

Neutralização da acidez em substrato de casca de pinus com diferentes granulometrias

Fernanda Ludwig¹, Dirceu Maximino Fernandes², Amaralina Celoto Guerrero³,
Guilherme Amaral Ferreira⁴, Valeria Pohlmann⁵

¹ Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), Santa Cruz do Sul, RS.
E-mail: fernanda-ludwig@uergs.edu.br

² Universidade Estadual "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo (FCA/UNESP), Botucatu, SP.
E-mail: dmfernandes@fca.unesp.br

³ Sebrae – SP, Brasil.
Email: maracguerrero@hotmail.com

⁴ Centro de Citricultura Sylvio Moreira, Instituto Agrônomo (IAC), Cordeirópolis, SP.
E-mail: 23guilhermeferreira@gmail.com

⁵ Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS.
E-mail: valeriapohlmann@hotmail.com

Submetido em: 24 julho 2019. Aceito: 7 out. 2019.
DOI: <http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.61.01-08>

Resumo

Os substratos são utilizados na maioria dos cultivos em plantas ornamentais. Entre suas características essenciais, destaca-se o valor do potencial hidrogeniônico (pH), que pode influenciar a disponibilidade de nutrientes às plantas, podendo favorecer sua absorção, dificultar e ainda causar fitotoxidez. Apesar da sua importância, as informações que auxiliem na sua manutenção para adequar às necessidades das plantas são escassas. Desse modo, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a neutralização da acidez em substrato de casca de pinus com diferentes granulometrias. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento experimental de blocos ao acaso com 5 doses de calcário dolomítico (5, 10, 15, 20 e 25 g L⁻¹), 5 granulometrias de casca de pinus (<4mm; 4-2mm; <2mm; 2-1mm; <1mm), 4 tempos de incubação (10, 20, 30 e 40 dias) e 4 repetições. Os valores de pH da solução do substrato foram determinados a cada 10 dias, utilizando o método de diluição do 1:5. Os valores de pH do substrato diferiram entre as diferentes granulometrias, doses de calcário e dias de incubação. As menores granulometrias, de <1mm e de 1-2mm apresentaram maiores valores de pH. O aumento das doses de calcário resultou em aumento do pH, enquanto o aumento do tempo de incubação, resultou em decréscimo do pH. Os substratos com diferentes granulometrias de casca de pinus devem receber quantidades de calcário distintas para adequar os valores de pH. Não se recomenda utilizar o substrato na primeira semana após a aplicação do calcário devido à instabilidade do pH, independente da granulometria.

Palavras-chave: Cultivo sem solo. Floricultura. Incubação do calcário. Nutrição.

Abstract

Acid neutralization in pine bark substrate with different grain size

The substrates are used in most crops in ornamental plants. Among its essential characteristics, it is worth highlighting the value of the hydrogen-ionic potential (pH), which can influence the availability of nutrients to the plants, which can favor its absorption, hinder and still cause phytotoxicity. Despite its importance, the information that helps to maintain it to suit the needs of plants is scarce. Thus, the present work was conducted with the objective of evaluating the neutralization of the acidity in substrate of pinus bark with different granulometry. The experiment was conducted in a greenhouse in a randomized block design with 5 doses of dolomitic limestone (5, 10, 15, 20 and 25 g L⁻¹), 5 pinus bark granulometry (<4 mm, 4-2 mm, 2-1 mm, <1 mm), 4 incubation times (10, 20, 30 and 40 days) and 4 replicates. The pH values of the substrate solution were determined every 10 days using the 1:5 dilution method. The pH values of the

substrate differed between the different particle sizes, limestone doses and incubation days. The smaller particle sizes of < 1mm and 1-2mm presented higher pH values. Increasing the doses resulted in increased pH, while increasing the incubation time, resulted in a decrease in pH. Substrates with different pine bark granulometry should receive different amounts of limestone to adjust the pH values. It is not recommended to use the substrate in the first week after application of limestone due to pH instability.

Keywords: Cultivation without soil. Floriculture. Incubation of limestone. Nutrition.

