



USO DE COPRODUTO DA MINERAÇÃO DE VERMICULITA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES ARBÓREAS DA CAATINGA

SILVA, Mileny Galdino da¹; LEITE, Maria José de Holanda²; BAKKE, Olaf Andreas³,
SILVA, Roberta Patrícia de Sousa⁴; JUSTINO, Sérgio Túlio Pereira⁴

RESUMO (USO DE COPRODUTO DA MINERAÇÃO DE VERMICULITA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES ARBÓREAS DA CAATINGA) – Este estudo avaliou a utilização de coprodutos da mineração da vermiculita no substrato de produção de mudas de *Piptadenia stipulacea* Benth. e *Cnidocolus quercifolius* Pohl. considerando o crescimento em altura, diâmetro basal e biomassa seca. O experimento foi realizado entre outubro de 2013 a abril de 2014 no viveiro de mudas florestais da UAEF/CSTR/ UFCG em Patos- PB, com delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 6x2 (6 substratos x 2 espécies florestais) e 6 repetições. As médias de altura, diâmetro basal e biomassa seca da parte aérea das mudas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea*) com adição de esterco bovino entre 20 e 40% à mistura equitativa dos coprodutos da extração de vermiculita resultaram em mudas de jurema branca de boa qualidade, indicando que os coprodutos da extração de vermiculita tem potencial para compor o substrato de produção de mudas desta espécie em substituição ao substrato convencional composto de solo de baixo.

Palavras chave: Áreas degradadas, Substrato.

ABSTRACT (USE OF COPRODUCTS OF VERMICULITE MINING IN SEEDLING PRODUCTION OF CAATINGA TREE SPECIES) – This study evaluated the use of co-products of vermiculite mining in the *Piptadenia stipulacea* Benth and *Cnidocolus quercifolius* Pohl. seedling production substrate taking into consideration the growth in height, basal diameter and dry biomass. The experiment was conducted from October 2013 to April 2014 in the UAEF/CSTR/UFCG Forest Nursery in Patos-PB, in a completely randomized design (DIC) with 6 x 2 factorial treatments (6 substrates x 2 tree species) and 6 repetitions. The average height, basal diameter and dry shoot biomass of jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth) seedlings with added manure between 20 and 40% to the equal mixture of co-products from the extraction vermiculite resulted in seedlings of good quality, indicating that the co-products of vermiculite mining has the potential to compose a seedling production substrate for this species to replace the conventional substrate composed of lowland soil.

Keywords: Degraded areas; Substrate.

¹ Mestranda em Ciências Florestais/ Universidade Federal do Rio Grande do Norte. CEP: 59280-000, Macaíba-RN; milenysilva@gmail.com; ² Professora da Universidade Federal de Alagoas, UFAL. CEP: 57100-000, Rio Largo- AL; maryholanda@gmail.com; ³ Professor Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Campina Grande, Caixa Postal 64, CEP: 58708-110, Patos- PB; obakke@cstr.ufcg.edu.br;

⁴ Mestrandos em Ciências Florestais/ Universidade Federal de Campina Grande, UFCG. Caixa Postal 64, CEP: 58708-110, Patos- PB; robertapatriciasousa1@hotmail.com; serviojustino@oultook.com

1. INTRODUÇÃO

A exploração de minérios tem importância econômica, mas pode provocar impactos negativos no ambiente devido à retirada da cobertura vegetal e dos minérios, bem como pela deposição de rejeitos ou coprodutos na superfície do solo. Especificamente na mineração da vermiculita, o aproveitamento dos coprodutos minimizaria os impactos ambientais provocados pela deposição dos mesmos nos pátios e entorno das mineradoras, e eventual carreamento dos mesmos para rios e açudes, bem como diminuiria os custos de produção de mudas nos viveiros florestais. Estes coprodutos diferem basicamente pela granulometria e se dividem em pedras provenientes de materiais rochosos menos intemperizados e três a quatro classes de material mineral que passam em peneiras de bitolas distintas. O material classificado nas duas últimas classes é denominado de poeira fina e ultrafina e tem potencial para a produção de mudas.

As mudas produzidas com estes coprodutos 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 pela mineração em si e pela deposição dos coprodutos no

ambiente seria parcialmente revertida. Em contraste com o lento processo de recuperação natural de áreas degradadas, o plantio de mudas tem a vantagem de acelerar o processo de recuperação bem como direcioná-lo pela escolha das espécies florestais reintroduzidas na área (AZEVEDO, 2011). Neste caso, é necessário produzir mudas de qualidade para favorecer o estabelecimento das plantas.

