícito supor que este poder de rebrota crescente em termos de diâmetro basal mostrado pelas mudas se desenvolvendo no substrato com CP-vermiculita enriquecido de 10 ou 20% de EB signifique mudas vigorosas que consigam sobreviver e reagir ao estresse pós-plantio no campo, mostrando o potencial de utilização dos CP-vermiculita como substrato ou fertilizante para esta espécie florestal.

### Massa Seca (MS)

Houve efeito de tipo de substrato e de adição de EB ( $P < 0,05$ ) na produção total de MS proveniente dos três cortes (planta+rebrotas 1+rebrotas 2). No geral, o total de MS produzido pelas

mudas em cada vaso foi maior no substrato solo de baixo e o EB afetou positivamente a produção de MS quando adicionada ao solo de baixo ou aos CP-vermiculita ( $P < 0,05$ ) (Figura 3). Foi necessária a adição de 10 a 20% de EB nos CP-vermiculita para que a MS produzida pelas mudas se igualasse àquela verificada no solo de baixo sem adição de EB, no qual já se espera que contenha naturalmente MO em sua composição.

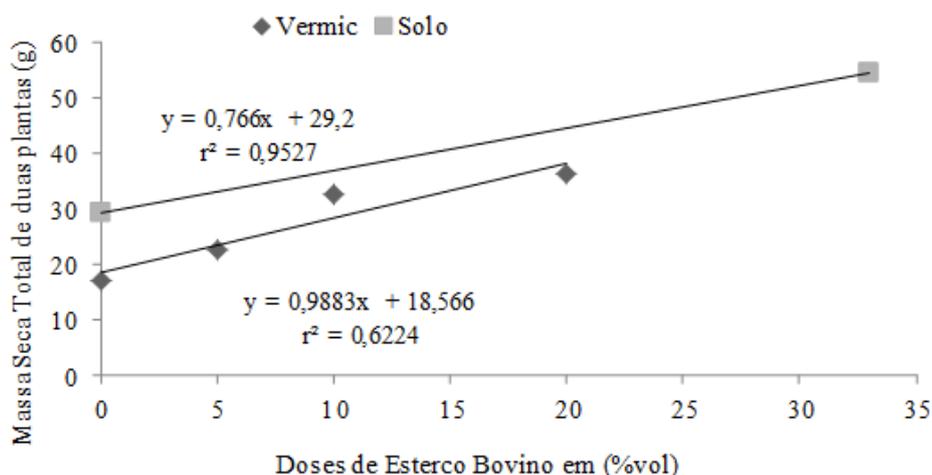


Figura 3 - Massa seca da parte aérea de duas plantas de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) resultante de três cortes efetuados aos 100, 190 e 293 dias após a semeadura.

Figure 3 – Aboveground dry biomass of two faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) seedlings resulting from three cuts at 100, 190 and 293 days after seeding.

Em linhas gerais, esta tendência foi semelhante em cada corte separadamente, porém, a quantidade de EB necessária para que as plantas no substrato CP-vermiculita produzissem quantidade de MS semelhante às plantas no solo de baixo sem adição de EB diminuiu ao longo do tempo. Aos 100 DAS, quando se realizou o primeiro corte, o acúmulo de MS nas plantas de cada vaso que recebeu CP-vermiculita enriquecidos de 20% de EB se aproximou da MS produzida nos vasos com solo de baixo sem adição de EB (Tabela 4). Essa igualdade se verificou com 10% e 5% de adição de EB aos CP-vermiculita, respectivamente aos 190 (segundo corte) e 293 (terceiro corte) DAS.

Tabela 4: Massa seca (g) da parte aérea de duas mudas de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) resultante dos cortes da parte aérea efetuados aos 100, 190 e 293 dias após a semeadura (DAS), de acordo com o tipo de substrato (coprodutos da extração da vermiculita = CP-vermiculita e solo de baixo = Solo) e o nível de adição de esterco bovino (EB em %, v).

Table 4: Aboveground dry biomass of two faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) seedlings resulting from cutting at 100, 190 and 293 days after seeding (DAS), according to the substrate type (by-products of the extraction of vermiculite = CP-vermic, and alluvial soil = Solo) and the percentage of cattle manure (EB) addition (by volume).

Tratamentos	Total	1º corte	2º corte	3º corte
	3	100	190	293
	cortes	DAS	DAS	DAS
CP vermic+0%EB	17,03	4,53	5,72	6,78
CP-vermic+5%EB	22,68	4,69	4,48	13,51
CP vermic+10%EB	32,77	7,16	9,89	15,73
CP-vermic+20%EB	36,38	7,90	8,53	19,95
Solo+0%EB	29,20	8,70	8,88	11,61
Solo+33%EB	54,48	15,22	11,75	27,51

Isto pode estar acontecendo em virtude das propriedades do CP-vermiculita. Segundo Gomes et al. (2012); Silva et al. (2012) este material está parcialmente intemperizado, ao passo que o solo de baixo se encontra mais avançado quanto ao intemperismo de seus componentes. Assim, é possível

que a ação dos ácidos orgânicos gerados pela degradação do EB resulte em uma liberação gradual de nutrientes do CP-vermiculita, rico em potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) (FRANÇA et al., sd.; GOMES et al., 2012) em complemento aos nutrientes presentes no EB. Nas plantas se desenvolvendo em solo de baixo, a disponibilidade de nutrientes na verdade decresce com o tempo, tendo em vista a absorção e exportação dos mesmos via corte da parte aérea das plantas. Corroborando essa argumentação os teores de nutrientes observados nos CP-vermiculita e solo de baixo (Tabela 1), em que os teores de K, P, Ca e Mg na vermiculita são maiores do que os do solo de baixo. Esta superioridade, porém, não resulta inicialmente em produção de MS similar à de solo de baixo, pois parte dos nutrientes pode estar inicialmente indisponível para as plantas. Com a disponibilização gradual, natural ou decorrente da ação do EB nos CP-vermiculita, mais nutrientes estariam disponíveis, se aproximando ou superando a disponibilidade normalmente verificada no solo de baixo. Isto faz com que a MS produzida nas rebrotas provenientes de cortes sucessivos aumente e supere a MS produzida nas rebrotas das mudas se desenvolvendo em solo de baixo sem adição de EB. Este comportamento crescente de produção de biomassa em cortes sucessivos indica que as mudas podem reagir ao estresse pós-plantio e apresentarem sobrevivência e crescimento satisfatórios em condições de campo. Estudos adicionais de campo deverão ser realizados para testar estas hipóteses, considerando a análise dos atributos dos substratos, a produção de MS e os teores de nutrientes nas folhas e demais tecidos das plantas em cortes subsequentes.

Ramos (2013) reportou para a faveleira aos 90 dias de idade se desenvolvendo em CP-vermiculita enriquecido com 0, 10, 20 e 40% (v) de EB, além de três aplicações de K em cobertura (15, 30 e 60 dias após germinação), médias de massa seca da parte aérea de 1,5; 11,4; 9,5 e 17,1 g, respectivamente. Os valores 11,4, 9,5 g/planta superaram os valores de MS reportados para os tratamentos CP-vermiculita enriquecido de 10 e 20% de EB testados no presente trabalho, certamente devido à pronta disponibilidade de K advinda da fertilização potássica. O valor 8 g/planta encontrado por Ramos (2013), referente ao tratamento solo de baixo com adição de 33% de EB e que não recebeu K em cobertura, é praticamente igual ao relatado no presente estudo (15,22 g/2 mudas ou 7,62 g/muda), atestando a validade das comparações entre os dados do presente estudo e os daquele autor.

## CONCLUSÕES

Os coprodutos da extração de vermiculita têm potencial para compor o substrato de produção de mudas de faveleira em substituição ao substrato convencional composto de solo de baixo e esterco.

A adição de 10 a 20% de esterco bovino à mistura equitativa dos coprodutos (poeira fina e ultrafina) da extração de vermiculita resulta em mudas de faveleira de boa qualidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRA, M.F. **Plantas da medicina popular dos Cariris Velhos**. Paraíba, Brasil/ João Pessoa: Editora União, 125p, 1996.

ARAÚJO, J.M. **Crescimento inicial de três espécies arbóreas nativas em áreas degradadas da caatinga**. Patos-PB, 2010. 29p. Monografia (Graduação) - Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos, 2010.

AZEVÊDO, S.M.A. Crescimento de plântulas de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret) em solos de áreas degradadas da caatinga. Patos-PB, 2011. 41p. Monografia (Graduação) - Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos, 2011.