Introdução

O sistema de produção em substratos vem sendo empregado na maioria dos cultivos comerciais de plantas ornamentais (LUDWIG *et al.*, 2014). A escolha de um substrato adequado ao cultivo de plantas em vaso requer o prévio conhecimento das suas características químicas e físicas para melhor formulação de misturas, adubação e irrigação (LUDWIG *et al.*, 2010). As diferenças em suas características ocorrem em função da origem, método de produção ou obtenção e proporções de seus componentes (KRATZ *et al.*, 2013). Apesar da criação da legislação brasileira regulamentar a comercialização de substratos (BRASIL, 2007), este assunto ainda é considerado novo no Brasil e requer mais estudos.

A demanda por substratos tem aumentado, em diversos setores do agronegócio. A utilização de alguns resíduos poderia ser a solução para essa cadeia produtiva, minimizando assim o impacto ambiental que possam gerar. A casca de pinus é um exemplo de resíduo que é amplamente utilizado como substrato tanto na forma pura, como na variação da sua granulometria ou ainda na formulação de substrato juntamente com outros materiais (LONE *et al.*, 2008; SAMPAIO *et al.*, 2008; KRATZ; WENDLING, 2013; KRATZ *et al.*, 2013).

A disponibilidade de nutrientes é um dos principais fatores que influenciam a adequação de substratos orgânicos para o crescimento das plantas, o que depende não somente da presença dos nutrientes, mas também da capacidade de adsorção, do potencial hidrogeniônico (pH), da estabilidade biológica e da presença de compostos orgânicos dissolvidos (CABALLERO *et al.*, 2007).

Para a maioria das culturas ornamentais o pH ótimo do substrato situa-se entre 5,4 e 6,3 (BAILEY; BILDERBACK, 1997; HANDRECK; BLACK, 2002). Segundo Cavins *et al.* (2000), o pH é mais importante que a própria nutrição do substrato, pois afeta principalmente a absorção dos micronutrientes, tais como ferro (Fe) e manganês (Mn), que em valores de pH abaixo de 5,8 tem sua disponibilidade aumentada, podendo levar a uma toxidade para muitas espécies sensíveis ao baixo pH.

De acordo com Handreck e Blanck (2002), o Mn é tóxico principalmente porque desintegra as células da raiz e folha, pelo aumento da atividade da peroxidase, resultando em pequenas pontuações escuras e necróticas, com tamanho e distribuição irregular pelas folhas.

O manganês é requerido para atividade da peroxidase (TAIZ; ZEIGER, 2009) e a toxidez tem sido associada ao aumento da atividade desta enzima, resultando no escurecimento necrótico em folhas (HORIGUCHI; FUKUMOTO, 1987, *apud* EL-JAOUAL; COX, 1998). Pequenas pontuações escuras e necróticas, com tamanho e distribuição irregular pelas folhas tem sido relatadas como sintomas de toxidez de Mn em plantas de gérbera (LUDWIG; GUERRERO; FERNANDES, 2014; MERCURIO, 2002).

Em valores de pH elevados, alguns nutrientes essenciais para o crescimento de plantas tornam-se indisponíveis e, portanto, os sintomas de deficiência começam a surgir, sendo a deficiência de Fe a mais comum. A clorose ocasionada pela deficiência de Fe é o maior problema nas plantas cultivadas em substratos com pH alto, caracterizado pelo amarelecimento das folhas novas, em contraste com o verde frequentemente encontrado nas folhas maduras (CABALLERO *et al.*, 2007), característica essa observada em plantas de gérbera conduzidas com substrato com pH superior a 7,0 (LUDWIG *et al.*, 2014).

A importância do conhecimento dos valores de pH está relacionada com sua influência na disponibilidade de nutrientes bem como no efeito sobre processos fisiológicos da planta (KÄMPF, 2000). No momento da formulação dos substratos, o pH pode ser ajustado pela aplicação de soluções ácidas ou pela mistura de componentes de pH mais baixo (KRATZ *et al.*, 2013). Apesar da sua importância, as informações que auxiliem na manutenção do pH para adequar às necessidades das plantas são escassas (BOARO *et al.*, 2014).

