

Caracterização e uso de resíduo do beneficiamento de rochas ornamentais na produção de mudas de tomateiro

Characterization and use of waste from the processing of dimension stones in the production of tomato seedlings

DOI:10.34117/bjdv7n6-350

Recebimento dos originais: 07/08/2021

Aceitação para publicação: 22/09/2021

Elton Souza dos Santos

Mestrando em Agroquímica – Universidade Federal do Espírito Santo
Técnico do Centro de Tecnologia Mineral – Núcleo Regional do Espírito Santo
Rodovia Cachoeiro x Alegre, s/n, Morro Grande, Cachoeiro de Itapemirim - ES, Brasil
E-mail: tompositivo@gmail.com

Arnaldo Henrique de Oliveira Carvalho

Doutor em Produção Vegetal – Universidade Federal do Espírito Santo
Professor do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Ibatiba
Avenida 7 de Novembro, 40, Centro, Ibatiba - ES, Brasil
E-mail: arnaldohenrique.carvalho@gmail.com

Guilherme de Resende Camara

Doutor em Produção Vegetal – Universidade Federal do Espírito Santo
Pesquisador do Centro de Tecnologia Mineral – Núcleo Regional do Espírito Santo
Rodovia Cachoeiro x Alegre, s/n, Morro Grande, Cachoeiro de Itapemirim, ES
E-mail: camara.gdr@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo comparar a efetividade de dois tipos de resíduos de rochas ornamentais associados a substrato comercial, em diferentes concentrações, na produção de mudas de tomateiro. Foram determinados a composição química e o tamanho de partícula de cada resíduo. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x7 (usando resíduo de Ocre Itabira (ROI) e resíduo de Preto São Gabriel (RPSG) e sete concentrações: 0; 5; 10; 15; 25; 50 e 100%) e sete repetições. Foram analisados o comprimento da raiz e da parte aérea, o diâmetro do coleto, as massas frescas e secas da raiz e da parte aérea, além do índice de qualidade do desenvolvimento de mudas (IQD). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, aplicando o teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. O ROI apresentou menor granulometria e por consequência maior área superficial, indicando que ele é mais propenso a ser solubilizado no substrato. As análises químicas mostraram que o RPSG apresentou melhor soma de bases e maiores concentrações de macronutrientes. Para todas as características agrônômicas analisadas, os tratamentos que apresentaram melhores resultados foram os que possuíam concentrações de até 25%, para o ROI, e de até 100% para o RPSG. Quanto ao IQD, apresentaram-se resultados distintos a partir da adição de 10% para ambos os resíduos. Enquanto houve um decaimento para o ROI, possivelmente associado à baixa oferta de macronutrientes, para o RPSG, as médias não variaram estatisticamente entre si, mostrando-se promissor no plantio de mudas.

Palavras-chave: Ocre Itabira, Preto São Gabriel, Substrato, Tomate Santa Clara.

ABSTRACT

The present work aimed to compare the effectiveness of two types of dimension stones waste associated with commercial substrate, in different concentrations, in the production of tomato seedlings. The chemical composition and particle size of each residue were determined. The experimental design was completely randomized, in a 2x7 factorial scheme (using residue of Ocre Itabira (ROI) and residue of Preto São Gabriel (RPSG) and seven concentrations: 0; 5; 10; 15; 25; 50 and 100%) and seven reps. Root and shoot length, stem diameter, fresh and dry mass of root and shoot, in addition to the seedling development quality index (IQD) were analyzed. The data obtained were submitted to analysis of variance, applying the Scott-Knott test, at the level of 5% probability. The ROI had a smaller particle size and consequently a larger surface area, indicating that it is more likely to be solubilized in the substrate. Chemical analyzes showed that RPSG had better sum of bases and higher concentrations of macronutrients. For all agronomic characteristics analyzed, the treatments that showed the best results were those with concentrations of up to 25% for ROI and up to 100% for RPSG. As for the IQD, different results were presented after the addition of 10% for both residues. While there was a decay for the ROI, possibly associated with the low supply of macronutrients, for the RPSG, the means did not differ statistically from each other, showing promise in planting seedlings.

Keywords: Ocre Itabira, Preto São Gabriel, Substrate, Tomato Santa Clara.

1 INTRODUÇÃO

O aumento pela busca de alimentos saudáveis, que proporcionem boa qualidade nutricional e sejam gerados de sistemas de produção menos agressivos ao meio ambiente trouxe à tona a discussão por modelos de produção economicamente viáveis, ambientalmente sustentáveis e socialmente justos (MARTINELLI; CAVALLI, 2019).

Em se tratando de mudas, sua produção é dependente da utilização de insumos, sendo uma das etapas mais importantes da produção hortícola, uma vez que o desempenho final das plantas nos canteiros de produção está associado a sua nutrição (MINAMI, 1995).

Dentre o grupo das hortaliças, o tomate é a espécie mais importante, econômica e socialmente, sendo cultivada no mundo todo. O tomateiro é uma planta com ampla capacidade de adaptação às diferentes condições climáticas e embora as condições mais favoráveis de temperatura estejam entre 18 a 25°C, tolera temperaturas na faixa de 13 a 30°C. Já o fruto, quando exposto altos níveis de temperatura e umidade, pode afetar sua qualidade e diminuir sua produtividade, expondo os produtores a riscos na produção e no preço. (MAKISHIMA; MELO, 2004; MACHADO NETO et al., 2018).

Para obter boa qualidade de mudas, os substratos utilizados devem ser isentos de patógenos, para o bom desenvolvimento do sistema radicular, ter boa capacidade de retenção de água, baixo custo e fácil obtenção (GIULIANI et al., 2014). Nesse contexto, vários substratos são utilizados na agricultura visando à produção de alimentos, porém muitos ainda se encontram inviáveis ao pequeno agricultor, devido seu alto custo, a dificuldades de aquisição e qualidade (NESPOLI, et al., 2015).