BEZERRA, G.E. Faveleira: seu aproveitamento como forrageira. **Boletim Técnico**, Fortaleza, v.30, n.1, p.71-87, jan/jun. 1972.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste**: Especialmente do Ceará. Natal: Fundação Guimarães Duque, 509p. (Coleção Mossoroense,42). 1976.

CANDEIA, B.L.; BAKKE, O.A; ARRIEL, E.F.; BAKKE, I.A. Production of thornless *Cnidoscolus quercifolius* Pohl. progenies from open pollinated native trees. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.30, p.147-152, mai/jul. 2010.

CARLOS, L.; VENTURIN, N. HIGASHIKAWA, E.M.; SANTOS, S.C.; MACEDO, R.L.G. Crescimento e nutrição mineral de mudas de óleo-bálsamo sob o efeito da omissão de nutrientes. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v.9, n.17; p.895, 2013.

CAVALCANTI, N.B.; ARAÚJO, G.G.L.; RESENDE, G.M.; BRITO, L.T.L. Consumo de folhas de imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) pelos caprinos e ovinos no semiárido de Pernambuco. In: **Congresso Nordestino de Produção Animal**, 2., 2000, Teresina. Anais... Teresina: SBZ, p.51. 2000

COSTA JÚNIOR, J.E.V. **Crescimento, acúmulo de massa seca e de solutos orgânicos em plantas de faveleira (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl.) crescidas em solução salina**. 2011. 32p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos - PB, 2011.

DIAS, P.F; SOUTO, S.M. Jurema preta (*Mimosa tenuiflora*): leguminosa arbórea recomendada para ser introduzida em pastagens em condições de mudas sem proteção e na presença do gado. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.14, n.1, p.258-272, 2007.

DRUMOND, M.A.; KIILL, L.H.P.; LIMA, P.C.F.; OLIVEIRA, M.C.; ALBUQUERQUE, S.G.; NASCIMENTO, C.E.S.; CAVALCANTI, J. **Estratégias para o Uso Sustentável da Biodiversidade da Caatinga**. Documento para discussão no GT Estratégias para o Uso Sustentável. Petrolina, 2000.

DUQUE, J.G. **O Nordeste e as Lavouras Xerófilas**. Brasília: Fundação Guimarães Duque, 316p. (Coleção Mossoroense, 143). 1980.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ed. Rio de Janeiro, 212p, 2006.

FARIAS JÚNIOR, J.A. **Clonagem de Faveleira (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl.) por Alporquia, Utilizando Rejeito de Vermiculita e Diferentes Concentrações de Ácido Indol Acético**. Patos-PB, 2011. 60p. Dissertação (Mestrado). Ciências Florestais. CSTR/UFCG, Patos, 2011.

FIGUEIREDO, J.M; ARAÚJO, J.M.; PEREIRA, O.N.; BAKKE, I.A; BAKKE, O.A. Revegetation of degraded Caatinga sites. **Journal of Tropical Forest Science**, Malásia, v.24, n.3, p.332–343, 2012.

FRANÇA, S.C.A.; LUZ, A.B.; SANTOS, J.S.; BORGES, R.S. Estudo da aplicação de resíduos de vermiculita como fertilizante alternativo de potássio. **II SIMPÓSIO DE MINERAIS INDUSTRIAIS DO NORDESTE**. sd.

GOMES, A.D.V.; LEITE, M.J.H.; SANTOS, R.V. Rejeito de vermiculita comparado ao método convencional de viveiros florestais na produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.7, n.2, p.236-241, abr/jun. 2012.

GOMES, R.P. **Forragens fartas nas secas**. 2ed. São Paulo: Nobel AS, 233p, 1973.

LEITE, M.J.H; SANTOS, R.V.; GOMES, A.D.V. Efeito das lavagens nos atributos do solo e comportamento do Maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) em áreas salinizadas do cariri. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.9, n.4, p.066-078, out/dez. 2012.

- LUCENA, R.J. **Influência do tipo de incisão no ramo, ácido indolbutírico e da forma de proteção do substrato na clonagem de *Cnidoscolus quercifolius* Pohl. (Faveleira) por alporquia.** Patos-PB, 2012. 37p. Monografia (Graduação) - Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos, 2012.
- MAIA, G.N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades.** 1 ed. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 413p, 2004.
- MEDEIROS, S.S.; CAVALCANTE, A.M.B.; MARIN, A.M.P.; TINÔCO, L.B.M.; SARCEDO, I.A.; PINTO, T.F. **Sinopse do Censo Demográfico para o Semiárido Brasileiro - INSA – Instituto Nacional do Semiárido.** Campina Grande – PB, 103p, 2012.
- NASCIMENTO, M. P. S. C. B.; OLIVEIRA, M. E. A.; NASCIMENTO, H. T. S. DO; CARVALHO, J. H. DE; ALCOFORADO FILHO, F. G.; SANTANA, C. M. M. DE. **Forrageiras da bacia do Parnaíba: Uso e composição química.** Teresina: EMBRAPACPAMN, 1996. 86p. EMBRAPA-CPAMN.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** 9ed. São Paulo, SP. Nobel. 430p, 1981.
- PRADO, H. **Pedologia fácil: aplicações – 3ed. – Revisada e ampliada.** Piracicaba, 180p, 2011.
- RAMOS, T.M. **Crescimento de Faveleira (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl.) em coproduto de vermiculita sob fertilização.** Patos-PB, 2013. 45p. Monografia (Graduação) - Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos, 2013.
- RODRIGUES, R.D. **Crescimento e qualidade de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) em diferentes substratos.** Patos-PB, 2011. 36p. Monografia (Graduação) - Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos, 2011.
- SALES, F.C.V.; ARAÚJO, L.V.C.; ARRIEL, E.F.; BAKKE, O.A. Avaliação de diferentes métodos para quebra de dormência da semente de faveleira *Cnidoscolus quercifolius* Pohl. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 52., 2001, João Pessoa. Resumos...João Pessoa: UFPB, p165, 2001.
- SANTOS, R.V.; SOUTO, J.S.; ARAÚJO, G.T.; MIRANDA, J.R.P.; SANTOS, D.R. **Análise química do solo: Amostragem – Métodos instrumentais e analíticos – Cálculos envolvidos.** Boletim técnico – BT-01. sd.
- SILVA, G.S.; LUCENA, R.J.; SANTOS, R.V.; LUCENA, E.O.; ASSIS, M.M.; ALENCAR, L.S.; BEZERRA, R.M.R.; SILVA, L.L.H. Avaliação do uso de Fertilizantes e Matéria Orgânica com Rejeito de Vermiculita na Produção de Mudas de Pau D’arco. **Anais - FERTBIO 2012. Resumo expandido.** A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola 17 a 21 de setembro – Centro de Convenções – Maceió/Alagoas. 2012.
- SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M.T. As paisagens e o processo de degradação do semiárido nordestino. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L.V. (Orgs.) **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação.** Brasília, DF: MMA. UFPE, p.17-36, 2004.
- SOUZA, M. N. **Degradação e recuperação ambiental e desenvolvimento sustentável.** 2004. 393p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2004.
- TRAJANO, E.V.A.; SANTOS, BAKKE, O.A.; VITAL, A.F.M.; SANTOS, Y.M.; QUARESMA, J. M.; SALVIANO, V.M. **Crescimento do pinhão-manso em substratos com rejeitos de mineração do Semiárido - PB.** In. IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, João Pessoa, PB – 2010.