Entre as práticas para a correção da acidez do solo, o uso de calcário é a mais utilizada, pois além de regular o pH, fornece nutrientes como cálcio (Ca) e magnésio (Mg), aumenta a disponibilidade de fósforo (P) e reduz a toxidez por alumínio (Al) no solo (CAIRES *et al.*, 2008; CHAVES; FARIAS, 2008; ARAÚJO;

DEMATTE; GARBUIO, 2009; POLETTO *et al.*, 2011), sendo que as mesmas também podem ser utilizadas para o ajuste de pH no substrato. Problemas decorrentes dos desbalanços nos valores de pH são evitados com a determinação inicial dessa propriedade nos substratos e correção antes do início do cultivo, pois os erros iniciais da calagem podem não ser revertidos a tempo, devido ao maior poder tampão dos substratos orgânicos, dificultando a correção no pH.

Os componentes do substrato, sua granulometria e características físicas e químicas relacionadas, afetam inicialmente a disponibilidade de nutrientes e a salinidade do meio de cultivo e a escolha deverá considerar a necessidade inicial da cultura, bem como sua tolerância a salinidade (LUDWIG; GUERRERO; FERNANDES, 2014). A caracterização física e química dos substratos é necessária para a sua correta formulação e, também, para a recomendação e monitoramento das adubações nos sistemas de cultivo protegido (ABREU *et al.*, 2007), determinando a melhor qualidade do produto final (FERMINO, 2003). Desse modo, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar doses de calcário na neutralização da acidez do substrato a base de casca de pinus separado em diferentes granulometrias.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido em condições de casa de vegetação, no Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo da FCA/UNESP, no município de Botucatu (22°50'S e 48°26'W), estado de São Paulo, no período de maio a junho de 2009. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 5x4 (doses de calcário e tempo de incubação) e 4 repetições, em substrato de casca de pinus, separada nas granulometrias de <4mm, 4-2mm, <2mm, 2-1mm, <1mm.

Os substratos foram caracterizados fisicamente quanto à densidade úmida e seca (BRASIL, 2007) e curva de retenção de água (BOODT; VERDONCK, 1972) e quimicamente quanto ao pH, condutividade elétrica pelo método da diluição do 1:5 (BRASIL, 2007). Os resultados das análises para os substratos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Características físicas e químicas dos substratos com diferentes granulometrias utilizados no experimento.

Substratos	DU	DS	PT	S	EA	AD	AR	CE	pH
	kg m ⁻³				%			dS m ⁻¹	
<4 mm	450	350	83,1	16,9	25,7	31,4	26,0	0,69	4,5
4-2 mm	340	250	82,4	17,6	41,6	16,3	24,5	0,47	4,5
<2 mm	420	340	80,6	19,4	16,8	39,7	24,1	0,67	4,6
2-1 mm	360	300	80,9	19,1	35,0	21,2	24,7	0,52	4,6
<1 mm	440	400	79,8	20,2	7,9	49,6	22,3	0,65	4,6

DU: densidade úmida; DS: densidade seca; PT: porosidade total; S: sólidos; EA: espaço de aeração; AD: água disponível; AR: água remanescente; CE: condutividade elétrica; pH: potencial hidrogeniônico. Fonte: Botucatu, SP. 2009.

As doses de calcário dolomítico, com PRNT de 92% foram de 5, 10, 15, 20 e 25 g L⁻¹. Utilizou-se o vaso com volume de 1 L (11,5 cm de altura, 13 cm de base superior e 9 cm de base inferior), preenchido com base na densidade úmida dos substratos. A quantidade de calcário referente aos tratamentos foi adicionada à massa de substrato de cada vaso de forma individualizada, a fim de garantir uma melhor padronização e homogeneização na mistura. Após a aplicação do calcário, adicionou-se água ao substrato de modo a mantê-lo com 50% da água disponível, sendo então fechados com uso de saco plástico.