No tocante aos substratos comerciais, são crescentes os esforços visando sua substituição ou incorporação com as mais diversas matérias primas, muitas delas oriundas de resíduos industriais, atingindo alto índice de produtividade, tornando-os atrativos para o uso na agricultura. Trabalhos desenvolvidos por Da Ros et al. (2015), Da Silva et al. (2019) e Neves, José et al. (2010) visaram o uso de materiais como casca de arroz, torta e casca de tungue, esterco bovino, esterco de aves, fibra de coco, lodo de esgoto, húmus de minhoca e resíduos oriundos de lixo urbano e agroindustrial para produção de mudas, em substituição ou associação a substratos comerciais.

Dentre os resíduos utilizados, os gerados no beneficiamento de rochas ornamentais, formados por um pó de fina granulação durante o corte das rochas, têm se destacado devido ao seu potencial agrônomo, principalmente por seu pequeno tamanho de partícula e por apresentar em sua composição química elementos essenciais ao crescimento vegetal (BERTOSSO et al., 2012).

Como grande parte desses resíduos ainda são descartados no ambiente (NEVES, M. et al., 2019), tornam-se materiais de alta disponibilidade, sendo uma alternativa viável, tanto à agricultura quanto ao meio ambiente, podendo melhorar a fertilidade, devido à lenta solubilidade de nutrientes (MELAMED, et al., 2009), elevar o pH e reduzir o teor de Al^{3+} no solo (GUARÇONI M; FANTON, 2011), auxiliar na retenção de água no solo, possibilitando maior crescimento radicular (ANDRADE, et al., 2002), e apresentar custo reduzido, por se tratar de um subproduto considerado ecologicamente correto (BRITO et al., 2019).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo comparar a efetividade de dois tipos de resíduos de rochas ornamentais associados a substrato comercial em diferentes concentrações na produção de mudas de tomateiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se resíduos provenientes de duas rochas ornamentais serradas em tear multifio, a saber: R1 - resíduo de Ocre Itabira (ROI) e, R2 - resíduo de Preto São Gabriel

(RPSG), os quais foram incorporados no substrato comercial. A escolha por este tipo de beneficiamento se deu em função do material gerado, o qual é composto basicamente por pó de rocha e água, sem qualquer tipo de interferente, uma vez que se utiliza apenas água no corte dos blocos.

Uma vez coletados, os resíduos foram secos em estufa a $70 \pm 5^\circ\text{C}$ e após secagem, foram destorroados em peneira de 0,84 mm e quarteados até se obter duas frações com massas próximas.

Uma das frações foi utilizada para determinar o tamanho de partícula, cuja intenção foi definir a maior porcentagem de fração granulométrica dos resíduos. Para tanto, utilizou-se um granulômetro a laser e como dispersante, água destilada.

A outra fração foi moída em um almofariz com pistilo até que todo o conteúdo se tornasse passante em peneira de 0,105 mm e parte dele foi prensado a 20 ton por 15 minutos para formar pastilhas, que foram analisadas em espectrômetro por fluorescência de raios X, a fim de verificar sua composição química. Parte dessa fração foi separada e solubilizada em água, na proporção de 1:1 em peso para avaliação de pH, conforme metodologia descrita no Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2017).

O plantio das mudas foi realizado no Setor de Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo, sob as coordenadas geográficas $20^\circ 45' 30'' \text{ S}$ e $41^\circ 27' 23'' \text{ W}$, no período compreendido entre 21/11/2018 a 19/12/2018. O clima é caracterizado de acordo com a classificação de Köppen, como do tipo Cwa, caracterizado pelo inverno seco e o verão chuvoso.

Para a semeadura, foram utilizadas sementes de tomate do tipo Santa Clara 5.800, plantadas em bandejas de poliestireno de 162 células, com duas sementes por célula. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 2×7 com sete repetições para cada tratamento, sendo o primeiro fator, dois tipos de resíduo e o segundo fator, sete concentrações (em massa) de resíduo em substrato, a saber: 5; 10; 15; 25; 50 e 100%, além do substrato comercial como testemunha (0%). Os tratamentos foram alocados nas bandejas em três fileiras por tratamento, com 27 células no total. As mudas da borda não foram utilizadas para análise, somente as mudas do centro, que correspondem a sete mudas por tratamento.

O substrato comercial utilizado possuía a seguinte composição: casca de pinus, fosfato natural, casca de arroz carbonizada, vermiculita/adubo químico NPK. Uma

pequena fração de cada mistura foi coletada para se determinar sua umidade. Para tanto, as amostras foram secas em estufa com circulação de ar até obtenção de massa constante.

Após 28 dias de semeadura, as mudas foram levadas ao laboratório para avaliação das características agronômicas, sendo elas: o comprimento da parte aérea (CPA), o comprimento da raiz (CR), o diâmetro do coleto (DC), a massa fresca da raiz (MFR), a massa fresca da parte aérea (MFPA), a massa seca da raiz (MRS) e a massa seca da parte aérea (MSPA) segundo a metodologia proposta por Costa, L. et al. (2013), além do índice de qualidade do desenvolvimento (IQD) (DICKSON et al., 1960).

O CR foi determinado medindo-se do colo da planta até a extremidade inferior da maior raiz e o CPA foi determinado medindo-se do colo da planta até a extremidade da gema apical, ambos com régua graduada. O DC foi medido no colo da planta com auxílio de um paquímetro com resolução de 0,01 mm. Posteriormente, as plântulas foram lavadas, para remoção do substrato aderido às raízes, secas ao ar, e pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001g para obtenção da MFR e MFPA.

Em seguida, elas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação forçada de ar, a $55 \pm 5^\circ\text{C}$, por 40 horas para a determinação da MSR e da MSPA. Para a obtenção das massas frescas e secas, utilizou-se balança analítica com precisão de 0,0001g.

