

Redução do desenvolvimento inicial de mudas de *aspidosperma australe* (müll) arg produzidas em substratos com diferentes proporções de pó de rocha basáltica

NILMAR BORGES DO AMARAL*

MATHEUS SANTIN PADILHA†

ELSTON KRAFT‡

ALENCAR BELOTTI§

CAROLINA RIVIERA DUARTE MALUCHE BARETTA¶

Resumo

Uma forma de aumentar a fertilidade dos substratos para produção de mudas florestais é a utilização de fertilizantes alternativos, como a rocha basáltica finamente moída. O trabalho objetivou avaliar o efeito do uso do pó de rocha basáltica no desenvolvimento de mudas de *Aspidosperma australe*. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições testando cinco combinações de pó de rocha basáltica (0; 10; 15; 20 e 25%) e solo (100; 90; 85; 80 e 75%) como substrato. Decorridos 120 dias após a semeadura foram avaliados: altura de planta, diâmetro de coleto, massa seca de parte aérea e raiz, relação altura de parte aérea e diâmetro do coleto; e determinadas as relações altura de parte aérea/massa seca de parte aérea, massa seca da parte aérea/massa seca de raiz, e calculado o índice de qualidade de Dickson. O uso do pó de rocha basáltica afetou negativamente o crescimento das mudas de *A. australe* diminuindo o seu crescimento de parte aérea e raiz. O tratamento controle proporcionou a produção de mudas de maior qualidade baseado na avaliação de características fenotípicas - como a maior altura de parte aérea e, medidas do vigor - como o maior diâmetro de coleto e maior valor do Índice de qualidade de Dickson.

Palavras-chave: Fertilizante alternativo, Rochagem, Remineralizadores.

* Mestre em Tecnologia e Gestão da Inovação (Unochapecó). Responsável Técnico do Viveiro Florestal Universitário (Unochapecó)

† Doutorando em Produção Vegetal da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)

‡ Doutorando em Ciência do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)

§ Responsável Técnico do Viveiro Florestal Universitário (Unochapecó)

¶ Professora do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Comunitária da Região de Chapecó – Unochapecó

Abstract

One way to increase the fertility of substrates for the production of forest seedlings is to use alternative fertilizers, such as finely ground basalt rock. This work aimed to evaluate the effect of using basalt rock dust on the development of *Aspidosperma australe* seedlings. The experiment was conducted in a randomized block design with four replications testing five combinations of basaltic rock powder (0; 10; 15; 20 e 25%) and soil (100; 90; 85; 80 e 75%) as a substrate. At 120 days after sowing, plant height, collar diameter, shoot and root dry masses and shoot height/collar diameter ratio were evaluated, shoot height/shoot dry mass and shoot dry mass/root dry mass ratios were determined and Dickson quality index was calculated. The use of basalt rock dust adversely affected the growth of *A. australe* seedlings, reducing the growth of their shoots and roots. The control treatment led to the production of better-quality seedlings according to the evaluation of phenotypic traits - such as higher shoot height and, vigor parameters - such as higher collar diameter and higher Dickson quality index.

Keywords: Alternative fertilizer, Stonemeal, Remineralizers.

MUDAS DE *ASPIDOSPERMA AUSTRALE* (MÜLL) ARG PRODUZIDAS EM PÓ DE ROCHA BASÁLTICA

1 INTRODUÇÃO

Após ser sancionada a Lei nº 12.651/2012 foi criado o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e o Programa de Regularização Ambiental (PRA) que são alternativas para mapear, monitorar e induzir a restauração de áreas de preservação permanente e de reserva legal (BRASIL, 2012). Como reflexo de tal medida, estima-se o aumento na demanda por sementes e mudas de espécies florestais nativas (SILVA et al., 2015).

O processo de produção de mudas florestais em viveiro é uma etapa crucial, que influencia o crescimento e desenvolvimento a campo, por isso, se faz necessária a utilização de estratégias para obtenção de mudas mais vigorosas, garantindo assim uma maior porcentagem de sobrevivência no transplante (WELTER et al., 2014). Nesse contexto, a *Aspidosperma australe* (Müll.) Arg. (Guatambu) é uma espécie da família Apocynaceae com potencial de uso em re-

florestamentos a qual possui ocorrência na região Sul e Centro-Oeste do Brasil, além de países vizinhos como Argentina, Bolívia, Paraguai e Uruguai. A sua madeira é de boa qualidade com coloração amarela sendo também muito utilizada na construção civil e naval (LORENZI, 2014). No entanto, para que haja o desenvolvimento inicial adequado da espécie, necessita-se de condições satisfatórias que incluem a disponibilidade de nutrientes.