Após 10 dias de incubação do calcário (DAI) iniciou-se a análise de pH dos substratos, a qual foi repetida com intervalo de 10 dias, até os 40 DAI. Uma porção do substrato, de aproximadamente 100 mL, foi retirada do vaso e deixada secar ao ar durante 24 horas a fim de padronizar a umidade das amostras, para posterior análise. A metodologia utilizada foi a diluição do 1:5 (BRASIL, 2007), na qual tomou-se uma massa de amostra correspondente ao volume de 30 mL, de acordo com a densidade, e transferiu-se para um frasco com tampa, adicionando 5 partes de água (150 mL). A mistura foi agitada em agitador tipo 'Wagner' durante o período de uma hora, procedendo-se em seguida, a leitura do pH.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F. As médias dos substratos

foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Os efeitos dos dias de incubação e das doses do calcário foram submetidos à análise de regressão, testando os modelos linear e quadrático, escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão a 1% (**) e 5% (*) de probabilidade pelo teste F e no maior valor do coeficiente de determinação (R^2) e procedeu-se o desdobramento da interação entre as doses e os dias de incubação quando significativa. O programa estatístico utilizado foi o Sisvar (FERREIRA, 2011).

Resultados e Discussões

Os valores iniciais de pH do substrato de casca de pinus foram de 4,5 e 4,6 (Tabela 1), e a aplicação de CaCO_3 foi efetiva para elevar os níveis à faixas adequadas ao desenvolvimento da maioria das culturas (Tabela 2). A disponibilidade de nutrientes é um dos principais fatores que influenciam a adequação de substratos orgânicos para o crescimento das plantas, o que está relacionado, sobretudo com o valor de pH da solução do meio (CABALLERO *et al.*, 2007). Segundo Cavins *et al.* (2000), o pH é mais importante que a própria nutrição do substrato, pois afeta principalmente a absorção dos micronutrientes.

Tabela 2 - Valores médios de pH nos diferentes substratos e doses de calcário.

10 DAI						
S	Doses de CaCO_3 (g L ⁻¹)					Equação de regressão
	5	10	15	20	25	
1	5,54 bc	5,95 b	6,56 c	6,72 c	6,94 c	$y = 4,86 + 0,14x - 0,002x^2$ $R^2:0,98^{**}$
2	5,49 c	6,39 a	6,64 bc	6,87 bc	6,99 bc	$y = 4,66 + 0,20x - 0,004x^2$ $R^2:0,97^{**}$
3	5,68 bc	6,39 a	6,95 a	7,16 a	7,25 a	$y = 4,71 + 0,21x - 0,004x^2$ $R^2:0,99^{**}$
4	5,74 ab	6,51 a	6,74 abc	6,77 c	7,06 abc	$y = 5,12 + 0,16x - 0,003x^2$ $R^2:0,93^{**}$
5	5,96 a	6,42 a	6,85 ab	7,04 ab	7,21 ab	$y = 5,35 + 0,13x - 0,002x^2$ $R^2:0,99^{**}$
D*S						**
CV						1,85
20 DAI						
S	Doses de CaCO_3 (g L ⁻¹)					Equação de regressão
	5	10	15	20	25	
1	5,34 c	5,63 c	6,13 c	6,20 b	6,53 b	$y = 5,08 + 0,06x$ $R^2:0,96^{**}$
2	5,89 ab	6,23 a	6,53 a	6,66 a	6,76 a	$y = 5,44 + 0,10x - 0,002x^2$ $R^2:0,99^{**}$
3	5,78 b	6,04 b	6,33 b	6,33 b	6,54 b	$y = 5,66 + 0,037x$ $R^2:0,93^{**}$
4	5,84 b	6,32 a	6,56 a	6,68 a	6,75 a	$y = 5,32 + 0,12x - 0,003x^2$ $R^2:0,99^{**}$
5	6,02 a	6,25 a	6,59 a	6,64 a	6,71 a	$y = 5,61 + 0,09x - 0,002x^2$ $R^2:0,97^{**}$
D*S						**
CV						1,32
30 DAI						
S	Doses de CaCO_3 (g L ⁻¹)					Equação de regressão
	5	10	15	20	25	
1	5,01 d	5,41 c	5,76 d	6,00 c	6,13 c	$y = 4,48 + 0,11x - 0,002x^2$ $R^2:0,99^{**}$
2	5,33 c	5,67 b	6,28 c	6,14 c	6,42 b	$y = 4,74 + 0,13x - 0,002x^2$ $R^2:0,91^{**}$
3	5,19 cd	5,36 c	5,65 d	5,82 d	6,03 c	$y = 4,97 + 0,042x$ $R^2:0,99^{**}$
4	5,90 b	6,26 a	6,47 b	6,50 b	6,61 a	$y = 5,51 + 0,10x - 0,002x^2$ $R^2:0,97^{**}$
5	6,11 a	6,40 a	6,69 a	6,75 a	6,78 a	$y = 5,61 + 0,10x - 0,002x^2$ $R^2:0,99^{**}$
D*S						**