Para o cálculo do IQD das mudas, foram considerados os parâmetros avaliados anteriormente, conforme mostra a Equação 1:

$$IQD = \frac{MST}{\frac{CPA}{DC} + \frac{MSPA}{MSR}} \quad (1)$$

Onde,

IQD = Índice de qualidade de desenvolvimento;

MST = Massa seca total (g);

CPA = Comprimento da parte aérea (cm);

DC = Diâmetro do coleto (cm);

MSPA = Massa seca da parte aérea (g);

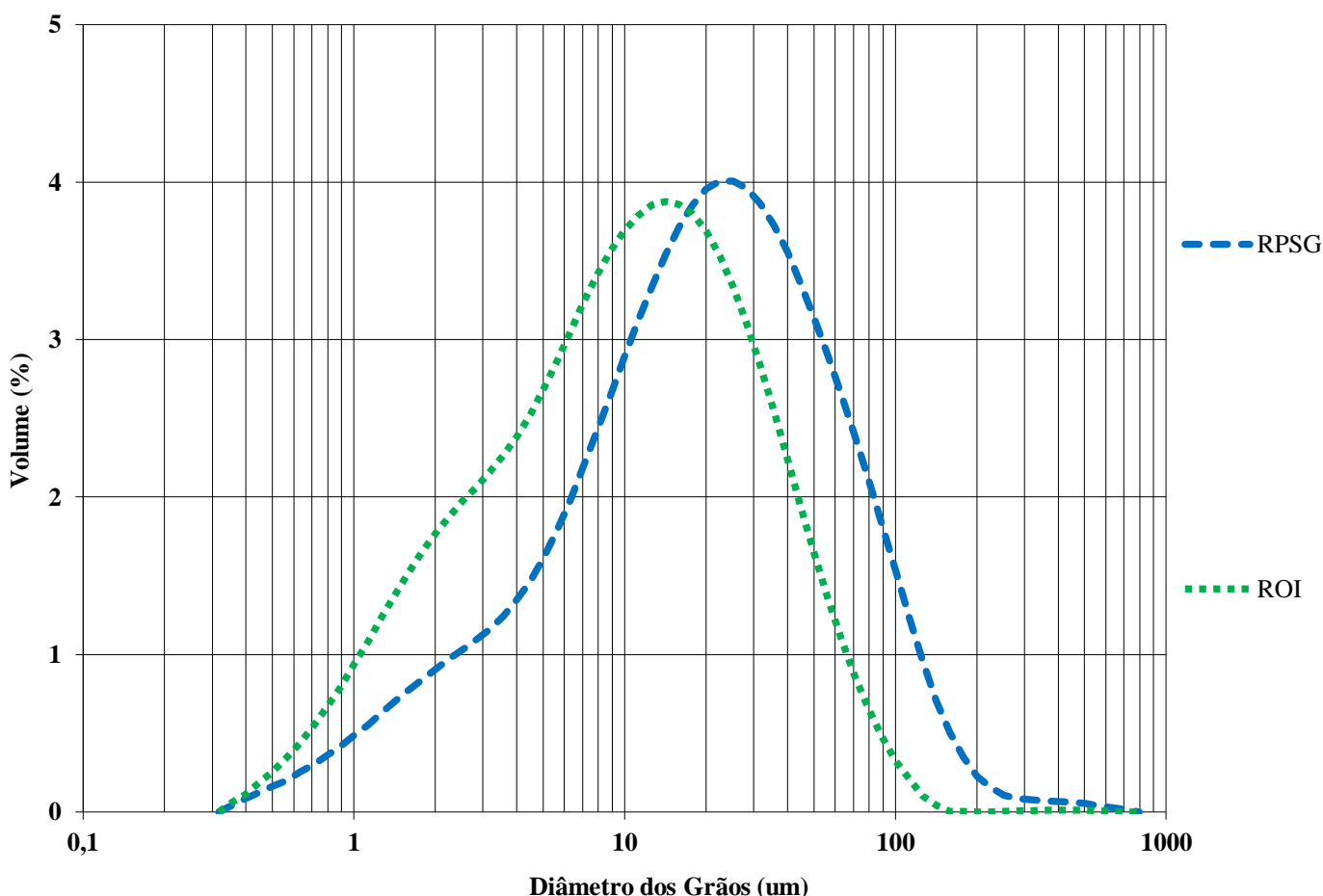
MSR = Massa seca da raiz (g).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando o programa SISVAR Versão 5.6 build 86 (FERREIRA, 2011), aplicando o teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resíduos apresentaram maior parte de sua constituição mineralógica na fração silte (Figura 1), que compreende em partículas com diâmetros entre 0,002 mm e 0,06 mm (ABNT, 1995). Minerais nas frações silte, que representa a fração intermediária entre minerais bem intemperizados e de difícil intemperismo (CEZAR et al., 2012), são fontes potenciais de nutrientes para seres vivos e plantas habitantes no solo, cujos principais minerais constituintes desta fração são: quartzo, feldspatos, micas e anfibólios.

Figura 1. Distribuição do tamanho de partícula das amostras de resíduos Ocre Itabira e Preto São Gabriel.



Fonte: Criado pelo proprio autor.

O tamanho médio das partículas para o ROI foi de 11,230 µm, o menor tamanho encontrado foi de 1,853 µm e as partículas de maior tamanho chegaram a 41,832 µm. Para

o RPSG, o tamanho médio das partículas foi de 20,663 μm , o menor tamanho encontrado foi de 3,128 μm e as partículas de maior tamanho chegaram a 76,430 μm .

De acordo com os dados apresentados, o ROI apresentou menor granulometria e por consequência maior área superficial, quando comparado ao RPSG, indicando que este resíduo é mais propenso a ser solubilizado no substrato. Grãos 100% passantes em peneira de 0,3 mm são classificados como filler (BRASIL, 2016) e a julgar por estas características, ambos os resíduos estudados podem ser utilizados com remineralizadores de solo. Costa, A. et al. (2010), que estudaram as potencialidades físico-químicas para uso agrícola de resíduos do beneficiamento de granito, afirmam que a dinâmica desse tipo de material está intimamente associada a sua granulometria reduzida e elevada superfície de partícula, indicando que o mesmo pode apresentar uma grande capacidade de reatividade no solo e rápida mineralização.