A vermiculita expandida é adequada para a produção de mudas, porém, é utilizada também na construção civil, produção de cerâmica, na melhoria das propriedades físicas de solos agrícolas, e na remediação de solos contaminados por petróleo (NASCIMENTO, 2008). Os coprodutos da extração de vermiculita, à semelhança do minério alvo da exploração, provêm de um material rochoso friável do grupo das micas que formam silicato hidratado de magnésio, ferro e alumínio e constituem uma fonte de Ca, K e Mg para as plantas (NASCIMENTO, 2008). A utilização destes coprodutos se mostrou adequada para compor até 50% do substrato de produção de mudas de maracujá (LEITE et al., 2016) e pinhão manso (TRAJANO, 2010), propiciando ao substrato boas características de porosidade e capacidade de retenção de umidade. Isto sugere a possibilidade de

adequação dos mesmos na produção de mudas de outras espécies.

O presente trabalho testou a substituição do substrato convencional (solo de baixo) pelos coprodutos poeira fina e ultrafina da mineração da vermiculita e o nível de adição de esterco bovino a esses coprodutos para a produção de mudas de jurema branca (*Piptadenia stipulacea* Benth.) e faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.) considerando o crescimento em altura e diâmetro basal das plantas, e a biomassa da parte aérea e da raiz.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Material e métodos

O experimento foi conduzido de outubro de 2013 a abril de 2014 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.

Tabela 1. Atributos do solo de baixo e dos coprodutos poeira fina e ultrafina resultantes da extração de vermiculita utilizados para a produção de mudas de jurema branca e faveleira.

	pH	P	Ca	Mg	K	Na	SB	H+Al	CTC	V	
Material		CaCl ₂ 0,01mg.d ⁻¹	-----					cmolcdm ⁻³	-----		
Solo de baixo	6,2	44,1	5,0	2,4	0,18	1,68	7,26	1,1	10,4	89,4	
Poeira fina	6,4	33,0	16,5	2,5	0,33	3,70	23,03	0,6	23,6	97,5	
Poeira ultrafina	6,7	42,9	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.

2.1.1 Coleta de solo e dos produtos da extração de vermiculita

Os coprodutos poeira fina e ultrafina resultantes da extração de vermiculita foram obtidos na Mineradora Pedra Lavrada Ltda., no município de Santa Luzia, Sertão paraibano. O solo foi coletado de áreas de baixo em profundidade de até 1 m. Os coprodutos e o solo de baixo foram enriquecidos com quantidades variáveis de esterco bovino (EB) curtido, de acordo com os tratamentos experimentais.

O EB, o solo de baixo e os coprodutos da extração de vermiculita poeira fina e ultrafina foram secos à sombra, destorroados, homogeneizados e peneirados separadamente em peneira com malha de 2 mm. Em seguida, amostrados e caracterizados física e quimicamente (análises de rotina; Tabela 1) no Laboratório de Solos e Água (LASAG) do CSTR/UFCG, conforme metodologia descrita pela EMBRAPA (2006).

2.1.2 Produção de mudas, variáveis analisadas e delineamento experimental

As sementes de jurema branca foram colocadas em um béquer de 100 ml com água quente (desligamento da fonte de calor após atingir o ponto de ebulição) durante vinte segundos, e lavadas em seguida em água corrente à temperatura ambiente. As sementes de faveleira foram desinfetadas durante 20 minutos em uma solução de água sanitária a 5% (hipoclorito de sódio a 1,25%, e 0,125% de cloro ativo), sendo depois lavadas em água corrente. Após este procedimento inicial, as sementes de faveleira foram escarificadas com lixa nº 180 na região lateral à carúncula e semeadas logo em seguida.

Após a emissão da radícula (< 3 mm), as plântulas foram repicadas para tubetes contendo 300 cm³ de substrato composto de solo mineral e EB (2:1, v:v). As mudas permaneceram por 90 dias nos tubetes em galpão telado no Viveiro Florestal da UAEP/CSTR/UFCG, Patos-PB (7° 13'08"S, 35° 54'05" W, e altitude 250 metros) sob um regime de duas regas diárias.

Após o período de 90 dias nos tubetes, as mudas de jurema branca e faveleira foram transplantadas para vasos (1 muda por vaso) com capacidade para 10 L de substrato composto de 6 diferentes

tratamentos ou misturas (na base de volume) de coprodutos da extração de vermiculita (poeira fina e ultrafina 1:1, v:v), solo de baixio e EB: Tratamento 1 = 100% coprodutos, Tratamento 2 = 80% coprodutos + 20% EB, Tratamento 3 = 60% coprodutos + 40% esterco bovino, Tratamento 4 = 40% coprodutos + 60% e EB, Tratamento 5 = 100% solo de baixio, Tratamento 6 = Testemunha = 66,7% solo de baixio + 33,3% EB.

As parcelas (recipientes plásticos de 10L com uma muda de jurema branca) foram aleatorizadas de acordo com um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 6 tratamentos (6 substratos) e 6 repetições, totalizando 36 vasos.