CV	1,51					
40 DAI						
	5	10	15	20	25	
1	4,99 b	5,65 b	5,92 b	6,19 a	6,27 a	$y = 4,30 + 0,16x - 0,003x^2$ R ² :0,99**
2	5,20 b	5,61 b	6,02 ab	6,26 a	6,38 a	$y = 4,99 + 0,06x$ R ² :0,95**
3	4,97 b	5,26 c	5,57 c	5,86 b	6,01 b	$y = 4,72 + 0,054x$ R ² :0,98**
4	5,95 a	5,95 a	6,24 a	6,23 a	6,42 a	$y = 5,79 + 0,02x$ R ² :0,89**
5	5,94 a	6,03 a	6,17 a	6,16 a	6,31 a	$y = 5,86 + 0,17x$ R ² :0,99**
D*S						**
CV						2,06

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey. NS: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. *** significativo a 5% e 1% de probabilidade. S: substratos. D: doses de CaCO₃; S: substrato. 1: >4 mm, 2: 4-2 mm, 3: <2 mm, 4: 2-1 mm, 5: <1 mm. Fonte: Botucatu, SP. 2009.

Os valores ótimos podem variar em função das espécies e cultivares, sendo necessário avaliar individualmente cada caso (HANDRECK; BLACK, 1999). Valores de pH inferiores a 5,0 podem promover deficiência de nutrientes como nitrogênio (N), potássio (K), Ca, Mg e boro (B) e valores de pH superiores a 6,5 podem resultar em problemas com a disponibilidade de P, Fe, Mn, zinco (Zn) e cobre (Cu) (KÄMPF, 2005). Substratos com pH entre 5,5 e 6,8 apresentaram adequada disponibilidade de nutrientes e forneceram condições satisfatórias para a produção de gérbera envasada, em trabalho desenvolvido por Ludwig *et al.* (2014). Também, Rogers e Tjia (1990) sugerem que o pH ideal para gérbera se situa entre 5,5 e 6,5.

Valores inadequados de pH podem afetar a disponibilidade de nutrientes, causando desequilíbrio fisiológico e afetando o desenvolvimento das plantas (ASSIS *et al.*, 2005). Valores de pH entre 3,0 e 5,5 aumentam a disponibilidade de Mn, podendo levar a planta a toxicidade (MERCURIO, 2002). Ludwig *et al.* (2014) verificaram sintomas de pequenas pontuações escuras e necróticas, com tamanho e distribuição irregular pelas folhas de gérbera em plantas conduzidas em substratos com valores de pH de 4,8. Por outro lado, substratos com valores de pH superiores a 7,0 tornam micronutrientes como Fe, Mn e Zn menos disponíveis (LUDWIG *et al.*, 2014) e as plantas apresentaram sintomas de clorose (MERCURIO, 2002), devido à insuficiente absorção de Mn ou Fe (SONNEVELD; VOOGT, 1997).

Os valores de pH da solução do substrato elevaram-se em função do aumento da dose do CaCO₃ aplicado, com respostas quadráticas e lineares, variando de 5,59 na dose de 5 g L⁻¹ até 6,61 na dose de 25 g L⁻¹ (Tabela 2). O aumento do pH com o aumento da quantidade de CaCO₃ adicionada, se deve a uma maior quantidade de hidroxilas produzidas pelo ânion carbonato presente. Em estudo, Sousa *et al.* (2013) também observaram o aumento do pH com o aumento das doses de CaCO₃. Em aplicação de calcário no sulco da semeadura de feijão comum, Nascente e Cobucci (2015) também observaram aumento do pH do solo com o aumento das doses de CaCO₃. O mesmo resultado também foi encontrado em Argissolo Vermelho alítico, em Latossolo Amarelo distrófico e em Espodossolo Humilúvico no estado do Acre (FRADE JUNIOR *et al.*, 2013).