Em relação à composição química, os resíduos apresentaram natureza alcalina semelhante, mas o RPSG apresentou melhor soma de bases e maiores concentrações de macronutrientes (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados de pH, composição química (em %) e soma de bases (em %) obtidos para os resíduos Ocre Itabira e Preto São Gabriel.

Amostra	pH	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	PPC	SB
ROI	8,44	5,50	0,46	17,00	69,90	0,14	nd	3,40	1,50	0,24	nd	1,30	0,55	5,36
RPSG	8,94	3,50	6,10	19,30	47,20	2,00	0,32	1,20	7,10	3,10	0,13	9,60	0,05	14,4

ROI: Resíduo Ocre Itabira. RPSG: Resíduo Preto São Gabriel. PPC: Perda por calcinação. SB: Soma de bases. nd: Não detectável.

Fonte: Criado pelo próprio autor.

Uma maior soma de bases influencia diretamente na CTC do substrato utilizado, uma vez que o resíduo possui em sua composição, concentrações de Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺ suficientes para que seja absorvido pelas mudas e assim, contribuir para seu melhor crescimento (RONQUIM, 2010).

A instrução normativa 05 do Ministério da Agricultura, Abastecimento e Pecuária (BRASIL, 2016), discorre que remineralizadores devem possuir uma soma de bases (CaO, MgO e K₂O) maior ou igual a 9% e teor de K₂O maior ou igual a 1%. Neste aspecto, apenas o RPSG se enquadra nesta normativa. Destaca-se o teor de P₂O₅ (um macro nutriente) encontrado neste resíduo, quase vinte vezes maior que o teor encontrado no

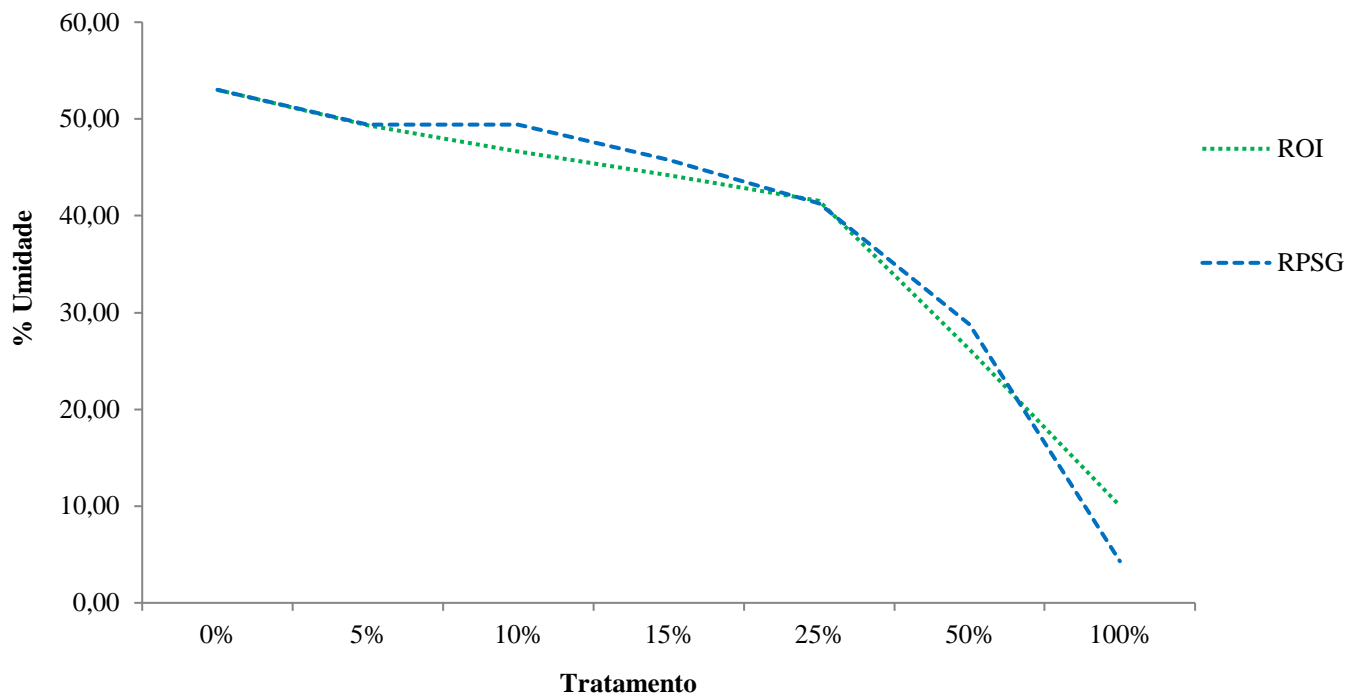
ROI, mostrando que o mesmo possui grande potencial remineralizador. Contudo, deve-se atentar para os teores de Na_2O , Al_2O_3 e FeO que podem interferir na nutrição de mudas, pois agem como agentes tóxicos para as mesmas (COSTA, A. et al., 2010).

Nota-se que para ambos os resíduos, o pH ficou acima de 8, mostrando a natureza alcalina deste material. De acordo com Costa, A. et al. (2010), estas características químicas podem auxiliar no metabolismo químico do solo, pois com o aumento do pH do solo, a acidez potencial é reduzida, o alumínio tóxico passa para forma insolúvel e não absorvido pelas plantas, a maioria das cargas elétricas do solo (CTC) ficam disponíveis para a adsorção dos nutrientes minerais, reduzindo as perdas por lixiviação e aumentando a eficiência da absorção pelas plantas que apresentarão maior desenvolvimento do seu sistema radicular.

