

SUBSTRATOS E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM DUAS ESPÉCIES CÍTRICAS

João Antonio Galbiatti¹; Ítalo Herbert Lucena Cavalcante²; Sérgio Ademir Calzavara²; Vanessa Lorencini Da Silva³; Onã da Silva Freddi¹

¹ Departamento de Engenharia Rural, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, SP, galbi@fcav.unesp.br

² Pós-graduandos da disciplina de irrigação, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, SP

³ Aluna de iniciação científica, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, SP

1 RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo verificar a influência do resíduo de bauxita e lâminas de irrigação na germinação e crescimento inicial de plantas de citros. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em um esquema fatorial 2x6x3, sendo duas espécies de citrus limão cravo (*Citrus limonia*) e limão volkameriano (*Citrus volkameriana*), seis substratos: T - (testemunha) 100% casca de pinus; S1 - casca de pinus + calcário; S2 - casca de pinus + 1% de resíduo de bauxita; S3 - casca de pinus + 2% de resíduo de bauxita; S4 - casca de pinus + 5% de resíduo de bauxita; e S5 - casca de pinus + 10% de resíduo de bauxita e três lâminas de irrigação: 50% (L1), 100% (L2) e 150% (L3) da evaporação diária medida no atmômetro. Os parâmetros avaliados foram número de plântulas emergidas, altura de plântulas, matéria seca da raiz e da parte aérea. Irrigações abaixo da evaporação medida pelo atmômetro causaram diminuição na altura de plântulas de citrus. A reposição de água acima da evaporação diária causou efeito negativo sobre a emergência de plântulas de limão volkameriano. O limão Cravo apresentou maior desenvolvimento radicular com o aumento da irrigação em relação ao volkameriano. Com o acréscimo da dose de resíduo houve diminuição na altura de plântulas e no desenvolvimento radicular.

Unitermos: citros, irrigação, resíduo e emergência.

GALBIATTI, J. A.; CAVALCANTE, I. H. L.; CALZAVARA, S. A.; DA SILVA, V. L.; FREDDI, O. da S.. SUBSTRATE AND IRRIGATION LEVELS ON TWO CITRUS SPECIES

2 ABSTRACT

The present study aimed to identify the influence of bauxite residue from the extraction process and irrigation levels on citrus plant germination and initial growth. A completely randomized factorial design was developed with two citrus species: *Citrus limonia* and *Citrus volkameriana*; six substrates: T (100% of pinus bark), S1 (pinus bark + calcarium), S2 (pinus bark +1% of bauxite residue), S3 (pinus bark +2% of bauxite residue), S4 (pinus bark +5% of bauxite residue) and S5 (pinus bark +10% of bauxite residue); 3 irrigation levels were calculated based on daily evaporation, obtained from an atmometer: 50%(L1), 100%(L2) and 150%(L3). The number of seeds that germinated, plant height, dry mass of root and plant were evaluated. 50% irrigation level reduced plant height. 150% irrigation level caused negative effect on *Citrus volkameriana* plant germination. *Citrus limonia* presented higher root development than *Citrus volkameriana* when irrigation level was increased. Height and root development of plants decreased when bauxite residue level was increased on substrate.

Keywords: citrus, bauxite residue and plant germination.

3 INTRODUÇÃO

A citricultura constitui-se numa das mais importantes atividades do cenário agrícola brasileiro tanto econômica quanto socialmente. De todas as árvores frutíferas, cultivadas no mundo, a laranjeira é a mais conhecida, sendo originária do leste asiático nas regiões que incluem hoje Índia, China, Butão, Birmânia e Malásia. Atualmente, os pomares mais produtivos encontram-se nas regiões de clima tropical e subtropical, destacando-se o Brasil, Estados Unidos, México, China e África do sul. São Paulo, no Brasil, e Flórida, nos Estados Unidos, são as principais regiões produtoras do mundo.

Atualmente, é obrigatório que as mudas cítricas sejam produzidas em ambiente protegido, com a utilização de substrato imune a patógenos, além de adoção de uma série de medidas para evitar a incidência de doenças que venham a comprometer a sanidade do pomar (SCIVITTARO et al., 2004).