Houve redução nos valores de pH ao longo do tempo de incubação, com respostas quadráticas negativas (Tabela 3). O decréscimo do pH com o aumento no período de incubação demonstra o poder tampão do substrato, onde os íons H⁺ são deslocados do complexo de troca pelo Ca²⁺ e, na solução do solo reagem com o OH⁻. Como a quantidade de hidroxilas adicionadas pelo calcário é limitada, ao serem utilizadas na neutralização da solução, com o alto poder tampão do substrato, a tendência durante o tempo, é a diminuição do pH do meio. Em estudo, Veloso *et al.* (1992) também verificaram a diminuição do pH com o período de incubação de calcário.

Tabela 3 - Valores médios de pH nos diferentes substratos ao longo dos dias de incubação do calcário (DAI).

Substrato	DAI				Média	CV (%)	Equação de regressão
	10	20	30	40			
<4 mm	6,04 c	5,96 c	5,66 d	5,80 b	5,87	2,16	$y = 5,63 + 0,01x - 0,0005x^2$ R ² : 0,83**
4-2 mm	6,18 b	6,41 a	5,97 c	5,89 b	6,11	1,67	$y = 6,53 - 0,02x^2$ R ² : 0,98**
<2 mm	6,38 a	6,20 b	5,61 d	5,53 c	5,93	1,61	$y = 7,13 - 0,04x + 0,0003x^2$ R ² : 1,00**
2-1 mm	6,26 b	6,43 a	6,35 b	6,16 a	6,3	1,24	$y = 7,48 - 0,06 + 0,0008x^2$ R ² : 1,00**
<1 mm	6,40 a	6,44 a	6,54 a	6,12 a	6,38	1,71	$y = 7,68 - 0,067x + 0,0008x^2$ R ² : 1,00**

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey. NS: não significativo ao nível de 5% de probabilidade. *,** significativo a 5% e 1% de probabilidade. D: doses de CaCO₃; S: substrato. 1: >4 mm, 2: 4-2 mm, 3: <2 mm, 4: 2-1 mm, 5: <1 mm. Fonte: Botucatu, SP. 2009.

Independente da dose de calcário aplicada ao substrato com menor granulometria (<1 mm), os valores de pH situaram-se na faixa de 5,94 a 7,21 (Tabela 2). No início da incubação, as maiores doses, de 20 e 25 g L⁻¹ apresentaram valores de pH entre 7,0 e 7,21, superiores ao recomendado para a maioria das culturas, como para soja, feijão, milho e trigo está em torno de 6,0 (FAGERIA; ZIMMERMANN, 1998), para arroz de terras altas de 5,0 a 5,5 (FAGERIA, 2000), e de 5,5 a 6,5 para gérbera (ROGERS; TJIA, 1990). Inicialmente, os valores de pH foram mais elevados, devido a neutralização do H⁺ presente na solução do substrato. Ao final de 40 DAI, a dose de 5 g L⁻¹ atingiu pH inferior a 6,0. De acordo com Bailey, Fonteno e Nelson (2004), o intervalo ideal de pH para substratos orgânicos sem solo é 5,4 a 6,8.

De forma geral, os maiores valores de pH foram obtidos nos substratos com as menores granulometrias, de <1 mm e de 1-2 mm, com valores médios de 6,38 e 6,30, respectivamente (Tabelas 2 e 3). Resultado semelhante também foi encontrado por Ludwig, Guerrero e Fernandes (2014), ao observarem que substratos com maiores proporções de casca de pinus fina, resultaram em valores de pH superiores, pois a menor granulometria indica um estágio de decomposição avançado, com maior estabilidade.

Visto que os valores de pH serão superiores e ainda não estabilizados na primeira semana após a aplicação do calcário (Tabela 3), para que possam garantir valores adequados para as culturas, recomenda-se que o plantio ocorra após 20 dias da incubação. Em aplicação de calcário com composição de 32,7% de CaO e 7,4% de MgO em um Latossolo, se concluiu que o tempo necessário de incubação para neutralização da acidez é de 35 dias (DUDA; SALVIANO, 2007).