Guarçoni M e Fanton (2011) estudaram o efeito do resíduo de beneficiamento do granito na adubação de plantas de café da espécie conilon e concluíram que a aplicação de doses crescentes desse resíduo elevou o pH do solo e reduziu o teor de Al^{3+} , de forma linear, mas em pequena magnitude. Bertossi et al. (2012), que avaliaram a influência da utilização do resíduo fino de beneficiamento de rochas ornamentais silicáticas na qualidade do solo e da água, mostra que o resíduo forneceu nutrientes como Ca, Mg, K, Na e Mn e elevou o pH da água de percolação, permanecendo dentro dos valores considerados normais.

Foi observada uma diminuição da umidade nas misturas preparadas conforme se aumentou a concentração de resíduo (Figura 2).

Figura 2. Teor de umidade dos substratos utilizados para produção de mudas de tomateiro.



Fonte: Criado pelo proprio autor.

Isso se dá, pois o resíduo utilizado em questão se trata de um pó de fina granulação, devido ao processo produtivo empregado em seu beneficiamento e em presença de água, estas partículas se agregam com maior facilidade. Quanto menor a fração do material usado, mais rápido a agregação quando em contato com água.

Em relação aos parâmetros agrônômicos calculados, os mesmos estão descritos nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e diâmetro do coleto (DC), obtidas para mudas de tomateiro aos 28 dias após sementeira.

Conc.	CPA (cm)		CR (cm)		DC (mm)	
	ROI	RPSG	ROI	RPSG	ROI	RPSG
0	12,4 A a	10,1 A b	7,5 A a	7,8 A b	1,58 A a	1,52 A a
5	10,6 A a	10,9 A b	6,8 A a	7,8 A b	1,52 A a	1,59 A a
10	9,6 B b	13,6 A a	6,9 B a	10,0 A a	1,38 B a	1,91 A a
15	8,8 B b	13,1 A a	7,3 A a	8,0 A b	1,19 B b	1,81 A a
25	9,6 B b	14,1 A a	6,6 A a	7,9 A b	1,15 B b	1,96 A a
50	8,2 B b	13,7 A a	4,7 B b	7,5 A b	1,09 B b	1,87 A a
100	5,0 B c	11,2 A b	2,3 B c	5,8 A b	0,62 B c	1,74 A a
CV (%)	24,60	13,11	30,89	15,82	26,61	9,78

Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ROI: Resíduo Ocre Itabira. RPSG: Resíduo Preto São Gabriel. CV: Coeficiente de variação.

Fonte: Criado pelo proprio autor.

Ao avaliar os resultados obtidos pelos tratamentos com ROI para o parâmetro CPA, percebe-se que estatisticamente, as médias se diferem entre os tratamentos 0 a 5, 10 a 50 e 100%. Para o parâmetro CR, nota-se que até 25%, não há diferença estatística entre as médias, havendo apenas nos tratamentos de 50 e 100%, mostrando que o aumento da concentração de resíduo influencia negativamente no crescimento da parte aérea e da raiz.

Quanto aos tratamentos com RPSG para o parâmetro CPA, os menores resultados foram obtidos nos tratamentos de 0, 5 e 100%, mostrando que tanto poucas doses do resíduo, quanto doses em excesso podem inibir o crescimento da parte aérea. Quanto aos resultados obtidos para o parâmetro CR, percebe-se que não houve diferença estatística nas médias, havendo apenas uma variação no tratamento com 10%.

Os resultados médios de CR e CPA que apresentaram melhor desempenho foram os tratamentos com RPSG, que mostraram também menor coeficiente de variação. Particularmente, o alto valor de coeficiente de variação nos parâmetros que utilizam ROI se dá pelos baixos valores apresentados nos tratamentos que utilizaram 100% de resíduo.

Outra observação a ser feita está relacionada às maiores variações estatística encontradas nos resultados de CR em comparação aos dados de CPA, que pode ser uma estratégia da planta em enviar mais nutrientes para a parte aérea em detrimento da raiz, por conta da riqueza mineral, já que não necessita de raiz para absorvê-la.

Ehlers e Arruda (2014), ao avaliarem os efeitos do pó de basalto, somado a misturas com vermiculita e composto comercial de turfa, no desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, observaram que os tratamentos que apresentaram as melhores alturas da parte aérea possuíam até 30% de pó de basalto em sua composição, indicando terem contribuído para o incremento da altura nas mudas. Também observou que a adição de valores superiores a 30% de pó de basalto não contribui para o incremento da altura da parte aérea, possivelmente devido a menor porosidade e menor aeração no substrato.

Pin et al. (2020), ao comparar o desenvolvimento de mudas de café conilon em substrato convencional e com a incorporação da lama abrasiva gerada no beneficiamento de rochas ornamentais ao substrato, observou um efeito positivo na altura da parte aérea, quando adicionou 10% de lama abrasiva ao substrato sem presença de adubação química, mostrando que a mesma pode ser fonte de nutrição para produção de mudas de café conilon.

Ao observar os valores de DC, para todos os tratamentos utilizando o RPSG, não houve diferença estatística nas médias. Já as médias dos tratamentos que utilizaram ROI foram diferentes estatisticamente entre os tratamentos de 0 a 10, 15 a 50 e 100%. Percebe-se novamente, um alto valor de CV no parâmetro que utilizou ROI, devido ao baixo valor de DC apresentado nos tratamentos que utilizou 100% de resíduo.

Resultados semelhantes de DC foram encontrados por Cerqueira et al. (2015), ao avaliar a produção de mudas de tomate em função de diferentes substratos incorporados a casca de arroz carbonizada e húmus, com variações de 1,40 a 1,89 mm. Dos Santos et al. (2015), estudando o potencial de substratos alternativos na produção de mudas de tomate cv. Drica obtiveram melhores resultados de DC em misturas de substrato com maiores doses de casca de arroz carbonizada, com valores de até 3,02 mm.

Tabela 3. Massa fresca da raiz (MFR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca da parte aérea (MSPA), obtidas para mudas de tomateiro aos 28 dias após semeadura.