Quinzenalmente foram coletados dados de altura e diâmetro basal de cada planta. A altura foi mensurada com régua graduada em cm, e o diâmetro com paquímetro digital com precisão de 0,05 mm. Ao final do período experimental de 125 dias, foi determinada a massa fresca e seca da parte aérea e da raiz de cada muda. O sistema radicular foi separado do substrato pela lavagem cuidadosa em água corrente. Após este procedimento, a parte aérea foi separada da raiz na região do colo, pesando-se separadamente a biomassa fresca da parte aérea e da raiz em balança digital com 0,1 g de precisão. A parte aérea de cada planta foi colocada em

saco de papel com orifícios para facilitar a secagem, e colocada em estufa de ventilação forçada, regulada a 60°C, até peso constante, para determinação da biomassa seca. O mesmo procedimento foi adotado para a determinação da biomassa seca da raiz, com o cuidado de seccionar as raízes tuberosas das mudas de favela a cada 1 cm.

Os efeitos de tratamentos foram testados pelo teste F da ANOVA, e as médias de tratamentos para altura, diâmetro basal e biomassas secas foram comparadas pelo teste de Tukey (PIMENTEL GOMES, 2000), adotando-se o nível de 5% de significância. A manipulação estatística dos dados foi feita utilizando a sub-rotina *General Linear Models* do programa *Statistica 5.0* (STATSOFT, 1999).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Altura de mudas de jurema branca

As médias de altura de jurema branca são semelhantes, exceto a do tratamento T4 (40% coprodutos + 60% EB), com média de altura 80,06 cm, que se mostrou inferior às demais (médias próximas a 100 cm; Figura 1). Isto indica que a jurema branca, além de não reagir positivamente à aplicação de esterco, diminui o seu porte quando o nível de EB no substrato é de 60%. Porém, dados de diâmetro basal e biomassa devem ser considerados em conjunto para se verificar se realmente esta suposição é verdadeira e não se trata de uma reação fisiológica negativa provocada na altura pelo excesso de esterco (60%) adicionado aos coprodutos.

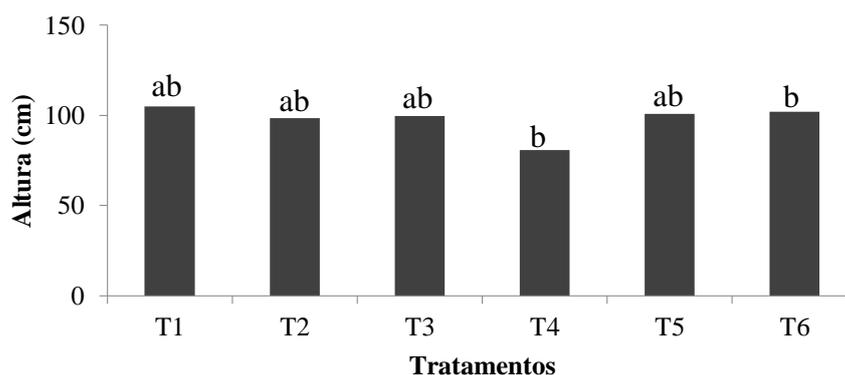


Figura 1. Média de altura (cm) de mudas de jurema branca aos 125 dias após transplante de acordo com o nível de esterco bovino adicionado aos coprodutos de extração de vermiculita (T1=0, T2=20, T3=40 e T4=60%, v) e solo de baixo (T5=0 e T6=33,3%, vol.).

*Colunas a mesma letra indicam diferença não significativa ($P < 5\%$) entre as médias dos respectivos tratamentos, pelo teste de Tukey.

Percebe-se que é possível produzir mudas de jurema branca em substrato composto apenas de coprodutos da extração de vermiculita ou solo de baixo, sem a necessidade da adição de EB caso se considere a altura como parâmetro de decisão para a escolha do substrato. Isto se deve, possivelmente, ao sistema radicular bem desenvolvido e capaz de fixar nitrogênio do ar dessa leguminosa, mesmo se desenvolvendo em substrato possivelmente carente deste nutriente em especial quando da utilização dos coprodutos da extração de vermiculita. Corroborar essa possibilidade a quantidade maior de nódulos de rizóbios fixadores de nitrogênio atmosférico visualizada nas raízes das mudas de jurema branca dos tratamentos T1 (100% coprodutos) e T5 (100% solo de baixo), provavelmente como resposta da planta à ausência ou ao baixo nível de matéria orgânica e nitrogênio no substrato.

Os dados do presente estudo se assemelham aos reportados por outros autores para a jurema branca. Leite (2014) comparou a adição de 0%, 5%, 10% e 20% de EB aos coprodutos da extração de vermiculita e obteve altura média entre 21,30 e 120,14 cm aos 100 dias de idade.

Ferreira et al. (2012) obtiveram médias de altura entre 80 e 143,4 cm para esta espécie após 180 dias de desenvolvimento em substrato composto de solo mineral e EB (2:1, v:v) e em sombreamento entre 0 e 90%, respectivamente.