Os resultados obtidos permitem inferir que substratos a base de casca de pinus, com granulometrias diferenciadas devem receber quantidades de calcário distintas para que se possa obter valores ideais de pH para o desenvolvimento das culturas (Tabela 2). O pH dos substratos deve ser distinto para atender as diferentes necessidades de cada espécie (BAILEY; FONTENO; NELSON, 2004).

Considerações Finais

Substratos de casca de pinus com granulometrias diferenciadas devem receber quantidades de calcário distintas para adequar os valores de pH a cada cultivo. Não é recomendado utilizar o substrato na primeira semana após a aplicação do calcário devido a instabilidade do pH.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior – CAPES e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

Referências

- ABREU, M.F.; ABREU, C.A.; SARZI, I.; PADUA JUNIOR, A.L. Extratores aquosos para a caracterização química de substratos para plantas. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 2, p.184-187, 2007.
- ARAÚJO, S. R.; DEMATTÊ, J. A. M.; GARBUIO, F. J. Aplicação de calcário com diferentes graus de reatividade: alterações químicas no solo cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 6, p.1755-1764, 2009.
- ASSIS, A. M.; FARIA, R. T.; COLOMBO, L. A.; CARVALHO, J. F. R. P. Utilização de substratos à base de coco no cultivo de *Dendrobium nobile* Lindl. (Orchidaceae). **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 2, p.255-260, 2005.
- BAILEY, D. A.; BILDERBACK, T. **Alkalinity control for irrigation water used in nurseries and greenhouses**. 1997. Disponível em: <https://content.ces.ncsu.edu/alkalinity-control-for-irrigation-water-used-in-nurseries-and-greenhouses>. Acesso em: 30 de set. 2018.
- BAILEY, D. A.; FONTENO W. C.; NELSON, P. V. **Greenhouse substrates and fertilization**. Raleigh: North Caroline State University, 2004. 15 p.
- BOARO, V.; SCHWARZ, S. F.; SOUZA, P. V. D.; SOARES, W.; LOUROSA, G. V. Enxofre elementar no manejo do pH de substrato orgânico alcalino. **Ciência Rural**, v. 44, n. 12, p.2111-2117, 2014.
- BRASIL. Instrução Normativa n.17, de 21 de maio de 2007. Aprova os Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos e Condicionadores de Solos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 maio. 2007. Seção 1, p.8.
- CABALLERO, R.; ORDOVÁS, K.; PAJUELO, P.; CARMONA, E.; DELGADO, A. Iron chlorosis in gerbera as related to properties of various types of compost used as growing media. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 38, n. 17-18, p. 2357-2369, 2007.
- CAIRES, E. F.; PEREIRA FILHO, P. R. S.; ZARDO FILHO, R.; FELDHAUS, I. C. Soil acidity and aluminium toxicity as affected by surface liming and cover oat residues under a no-till system. **Soil Use and Management**, v. 4, n. 3, p.302-309, 2008.
- CAVINS, T. J.; WHIPKER, B. E.; FONTENO, W. C.; HARDEN, B.; McCALL, I.; GIBSON, J. L. **Monitoring and managing pH and EC using the PourThru extraction method**. Raleigh: Horticulture Information, 2000. 17 p.
- CHAVES, L. H. F.; FARIAS, C. H. A. Escória de siderurgia e calcário na correção da acidez do solo e na disponibilidade de cálcio, magnésio e fósforo. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 5, p. 75-82, 2008.
- DE BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulturae**, v.1, p.37-44, 1972.
- DUDA, G. P.; SALVIANO, A. M. Alterações na fertilidade de um latossolo devido à prática da calagem recomendada pelo método de incubação. **Revista Científica Rural**, v.12, n.1, p.28-35, 2007.
- EI-JAOUAL, T.; COX, D.A. Manganese toxicity in plants. **Journal of Plant Nutrition**, v.21, n.2, p. 353- 386, 1998.
- FAGERIA, N. K. Resposta de arroz de terras altas à correção de acidez em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 11, p. 2303-2307, 2000.
- FAGERIA, N. K.; ZIMMERMANN, F. J. P. Influence of pH on growth and nutrient uptake by crop species in an Oxisol. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 29, n. 17, p. 2675- 2682, 1998.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistic analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FRADE JUNIOR, E. F.; BRITO, E. S.; ORTEGA, G. P.; MATTAR, E. P. L. Neutralização química de acidez em solos sedimentares da Amazônia Ocidental, Acre. **Enciclopédia Biosfera - Centro Científico Conhecer**, v. 9, n. 16, p. 1566-1572, 2013.
- HANDRECK, K. A.; BLACK, N. D. **Growing Media for ornamental plants and turf**. Sydney: UNSW Press, 1999. 448 p.
- HANDRECK, K. A.; BLACK, N. D. **Growing media for ornamental plants and turf**. Sydney: UNSW Press, 2002. 542 p.
- KRATZ, D.; WENDLLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; ZOUZA, P. V. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, v. 37, n. 6, p. 1103-1113, 2013.
- KRATZ, D.; WENDLING, I. Produção de mudas de *Eucalyptus dunniem* substratos renováveis. **Floresta**, v. 43, n. 1, p. 125-136, 2013.