## **CAPÍTULO II**

---

### **USO DE COPRODUTOS DA EXTRAÇÃO DE VERMICULITA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE JUREMA BRANCA (*Piptadenia stipulacea* Benth.)**

---

## USO DE COPRODUTOS DA EXTRAÇÃO DE VERMICULITANA PRODUÇÃO DE MUDAS DE JUREMA BRANCA (*Piptadenia stipulacea* Benth.)

### USE OF BY-PRODUCTS OF VERMICULITE EXTRACTION IN THE PRODUCTION OF JUREMA BRANCA (*Piptadenia stipulacea* Benth.) SEEDLINGS

#### RESUMO

A extração de vermiculita gera coprodutos que são depositados no entorno das indústrias mineradoras, gerando problemas ambientais tais como assoreamento de rios e reservatórios e prejuízos à qualidade das águas superficiais. Alguns destes coprodutos têm características físicas e químicas que os habilitam a substituir o substrato convencional, composto basicamente de solo de baixio, na produção de mudas florestais, reduzindo a deposição desses coprodutos no ambiente. A utilização da mistura equitativa dos coprodutos fino e ultrafino (1:1, v/v) da extração da vermiculita (CP-vermiculita) e a quantidade adequada de esterco bovino (EB) foram testadas na produção de mudas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.). O experimento foi conduzido entre abril de 2013 e fevereiro de 2014 no Viveiro Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal/Centro de Saúde e Tecnologia Rural/Universidade Federal de Campina Grande, Patos – PB, Brasil, em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 6 tratamentos [solo de baixio com T0 = 0% e T1 = 33% de EB (v/v), e mistura equitativa dos coprodutos da extração de vermiculita com T2 = 0%, T3 = 5%, T4 = 10% e T5 = 20% de EB) e 5 repetições. As médias de altura, diâmetro basal e massa seca da parte aérea das mudas em CP-vermiculita foram menores do que as verificadas nas mudas se desenvolvendo em solo de baixio sem ou com a adição de EB. Quando o nível de adição de EB aos coprodutos foi de 20% as médias decresceram, bem como o vigor das rebrotas, pois em três das cinco parcelas deste tratamento as plantas não conseguiram emitir brotações após o corte de sua parte aérea. Caso se opte em utilizar os coprodutos, o nível de esterco bovino deve ficar em torno de 10%, pois as mudas apresentam vigor suficiente para rebrotar duas vezes e recompor sua altura, diâmetro basal e matéria seca da parte aérea em 90 a 113 dias do corte de sua parte aérea. É possível produzir mudas de jurema branca e substituir o solo de baixio por CP-vermiculita, bem como reduzir o impacto causado pela deposição dos coprodutos e pela extração do solo de baixio.

**Palavras-chave:** degradação ambiental; mineração; árvores da Caatinga; produção de mudas.

#### ABSTRACT

Vermiculite mining produces by-products that are deposited in the surroundings of the mine industry, causing environmental problems, such as silting up of reservoirs and rivers as well as reduction of the quality of the superficial water. Some of these by-products have appropriate physical and chemical attributes that enable them to substitute the conventional substrate used to produce seedlings made up basically of alluvial soil, reducing the deposition of by-products in the environment. The use of the balanced mixture of the fine and ultrafine by-products (1:1, v/v) from the extraction of vermiculite (BP-vermiculite) and the adequate amount of cattle manure added to it were tested for the production of jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth) seedlings. The experiment was carried out from April 2013 to February 2014 in a screened shed at the UFCG/CSTR-UAEF forest nursery facilities, in Patos, PB – Brazil, according to a completely randomized design (CRD) with 6 treatments [alluvial soil with T0 = 0 and T1 = 33% (v/v) of cattle manure, and BP-vermiculite with T2 = 0%, T3 = 5%, T4 = 10% and T5 = 20% cattle manure] and 5 replications. Mean height, basal diameter and dry mass of seedling shoots growing in BP-vermiculite were lower than the means observed in seedlings growing in alluvial soil with or without manure addition. When the amount of manure added to BP-vermiculite was 20%, the means tended to decrease, as well as sprouting vigor as no sprouts were observed in three of the five plots that received this treatment. If BP-vermiculite is used to produce jurema branca seedlings, the amount of cattle manure to be added should be close to 10%, as seedlings is vigorous enough to sprout twice and recover height, basal diameters and shoot dry matter within 90 and 113 days after pruning. It is possible to produce jurema branca seedlings and substitute the alluvial soil by BP-

vermiculite, as well as reduce the impacts resulting from the deposition of BP-vermiculite and from the extraction of alluvial soil.

**Keywords:** environmental degradation; mining; Caatinga trees; seedling production.

## INTRODUÇÃO

A mineração é uma importante atividade econômica no Brasil gerando emprego e a sobrevivência de milhares de famílias. De acordo com o SUMÁRIO MINERAL (2008), em 2007 o país ocupou a 3ª posição na produção mundial de bauxita, contribuindo com 12,7% do total produzido mundialmente, e 18,8% de todo o minério de ferro comercializado no mercado mundial. Neste contexto, existem na região Nordeste do Brasil várias mineradoras em atividade, dentre elas as de extração de vermiculita com uma jazida localizada no município de Santa Luzia e sob a responsabilidade da Mineradora Pedra Lavrada Ltda. (CUCINELLI NETO; UGARTE, 2007).

O método de exploração praticado por esta mineradora é a mineração a céu aberto, que afeta diretamente a área da jazida explorada e o entorno da unidade de beneficiamento onde os rejeitos são descartados. De uma maneira indireta, afeta, também, os corpos d'água devido ao carreamento desses rejeitos pelo vento e água das chuvas. Ações de recuperação da área explorada e destinação correta ou utilização dos rejeitos produzidos devem ocorrer para minimizar estes impactos.

A extração desse produto resulta em 5 tipos de rejeitos ou coprodutos com granulometria diferente (de pedras a poeira ultrafina) que se acumulam nos pátios e entorno das mineradoras (GOMES et al., 2012; LEITE et al. 2012) em grande quantidade, pois constituem de 60% a 80% da quantidade de material bruto retirado das jazidas. Porém, estes autores comprovaram que a poeira fina apresenta características apropriadas para a composição de substrato de produção de mudas de sabiá e maracujá, constituindo uma alternativa para a redução dos impactos ambientais causados por esses coprodutos.

Cerca de  $877,6 \times 10^3 \text{ km}^2$  da região nordeste do Brasil incluídos em todos Estados nordestinos, com exceção do Maranhão, além de  $102.567 \text{ km}^2$  do norte de Minas Gerais, compõem uma região semiárida muito susceptível à degradação (MEDEIROS et al., 2012). Esta é considerada a região semiárida mais populosa e com maior grau de antropismo, com 57,3 milhões de habitantes e rebanhos de 28,2, 7,8 e 9,3 milhões de bovinos, caprinos e ovinos, respectivamente (IBGE, 2014; MEDEIROS et al., 2012; DRUMOND et al., 2000). Como resultado das diversas ações antrópicas (mineração, pecuária, agricultura, etc.) praticadas no Bioma Caatinga, 15% de sua área apresenta alto nível de degradação ambiental (SÁ et al. 2003), ou equivalentemente mais de 20 milhões de hectares com elevado grau de degradação ambiental. Esta degradação alcança altos níveis nos Estados do Ceará e Paraíba que têm até metade das áreas coberta pelo bioma Caatinga com níveis acentuados de degradação (SÁ et al. 2003; SILVA et al., 2004). Nessas áreas, a flora e a fauna encontram-se prejudicadas, os solos estão sujeitos à erosão e apresentam potencial de produção reduzido (ALVES et al., 2009).

Esta situação dever ser evitada, pois a recuperação ambiental é um processo lento e de resultados incertos (LIMA, 2004), e demanda ações adequadas às condições ambientais deterioradas, particularmente no que se refere ao solo (SOUZA, 2004). Uma alternativa consiste na produção e plantio de mudas de espécies arbóreas nativas adaptadas a áreas degradadas, as quais se produzidas com substratos alternativos em substituição ao substrato convencional, composto basicamente de solo de baixo e esterco, resultaria na não degradação de áreas aluvionais e na minimização dos impactos ambientais provocados pela deposição dos coprodutos no entorno das mineradoras.

O substrato para produção de mudas deve ser composto de materiais que proporcionem sustentação e forneçam umidade e nutrientes necessários para o crescimento das mudas. Vários materiais são usados, dependendo da região. Por exemplo, Rodrigues (2011) concluiu que solo+rejeito de vermiculita e solo+esterco bovino foram os substratos que produziram as melhores mudas de sabiá. Trajano et al. (2010) recomendaram a utilização de 20 a 50% da poeira fina da extração de vermiculita para a produção de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). Segundo Leite (2012), a poeira fina contém P ( $58 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ); Mg ( $3,8 \text{ cmol}_c \cdot \text{dc}^{-3}$ ) e Ca ( $14 \text{ cmol}_c \cdot \text{dc}^{-3}$ ), níveis considerados altos (Santos et al. sd), e superiores aos verificados nos solos em geral, com a vantagem de serem disponibilizados gradualmente para a solução do solo (PAVINATO et al., 2009).

Dentre as espécies arbóreas adaptadas a áreas degradadas, se encontra a jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.), uma Fabaceae lenhosa da subfamília Mimosoideae que atinge 4 metros de altura e ocorre em áreas de caatinga arbustiva rala a arbórea densa do Piauí até a Bahia, em terrenos profundos e bem supridos de água, mas que também se adapta a terrenos inóspitos e degradados (BENEDITO, 2012; LORENZI, 1998; MAIA, 2004). Esta espécie produz madeira, lenha,

remédios, néctar, pólen e forragem, e pode ser utilizada na restauração florestal e em sistemas agroflorestais, pois é de rápido crescimento e fixa nitrogênio no solo através da simbiose com bactérias noduladoras do gênero *Rhizobium* (CHIAPPETA; MELLO, 1984; FONSECA, 2005; MAIA, 2004; SIBINEL, 2003). Mudas desta espécie podem ser produzidas sexuadamente em substrato composto de solo mineral enriquecido de matéria orgânica (MO) ou fertilizante químico e suas mudas atingem entre 7,1 e 51,25 cm de altura e entre 1,09 e 6,00 mm de diâmetro aos 14 e 120 dias de idade, respectivamente (BARBOSA et al., 2013; FARIAS et al., 2013).