3.2. Diâmetro basal de mudas de jurema branca

As mudas de jurema branca apresentaram diâmetro médio semelhante ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Em média, o diâmetro das mudas de jurema branca variou de 7,38 a 9,60 mm (Figura 2) aos 125 dias após o transplante (note que as plantas já tinham $90 + 125 = 215$ dias de idade). Estes valores foram superiores aos de Barbosa et al. (2013), que observaram média de diâmetro de 6,00 mm, em mudas de jurema branca produzidas em solo de baixo aos 120 dias após a germinação, e portanto compatíveis com a idade das mudas. Estes dados mostram a mesma tendência apresentada pela altura, e reforçam a ideia de que mudas desta leguminosa podem ser produzidas em substrato formado exclusivamente por coprodutos da extração de vermiculita ou solo de baixo.

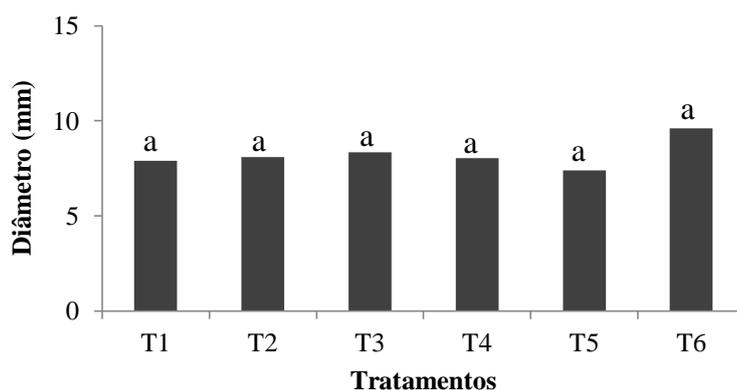


Figura 2. Média de diâmetro (mm) de mudas de jurema branca aos 125 dias após transplante de acordo com o nível de esterco bovino adicionado aos coprodutos de extração de vermiculita (T1=0, T2=20, T3=40 e T4=60%, vol.) e solo de baixo (T5=0 e T6=33,3%, vol.).

*Colunas com a mesma letra indicam diferença não significativa ($P < 5\%$) entre as médias dos respectivos tratamentos, pelo teste de Tukey.

Os resultados encontrados contrastam com os reportados por Leite (2014), que observou diâmetro basal médio de mudas de jurema branca menor para os tratamentos com os coprodutos (médias entre 1,87 e 2,80 mm) do que nos de solo de baixo (médias entre 4,68 e 5,06 mm). Outros autores, como Ferreira et al. (2012), obtiveram médias de diâmetro basal entre 6,00 e 6,95 mm para jurema branca aos 180 dias de idade se desenvolvendo em substrato composto de solo de baixo e EB (2:1, v:v).

3.3. Biomassa seca da jurema branca

O total de biomassa seca produzido pelas mudas de jurema branca aos 125 dias

de idade foi maior no solo de baixo sem a adição de EB (Tabela 2). A adição de EB tendeu a afetar negativamente ($P > 0,05$) a biomassa total das mudas quando adicionado em níveis superiores a 40% aos coprodutos. Para o caso do solo de baixo, esta tendência negativa já é notada para 33% de adição de esterco. Assim, pode-se adicionar entre 20 e 40% de EB aos coprodutos da extração de vermiculita, enquanto, a adição de EB não é necessária quando se utiliza solo de baixo. É possível que o nível ótimo da adição de EB aos coprodutos seja ainda menor, pois Leite (2014) obteve a maior média de biomassa total (20,03 g/jurema branca com 90 dias de idade) para 10% de EB adicionado aos coprodutos da extração de vermiculita.

Tabela 2. Média de biomassa seca (g) de mudas de jurema branca de acordo com o nível (vol.) de esterco bovino (EB) adicionado aos coprodutos da extração de vermiculita e solo de baixo.

SUBSTRATOS	MST	MSR	MSPA	MSR/MSPA
100% coprodutos	35,11b**	14,56b	20,55b	0,71 a
80% coprodutos + 20% EB	53,55ab	18,15ab	35,41b	0,51 ab
60% coprodutos + 40% EB	51,70b	11,85b	39,85ab	0,31 b
40% coprodutos + 60% EB	45,62b	13,54b	32,08b	0,46 ab
100% solo de baixo	89,14a	32,80a	56,35a	0,60 ab
66,7% solo de baixo+ 33,3% EB	56,94ab	20,66ab	36,28b	0,57 ab

*MSR= Massa Seca da Raiz; MSPA= Massa Seca Parte Aérea; MST=Massa Seca Total; MSR/MSPA= Relação Raiz/Parte aérea.

**Médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si. Pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O acúmulo de massa seca da parte aérea e das raízes tendeu a diminuir pela adição de EB, de maneira similar à reportada para a biomassa total das mudas. Percebe-se que a adição de 20 a 40% de EB aos coprodutos aumenta a MST quando comparado à MST das mudas se desenvolvendo no substrato formado apenas pelos coprodutos, e a adição de EB faz com que a MS se concentre relativamente mais na PA das mudas e diminua a razão MSR/MSPA. Em contraste, a adição de EB ao solo de baixo tende a reduzir a MST, a qual ainda permanece em patamares semelhantes aos verificados nas mudas se desenvolvendo nos substratos que contêm os coprodutos.

A razão entre a MSR e a MSPA foi sempre inferior à unidade, indicando que a jurema branca aloca mais massa seca na parte aérea do que nas raízes. A adição de esterco aos coprodutos tendeu a diminuir

essa relação. Porém, a razão MSR/MSPA exprime apenas o grau de equilíbrio entre a biomassa radicular e aérea de uma muda, e a análise dos valores da razão MSR/MSPA deve ser complementada pela análise dos dados de biomassa.

As médias da razão raiz/parte aérea (MSR/MSPA) foram superiores nos tratamentos T1 (100% coprodutos) e T5 (100% solo de baixo), porém sempre abaixo da unidade. Isto indica que a jurema branca armazena suas reservas mais na parte aérea da planta do que nas raízes. A razão MSR/MSPA atingiu valores maiores nos tratamentos sem adição de EB, obrigando as plantas a desenvolver mais o sistema radicular se comparado ao observado nos demais tratamentos em que o EB esteve presente. Provavelmente, isto aconteceu para aumentar o potencial de absorção de água e nutrientes dessas plantas, especialmente quando o substrato

é composto apenas de coprodutos da extração de vermiculita.

Segundo Fetene e Feleke (2001), o desenvolvimento relativamente maior do sistema radicular beneficia a tolerância das plantas a condições de estresse, tal como escassez de umidade e de nutrientes. Segundo estes autores, nestas condições, o sistema radicular relativamente mais desenvolvido compensaria e supriria a planta com água e nutrientes, ao mesmo tempo em que se observaria uma transpiração e demanda por umidade proporcionalmente menor devido ao porte relativamente reduzido da sua parte aérea.

Porém, valores altos para a razão MSR/MSPA não significa necessariamente que uma muda apresenta bom desenvolvimento, pois o tratamento em que não houve a adição de EB aos coprodutos apresentou o maior valor para a razão MSR/MSPA e as mudas apresentaram o menor acúmulo de biomassa. Provavelmente, a não adição de EB aos coprodutos forçou as mudas a desenvolver relativamente mais o sistema radicular numa tentativa de compensar a baixa disponibilidade de nutrientes. Porém, as condições do substrato constituído de

100% coprodutos não permitiram essa compensação e a biomassa acumulada das mudas deste tratamento foi a menor dentre todos os substratos testados.

Daniel et al. (1997) afirmam que a relação MSR/MSPA deve ser $\geq 0,50$, valores verificados no presente estudo exceto quando foram adicionados 40 e 60% de EB aos coprodutos, indicando que menos de 40% de EB deve ser adicionado a este material.

3.4. Altura de mudas de faveleira

A adição de esterco afetou positivamente a altura das mudas de faveleira. No geral, os tratamentos 100% coprodutos e 100% solo de baixo apresentaram resultados semelhantes entre si e inferiores aos tratamentos em que consta a adição de EB, e estes foram semelhantes entre si (Figura 3). Assim, a adição de 20% de EB aos coprodutos da extração de vermiculita foi igual a 50 cm e similar ($P < 0,05$) à média de 51 cm de altura das mudas de faveleira produzidas com solo de baixo enriquecido com 33,3% de EB.

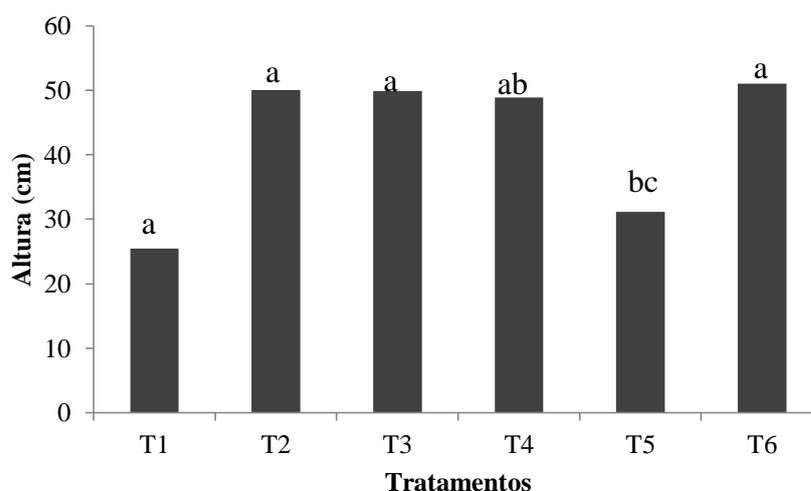


Figura 3. Média de altura (cm) de mudas de faveleira aos 125 dias após transplante de acordo com o nível de esterco bovino adicionado aos coprodutos de extração de vermiculita (T1=0, T2=20, T3=40 e T4=60%, v) e solo de baixo (T5=0 e T6=33,3%, vol.).