Conc.	MFR (g)		MFPA (g)		MSR (g)		MSPA (g)	
	ROI	RPSG	ROI	RPSG	ROI	RPSG	ROI	RPSG
0	0,0289	0,0276	0,3514	0,2299	0,0029	0,0033	0,0305	0,0213
	A a	A b	A a	A b	A a	A b	A a	A b
5	0,0284	0,0227	0,2505	0,2620	0,0028	0,0030	0,0248	0,0225
	A a	A b	A a	A b	A a	A b	A a	A b
10	0,0245	0,0417	0,2000	0,4230	0,0022	0,0046	0,0191	0,0412
	B a	A a	B b	A a	B a	A a	B a	A a
15	0,0131	0,0435	0,1503	0,4429	0,0020	0,0046	0,0170	0,0373
	B b	A a	B b	A a	B a	A a	B a	A a
25	0,0134	0,0343	0,1869	0,4621	0,0022	0,0031	0,0200	0,0323
	B b	A b	B b	A a	A a	A b	A a	A a
50	0,0132	0,0319	0,1084	0,4680	0,0014	0,0032	0,0109	0,0324
	B b	A b	B b	A a	B b	A b	B a	A a
100	0,0075	0,0499	0,0731	0,2925	0,0008	0,0047	0,0080	0,0233
	B b	A a	B b	A b	B b	A a	B a	A b
CV (%)	46,71	26,65	49,21	27,90	36,12	21,68	41,49	26,01

Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ROI: Resíduo Ocre Itabira. RPSG: Resíduo Preto São Gabriel. CV: Coeficiente de variação.

Fonte: Criado pelo próprio autor.

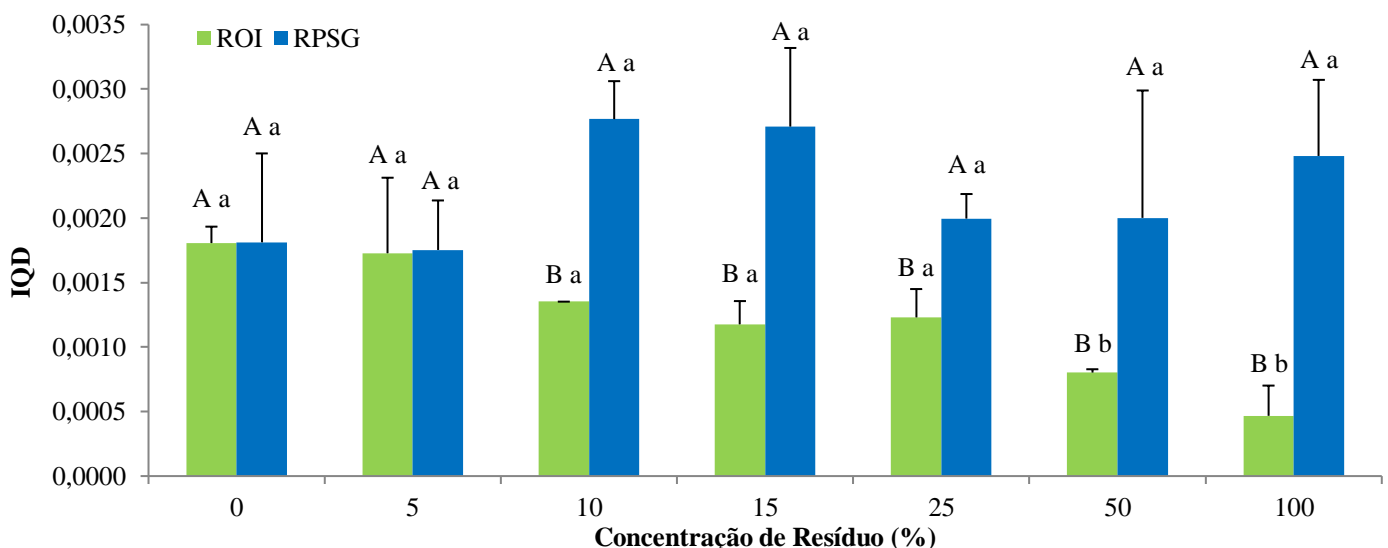
Para as massas frescas obtidas nos tratamentos de ambos os resíduos, mais uma vez os tratamentos com RPSG foram superiores ao ROI, com comportamentos semelhantes aos apresentados para os demais parâmetros até aqui. Enquanto para a MFR, o RPSG apresentou maiores valores para os tratamentos com 10, 15 e 100%, para o ROI, os melhores resultados foram obtidos entre os tratamentos 0 a 10%. Quanto a MFPA, o RPSG apresentou melhores resultados entre os tratamentos de 10 a 50 %, enquanto no ROI, os melhores resultados foram obtidos entre os tratamentos de 0 e 5%.

Estudos de Leal et al. (2007), que avaliavam o crescimento de mudas de tomateiro em diferentes misturas de substratos a base de compostos orgânicos, obtiveram bons resultados de MFPA apenas no tratamento que usava 66% de Crotalária Juncea e 33% de Napier, tendo os demais valores inferiores ao do substrato comercial utilizado como controle. Sampaio et al. (2008) obtiveram bons resultados de MFPA em substratos com 20% de pó de rocha basáltica.

Para as massas secas, o RPSG apresentou melhores resultados entre os tratamentos com 10 a 50% para MSPA e 10 a 15% para MSR, enquanto que o ROI apresentou valores que decaíam à medida que se aumentava a concentração de resíduo para a MSR, com menores resultados apresentados entre os tratamentos de 50 e 100%, mostrando que maiores doses de resíduo podem influenciar negativamente nas massas da muda. Segundo Costa, L. et al. (2014), uma planta bem nutrida apresenta maior matéria seca nas diversas partes componentes (ramos, folhas, caule e raiz) e o maior desenvolvimento radicular reflete em uma melhor nutrição da planta e, conseqüentemente, maior desenvolvimento da parte aérea.