Os remineralizadores de solo caracterizam insumos agrícolas regulamentados pela Lei nº 12.890/2013 e incluem todo material de origem mineral que, por processos de redução mecânica do seu tamanho, são capazes de fornecer macro e micronutrientes para as plantas e alterar características físicas, químicas e biológicas do solo (BRASIL, 2013). Entre os materiais utilizados provenientes de rochas moídas tem-se o pó de rocha basáltica, o qual pode ser utilizado como fonte alternativa de fertilizante e corretivo do solo (ALOVISI et al., 2017), reduzindo custos de produção e o descarte deste resíduo no ambiente (NUNES et al., 2014).

O Brasil é o 4º maior consumidor de fertilizantes no mundo, produzindo apenas

2% da produção mundial e 40% do que consome, importando grande parte dos fertilizantes utilizados (ANDA, 2017). O uso crescente deste tem um forte impacto econômico e ambiental, uma vez que os processos químicos para a produção destes são de custo elevado, além de utilizarem fontes não renováveis de energia. Assim, a utilização das rochas moídas como fertilizante pode substituir parcial ou totalmente o uso de fertilizantes químicos, reduzindo os custos de produção (RAMOS et al., 2014), representando uma alternativa sustentável para adubação em sistemas de produção de mudas florestais.

Os efeitos do uso de pó de rocha basáltica no crescimento de mudas de espécies florestais foram avaliados por Ehlerse Arruda (2014a) e foi verificado que o uso de doses de 10 a 20% de pó de rocha basáltica adicionado ao substrato comercial à base de turfa favorece a produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden (Eucalipto). O uso de pó de rocha basáltica também demonstrou efeito benéfico no crescimento de mudas de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. (Seringueira) (BAKRI et al., 2017), *Euterpe oleracea* Mart. (Açaizeiro) (WELTER et al., 2014) e *Pinus elliottii* Engelm. (Pinus) (EHLERS e ARRUDA, 2014b). Além disso, Knapik e Angelo (2007) verificaram que o uso de pó de rocha basáltica na produção de mudas de *Prunus sellowii* Koehne (Pessegueiro do mato) favoreceu a nutrição das plantas, indicada pelo maior acúmulo de Ca, Mg, B, Cu e Fe nas folhas.

Contudo, não são encontrados trabalhos avaliando o uso do pó de rocha basáltica em *Aspidosperma australe* em seu desenvolvimento inicial. Ressalta-se que o pó de rocha basáltica é encontrado facilmente na região Sul do Brasil, sendo uma alternativa para utilizá-lo de forma susten-

tável na produção de mudas, como fonte de nutrientes para as plantas. Portanto, a hipótese é que o uso de pó de rocha basáltica incorporado ao solo utilizado para produção de mudas de *Aspidosperma australe* favorece o desenvolvimento inicial das mudas favorecendo a qualidade das mesmas. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi comparar o efeito da mistura de diferentes percentuais de pó de rocha basáltica no substrato no desenvolvimento inicial de mudas de *Aspidosperma australe*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal Universitário localizado na Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó), município de Chapecó – SC, com uma altitude aproximada de 632 m. Os frutos de *Aspidosperma australe* foram coletados em cinco árvores matrizes, em um remanescente florestal do Bioma Mata Atlântica, localizado no município de Chapecó – SC (27°10.666'S e 052°40.695'O). Os frutos foram encaminhados ao Viveiro Florestal, onde a extração e o beneficiamento das sementes foram realizados de forma manual eliminando-se as sementes danificadas e imaturas.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com cinco combinações de pó de rocha basáltica (0; 10; 15; 20 e 25%) e solo (100; 90; 85; 80 e 75%) utilizados como substratos; e quatro repetições de cada tratamento. As repetições foram caracterizadas pela média do agrupamento de 10 embalagens contendo cada uma muda da espécie vegetal estudada. As sementes foram semeadas em embalagens de polietileno de 15 cm de largura por 26 cm de altura e 0,15 micras de espessura, com

volume de 2 litros, de coloração preta. A semeadura foi realizada diretamente nos recipientes e utilizou-se três sementes por unidade em profundidade de 3 cm mantidos sob telado com sombrite 50%, de coloração preta. Aos 20 dias após a semeadura (DAS), foi realizado o desbaste deixando uma planta por embalagem.