**Colunas com a mesma letra indicam diferença não significativa ($P < 5\%$) entre as médias dos respectivos tratamentos, pelo teste de Tukey.

Este comportamento se assemelha aos encontrados por Leite (2014), que observou efeito positivo no crescimento de mudas de faveleira em função da adição de até 20% de EB aos coprodutos da extração de vermiculita e da adição de 33% de EB ao solo de baixo.

Dados de altura relatados por outros autores mostram que mudas de faveleira em idades semelhantes podem apresentar alturas maiores às relatadas neste estudo. Candeia et al. (2010) reportaram aos 120 dias de idade altura média de 14,7 cm ao utilizarem substrato convencional (solo + esterco, 2:1, v/v). Estes resultados não significam que os coprodutos da extração de vermiculita não são apropriados para a produção de mudas desta espécie, pois um conjunto

diferente de fatores atuou no crescimento das mudas nos dois estudos.

3.5. Diâmetro basal de mudas faveleira

As mudas de faveleira apresentaram diâmetro médio entre 7,38 e 15,68 mm, com pico para o tratamento T4 (40% coprodutos + 60% EB; Figura 4). Isto indica que a adição do EB afetou positivamente o crescimento em diâmetro quando adicionado aos coprodutos da extração de vermiculita ou ao solo de baixo ($P < 0,05$) nos intervalos de adição estudados. Este comportamento foi diferente da tendência observada para a altura, pois a adição de EB acima de 40% tende a prejudicar o crescimento em altura das mudas.

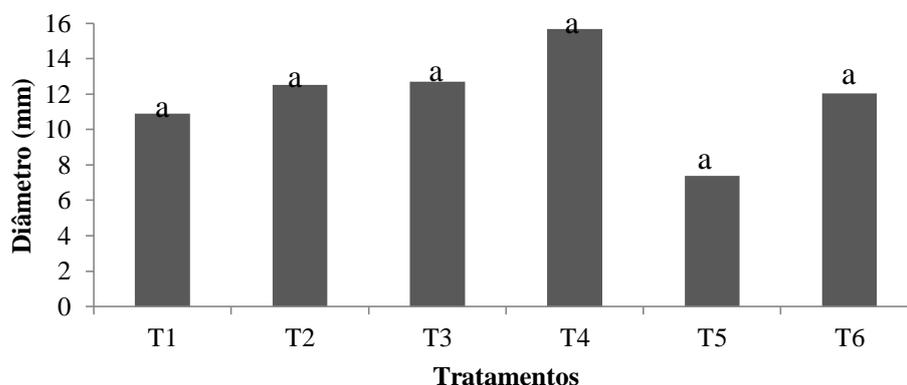


Figura 4. Média de diâmetro (mm) de mudas de faveleira aos 125 dias após transplante de acordo com o nível de esterco bovino adicionado aos coprodutos da extração de vermiculita (T1=0, T2=20, T3=40 e T4=60%, v) e solo de baixo (T5=0 e T6=33,3%, vol.).

**Colunas com a mesma letra indicam diferença não significativa ($P < 5\%$) entre as médias dos respectivos tratamentos, pelo teste de Tukey.

Figueiredo et al. (2012) reportaram para mudas de faveleira aos 120 dias de idade diâmetro médio de 16,2 mm em substrato convencional (solo mais esterco, 2:1, v/v), indicando que a adição de EB afeta positivamente o crescimento em diâmetro dessa espécie

3.6. Biomassa seca de faveleira

A massa seca total produzida pelas mudas de faveleira foi maior no solo de baixo enriquecido com EB (valor médio para MST=159,25 g; Tabela 3), e a adição

de até 40% de EB aos coprodutos da extração de vermiculita beneficiou o acúmulo de MS ($P < 0,05$).

Com visto, a adição de 40% de EB aos coprodutos foi considerada suficiente para a produção de mudas de faveleira no que se refere ao diâmetro, superando os resultados obtidos para o substrato convencional (solo de baixo enriquecido com EB), comprovando o potencial do uso dos coprodutos da extração da vermiculita na produção de mudas de faveleira.

Tabela 3. Média de biomassa (g) seca média de mudas de faveleira de acordo com o nível de esterco bovino (EB) adicionado aos coprodutos da extração de vermiculita e solo de baixo.

