

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

M. J. H. Leite<sup>1</sup>, O. A. Bakke<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Alagoas, <sup>2</sup>Universidade Federal de Campina Grande  
maryholanda@gmail.com<sup>1</sup>

Submetido 06/04/2017 - Aceito 16/08/2018

DOI: 10.15628/holos.2018.5863

### 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 favela 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; substrato.

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

### 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 favela 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, substrate.

## 1 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.) (Miguel *et al.*, 2016; Pinto *et al.*, 2016). 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 (Silva *et al.*, 2016). 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 (Holanda *et al.*, 2015). 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 (Formiga *et al.*, 2012;), sendo por isso considerada a região semiárida mais populosa e antropizada (Silva *et al.*, 2010).

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.*, 2015). 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 (BAKKE *et al.*, 2007). A proporção de cada componente do substrato varia com a espécie que se deseja produzir (Bakke *et al.*, 2006).

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 (Barreto *et al.*, 2010; Brasileiro, 2009; Dias *et al.*, 2014; Farias *et al.*, 2013; Sousa *et al.*, 2012; Rossi *et al.*, 2015). 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 (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) é uma Euphorbiaceae xerófila da Caatinga que atinge mais de 5 metros de altura, dependendo do local em que se desenvolva e pode ser empregada na recuperação de áreas degradadas (Silva *et al.*, 2010). 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. 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 (Pereira *et al.*, 2012).

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 (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.).

## 2 METODOLOGIA

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 baixo, CP-vermiculita e esterco bovino (EB) em diversas proporções. O solo foi coletado de área de baixo 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 baixo 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 baixo 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 baixo e dos coprodutos da extração da vermiculita utilizados para a produção de mudas de *Cnidocolus quercifolius* Pohl.**

Material analisado	pH <sub>CaCl2</sub>	P mg.dm <sup>3</sup>	Ca	Mg	K	Na	SB	H+Al	CTC	V %
Solo de baixo	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 escurificadas 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  $P < 0,05$ .

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### Altura

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).

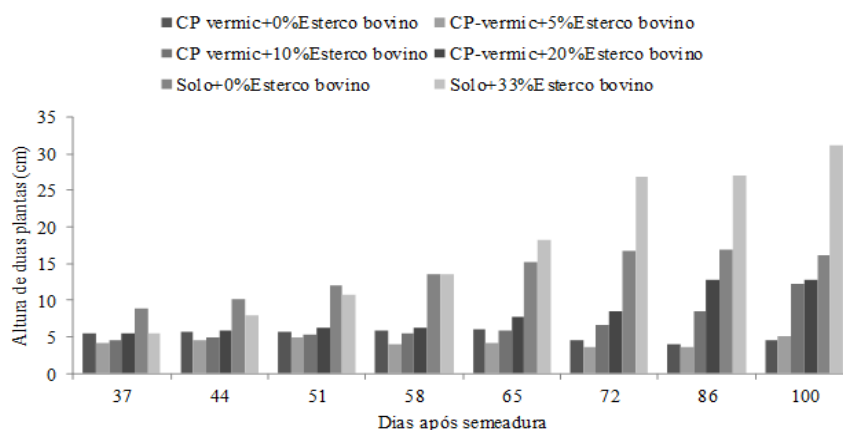


Figura 1: Altura total de duas plantas de *Cnidocolus quercifolius* Pohl. em função da idade (37 a 100 dias após semeadura) e percentual de esterco bovino adicionado aos rejeitos de extração da vermiculita (0, 5, 10 e 20%, volume) e solo de baixo (0 e 33%).

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 1: Altura das plantas de *Cnidocolus 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 baixo = Solo) e o percentual de adição (volume) de esterco bovino (EB) ao substrato.**

Tratamentos	1º corte	2º corte	3º corte
	100 DAS	190 DAS	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 um maior desenvolvimento das mudas. Segundo Meira *et al.* (2014), a quantidade de potássio liberada dos resíduos de vermiculita poderia ser usada como uma alternativa de longo prazo aos fertilizantes em culturas agrícolas. Ainda segundo os mesmos autores, estes relataram que, o uso de rejeitos de vermiculita em mudas de banana promoveu a absorção de potássio, o que influenciou seu crescimento.