Este estudo avaliou a utilização da mistura equitativa dos coprodutos poeira fina e ultrafina da extração da vermiculita (CP-vermiculita) e a quantidade necessária de esterco bovino a ser adicionada ao substrato de produção de mudas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.).

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida de abril de 2013 a fevereiro de 2014 em ambiente telado localizado no Viveiro Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal/Centro de Saúde e Tecnologia Rural/Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG), Patos – PB, Brasil.

Os substratos testados para a produção de mudas foram solo de baixio ou mistura equitativa dos coprodutos poeira fina e ultrafina da extração de vermiculita, enriquecidos com esterco bovino em diversas proporções. O solo foi coletado de área de baixio (solo até a profundidade de 1 m), e os coprodutos foram obtidos na Mineradora Pedra Lavrada (MPL), em Santa Luzia, Sertão paraibano, localizada na região Nordeste do Brasil.

O esterco bovino curtido durante 30 dias, o solo de baixio e os coprodutos foram secos, destorroados, homogeneizados, peneirados separadamente em peneira com malha de 2 mm, e misturados conforme as proporções ditadas pelos tratamentos experimentais. O solo de baixio e os coprodutos foram amostrados e caracterizados quimicamente no Laboratório de Solos da UAEF (Tabela 1) (EMBRAPA, 2006) (Tabela 1). Os coprodutos apresentaram teores de nutrientes superiores aos de solo de baixio para todos os atributos considerados. Os teores de fósforo, cálcio, magnésio e potássio, bem como a capacidade de troca catiônica e a saturação por base foram considerados altos (SANTOS et al., sd.).

Tabela 1: Atributos do solo de baixio e dos coprodutos da extração da vermiculita (poeira fina e ultrafina) utilizados para a produção de mudas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.).

Table 1: Attributes of the alluvial soil and by-products of the extraction of vermiculite (fine and ultra-fine powder) used to produce jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) seedlings.

Substrato	pH <sub>CaCl2</sub>	P	Ca	Mg	K	Na	SB	H+Al	CTC	V
Solo de baixio	6,2	44,1	5,0	2,4	0,18	1,68	7,26	1,1	10,4	89,4
Poeira fina	6,4	330	16,5	2,5	0,33	3,70	23,03	0,6	23,6	97,5
Poeira ultrafina	6,7	429	26,0	4,0	0,49	6,09	36,58	0,6	37,2	98,4

SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca de cátions; V = saturação por bases.

As sementes de jurema branca foram coletadas em junho de 2012 de uma matriz plantada no Campus de Patos da UFCG, beneficiadas, limpas e armazenadas até utilização no experimento. Antes da semeadura, as sementes foram colocadas durante vinte segundos em um becker de 100 ml com água fervente após desligamento da fonte de calor e, a seguir, foram resfriadas em água corrente à temperatura ambiente. Após este procedimento, 10 sementes foram semeadas diretamente no substrato de cada vaso com capacidade para 8000 cm<sup>3</sup>. Trinta dias após a semeadura (DAS) foi realizado o desbaste, deixando as duas mudas mais vigorosas em cada vaso. Os vasos foram mantidos em ambiente telado entre abril de 2013 e fevereiro de 2014, com irrigação manual diária.

Dados de altura e diâmetro basal foram coletados aos 37, 44, 41, 58, 65, 72, 86, 100, 193 e 293 DAS. A altura (cm) foi obtida com régua milimetrada, posicionando-a ao lado da planta e medindo o comprimento entre a superfície do substrato no vaso e a base do meristema apical do fuste

(dados coletados até 100 DAS) ou da maior rebrota (dados coletados aos 190 e 293 DAS). O diâmetro (mm) foi obtido com paquímetro digital de 0,05 mm de precisão e correspondeu ao diâmetro da base do eixo caulinar das mudas de jurema branca (dados coletados até 100 DAS) ou à soma dos diâmetros basais de todas as rebrotas das duas plantas de cada vaso (dados coletados aos 190 e 293 DAS).

Cem dias após a semeadura, a parte aérea de cada muda foi cortada, desidratada em estufa de ventilação forçada por 72 h a 60°C e pesada para determinação da massa seca (MS) (g) em balança digital de 0,1 g de precisão. Após este corte, os vasos permaneceram em ambiente telado sob as mesmas condições ambientais e de irrigação já descritas, quando as mudas se recuperaram e cujas rebrotas foram cortadas novamente aos 190 e 293 DAS.

As parcelas foram aleatorizadas de acordo com um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 6 tratamentos [solo de baixo enriquecido com T0 = 0% e T1=33% de esterco bovino (EB, v), e mistura equitativa dos coprodutos poeira fina e ultrafina da extração de vermiculita enriquecidos com T2=0%, T3=5%, T4=10% e T5=20% de EB] e 5 repetições, totalizando 30 parcelas (vasos com duas plantas).

Os dados de altura, diâmetro basal e MS analisados corresponderam à soma dos valores observados nas duas plantas de cada vaso. Os efeitos de tratamentos foram testados pelo teste F da ANOVA e modelos de regressão foram determinados para estimar o efeito da idade e dos níveis de adição de esterco bovino na altura, diâmetro basal e MS da parte aérea das mudas, empregando técnicas de análise de regressão linear (PIMENTEL-GOMES, 1981) para  $P < 0,05$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Altura

No geral, a altura das mudas foi menor para os tratamentos com CP-vermiculita do que nos de solo de baixo e o efeito do EB foi significativo ( $P < 0,05$ ) (Figura 1). Nota-se o pequeno crescimento em altura das mudas até 100 DAS no substrato CP-vermiculita sem adição de EB, mostrando a necessidade de adição de EB neste tipo de material. Aos 100 DAS, a altura das mudas de jurema branca ficou entre 21,30 e 120,14 cm/2 mudas ou equivalentemente entre 10,65 e 60,07 cm/muda. Nesta idade e no substrato com CP-vermiculita, a dose ótima de EB ficou em torno de 10% quando resultou em altura média de 39,65 cm/planta, comportamento já caracterizado a partir de 72 DAS, porém sempre abaixo dos valores médios observados nas mudas em solo de baixo.

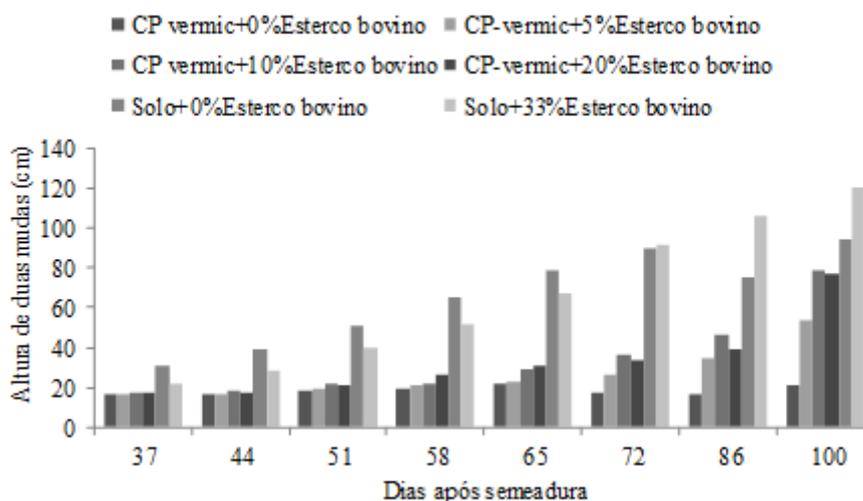


Figura 1 – Altura total de duas mudas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) em função da idade (de 37 a 100 dias após a semeadura) e da porcentagem (volume) de esterco bovino adicionado aos rejeitos de extração da vermiculita (0, 5, 10 e 20%, volume) e solo de baixo (0 e 33%).

Figure 1 – Total height of two jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) seedlings according to age (from 37 to 100 days after seeding) and percentage (by volume) of cattle manure added to the vermiculite by-products (0, 5, 10 and 20%, by volume) and soil (0 and 33%).