Durante a condução do experimento foi realizado o controle manual de ervas daninhas e a manutenção da umidade do substrato por irrigação por aspersão aérea com sistema de acionamento a cada 10 minutos.

conforme metodologia proposta pela ISO 11274 (1998) e, realizada sua classificação como pó atendendo os critérios estabelecidos pela Instrução Normativa nº.5 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2015), quanto a análise granulométrica do material. A análise química do solo e do pó de rocha basáltica (Tabela 1) foi realizada no Laboratório de Análise de Solos da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI/Cepaf/Chapecó).

Tabela 1: Caracterização química do pó de rocha basáltica e do solo (Latossolo Vermelho Distrófico típico) utilizados na produção de mudas de *Aspidosperma australe*.

Pó de Rocha Basáltica										
pH ^{**}	Umidade 65°C	P ₂ O ₅ ^{*a}		P ₂ O ₅ ^{****}		K ₂ O ^{***}		Ca [*]	Mg [*]	N [*]
-----%-----										
7,6	13,91	0,16		0,06		0,06		0,97	1,03	0,32
Solo										
M.O.	pH _{H2O}	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC _{pH7,0}	m	V
-----cmol _c /dm ³ -----										
%	1:1	-mg/dm ³ -								%
2,4	4,3	4,1	44	0,7	0,2	3,5	6,23	7,20	78,3	13,5

^{*}Teor Total; ^{*a} Teor total quando orgânico e solúvel em água quando mineral; ^{**}pH em CaCl₂ 0,01 mol/L ^{***} Teor solúvel em água; ^{****}Teor solúvel em ácido cítrico a 2%. N: nitrogênio; M.O: matéria orgânica do solo, P: fósforo, K: potássio, Ca: cálcio, Mg: magnésio, Al: alumínio, H+Al; soma de hidrogênio + alumínio; CTC pH7.0: capacidade de troca de cátions; m: saturação por alumínio; V: saturação por bases

As mudas foram conduzidas em condições de crescimento para produção de mudas comerciais, e durante o período de condução do experimento a temperatura média variou entre 12-25 °C.

O solo utilizado é classificado como um Latossolo Vermelho Distrófico típico (EMBRAPA, 2013) coletado na camada de 0-20 cm no município de Chapecó (27°05'274'S e 52°38'085'W). O pó de rocha basáltica utilizado foi proveniente da Pedreira Baldissera localizada no mesmo município, sendo determinada a sua capacidade máxima de retenção de água (CRA de 22,35%)

Aos 120 DAS, as seguintes características foram avaliadas: altura da parte aérea (H), determinada com o auxílio de uma régua graduada em milímetros a partir da base da planta até o meristema apical; comprimento de raiz (CR), determinado com uma régua graduada em milímetros a partir do colo até a extremidade da raiz mais longa; diâmetro de coleto (DC), determinado na base do caule da planta com o uso de um paquímetro digital; massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR), as quais foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001 g após

secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até peso constante. A massa seca total (MST) foi calculada pelo somatório da MSPA e MSR.

A partir dos dados obtidos anteriormente foram determinadas as relações de altura/diâmetro de coleto (H/DC), altura/massa seca de parte aérea (H/MSPA), massa seca de parte aérea/massa seca de raiz (MSPA/MSR) e, por fim, foi determinado o índice de qualidade de Dickson (DICKSON et al., 1960):