SUBSTRATOS	MST	MSR	MSPA	MSR/MSPA
100% coprodutos	77,68 b	60,58 b	17,10 b	3,54 a
80% coprodutos + 20% EB	121,31 ab	92,73 ab	28,57 ab	3,27 a
60% coprodutos + 40% EB	153,14 a	113,11 a	40,04 ab	2,96 a
40% coprodutos + 60% EB	125,69 ab	77,56 ab	48,13 a	1,65 a
100% solo de baixo	146,31 a	100,89 ab	45,43 a	2,44 a
66,7% solo de baixo + 33,3% EB	159,25 a	123,75 a	35,49 ab	3,49 a

*MSR= Massa Seca da Raiz; MSPA= Massa Seca Parte Aérea; MST=Massa Seca Total; MSR/MSPA= Relação Raiz/Parte aérea.

**Médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Comparado à ausência de EB, a MSR praticamente duplicou quando os coprodutos foram enriquecidos com 40% de EB, e tendeu a diminuir com a adição de níveis maiores de EB, à semelhança do relatado para a MST. No solo de baixio, a adição de EB tendeu a aumentar a MSR. A MSPA tendeu a aumentar com a adição de até 60% de EB aos coprodutos numa proporção maior do que o verificado para a MSR, daí a tendência de redução do valor da relação MSR/MSPA. Em contraste, a adição de EB ao solo de baixio tendeu a diminuir a MSPA, o contrário do observada para a MSR nestas condições, donde se explica o aumento da relação MSR/MSPA quando da adição do EB ao solo de baixio.

Dos dados acima, pode-se concluir que ao se usar os coprodutos da extração da vermiculita na produção de mudas de faveleira, deve-se adicionar não mais do que 40% de EB, pois as mudas apresentam MST, MSPA e MSR semelhantes ao obtido com o substrato convencional, e com valores altos de MSR. Isto propicia às mudas a vantagem ecológica de rusticidade e resistência à seca, além de permitir o uso de 60% ou mais de coprodutos no substrato de produção de mudas desta espécie.

Ramos (2013) reportou para a faveleira aos 90 dias de idade se

desenvolvendo em coprodutos da extração de 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 MSPA de 1,5, 11,4, 9,5 e 17,1 g, respectivamente, inferiores às reportadas no presente estudo, mesmo considerando a idade menor usada por aquele autor. Os valores de MSR reportados por esse autor também são inferiores aos expostos na tabela 3. Esta inferioridade nos valores absolutos de MS pode ser creditada a outros fatores, tal como o vigor das sementes utilizadas para a produção das mudas.

A razão MSR/MSPA foi semelhante para os tratamentos, porém apresentou uma tendência de diminuir com o aumento do nível de adição de EB aos coprodutos, ao passo que essa razão tendeu a aumentar quando se adicionou EB ao solo de baixio. Observa-se que os valores MSR/MSPA são superiores à unidade, chegando a 3,54, indicando que o sistema radicular de mudas de faveleira apresenta mais biomassa do que a sua parte aérea. Isto indica uma estratégia de armazenamento de reservas nutritivas abaixo do solo, protegendo-as da herbivoria. Esta estratégia contrasta com a observada para a jurema branca, que apresentou valores MSR/MSPA inferiores à unidade, diferenciando estas espécies

quanto aos sítios predominantemente ocupados por cada uma delas. Pois a faveleira é uma espécie que habita solos rasos e pedregosos de regiões áridas com alto grau de antropização (ANDRADE, 2007). E a jurema branca habita em solos arenosos e profundos ou pedregosos e rasos, e também em áreas degradadas e ao longo de cursos d'água (ALVES, 2009; MAIA, 2004).

Arriel et al. (2006) observaram valor médio de 2,42 na razão MSR/MSPA para a faveleira se desenvolvendo em substrato composto de Plantmax Florestal, esterco bovino e areia (6:3:1 v), aos 150 dias de idade, no intervalo de valores ($1,61 \leq \text{MSR/MSPA} \leq 3,54$) encontrado neste estudo. Outras espécies da Caatinga tem uma razão MSR/MSPA semelhante à da faveleira, tal como o angico [*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan] se desenvolvendo em solo de baixio e húmus na (2:1 v.), que apresenta valor médio para essa relação de 2,88 aos 6 meses de idade (FERREIRA et al., 2012).

Daniel et al. (1997) afirmam que a relação MSR/MSPA deve ser $\geq 0,50$, explica que maiores valores para a razão MSR/MSPA, associados a altos valores absolutos de biomassa, podem resultar em maior porcentagem de sobrevivência no campo. Isto se deve, segundo este autor, à presença de raízes fibrosas que propiciam

maior capacidade de crescimento e formação de raízes, possibilitando maior resistência a condições extremas. Neste sentido, as mudas de faveleira que atendem a estes requisitos são aquelas produzidas em substratos compostos de coprodutos da extração de vermiculita enriquecidos com 40 de EB ou solo de baixio enriquecido com 33,3% de EB.