Considerando a existência de apenas dois níveis de EB e distantes entre si (0% e 33%) e o efeito aparentemente negativo até os 65 DAS, contrastando com o efeito positivo aos 86 e 100 DAS, é possível que exista também entre esses níveis de EB uma dosagem ótima de EB no solo de baixo. Assim, ao se utilizar o substrato convencional pode-se estar desperdiçando EB e ao mesmo tempo produzindo mudas de jurema branca de qualidade aquém da que se poderia atingir. Estudos adicionais são necessários para confirmar esta hipótese.

Os dados do presente estudo foram semelhantes aos reportados por outros autores para a jurema branca. Farias et al. (2013) constataram altura média de 7,1 cm, aos 14 DAS para mudas se desenvolvendo em substrato composto de fibra de coco, e Barbosa et al. (2013) reportaram altura média de 51,25 cm aos 120 dias após a germinação, utilizando cambissolo no substrato.

Os dados reportados para a altura de mudas de outras espécies arbóreas da Caatinga podem ser interessantes e servir para relativizar o potencial de crescimento da jurema branca. Caronet al. (2007), trabalhando com mudas de aroeira vermelha (*Myracrodruon urundeuva* Fr. ALL), obtiveram 46,4 cm de altura média, aos 112 dias, em substrato composto de 1/3 de palha de café, 2/3 de latossolo amarelo distrófico corrigido com calcário dolomítico. Bernardino et al. (2005) relataram para mudas de angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.), aos 100 dias após a germinação, altura entre 19,80 e 71,23 cm, utilizando subsolo de três classes de solo no substrato, corrigidos e adubados. Lima et al. (2010) verificaram altura média entre 87,67 cm e 105,00 cm para as mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.), e entre 41,67 cm e 54,20 cm para mudas de jatobá (*Hymenaea corbari* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.) aos 120 dias após a germinação, usando quatro níveis de sombreamentos (0 %, 30%, 50 % e 80 %) e substrato comercial Plantmax.

Exceto no tratamento CP-vermiculita com 20% EB, a jurema branca apresentou um bom poder de rebrota, especialmente no solo de baixo. Nota-se que as rebrotas para cada tratamento são mais altas ao final do segundo corte (190 e 293 = 113 dias) do que do primeiro (entre 100 e 190 = 90 dias) período de recuperação pós primeiro corte de sua parte aérea efetuado aos 100 DAS (Tabela 2), especialmente no solo de baixo. Este poder de rebrota crescente fica evidente também no tratamento CP-vermiculita sem adição de EB. Note-se que este tratamento propiciou um crescimento em altura praticamente nulo entre os dias 37 e 100 DAS (Figura 1), mas de alguma maneira a rebrota do segundo período conseguiu atingir uma altura média superior à verificada nos primeiros 100 DAS. É como se a planta reagisse de alguma maneira ao corte de sua parte aérea, tal como pela presença de gemas, acúmulo de reservas em seu sistema radicular ou a liberação gradual de nutrientes pelo substrato ao ponto de resultar em rebrotas mais vigorosas que as do período anterior.

Tabela 2: Altura total de duas mudas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) (cm/2 mudas) aos 100, 190 e 293 dias após a sementeira (DAS) em função da porcentagem (% , v) de esterco bovino (EB) adicionado ao substrato (mistura equitativa de coprodutos de vermiculita = CP-vermic, e solo de baixo = Solo).

Table 2: Total height of two jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) seedlings (cm/2 seedlings) at 100, 190 and 293 days after seeding (DAS) according to the percentage (by volume) of cattle manure (EB) added to the substrate (balanced mixture of by-products of the extraction of vermiculite = CP-vermic, and alluvial soil = Solo).

Tratamentos	1º corte	2º corte	3º corte
	100 DAS	190 DAS	293 DAS
CP-vermic+0%EB	21,30	11,60	29,80
CP-vermic+5%EB	53,70	59,74	131,60
CP-vermic+10%EB	79,30	121,2	138,40
CP-vermic+20%EB	77,30	37,80	29,03
Solo+0%EB	94,64	159,0	301,40
Solo+33%EB	120,14	174,7	274,2

Por alguma razão, este acúmulo de reservas ou outro fator qualquer não acontece no CP-vermiculita enriquecido com 20% EB. A mortalidade das plantas após o primeiro corte foi alta neste tratamento (3 dentre os 5 vasos apresentaram as duas plantas sem rebrota ou mortas, além de 1 ou dois vasos sem rebrota nos demais tratamentos com CP-vermiculita, ao passo que nenhum vaso com solo

de baixo apresentou mudas sem rebrotas). A razão desta mortalidade merece estudos adicionais. Assim, não é aconselhável adicionar mais de 10% de EB aos CP-vermiculita, a não ser que um procedimento adicional corretivo seja efetuado, tal como adição de N ou K e que resulte em substrato química e fisicamente balanceado, temas que deveriam ser considerados em estudos adicionais.

### Diâmetro

No geral, o diâmetro das mudas foi menor para os tratamentos com CP-vermiculita do que nos de solo de baixo entre 37 e 100 DAS (Figura 2). Nos tratamentos com CP-vermiculita, o efeito de EB só se verificou com mais clareza aos 100 DAS, indicando um decréscimo no diâmetro a partir de 10% de adição de EB. No solo de baixo o efeito se inverteu no período: a princípio se mostrou negativo, invertendo de sentido aos 86 e 100 DAS, porém num patamar inferior ao esperado de ocorrer para entre 0 e 33% de adição de EB. Isto sugere a possibilidade de um ponto de máximo entre estes níveis de EB, à semelhança do que ocorreu no substrato CP-vermiculita.

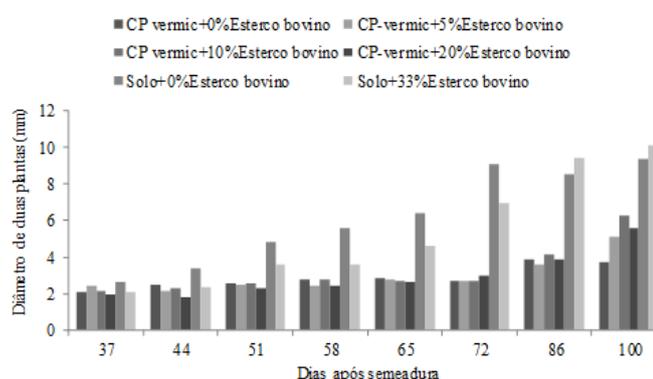


Figura 2 – Diâmetro basal total de duas plantas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) em função da idade (de 37 a 100 dias após a semeadura) e percentual (volume) de esterco bovino adicionado ao substrato (coprodutos da extração de vermiculita = CP-vermic, e solo de baixo = Solo).

Figure 2 – Total basal diameter of two jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) seedlings according to age (from 37 to 100 days after seeding) and percentage (by volume) of cattle manure added to the substrate (by-products of the extraction of vermiculite = CP-vermic, and alluvial soil = Solo).

Aos 100 DAS, o diâmetro médio das mudas de jurema branca ficou entre 3,74 e 10,13 mm/2 mudas (Tabela 3) ou equivalentemente entre 1,87 e 5,06 mm/muda. Para esta idade e para o substrato com CP-vermiculita, a dose de 10% de EB resultou na maior média (3,14 mm/planta), sugerindo a utilização desta dosagem de EB ao se utilizar o substrato de CP-vermiculita para a produção de mudas de jurema branca. Porém, comparando este valor com os obtido no solo de baixo, bem como com os relatados por Barbosa et al. (2013) (6,00 mm) nas condições já relatadas na discussão para altura, tem-se que o CP-vermiculita necessita de outras correções além da adição de 10% de EB.

Tabela 3: Diâmetro basal total (mm/2 mudas) de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) aos 100, 190 e 293 dias após a semeadura (DAS).

Table 3: Total basal diameter (mm/2 seedlings) of jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) seedlings at 100, 190 and 293 days after seeding (DAS).

Tratamentos	1º corte	2º corte	3º corte
	100 DAS	190 DAS	293 DAS
CP vermic+0%EB	3,74	1,81	2,53
CP-vermic+5% EB	5,14	5,61	7,77
CP vermic+10% EB	6,28	7,55	9,39
CP-vermic+20% EB	5,60	2,58	3,47
Solo+0% EB	9,35	13,13	11,47
Solo+33% EB	10,13	10,59	17,40

Para o solo de baixo, observando apenas as médias aos 100 DAS, visualiza-se um efeito positivo de EB. Porém, considerando a existência de apenas dois níveis de EB e distantes entre si (0% e 33%) e o efeito aparentemente negativo até os 65 DAS, contrastando com o positivo aos 86 e 100 DAS (Figura 2), é possível que exista também entre esses níveis de EB uma dosagem ótima deste componente no solo de baixo. Assim, ao se utilizar do substrato convencional pode-se estar desperdiçando EB e ao mesmo tempo produzindo mudas de jurema branca de qualidade aquém da que se poderia atingir. Estudos adicionais são necessários para confirmar esta hipótese.