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

Os pressupostos estatísticos foram testados verificando-se a normalidade e homocedasticidade dos dados pelos testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene, respectivamente, verificando-se também a existência de *outliers*. O índice de qualidade de Dickson (IQD) foi transformado utilizando a raiz quadrada dos dados. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e havendo diferença estatística, as médias foram comparadas pelo teste LSD a 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico SAS versão 8.2 (SAS INSTITUTE INC., 2002).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa entre os tratamentos para as características fenotípicas de crescimento e parâmetros de vigor avaliados no presente estudo, sendo estas determinantes da qualidade de mudas produzidas em viveiros. Para a variável altura de planta (H) (F = 76,46; graus de liberdade do teste, graus de liberdade do erro =

12 e 27; $p < 0,0001$. Figura 1A) e diâmetro de coleto (DC) (F = 25,42; graus de liberdade do teste, graus de liberdade do erro = 12 e 27; $p < 0,0001$. Figura 1B), os maiores valores foram obtidos no tratamento controle (T1), sendo este significativamente superior aos valores encontrados nos tratamentos com diferentes proporções de pó de rocha basáltica indicando que o uso do mesmo causou efeito negativo sobre o crescimento das mudas.

Padrão semelhante foi encontrado por Bakri et al. (2017), que observaram plantas de *Hevea brasiliensis* com menor H e menor DC após as aplicações de pó de rocha basáltica equivalentes a 5, 10, e 20 toneladas ha^{-1} . Esse efeito pode estar relacionado à alteração da estrutura física do solo, pois segundo Ehlers e Arruda (2014a) o pó de rocha basáltica pode causar a redução da porosidade e conseqüentemente menor aeração, causando um efeito cimentante no substrato, o que afeta o crescimento das mudas. Em outro estudo, os mesmos autores verificaram que o uso de 10% de pó de rocha basáltica misturado a substratos de alta porosidade, como vermiculita e turfa, favoreceu o crescimento inicial (H e DC) de mudas de *Pinus ellioti* (EHLERS e ARRUDA, 2014b). Devido às características do solo utilizado no presente estudo (Latosolo vermelho), que apresenta naturalmente uma boa capacidade de retenção de água, a adição do pó de rocha pode ter intensificado o efeito cimentante, causando uma menor resposta de crescimento quando comparado a utilização de apenas o solo como substrato (T1).

Para as variáveis massa seca de raiz (MSR) (F = 12,06; graus de liberdade do teste, graus de liberdade do erro = 12 e 27; $p < 0,0001$. Figura 1C) e massa seca de parte aérea (MSPA) (F = 35,42; graus de liberdade

do teste, graus de liberdade do erro = 12 e 27; $p < 0,0001$. Figura 1D) os maiores valores foram obtidos no tratamento controle (T1), sendo este significativamente superior aos obtidos quando foi utilizado o pó de rocha basáltico adicionado ao substrato. Esse resultado é similar ao encontrado por Knapik e Angelo (2007) avaliando tratamentos com quatro diferentes adubações (sem adubação, adubação convencional, esterco equino e pó de rocha basáltica) na produção de mudas de *Prunus sellowii* verificando que a adubação com pó de rocha basáltica proporciona crescimento inferior quando comparado às outras fontes de fertilizante e ao tratamento controle.

O decréscimo na velocidade de crescimento causado pela aplicação de pó de ro-

cha basáltica está relacionado ao desequilíbrio nutricional que ocorre na solução do solo após a aplicação do mesmo (BAKRI et al., 2017). O pó de rocha basáltica é composto por aproximadamente 46% de SiO_2 , 16% de Fe_2O_3 , 14% de Al_2O_3 , dentre outros óxidos (GROTH et al., 2017), dessa forma, a presença de óxidos de Fe^{+2} e Al^{+3} resultam em maior adsorção do fosfato e o tornam indisponível para a planta (VILAR et al., 2010). Tomando em conta que os valores de nutrientes no solo já eram considerados baixos (Tabela 1) é possível que a menor disponibilidade deste nutriente para as plantas tenha afetado o desenvolvimento inicial, já que o efeito negativo ocorreu em todas as proporções de pó de rocha basáltica utilizada (Figura 1).