A vermiculita poderá ser utilizada como fertilizante adicional de liberação lenta de potássio, para culturas que demandem baixas taxas de liberação por longos períodos de tempo (Serrano *et al.*, 2010). Nos adubos de liberação lenta, os nutrientes são encapsulados por resinas especiais e são liberados mais lentamente, propiciando uma disponibilidade contínua dos mesmos para as plantas. Ao absorver os nutrientes, as raízes causam uma depleção na concentração dos nutrientes, nas proximidades da zona radicular, induzindo um sistema de liberação de nutrientes por osmose (Tomaszewska *et al.*, 2002). Semelhantemente à utilização de substratos comerciais, a utilização de adubos de liberação lenta também permite ao produtor de mudas uma redução de gastos com mão de obra com a aplicação de fertilizantes, uma vez que, para determinadas espécies, é necessário apenas a mistura deste adubo ao substrato (Lana *et al.*, 2002; Serrano *et al.*, 2006).

Além da composição do substrato, a espécie e a idade afetam a altura das mudas. Carlos *et al.* (2013) encontraram para a óleo bálamo (*Aparisthmium 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).

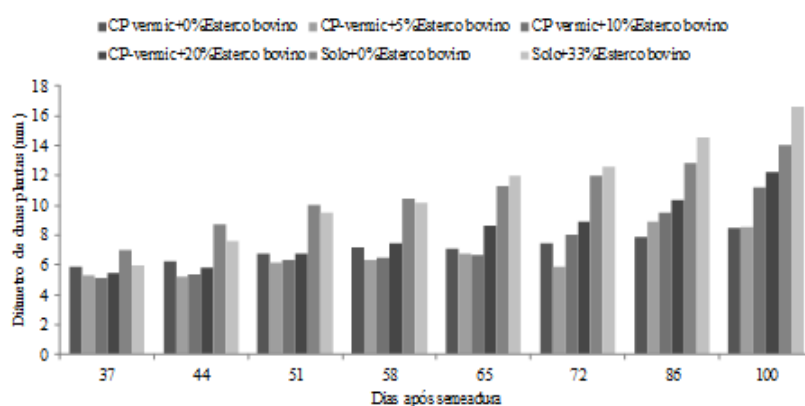
Quando do primeiro corte da parte aérea das mudas, aos 100 DAS, verificou-se que a adição de 20% de EB aos CP-vermiculita não foi suficiente para que a altura das mudas se aproximasse da atingida pelas plantas se desenvolvendo em solo de baixo sem adição de EB (Tabela 2). Em contrapartida, essa semelhança 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.

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 *Cnidocolus quercifolius* Pohl. em função da idade (dias após a sementeira) 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).

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 2:** Diâmetro basal (mm/2 mudas) de *Cnidocolus quercifolius* Pohl. aos 100, 190 e 293 dias após a sementeira (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.

Tratamentos	1º corte	2º corte	3º corte
	100 DAS	190 DAS	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) e Figueiredo *et al.* (2012) (16,2 mm) 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 bálamo, 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.