A jurema branca apresentou um poder de rebrota crescente entre as duas medições das rebrotas (190 e 293 DAS), atingindo, além disto, valores superiores aos verificados nas plantas antes do primeiro corte aos 100 DAS, exceto nos tratamentos CP-vermiculita com 0 ou 20% EB que resultaram, também, em alta mortalidade, como já relatado anteriormente. Nesses tratamentos, a soma dos diâmetros de todas as rebrotas são maiores ao final do segundo (entre os dias 190 e 293 = 113 dias) do que do primeiro (entre 100 e 190 = 90 dias) período de recuperação pós corte de sua parte aérea (Tabela 3), especialmente no solo de baixo, e superam os respectivos valores observados aos 100 DAS. O poder de reação ao corte de sua parte aérea é marcante e, como ressaltado, merece estudos adicionais para elucidar como a jurema branca consegue reagir ao estresse, provocado pelos sucessivos cortes de sua parte aérea, realizados em períodos 90 a 113 dias e esclarecer a razão de isto não acontecer no substrato CP-vermiculita com 0 ou 20% de EB.

### Massa seca

Houve efeito de tipo de substrato e de adição de EB ( $P < 0,05$ ) na produção total de MS proveniente dos três cortes (planta+rebrotas 1+rebrotas 2). No geral, o total de MS produzido pelas mudas foi maior no solo de baixo, e o EB afetou positivamente a produção de MS quando adicionado em até 10% ao CP-vermiculita ( $P < 0,05$ ) (Figura 3). O enriquecimento dos CP-vermiculita com níveis maiores de EB prejudicou a produção de MS de mudas de jurema preta, causando a mortalidade de um percentual significativo de plantas.

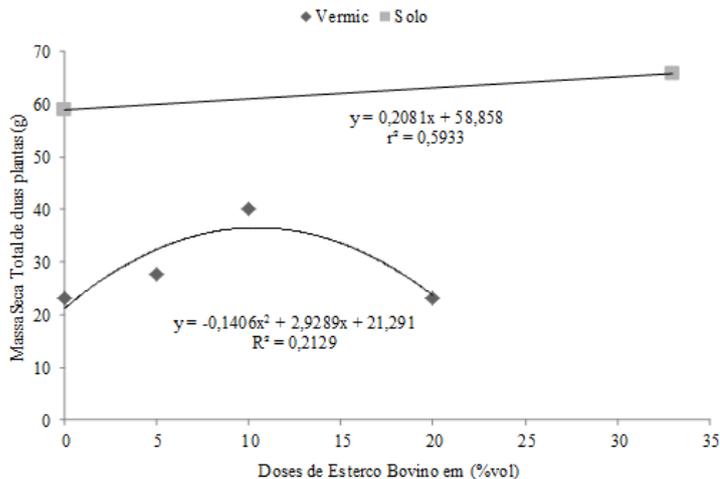


Figura 3 - Massa seca da parte aérea de duas mudas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) resultante de três cortes efetuados aos 100, 190 e 293 dias após a semeadura.

Figure 3 – Aboveground dry mass of two jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) seedlings resulting from three cuts at 100, 190 and 293 days after seeding.

O total da MS produzida nos três cortes ficou entre 23,05 e 65,72 g/2 mudas (Tabela 4) ou equivalentemente entre 11,53 e 32,86 g/muda. Para o substrato com CP-vermiculita, a dose de 10% de EB resultou na maior média (20,03 g/muda), o que sugere a utilização desta dosagem de EB ao se utilizar este substrato na produção de mudas de jurema branca. Esta tendência se verificou nas rebrotas coletadas aos 190 e aos 293 DAS. Porém, tem-se que a MS total dos tratamentos com CP-vermiculita chega a no máximo 68% da verificada nos tratamentos com solo de baixo.

Tabela 4: Massa seca total (g/2 mudas) da parte aérea de duas mudas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) resultante dos cortes efetuados aos 100, 190 e 293 dias após a semeadura (DAS).

Table 4: Total aboveground biomass (g/2 seedlings) of two jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) seedlings resulting from cuts at 100, 190 and 293 days after seeding (DAS).

Tratamentos	Total dos três cortes	1º corte 100 DAS	2º corte 190 DAS	3º corte 293 DAS
CP vermic+0%EB	23,05	4,54	13,22	5,29
CP-vermic+5% EB	27,72	5,65	9,35	12,72
CP vermic+10% EB	40,05	7,67	14,22	18,16
CP-vermic+20% EB	23,05	8,04	4,68	10,33
Solo+0% EB	58,85	15,22	18,18	25,45
Solo+33% EB	65,72	16,42	14,94	34,36

Aos 100 DAS, os valores de MS relativos à massa seca variaram de 4,54 a 16,42 g/2 mudas, ou o equivalente a 2,27 e 8,21 g/muda. Estes valores foram inferiores aos reportados por Barbosa et al. (2013); Bernardino et. al., (2005); Caron et al. (2007); Lima et al. (2010), nas condições já relatadas: 11,19 g, 14,70 g, 21,52 e 21,27 g, respectivamente. Isto pode ter ocorrido em virtude da espécie ser adaptada a ambientes degradados, fixar nitrogênio atmosférico e possuir pouca exigência nutricional, não havendo necessidade de adicionar maiores quantidades de esterco bovino ao substrato.

De maneira similar ao observado para a altura e o diâmetro basal, a jurema branca apresentou vigor crescente entre as duas medições das rebrotas (190 e 293 DAS), atingindo, além disto, valores superiores aos verificados nas plantas aos 100 DAS, exceto nos tratamentos CP-vermiculita com 0 ou 20% EB nos quais este comportamento não se expressa tão claramente e que resultou, também, em alta mortalidade. Nesses tratamentos, a MS de todas as rebrotas foi maior ao final do segundo (293 DAS) do que do primeiro (190 DAS) período de recuperação pós corte de sua parte aérea (Tabela 3), especialmente no solo de baixo, e superaram os respectivos valores observados aos 100 DAS. O poder de reação ao corte de sua parte aérea foi marcante e merece estudos adicionais para elucidar como a jurema branca consegue reagir ao estresse que deveria ser provocado pelos sucessivos cortes de sua parte aérea realizados em períodos de 90 a 113 dias de recuperação, e esclarecer a razão de isto não acontecer no substrato CP-vermiculita com 0 ou 20% de EB.

## CONCLUSÕES

A produção de jurema branca utilizando a mistura equitativa dos coprodutos poeira fina e ultrafina da extração de vermiculita resulta em mudas menores e com menos massa seca na parte aérea do que as produzidas em substrato solo de baixo sem ou com a adição de esterco bovino.

Caso se utilize este coproduto na produção de mudas de jurema branca, a adição de esterco bovino não deve ultrapassar os 10%.

As mudas de jurema branca apresentam poder de rebrota com a utilização dos coprodutos da extração de vermiculita enriquecidos com 5 a 10% de esterco bovino.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J.J.A.; ARAÚJO, M.A.; NASCIMENTO, S.S. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**. Mossoró, v.22, n.3, p.126-135, 2009.

BARBOSA, M. L.; SILVA, T.G.F.; SILVA, C.S.; ALMEIDA, M.G.; LIMA, A.L.A.; SOUZA, C.A.A. Crescimento Inicial de Espécies Ocorrentes no Semiárido Brasileiro: Biomassa, Biometria e Análise Morfogênica. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.06, n.03, p.522-539, 2013.

BERNARDINO, D.C.S.; PAIVA, H. N.; NEVES, J.C.L.; GOMES, J.M.; MARQUES, V.B. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.863-870, 2005.