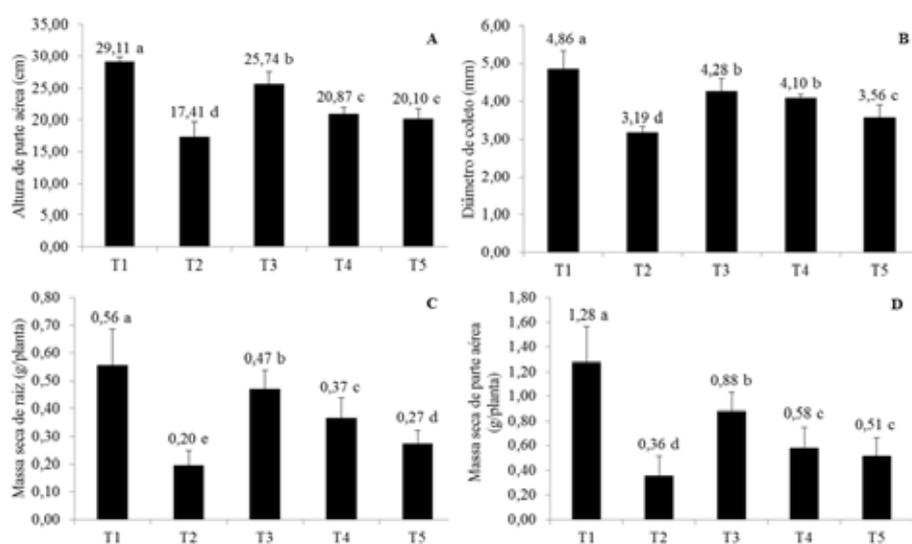


Figura 1: Efeito do pó de rocha basáltica sobre a altura da parte aérea (A), diâmetro do coleto (B), massa seca de raiz (C) e massa seca de parte aérea (D) de mudas de *Aspidosperma australe* aos 120 dias após a semeadura. Composição dos substratos nos tratamentos - T1: 100% solo e 0% pó de rocha; T2: 90% solo e 10% pó de rocha; T3: 85% solo e 15% pó de rocha; T4: 80% solo e 20% pó de rocha e; T5: 75% solo e 25% pó de rocha. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste LSD ($p < 0,001$).

A disponibilidade de nutrientes em pó de rocha foi estudada por Escosteguy e Klamt (1998) avaliando diferentes doses de pó de rocha basáltica rico no mineral olivina e observaram comportamento sigmoide na disponibilidade de alguns nutrientes como o Mg, e na soma de bases (V%) em um Latossolo Vermelho escuro, incubado por 300 dias. Portanto, doses menores podem limitar mais o crescimento e desenvolvimento de mudas em relação a doses

posição do substrato (T4) ($F = 16,26$; graus de liberdade do teste, graus de liberdade do erro = 12 e 27; $p < 0,0001$. Figura 2A). No entanto, é preciso atenção ao analisar esse indicador de forma isolada, uma vez que, o mesmo apresenta baixa relação H/DC e alta robustez. Mas o tratamento T4 também apresentou a menor média de H e DC quando comparado ao controle.