- KÄMPF, A. N. Preparo do substrato para a produção de plantas ornamentais. In: KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2005. p. 45-88.
- LONE, A. B.; BARBOSA C. M.; TAKAHASHI, L. S. A.; FARIA, R. T. Aclimatização de *Cattleya* (Orchidaceae), em substratos alternativos ao xaxim e ao esfagno. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 4, p. 465-469, 2008.
- LUDWIG, F.; GUERRERO, A. C.; FERNANDES, D. M.; VILLAS BÔAS, R. L. Análise de crescimento de gérbera de vaso conduzida em diferentes substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 70-74, 2010.
- LUDWIG, F.; FERNANDES, D. M.; GUERRERO, A. C.; VILLAS BÔAS, R. L. Características dos substratos na absorção de nutrientes e na produção de gérbera de vaso. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 184-189, 2014.
- LUDWIG, F.; GUERRERO, A. C.; FERNANDES, D. M. Caracterização física e química de substratos formulados com casca de pinus e terra de subsolo. **Cultivando o Saber**, v. 7, n. 2, p. 152-162, 2014.
- MERCURIO, G. **Gerbera cultivation in greenhouse**. The Netherlands: Schreurs, 2002. 206p.
- NASCENTE, A. S.; COBUCCI, T. Calcário na forma de micropartículas aplicado no sulco de semeadura aumenta produtividade do feijoeiro. **Revista Ceres**, v. 62, n. 6, p. 597-606, 2015.
- POLETTI, I.; MUNIZ, M. F. B.; CECONI, D. E.; BLUME, E. Influência da aplicação de NPK e calcário sobre o crescimento da erva mate, severidade da podridão-de-raízes e população fúngica do solo. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 3, p. 429-444, 2011.
- ROGERS, M. N.; TJIA, B. O. **Gerbera production for cut flowers and pot plants**. Portland: Timber Press, 1990. 116p.
- SAMPAIO, R. A.; RAMOS, S. J.; GUILHERME, D. O.; COSTA, C. A.; FERNANDES, L. A. Produção de mudas de tomateiro em substratos contendo fibra de coco e pó de rocha. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 4, p. 499-503, 2008.
- SOUSA, L. F. R. A.; MARINHO, R. W. D.; NUNES, F. M.; SILVA, R. V.; NASCIMENTO, I. O.; SILVA, W. A. Determinação do pH de um argissolo vermelho amarelo distrófico incubado com aplicação de doses crescentes de CaCO₃ por diferentes métodos. **Revista Agroecossistemas**, v. 5, n. 2, p. 58-63, 2013.
- SONNEVELD, C.; VOOGT, W. Effects of pH and Mn application on yield and nutrient absorption with rockwool grown gerbera (refereed). **Acta Horticulturae**, v. 450, p. 139-147, 1997.
- VELOSO, C. A. C.; BORGES, A. L.; MUNIZ, A. S.; VEIGAS, I. A. J. M. Efeito de diferentes materiais no pH do solo. **Scientia Agricola**, v. 49, n. 1, p. 123-128, 1992.