Em relação ao IQD, que é um bom indicador de qualidade, por estar associado ao equilíbrio da distribuição da biomassa na muda (AZEVEDO et al., 2010), apresentou resultados distintos a partir da adição de 10% para ambos os resíduos (Figura 3).

Figura 3. IQD de mudas de tomate cv. Santa Cruz em função dos resíduos estudados.



Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas para diferentes resíduos num mesmo tratamento e minúsculas para o mesmo resíduo em diferentes tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ROI: Resíduo Ocre Itabira. RPSG: Resíduo Preto São Gabriel.

Fonte: Criado pelo próprio autor.

Para os tratamentos com ROI, até 25% de resíduo não apresentaram diferenças estatísticas nas médias. Para o RPSG, as médias não foram estatisticamente diferentes entre si. Se para o ROI houve um decaimento, possivelmente associado à baixa oferta de macronutrientes, para o RPSG, as médias não variaram estatisticamente entre si em ambos os tratamentos. Contudo, ao se calcular o erro padrão de ambos os resíduos, nota-se que os erros encontrados foram maiores no RPSG, possivelmente devido a maior variabilidade no crescimento das mudas.

Valores semelhantes foram encontrados por Cerqueira et al. (2015), Dos Santos et al. (2015) e Silva et al. (2012), ao estudar o crescimento de mudas de tomate cv. Santa Cruz e tomate cv. Drica, em função de diferentes substratos. Segundo os autores, os substratos enriquecidos com resíduos disponibilizaram maiores quantidades de nutrientes para o sistema radicular das plantas, promovendo aumento no desempenho das mudas.

Silva Júnior et al. (2014), ao avaliarem as características agrônômicas de mudas de tomateiro produzidas em materiais regionais alternativos utilizados como substrato e sob adubação foliar, descobriram que plantas que receberam adubação foliar apresentaram resultados significativamente superiores as não adubadas. Krause et al. (2017), ao estudarem o crescimento de mudas de tomateiro produzidas em substratos compostos por uma mistura de fibra de coco, casca de ovo e resíduos da secagem dos grãos de café em níveis crescentes, puderam concluir que o substrato alternativo contendo até 52% dessa mistura proporcionou maiores valores para todas as características agrônômicas avaliadas.

Ao estudar a relação entre o uso de resíduo e sua concentração para todos os parâmetros (CPA, CR, DC, MFR, MFPA, MSR, MSPA e IQD), os resultados obtidos mostraram que, independente do resíduo utilizado, até 5% de concentração não há diferença estatística nas médias. Contudo, ao aumentar a dose, as médias diferem entre si. Este fator está possivelmente atrelado à diferente composição mineralógica dos resíduos estudados.

4 CONCLUSÕES

A análise mineralógica mostrou que o ROI apresentou menor granulometria e por consequência maior área superficial, quando comparado ao RPSG. As análises químicas mostraram que o RPSG apresentou melhor soma de bases e maiores concentrações de macronutrientes.

Para todas as características agronômicas analisadas, o RPSG apresentou melhores médias e menor coeficiente de variação, garantindo maior uniformidade nos resultados. Apresentou também resultados superiores de IQD, mostrando-se promissor no plantio de mudas se incorporado ao substrato comercial.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, L.R.M.; MARTINS, E.S.; MENDES, I.C. Avaliação de uma rocha ígnea como corretivo de acidez e disponibilização de nutrientes para as plantas. Planaltina: EMBRAPA, (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 57), 19 p., 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6502:1995. Rochas e Solos, Rio de Janeiro, 1995.

AZEVEDO, I. M. G. de; ALENCAR, R. M. de; BARBOSA, A. P.; ALMEIDA, N. O. de. Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) em viveiro. *Acta Amazônica*, v. 40, n. 1, p. 157-164, 2010.

BERTOSSI, A. P. A.; NEVES, M. A.; CARDOSO, M. de S. N.; PRADO, A. C. de A.; DAMASCENO C. A.; POLIDORO, J. C.. Influência da utilização do resíduo fino de beneficiamento de rochas ornamentais silicáticas na qualidade do solo e da água. *Geociências* (São Paulo), v. 31, n. 2, p. 185-195, 2012.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 05 de 05 de março de 2016. Estabelece as regras sobre definições, classificação, especificações e garantias, tolerâncias, registro, embalagem, rotulagem e propaganda dos remineralizadores destinados a agricultura. *Diário Oficial da União; Poder Executivo, Brasília, Seção 1*, p.10 13. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes e corretivos. MAPA, 240 p. ISBN 978-85-7991-109-5, 2017.

BRITO, R. S. D.; BATISTA, J. F.; MOREIRA, J. G. do V.; MORAES, K. N. O.; SILVA, S. O. da. Rochagem na agricultura: importância e vantagens para adubação suplementar. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological* , v. 6, n. 1, 1 ago. 2019.

CERQUEIRA, F. B.; FREITAS, G. A.; MACIEL, C. J.; CARNEIRO, J. S. S.; LEITE R. C. Produção de mudas de tomate cv. Santa cruz em diferentes substratos. *Journal of Bioenergy and Food Science*, Macapá, v.2, n. 2, p. 39-45, 2015.

CEZAR, E.; NANNI, M. R.; CHICATI, M. L.; SOUZA JUNIOR, I. G. de; COSTA, A. C. S. da. Avaliação e quantificação das frações silte, areia e argila por meio de suas respectivas reflectâncias. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 36, n. 4, p. 1157-1166, 2012.

COSTA, A. S. V.; HORN, A. H.; DONAGEMMA, G. K.; DA SILVA, M. B.. Uso do resíduo de granito oriundo da serraria e polimento como corretivo e fertilizante de solos agrícolas. *Revista Geonomos*, v. 18, n. 1, 2010.