Autores como Caldeira et al. (2008) sugerem que as mudas apresentem equilíbrio

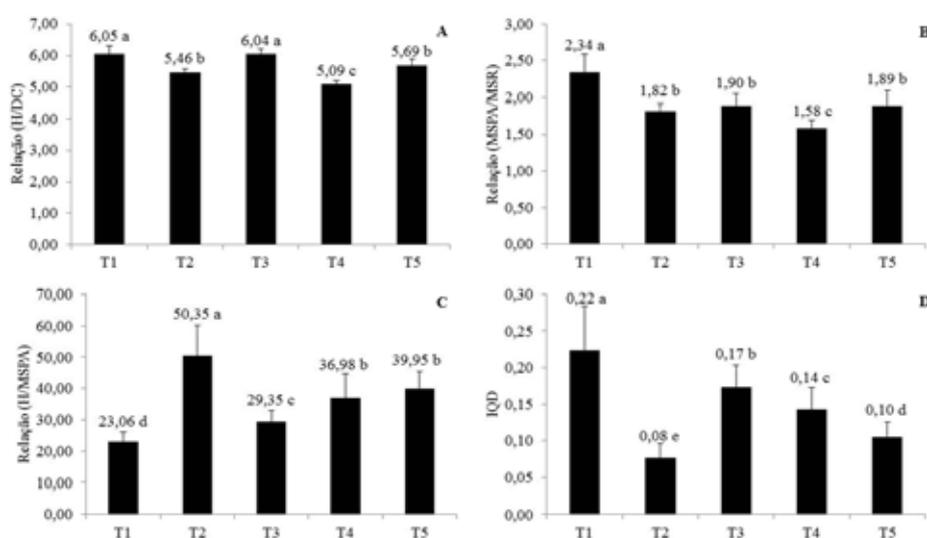


Figura 2: Efeito do pó de rocha basáltica sobre os índices H/DC (A), MSPA/MSR (B), H/MSPA (C) e IQD (D) de mudas de *Aspidosperma australe* aos 120 dias após a semeadura. Composição dos substratos nos tratamentos - T1: 100% solo e 0% pó de rocha; T2: 90% solo e 10% pó de rocha; T3: 85% solo e 15% pó de rocha; T4: 80% solo e 20% pó de rocha e; T5: 75% solo e 25% pó de rocha. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste LSD ($p < 0,001$).

maiores de pó de rocha, corroborando com os resultados obtidos no presente estudo, uma vez que para todas as variáveis acima mencionadas (H, DC, MSR e MSPA) a menor resposta ao desenvolvimento inicial das mudas ocorreu no tratamento T2, que apresentava a menor proporção de pó ao substrato (Figuras 1).

Em relação aos índices medidos a partir dos parâmetros morfológicos, a relação H/DC refere-se à robustez da muda, sendo que quanto menor for o seu valor, mais robusta é a muda (EHLERS e ARRUDA 2014a). O tratamento que apresentou o menor índice para essa relação foi o tratamento que apresentava 20% de pó de rocha na com-

no desenvolvimento inicial, devendo-se verificar a relação MSPA/MSR, a qual deve apresentar um índice próximo de 2,0. Nesse sentido, o tratamento T1 foi o que apresentou o valor médio do índice MSPA/MSR mais próximo do ideal ($F = 13,40$; graus de liberdade do teste, graus de liberdade do erro = 12 e 27; $p < 0,0001$. Figura 2B).

A relação H/MSPA (Figura 2C) indica o quanto são lignificadas as mudas, e segundo Gomes e Paiva (2004), quanto menor o valor do índice maior é a chance de sobrevivência da muda a campo. Esta relação indica que ocorre um equilíbrio entre a produção de biomassa pela planta e o seu crescimento em altura, e que quanto maior a sua biomassa acumulada menor é o índice encontrado. Segundo Massad et al. (2016) as mudas de *Anadenanthera peregrina* com menor H/MSPA possuem maior capacidade de superar condições de estresses ambientais, destacando que este parâmetro é desejável para as mudas. Dessa forma, o tratamento T1 favoreceu a qualidade das mudas, proporcionando o menor índice para a relação H/MSPA ($F = 12,29$; graus de liberdade do teste, graus de liberdade do erro = 12 e 27; $p < 0,0001$. Figura 2C).

Para o índice de qualidade de Dickson – IQD os tratamentos testemunha (T1) e com 15% de pó de rocha ao substrato (T3) apresentaram os maiores valores ($F = 15,95$; graus de liberdade do teste, graus de liberdade do erro = 12 e 27; $p < 0,0001$. Figura 2D). Quanto maior for o IQD maior é a qualidade da muda, e segundo Gomes e Paiva (2004) o valor mínimo para o IQD é de 0,20, portanto, apenas o T1 alcançou o índice mínimo recomendado conforme proposto por este autor e, por esse motivo, são as mudas indicadas para o plantio, apresentando maior capacidade de sobrevivência no campo.

A partir disso, é possível afirmar que o uso do pó de rocha basáltica afetou o desenvolvimento inicial de *Aspidosperma australe* resultando em mudas com menor qualidade. E, portanto, levanta-se a hipótese que no curto período de avaliação da espécie, o material não promoveu uma liberação dos nutrientes causando adsorção de alguns nutrientes, considerando o tipo de solo utilizado. Tal condição, também foi levantada por autores como Shamshuddin et al. (2011) que verificaram que o efeito benéfico do pó de rocha basáltica pode ser observado após seis meses a sua aplicação, alterando diversas propriedades como a elevação do pH, aumento da capacidade de troca de cátions fornecimento de macronutrientes como Ca, Mg, K, P e S.