4. CONCLUSÃO

A adição de esterco bovino entre 20 e 40% à mistura equitativa dos coprodutos (poeira fina e ultrafina) da extração de vermiculita resulta em mudas de jurema branca de boa qualidade.

Indica-se a adição de até 40% de esterco bovino aos coprodutos da extração de vermiculita na produção de mudas de faveleira.

Os coprodutos da extração de vermiculita tem potencial para compor o substrato de produção de mudas de jurema branca e faveleira em substituição ao substrato convencional composto de solo de baixio e esterco bovino, possibilitando a diminuição dos impactos ambientais causados pela deposição desses rejeitos no ambiente.

5. REFERÊNCIAS

- ALVES, M.; ARAÚJO, M.F.; MACIEL, S.R.; MARTINS, S. **Flora de Mirandiba. Associação Plantas do Nordeste**, Recife-PE, 357p. 2009.
- ANDRADE, M.S.; GÓES, M. A. C.; OLIVEIRA, N. M. M. **Métodos de pré-tratamento de vermiculita para caracterização química**. UFRJ, 13p. 2001.
- ARRIEL, E. F.; PAULA, R. C.; RODRIGUES, T.J.D.; BAKKE, O. A.; ARRIEL, N. H. C. Divergência genética entre progênies de *Cnidocolus phyllacanthus*, submetidas a três regimes hídricos. **Científica**, Jaboticabal, SP, v. 34, n. 2, p. 229-237, 2006.
- AZEVÊDO, S. M. A. **Crescimento de plântulas de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret) em solos de áreas degradadas da caatinga**. 2011. 41p. Monografia (Graduação Engenharia Florestal). – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos-PB, 2011.
- 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 Morfológica. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife-PE, v.06, n.03, p.522-539, 2013.
- DANIEL, O. A. C. T.; VITORINO, A. A.; ALOVISI, L.; MAZZOCHIN, A. M.; TOKURA, E.R.; PINHEIRO, E. F.; Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium* Willd. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 163-168, 1997.
- EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro, 212p. 2006.
- FERREIRA, W. N.; ZANDEVALLI, R. B.; BEZERRA, A.M.E.; FILHO, S.M. Crescimento inicial de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke (Mimosaceae) e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) *Altshul* (Mimosaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Botânica Brasileira**, Fortaleza- CE, v.26, n. 2, p. 408-414, 2012.
- FETENE, M.; FELEKE, Y. Growth and photosynthesis of seedlings of four tree species from a dry Tropical afro-montane forest. **Journal of Tropical Ecology**, v.17, n.2, p. 269-283, 2001.
- FIGUEIREDO, J.M.; ARAÚJO, J.M.; PEREIRA, O.N.; BAKKE, I.A.; BAKKE, O.A. Revegetation of Degraded Caatinga Sites. **Journal of Tropical Forest Sciences**, Malaysia, v.24, n.3, p.332–343, 2012.
- LEITE, M. J. H.; GOMES, A. D. V.; SANTOS, R. V.; ARAÚJO, J. L. Crescimento do maracujazeiro amarelo em função de gesso e compostos com rejeitos de mineralização aplicados em solo salinizado. **Nativa**, Sinop, v.4, n.6, p.353-359, 2016.
- LEITE, M. J. H. **Uso de coprodutos da extração de vermiculita na produção de mudas de espécies arbóreas da caatinga**. 2014.61p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)– Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos-PB, 2014.
- MAIA, G. N. **Caatinga: Árvores e arbustos e suas utilidades**. Leitura & Arte Editora. São Paulo, 193 p. 2004.
- NASCIMENTO, M.C.B. **Argamassa térmica produzida com resíduos da exploração e processamento mineral de caulim e vermiculita expandida**. 2008. 130 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) – Universidade Federal do Pernambuco, Recife-PE, 2008.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14ed. São Paulo-SP. Nobel. 417 p. 2000.

RAMOS, T.M. **Crescimento de Faveleira (*Cnidoscylus quercifolius* Pohl.) em coproduto de vermiculita sob fertilização**. 2013. 45p. Monografia (Curso Engenharia Florestal)–Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos-PB, 2013.

TRAJANO, E.V.A. **Rejeitos de mineradoras como substrato na produção de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)**. 2010.31p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos-PB, 2010.

A Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal é uma publicação semestral da Faculdade de Ensino Superior e Formação Integral – FAEF e da Editora FAEF, mantidas pela Sociedade Cultural e Educacional de Garça. Rod. Cmte. João Ribeiro de Barros km 420, via de acesso a Garça km 1, CEP 17400-000 / Tel. (14) 3407-8000. www.grupofaef.edu.br – www.faef.revista.inf.br – florestal@faef.br