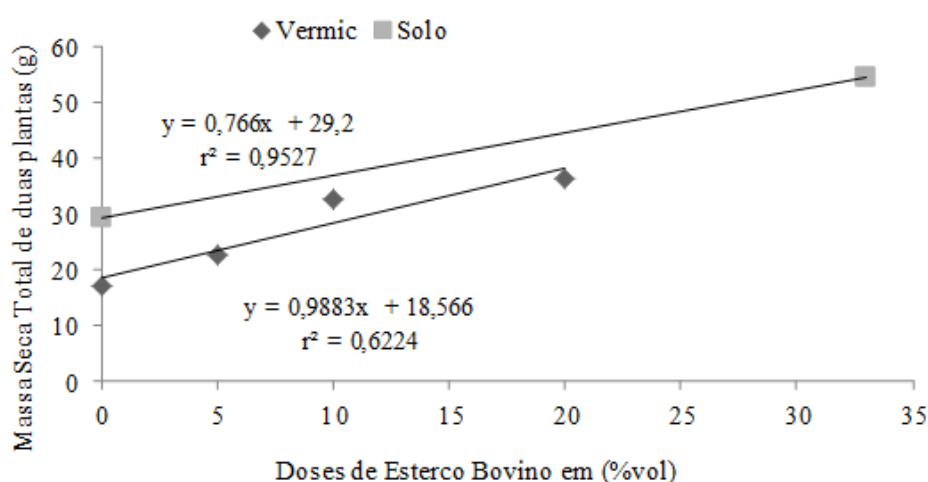


Figura 3: Massa seca da parte aérea de duas plantas de *Cnidocolus quercifolius* Pohl. resultante de três cortes efetuados aos 100, 190 e 293 dias após a semeadura.



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 3: Massa seca (g) da parte aérea de duas mudas de *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).**

Tratamentos	Total 3 cortes	1º corte 100 DAS	2º corte 190 DAS	3º corte 293 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.* (2016) 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) (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. Corroborar 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.

## 4 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.

Para trabalhos futuros. 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.

## 5 REFERÊNCIAS

- Brasileiro, R.S. (2009). Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido nordestino: da degradação à conservação. *Scientia Plena*, v.5, n. 5, P. 055-401.
- Barreto, H.F.M.; Soares, J.PG.; Morais, D.A.E.F.; Silva, A.C.C.; Salman, A.K.D. (2010). Impactos ambientais do manejo agroecológico da caatinga no Rio Grande do Norte. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.45, n.10, P.1073-1081.
- Candeia, B.L.; Bakke, O.A; Arriel, E.F.; Bakke, I.A. (2010). Production of thornless *Cnidoscopus quercifolus* Pohl. progenies from open pollinated native trees. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v.30, P.147-152.
- Carlos, T.A et al. (2013). Where do seeds go when they go far? Distance and directionality of avian seed dispersal in heterogeneous landscapes. *Ecology*, v. 94, P. 301–307.
- Bakke, O.A.; Bakke, I.A.; Andrade, A.P.; Salcedo, I.H. (2007). Forage yield and quality of a dense planted thorny and thornless jurema preta stand. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, p. 341-347.
- Bakke, I.A; Bakke, O.A.; Andrade, A.P.; Salcedo, I.H. (2006). Regeneração natural da jurema preta em áreas sob pastejo de bovinos. *Revista Caatinga*, v. 19, P. 228-235.
- Dias, R.M.; Salvador, N.N.B.; Branco, M.B.C. (2014). Identificação dos níveis de degradação de matas ripárias com o uso de SIG. *Floresta e Ambiente*, v.21, n.2, P. 150-161.
- Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. (2006). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2ed. Rio de Janeiro, 212p.
- Farias, R.M.; Freitas, R.M.O.; Nogueira, N.W.; Dombroski, J.L.D. (2013). Superação de dormência em sementes de jurema-branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.). *Revista Ciências Agrárias*, v. 56, n. 2, P. 160-165.
- Figueiredo, J.M; Araújo, J.M.; Pereira, O.N.; Bakke, I.A; Bakke, O.A. (2012). Revegetation of degraded Caatinga sites. *Journal of Tropical Forest Science*, v.24, n.3, P.332–343.
- Formiga, L.D.A.S.; Pereira Filho, J.M; Silva, A.M.A; Oliveira, N.S.; Soares, D.C; Bakke, O. A. (2012). Forage supply in thinned Caatinga enriched with buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.) grazed by goats and sheep. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 34, P. 189-195.
- Gomes, A.D.V.; Leite, M. J. H.; Santos, R.V. (2012). 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*, v.7, n.2, P.236-241.