Em complemento, Nunes et al. (2014) destacam que muitos nutrientes disponíveis no pó de rocha basáltica podem ser disponibilizados de forma gradual, mantendo a sua disponibilidade no solo. O pó de rocha apresenta baixa velocidade de liberação de nutrientes no solo quando comparado a fertilizantes solúveis, assim possuem efeito por um tempo mais prolongado de ação no solo, e uma menor resposta imediata (SILVA et al., 2011). O presente estudo foi conduzido por 120 dias, tempo que pode não ter sido suficiente para expressar o possível efeito positivo do pó de rocha basáltico; sendo o mesmo uma possível alternativa a produção de mudas de espécies vegetais com período maior de crescimento em viveiro.

Dados obtidos por Welter et al. (2011) reforçam o supracitado, onde os autores obtiveram efeito positivo do uso de pó de rocha basáltica em doses crescentes, para mudas de *Myrciaria dubia* avaliadas a partir dos 120 dias de incubação do basalto até os 6 meses seguintes. De acordo com Bakri et al. (2017), nos meses iniciais à aplicação

de pó de rocha devido a sua lenta disponibilização de nutrientes, pode ocorrer a fixação de nutrientes disponíveis na estrutura do solo. Dessa forma, destaca-se que existe a necessidade de realizar avaliações por um período maior, até mesmo em condições de campo, para avaliar a eficiência do uso do pó de rocha basáltica no crescimento inicial das mudas.

4 CONCLUSÕES

O uso de pó de rocha basáltica não proporciona aumento na qualidade de mudas de *Aspidosperma australe* (Müll). Arg, medidos através de suas características fenotípicas e de vigor durante o período testado. No entanto, recomenda-se outros estudos testando inclusive o comportamento das mudas a campo, bem como de outras espécies vegetais com ciclo maior de desenvolvimento vegetal em viveiro florestal, devido a liberação lenta dos nutrientes dados pelo pó de rocha basáltica como atesta a literatura.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó) pelo apoio financeiro e, ao Viveiro Florestal Universitário da Unochapecó pelo auxílio na coleta das sementes utilizadas e disponibilidade do espaço para realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALOVISI, A.M.T.; TAQUES, M.M.; ALOVISI, A.A.; TOKURA, L.K.; DA SILVA, R.S.; PIESANTI, G.H.L.M. Alterações nos atributos químicos do solo com aplicação de pó de basalto. *Acta Iguazu*, v.6, n.5, p.69-79, 2017.
- ANDA. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DIFUSÃO DE ADUBOS. **Indicadores do setor de fertilizantes**. [S.l.], ANDA, 2017.
- BAKRI, A.; MOKHATAR, S.J.; DAUD, N.W. Physiological and morphological responses of rubber (*Hevea brasiliensis*) RRIM 3001 to different rates of basalt application. *Journal of Tropical Plant Physiology*, v.9, p.24-35, 2017.
- BRASIL. **Lei no 12.651 de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 2012.
- _____. **Lei nº 12.890 de 10 de dezembro de 2013**. Altera a Lei nº 6.894 de 16 de dezembro de 1980, para incluir os remineralizadores como categoria de insumo destinado à agricultura e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 2013.
- CALDEIRA, M.V.W.; ROSA, G.N, FENILLI, T.A.B.; HARBS, R.M.P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. *Scientia Agraria*, v.9, n.1, p.27-33, 2008. <<http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v9i1.9898>>
- DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *The Forestry Chronicle*, v.36, n.1, p.10-13, 1960. <<https://doi.org/10.5558/tfc36010-1>>