- BENEDITO, C.P. **biometria, germinação e sanidade de sementes de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* Willd. Poiret) e jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.)**. Mossoró-RN, 2012. 97p. Dissertação (Tese de Doutorado) - Agronomia. Universidade Federal Rural do Semiárido, RN, 2012.
- CARON, B.O.; MEIRA, W.R.; SCHMIDT, D.; SANTOS FILHO, B.G. DOS; MEDEIROS, S.L.P.; MANFRON, P.A.; MÜLLER, L. Análise de crescimento de plantas de aroeira vermelha no município de Ji-Paraná, RO. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.14, n.1, p.1-13, 2007.
- CUCINELLI NETO, R.P.; UGARTE, J.F.O. **Utilização de Vermiculita em Sistema Dessalinizador com Colunas Percoladas**. In: XIV Jornada de Iniciação Científica CETEM, 2007.
- CHIAPPETA, A.D.A; MELLO, J.F. Higher Plants with Biological Activity. Plants of Pernambuco. **Revista do Instituto de Antibióticos**, Recife, v.11, p.99-111, 1984.
- DRUMOND, M.A.; KIILL, L.H.P.; LIMA, P.C.F.; OLIVEIRA, M.C.; ALBUQUERQUE, S.G.; NASCIMENTO, C.E.S.; CAVALCANTI, J. **Estratégias para o Uso Sustentável da Biodiversidade da Caatinga**. Documento para discussão no GT Estratégias para o Uso Sustentável. Petrolina, 2000.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro, 212p, 2006.
- FARIAS, R.M.; FREITAS, R.M.O.; NOGUEIRA, N.W.; DOMBROSKI, J.L.D. Superação de dormência em sementes de jurema-branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.). **Revista Ciências Agrárias**, Santa Maria, v.56, n.2, p.160-165, abr/jun. 2013.
- FONSECA, F.A. **Produção de mudas de *Acacia mangium* Wild. e *Mimosa artemisiana*, em diferentes recipientes, utilizando compostos de resíduos urbanos, para a recuperação de áreas degradadas**. Rio de Janeiro-RJ, 2005. 74 p. Dissertação (Mestrado) - Ciências Ambientais e Florestais. UFRJ, Rio de Janeiro, 2005.
- FRANÇA, S.C.A.; LUZ, A.B.; SANTOS, J.S.; BORGES, R.S. Estudo da aplicação de resíduos de vermiculita como fertilizante alternativo de potássio. **II SIMPÓSIO DE MINERAIS INDUSTRIAIS DO NORDESTE**. sd.
- GOMES, A.D.V.; LEITE, M.J.H.; SANTOS, R.V. Rejeito de vermiculita comparado ao método convencional de viveiros florestais na produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.7, n.2, p.236-241, abr/jun, 2012.
- IBGE - **FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS** - Sistema IBGE de Recuperação Automática.
- LEITE, M.J.H; SANTOS, R.V.; GOMES, A.D.V. Efeito das lavagens nos atributos do solo e comportamento do Maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) em áreas salinizadas do cariri. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.9, n.4, p.066-078, out/dez. 2012.
- LEITE, M.J.H. **Gesso e rejeitos de mineração na correção de um solo salino- sódico e no crescimento inicial do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.)**. Patos-PB, 2012. 53p. Monografia (Graduação) - Engenharia Florestal. CSTR/UFCG, Patos, 2012.
- LIMA, A.L.S.; ZANELLA, F.; CASTRO, L.D.M. Crescimento de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. E *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Amazonica**, Manaus, v.40, n.1, p.43-48, 2010.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2 ed. Nova Odessa: Plantarum, v.1, 373p, 1998.

LIMA, P.C.F. Áreas degradadas: métodos de recuperação no semiárido brasileiro. In: XXVII REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 2004, Petrolina - PE. **Anais...** Petrolina-PE: SBB; Embrapa Semi-Árido; UNEB, 2004.

MAIA, G.N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 1ed. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 413p, 2004.

MEDEIROS, S.S.; CAVALCANTE, A.M.B.; MARIN, A.M.P.; TINÔCO, L.B.M.; SARCEDO, I.A.; PINTO, T.F. **Sinopse do Censo Demográfico para o Semiárido Brasileiro** - INSA – Instituto Nacional do Semiárido. Campina Grande – PB, 103p, 2012.

PAVINATO, P.S.; MERLIN, A.; ROSOLEM, C.A. Disponibilidade de cátions no solo alterada pelo sistema de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Maceió, v.33, p.1031-1040, 2009.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 9 ed. São Paulo, SP. Nobel. 430p, 1981.

RODRIGUES, R.D. Crescimento e qualidade de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) em diferentes substratos. Patos-PB, 2011. 36p. Monografia (Graduação) - Engenharia Florestal. CSTR/UFCEG, Patos, 2011.

SANTOS, R.V.; SOUTO, J.S.; ARAÚJO, G.T.; MIRANDA, J.R.P.; SANTOS, D.R. **Análise química do solo**: Amostragem – Métodos instrumentais e analíticos – Cálculos envolvidos. Boletim técnico – BT-01. sd.

SÁ, I.B.; RICÉ, G.R. FOTIUS, G.A. As paisagens e o processo de degradação do semiárido nordestino. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L.V. (Orgs.) **Biodiversidade da Caatinga**: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília, DF: MMA. UFPE, p.17-36, 2003.

SIBINEL, A.H.M. **Resposta da leguminosa *Mimosa artemisiana* à inoculação de diferentes fungos micorrízicos arbusculares na recuperação de áreas degradadas**. Seropédica. 2003.73p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). UFRRJ, Seropédica, 2003.

SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M.T. As paisagens e o processo de degradação do semiárido nordestino. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L.V. (Orgs.) **Biodiversidade da Caatinga**: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília, DF: MMA. UFPE, p.17-36, 2004.

SOUZA, M. N. **Degradação e recuperação ambiental e desenvolvimento sustentável**. 2004. 393p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2004.

SUMÁRIO MINERAL. **Sumário Mineral 2008 - DNPM**.

TRAJANO, E.V.A.; SANTOS, BAKKE, O.A.; VITAL, A.F.M.; SANTOS, Y.M.; QUARESMA, J. M.; SALVIANO, V.M. Crescimento do pinhão-manso em substratos com rejeitos de mineração do Semiárido - PB. In: **IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas**, João Pessoa, PB – 2010.

**APÊNDICES**

APÊNDICE I - Coprodutos (poeira fina - A - e ultrafina - B - da extração de vermiculita) fornecidos pela Mineradora Pedra Lavrada, Santa Luzia – PB, e C) e mistura equitativa destes coprodutos enriquecida com esterco bovino (C).



APÊNDICE II – Detalhes do meristema apical (A) e da base (B) das mudas de faveleira, utilizados como ponto máximo para a medição da altura e para a obtenção do diâmetro basal, respectivamente.



APÊNDICE III - Detalhe do local do corte da parte aérea das mudas de faveleira.



APÊNDICE IV - Medição da altura (A) e diâmetro basal (B) das mudas de jurema branca.



APÊNDICE V - Detalhe do ponto de corte da parte aérea das mudas de jurema branca.



**ANEXO**

## ANEXO I – Normas para publicação na Revista Ciência Florestal.

### Diretrizes para Autores / Instructions to authors

1. A revista CIÊNCIA FLORESTAL publica artigos técnico-científicos inéditos, resultantes de pesquisa de interesse da área florestal. Também são aceitas notas técnicas e artigos de revisão. Os textos podem ser redigidos em português, inglês ou espanhol.

[**CiênciaFlorestal** publishes original scientific and technical articles resulting from researches on Forestry Engineering. Technical notes and review articles are also accepted. The texts can be written in Portuguese, English and Spanish.]

2. Para submeter um trabalho para publicação são cobrados os seguintes valores:

§1 Taxa de submissão: R\$50,00 (cinquenta reais). O pagamento dessa taxa não garante a publicação do trabalho.

§2 Taxa de publicação: R\$250,00 (duzentos e cinquenta reais). Esse valor deve ser recolhido somente após o aceite do trabalho.

Os valores devem ser depositados na conta corrente n. 220611-0, da agência do Banco do Brasil n. 1484-2. O comprovante do depósito da taxa de submissão deverá ser enviado juntamente com o trabalho. O comprovante da taxa de publicação deverá ser enviado a CIÊNCIA FLORESTAL, por fax (55-3220.8444/22) ou e-mail (cienciaflorestal@ufsm.br), informando o nome do trabalho ao qual se refere o depósito. Os valores depositados não serão devolvidos.

[Tramitation charges:

1) Submission fee: R\$ 50.00 (equivalent to US\$ 30.00). The payment of this fee does not guarantee the paper publication.

2) Publication fee: R\$ 250.00 (equivalent to US\$ 150.00). This value is charged only after the acceptance of the paper.

The values must be deposited in the bank account # 220611-0, Banco do Brasil, agency # 1484-2. The deposit receipt shall be sent along with the paper. The receipt of the publication fee must be sent to CiênciaFlorestal by fax (55 55 3220 8444/22) or by e-mail (cienciaflorestal@ufsm.br), informing the paper name which belongs to this receipt. The values deposited will not be refunded.]