COSTA, L. A. de M.; COSTA, M. S. S. de M; PEREIRA, D. C. Composto orgânico e pó de rocha como constituinte de substratos para produção de mudas de tomateiro. *Global Science and Technology*, Rio Verde, v. 07, n. 01, p.16-25, jan.-abr. 2014.

DA ROS, C. O.; REX, F. E.; RIBEIRO, I. R.; KAFER, P. S.; RODRIGUES, A. C.; DA SILVA, R. F.; SOMAVILLA, L. Uso de Substrato Compostado na Produção de Mudanças de Eucalyptus dunnii e Cordia trichotoma. *Floresta e Ambiente*, v. 22, n. 4, p. 549-558, 2015.

DA SILVA, L. P.; DE OLIVEIRA, A. C.; ALVES, N. F.; DA SILVA, V. L.; DA SILVA, T. I. Uso de substratos alternativos na produção de mudas de pimenta e pimentão. In: *Colloquium Agrariae*. ISSN: 1809-8215.v. 15, n 3, p. 104-115, 2019.

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

DOS SANTOS, A. C. M.; CARNEIRO, J. S. da S.; FERREIRA JÚNIOR, J. M.; DA SILVA, M. C. A.; DA SILVA, R. R.. Produção de mudas de tomateiro cv. Drica sob substratos alternativos. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 11, n. 4, p. 1-12, 2015.
EHLERS, T.; ARRUDA, G. O. S. F. de. Utilização do pó de basalto em substratos para mudas de Eucalyptus grandis. *Floresta e Ambiente*, v. 21, n. 1, p. 37-44, 2014.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFPA)*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GIULIANI, J. C. RIETH, S.; SOARES, W.; LOUROS, G.; DE SOUZA, P. V. D. Substratos e recipientes para a produção de porta-enxertos de citros irrigados por subcapilaridade. *Ciência Rural*, v. 44, n. 3, p. 446-452, 2014.

GUARÇONI M, A.; FANTON, C. J. Resíduo de beneficiamento do granito como fertilizante alternativo na cultura do café. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 1, p. 16-26, 2011.

KRAUSE, M. R.; MONACO, P. A. V. L.; HADDADE, I. R.; MENEGHELLI, L. A. M.; SOUZA, T. D. Aproveitamento de resíduos agrícolas na composição de substratos para produção de mudas de tomateiro. *Horticultura Brasileira*, v. 35, n. 2, p. 305-310, apr. 2017.

LEAL, M. A. de A.; GUERRA, J. G. M.; PEIXOTO, R. T. G.; ALMEIDA, D. L. de. Utilização de composto orgânicos como substratos na produção de mudas de hortaliças. In: *Embrapa Solos-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. Horticultura Brasileira, v. 25, n. 3, p. 392-395., jul./set. 2007

MACHADO NETO, A. da S.; PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M. de; GRAVINA, G. de A., DAHER, R. F. Costs, viability and risks of organic tomato production in a protected environment. *Revista Ciência Agronômica*, v. 49, n. 4, p. 584-591, 2018.

MAKISHIMA, N.; MELO, W. F. O rei das hortaliças. *Cultivar HF, Pelotas*, n. 29, p. 28-32, 2004.

MARTINELLI, S. S.; CAVALLI, S. B.. Alimentação saudável e sustentável: uma revisão narrativa sobre desafios e perspectivas. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 24, p. 4251-4262, 2019.

MELAMED, R.; GASPAR, J. C.; MIEKELEY, N. Pó-de-rocha como fertilizante alternativo para sistemas de produção sustentáveis em solos tropicais. Fertilizantes: agroindústria e sustentabilidade. Rio de Janeiro, CETEM/MCT, p. 385-395, 2009.

MINAMI, K. Produção de mudas de alta qualidade em horticultura. São Paulo: T.A. QUEIROZ, 1995. p. 27-37.

NESPOLI, A. COCHEV, J. S.; JÚNIOR, S. S.; NEVES, S. M. A. da S. Produção de hortaliças pela agricultura familiar de Alta Floresta, Amazônia Matogrossense. CAMPO-TERRITÓRIO: revista de geografia agrária, v. 10, n. 21. 2015.

NEVES, J. M. G.; SILVA, H. P. da; DUARTE, R. F. Uso de substratos alternativos para produção de mudas de moringas. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 5, n. 1, p. 173-177, 2010.

NEVES, M. A. SANTOS, M. A. A.; TAGUCHI, S. P.; RANGEL, C. V. G. T.; RAYMUNDO, V. Interações ambientais e resistência física de um depósito de resíduos finos da indústria de rochas ornamentais. Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 24, n. 4, p. 785-797, 2019.

PIN, G. A.; ROSSI, M. T.; ALMEIDA, R. F. de; SOUZA, S. H. de; SILVA, L. G. F.; ALCÂNTARA, L. R. da R. Desenvolvimento de mudas de café conilon utilizando lama abrasiva como fonte de adubação. Cadernos de Agroecologia, v. 15, n. 1, 2020.

RONQUIM, C. C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. Embrapa Territorial-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2010.

SAMPAIO, R. A. RAMOS, S. J.; GUILHERME, D. O.; COSTA, C. A. da; FERNANDES, L. A. Produção de mudas de tomateiro em substratos contendo fibra de coco e pó de rocha. Horticultura Brasileira, v. 26, p. 499-503, 2008.

SILVA, R.R.; RODRIGUES, L.U.; FREITAS, G.A.; MELO, A.V.; NASCIMENTO, I.R.; D'ANDRÉA, A.F. Influência de casca de arroz carbonizada em diferentes substratos na qualidade de mudas de tomateiro.

Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v.7, p.803-809, 2012.

SILVA JÚNIOR, J. V. da; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; BRITO, L. P. da S.; AVELINO, R. C.; CAVALCANTE, I. H. L. Aproveitamento de materiais alternativos na produção de mudas de tomateiro sob adubação foliar. Revista Ciência Agronômica, v. 45, n. 3, p. 528-536, 2014.