- Holanda, A. C.; Lima, F. T. D.; Silva, B.M.; Dourado, R.G.; Alves, A.R. (2015). Estrutura da vegetação em remanescentes de caatinga com diferentes históricos de perturbação em Cajazeirinhas (PB). *Revista Caatinga*, v. 28, n. 4, P. 142-150.
- Lana, R.M.Q.; Santos, C.M.; Santos, V.L.M.; Barbizan, E.L.; Mendes, A.F. (2002). Utilização de diferentes substratos e de fertilizantes de liberação lenta na produção de mudas do cafeeiro em saquinhos. *Revista Ceres*, v.49, n.286, P.577-586.
- Leite, M.J.H.; Gomes, A.D.V.; Santos, R.V. (2015). Comportamento inicial do maracujazeiro em solos afetados por sais submetidos a tratamentos alternativos com o uso de coprodutos de mineradoras. *Irriga*, v. 20, n. 3, P. 401-413.
- Meira, L. D. S.; Machado, A. O. D. V.; Leite, J. Y. P. Potassium release kinetics in vermiculite tailings. (2014). XXVII International Mineral Processing Congress, Santiago Chile, GECAMIN, 2014. P. 174-184.
- Miguel, E. P.; Rezende, A.V.; Leal, F.A; Pereira, R.S.; Melo, R.R. (2016). Floristic-structural characterization and successional group of tree species in the cerrado biome of tocantins state, Brazil. *Revista Caatinga*, v. 29, n. 2, P. 393-404.
- Pereira, V. L. A.; Alves, F. A. L; Silva, V. M.; Oliveira, J. C. V. (2012). Valor nutritivo e consumo voluntário do feno de faveleira fornecido a ovinos no semiárido pernambucano. *Revista Caatinga*, v. 25, n. 3, P. 96-101.
- Pimentel Gomes, F. Curso de estatística experimental. 9ed. São Paulo, SP. Nobel. 430p. 1981.
- Pinto, J.R.S.; Dombroski, J.L.D.; Santos Junior, J.H.; Souza, G.O.; Freitas, R.M.O. (2016). Growth of *mimosa caesalpinifolia* Benth., under shade in the northeast semi-arid region of Brazil. *Revista Caatinga*, v. 29, n. 2, P. 384-392.
- Rossi, C.Q.; Perreira, M.G.; Aquino, A.M.; Lima, S.S.; Berbara, R.L. (2015). Atributos químicos e físicos de solo cultivado com oleráceas em microbacia hidrográfica, após desastre ambiental. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 39, P. 1764-1775.
- 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 *Cnidocolus quercifolius* Pohl. In: Congresso Nacional de Botânica, 52., 2001, João Pessoa. Resumos...João Pessoa: UFPB, 2001, p. 165.
- Silva, M.S.C.; Correia, M.E.F.; Silva, E.M.R.; Maddock, J.E.L.; Pereira, M.G.; Silva, C.F. (2016). Soil Fauna Communities and Soil Attributes in the Agroforests of Paraty. *Floresta e Ambiente*, v. 32, n. 2, P. 180-190.
- SILVA, A.M.A.; SANTOS, E.M.; Pereira Filho, J.M; Bakke, O. A.; Gonzaga Neto, S.; Costa, R. G. (2010). Body composition and nutritional requirements of protein and energy for body weight gain of lambs browsing in a tropical semiarid region. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, P. 210-216.
- Sousa, F. Q.; Araújo, J.L.; Silva, A.P.; Santos, R.V.; Pereira, F.H.F. (2012). Crescimento e respostas fisiológicas de espécies arbóreas em solo salinizado tratado com corretivos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, P.173-181.
- Serrano, L. A. L.; Cattaneo, L. F.; Ferregueti, G. A. (2010). Adubo de liberação lenta na produção de mudas de mamoeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 32, n. 3, P. 874-883.
- Serrano, L.A.L.; Silva, C.M.M.; Ogliari, J.; Carvalho, A.J.C.; Marinho, C.S.; Detmann, E. (2006). Utilização de substrato composto por resíduos da agroindústria canvieira para produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.28, n.3, P.487-491.
- Tomaszewska, M.; Jarosiewicz, A.; Karakulski, K. (2002). Physical and chemical characteristics of polymer coatings in CRF formulation. *Desalination, Hopkinton*, v.146, P.319-323.