3. Os manuscritos devem ser encaminhados à revista via online por meio da PLATAFORMA SEER. O autor que cadastra o artigo assume a responsabilidade pelas informações, que os demais autores estão de acordo com submissão e que o artigo é inédito. Os conceitos e afirmações emitidas no artigo são de exclusiva responsabilidade dos autores. Contudo, o Conselho Editorial reserva-se o direito de solicitar ou sugerir modificações no texto original.

[The manuscripts should be submitted by PLATAFORMA SEER. The author registering the work assumes the responsibility for all information, and that the other authors are in agreement with this work and that the article has not been published before. The concepts and assumptions appearing in the article are of full responsibility of the authors. However, The Editing Committee has the right of asking for modifications in the original text.]

4. Os artigos devem ser organizados na seguinte sequência:

[The articles must be organized in this sequence:]

**4.1.** Artigo científico e nota técnica: Título, Resumo, Introdução com Revisão de Literatura, Materiais e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos e Referências Bibliográficas. Antes do item Referências Bibliográficas, quando apropriado, mencionar aprovação pela Comissão de Ética e Biossegurança da Instituição.

[Scientific article and technical note: title, abstract, introduction and literature review, materials and methods, results and discussion, conclusions, acknowledgements and references. Before the item references write when appropriate, mention its approval by the Ethics and Biosecurity Committee of the Institution.]

**4.2.** Artigo de revisão bibliográfica: Título, Resumo, Introdução, Desenvolvimento, Considerações finais, Agradecimentos e Referências Bibliográficas.

[Article of bibliographical review: title, abstract, introduction, development, final considerations, acknowledgements, references.]

**5.** O manuscrito deve ser editado no Microsoft Word, com espaço simples, linhas numeradas continuamente e sem os nomes dos autores, fonte Times New Roman, tamanho 11, tabulação de 1,25 cm, formato A4, com 2 cm de margens esquerda, inferior e superior, e 1,5 cm de margem direita, orientação retrato e máximo de 12 páginas.

[The paper must be edited in Microsoft Word, simplespace, lines numbered continuously and without the authors' names, letter type Times New Roman, size 11, tab 1.25 cm, size A4, with 2.0 cm of left, inferior and superior margins and 1.5 cm in the right margin, portrait orientation and maximum of 12 pages.]

**6.** O Título do manuscrito, com no máximo duas linhas, deve ser centralizado e em negrito, com letras maiúsculas, redigido em português ou espanhol, seguido da versão em inglês.

[The paper title, up to 2 lines, must be centralized and in bold type, in capital letters and followed by the Portuguese version.]

**7.** O Resumo deve ser apresentado em um único parágrafo e redigido em dois idiomas, sendo um deles o inglês. As palavras RESUMO e ABSTRACT devem ser redigidos em letras maiúsculas e centralizados.

[The abstract has to be presented in a single paragraph and written in two languages, being the Portuguese language one of them. The words RESUMO and ABSTRACT must be in capital letters.]

**8.** Logo após o texto do Resumo e do Abstract devem ser incluídos os termos Palavras-chave e Keywords, respectivamente, com alinhamento à esquerda, contendo até quatro termos, separados por ponto e vírgula.

[ABSTRACT and RESUMO must be followed by Keywords and Palavras-chave, respectively, aligned to the left, containing up to four words, separated by semicolons.]

**9.** Os grandes itens devem ser escritos em letras maiúsculas, alinhados à esquerda. Os demais itens devem obedecer à sequência exemplificada a seguir:

**MATERIAL E MÉTODO** - (item primário) – todo em maiúsculas e negrito.

**Caracterização do local** - (item secundário) - só a inicial maiúscula e em negrito.

**Solo** - (item terciário) - só a inicial maiúscula, em negrito e itálico.

Horizonte A– (item quaternário) - só a inicial maiúscula, em itálico.

[The primary titles must be written in capital letters, aligned to the left. The other ones must obey the sequence as follows:

**MATERIAL AND METHOD** – (primary item) – fully in capital letters and in bold type.

**Characterizing the local** – (secondary item) – In bold type but the first letter in capitals.

**Soil** – (tertiary item) – The initial in capitals, in bold type and in italics.

Horizon A– (quaternary item) – only the initial letter in capitals, in italics.]

**10.** As siglas e abreviaturas, ao aparecerem pela primeira vez no trabalho, deverão ser colocadas entre parênteses, precedidas do nome por extenso.

[The acronyms and abbreviations, when they first appear in the paper, must be within brackets, preceded by their full names.]

**11.** Figuras (gráficos e fotografias), com resolução mínima de 300dpi, devem ser em preto-e-branco, sem-sombreamento e contorno. As dimensões (largura e altura) não podem ser maiores que 17 cm, sempre com orientação da página na forma retrato (fonte: Times New Roman, tamanho da fonte: 11, não-negrito e não-itálico).

[Figures (graphs and photographs), with minimum resolution of 300dpi, must be black and white, with shadows and frame. The dimensions (height and width) cannot be larger than 17 cm, always with portrait page orientation, letter type of Times New Roman, size 11, non-bold type and non-italics.]

**12.** As figuras e tabelas devem ser auto-explicativas e colocadas no texto logo após sua primeira chamada. A identificação das mesmas deve ser expressa em dois idiomas, sendo um deles o inglês. As tabelas devem ser produzidas em editor de texto (Word) e não podem ser inseridas no texto como figuras. Para tabelas com conteúdo numérico, as vírgulas devem ficar alinhadas verticalmente e os números centralizados na coluna.

[The figures and tables must self-explanatory and located in the text right after they are mentioned. Their identification must be expressed in two languages, being the English language one of them. The tables must be produced in Word text editor and cannot be put in the text as being figures. For the tables which include numbers, the points must be aligned vertically and the numbers must be centralized in the column.]

**13.** Nomes científicos devem ser escritos por extenso (Ex:Araucaria angustifolia) e em itálico. [Scientific names must be fully written (ex: Araucariaangustifolia) and in italics.]

**14.** Fórmulas editadas pelo módulo Equation Editor, do Microsoft Word, devem obedecer à fonte do texto, com símbolos, subscrito/sobrescrito etc., em proporções adequadas.

[Formulae edited by the module Equation Editor, of Microsoft Word, must obey the text letter, with symbols, subscript/superscript, etc, in suitable proportions.]

**15.** Citações bibliográficas serão feitas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, usando o sistema "autor-data". Todas as citações mencionadas no texto devem ser relacionadas na lista de Referências Bibliográficas, de acordo com a norma NBR 6023 da ABNT.

[Bibliographical quotations will be carried out in accordance with NBR 10520 from ABNT, using the system author-date. All quotations mentioned in the text must listed down in the reference list, in compliance with NBR 6023 from ABNT.]

**16.** Na versão final do artigo o autor deve inserir os nomes dos co-autores, posicionados logo abaixo do título em inglês, e identificados com número sequencial sobrescrito. O chamamento dos autores deve ser indicado no rodapé da primeira página, antecedido do número de identificação.

[In its final version, all authors names must be inserted immediately below the paper title and identified with its superscript sequence number. The authors calling must be indicated as footnote at the first page.]

**17.** Os manuscritos submetidos à revista passam pela triagem inicial do comitê de área, são enviados para revisores ad hoc, devolvidos aos autores para correções e, posteriormente, passam pela avaliação final do Conselho Editorial. Os artigos aceitos são publicados preferencialmente na ordem de aprovação e os não-aceitos são comunicados aos autores. Não são fornecidas separatas. Os artigos estão disponíveis, no formato "pdf", no endereço eletrônico da revista ([www.ufsm.br/cienciaflorestal](http://www.ufsm.br/cienciaflorestal)).

[The manuscripts subjected to *CiênciaFlorestal* are submitted to the area committee which will decide the need of sending to ad hoc reviewers. The trial version is returned to the authors for corrections and, later, are finally evaluated by the Editing Committee. The accepted articles are published preferably in the order of their approval. Offprint will not be provided. The articles are available, in 'pdf' format, at the following electronic address: [www.ufsm.br/cienciaflorestal](http://www.ufsm.br/cienciaflorestal).]

**18.** Em caso de dúvidas, consultar os artigos já publicados ou o Conselho Editorial no e-mail [cienciaflorestal@ufsm.br](mailto:cienciaflorestal@ufsm.br).

[For further information and doubts consult the published articles and the Editing Committee through the e-mail: [cienciaflorestal@ufsm.br](mailto:cienciaflorestal@ufsm.br).]

**Atualizado em 30/09/2011.**