- EHLERS, T.; ARRUDA, G.O.S.F. Utilização do pó de basalto em substratos para mudas de *Eucalyptus grandis*. **Floresta e Ambiente**, v.21, n.1, p.37-44, 2014a. <<http://dx.doi.org/10.4322/floram.2014.002>>
- EHLERS, T.; ARRUDA, G.O.S.F. Effects of basaltic rock powder added in substrates for *Pinus elliottii* seedlings. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.13, n.3, p.310-317, 2014b.
- ESCOSTEGUY, P.A.V.; KLAMT, E. Basalto moído como fonte de nutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, n.1, p.11-20, 1998. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06831998000100002>>
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2013. 353p.
- GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros florestais: Propagação sexuada**. Viçosa: UFV, 2004. 111p.
- GROTH, M.Z.; BELLÉ, C.; BERNARDI, D.; BORGES FILHO, R.C. Pó-de-basalto no desenvolvimento de plantas de alface e na dinâmica populacional de insetos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.16, n.4, p.433-440, 2017. <<http://dx.doi.org/10.5965/223811711642017433>>
- ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISSO 11274. Soil quality - Determination of the water-retention characteristic - laboratory methods. International Organization for Standardization, Geneva: 1998.
- KNAPIK, J.G.; ANGELO, A.C. Pó de basalto e esterco eqüino na produção de mudas de *Prunus sellowii* Koehne (Rosaceae). **Floresta**, v.37, n.3, p.427-436, 2007. <<http://dx.doi.org/10.5380/rf.v37i3.9939>>
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 6. ed. São Paulo: Editora Plantarum, 2014. 384p.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 5**, de 10 de março de 2016. Ficam estabelecidas as regras sobre definições, classificação, especificações e garantias, tolerâncias, registro, embalagem, rotulagem e propaganda dos remineralizadores e substratos para plantas, destinados à agricultura. Diário Oficial, 2015.
- MASSAD, M.D.; DUTRA, T.R.; CARDOSO, R.L.R.; SANTOS, T.B.; SARMENTO, M.F.Q. Produção de mudas de *Anadenanthera peregrina* em resposta a substratos alternativos com bagaço de cana. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal - ENFLO**, v.4, n.2, p.45-53, 2016.
- NUNES, J.M.G.; KAUTZMANN, R.M.; OLIVEIRA, C. Evaluation of the natural fertilizing potential of basalt dust wastes from the mining district of Nova Prata (Brazil). **Journal of cleaner production**, v.84, n.1, p.649-656, 2014.
- RAMOS, C.G.; SILVA, G.S.; DE MELLO, A.G.; DE LEÃO, F.B.; KAUTZMANN, R. M. Caracterização de rocha vulcânica ácida para aplicação em rochagem.

- Comunicações Geológicas**, v.101, n.3, p.1161-1164, 2014.
- SAS. INSTITUTE. SAS User's guide: statistics. 6 ed. Cary, 2002.
- SILVA, A.; PEREIRA, T.; COELHO, C.M.M.; ALMEIDA, J.A.; SCHMITT, C. Teor de fitato e proteína em grãos de feijão em função da aplicação de pó de basalto. **Acta Scientiarum. Agrônômica**, v.33, n.1, p.147-152, 2011. <10.4025/actasciagron.v33i1.5878>
- SILVA, A.P.M.; MARQUES, H.R.; SANTOS, T.V.M.N.; TEIXEIRA, A.M.V.; LUCIANO, M.S.F.; SAMBUICHI, R.H.R. **Diagnóstico da Produção de Mudanças Florestais Nativas no Brasil**. Relatório de Pesquisa IPEA, 2015. 58p. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/7515?mode=full>>. Acesso em: 12 de set. 2018.
- SHAMSHUDDIN, J.; FAUZIAH, C.I.; ANDA, M.; KAPOK, J.; SHAZANA, M.A.R.S. Using ground basalt and/or organic fertilizer to enhance productivity of acid soils in Malaysia for crop production. **Malaysian Journal of Soil Science**, v.15, n.1, p.127-146, 2011.
- VILAR, C.C.; COSTA, A.C.S.; HOEPERS, A.; SOUZA JUNIOR, I.G.D. Capacidade máxima de adsorção de fósforo relacionada a formas de ferro e alumínio em solos subtropicais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n.4, p.1059-1068, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832010000400006>>
- WELTER, M.K.; MELO, V.F.; BRUCKNER, C.H.; DE GÓES, H.T.P.; CHAGAS, E.A.; UCHÔA, S.C.P. Efeito da aplicação de pó de basalto no desenvolvimento inicial de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.3, p.922-931, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452011000300028>>
- WELTER, M.K.; MELO, V.F.; CHAGAS, E.A.; CHAVES, D.B. Initial growth of açai seedlings in function of basalt powder doses. **International Journal of Agriculture Innovations and Research**, v.3, n.1, p.18-23, 2014.