A água é o fator que exerce maior influência sobre o processo germinativo, principalmente devido a reidratação dos tecidos, seguido da intensificação da respiração e todas as outras atividades metabólicas, culminando com o fornecimento de energia e nutrientes necessários aos processos de crescimento e desenvolvimento (CARVALHO & NAKAGAWA, 1988).

A evaporação no interior da casa de vegetação, em geral, é menor do que se registra no exterior, sendo esse fato atribuído à parcial capacidade da cobertura, à radiação solar e à redução da ação dos ventos, principais fatores da ação evaporativa da atmosfera (FARIAS et al., 1994).

Os substratos utilizados para formação de mudas de citros baseiam-se fundamentalmente em vermiculita, perlita, areia, turfa e casca de pinus (SCIVITTARO et al., 2004). Alguns autores como Oliveira et al. (2001) concordam que a suplementação com fertilizantes minerais seja necessária para um desenvolvimento mais eficiente. Neste sentido, a utilização de resíduos industriais durante período de germinação e formação de mudas constitui uma alternativa a ser considerada, no sentido de defesa ambiental ou mesmo melhoria de características físico e químicas.

As características químicas e composição do resíduo da bauxita depende do mineral do qual foi derivado, do processo que a bauxita foi submetida para extração da alumina (WONG, 1990).

Fortin & Karam (2001) observaram que a absorção de fósforo aumenta com o aumento dos teores de fósforo adicionado ao resíduo de bauxita e com o tempo de incorporação do nutriente ao substrato.

Summers et al. (2001) estudando o efeito da aplicação do resíduo de bauxita em solos arenosos, observaram que a aplicação de 20 t ha⁻¹ dobrou o peso da matéria seca de trevo subterrâneo e elevou o pH do solo.

A aplicação do resíduo de bauxita objetivado a melhoria nas propriedades físicas e químicas de solos arenosos, se caracteriza em uma alternativa para os agricultores no entanto, a aplicação em altas doses, sem tratamento prévio para sua neutralização, pode prejudicar o rendimento das plantas (Kuada, 2003). Buscando aumentar os conhecimentos a respeito do resíduo e testar algumas formas de uso na agricultura, o presente trabalho teve por objetivo verificar a influência do resíduo do processo de extração da bauxita e lâminas de irrigação na germinação e crescimento inicial de limão cravo e limão volkameriano.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação localizada no setor de engenharia rural no Campus da UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, no município de Jaboticabal – SP, localizada a 21° 15' 22" de latitude sul, 48° 18' 58" de longitude oeste e a 575 metros de altitude. O clima conforme classificação de Köppen é do tipo subtropical com inverno seco (Cwa), com precipitação média anual de 1400mm, temperatura média anual de 22°C e umidade relativa média do ar de 70%. A casa de vegetação é coberta com filme de plástico transparente de 200 µm e cercada lateralmente com tela de cor branca e malha de 2 mm².

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x6x3 com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos por duas cultivares de citrus: limão cravo (*Citrus*

limonia) e limão volkameriano (*Citrus volkameriana*), seis substratos constituídos de casca de pinus e resíduo obtido do processo de extração da bauxita e três lâminas de irrigação. A composição dos substratos foram as seguintes: T - (testemunha) 100% casca de pinus; S1 – casca de pinus + calcário; S2 – casca de pinus + 1% de resíduo de bauxita; S3 – casca de pinus + 2% de resíduo de bauxita; S4 – casca de pinus + 5% de resíduo de bauxita; e S5 – casca de pinus + 10% de resíduo de bauxita. As lâminas de irrigação foram calculadas baseando-se em 50% (L1), 100% (L2) e 150% (L3) da evaporação diária medida no atmômetro localizado à 1,5 m de altura dentro da estufa, conforme Broner & Law (1991). Sendo que para cada mL evaporado no atmômetro eram repostos 1,6 mL de água para a L1; 3,3 mL para a L2 e 4,9 mL para a L3 em cada tratamento, respectivamente, repondo a água necessária para voltar ao teor de umidade inicial no tratamento L2, ou seja, a umidade de capacidade de campo, manter o tratamento L1 em déficit e o tratamento L3 em excesso hídrico no solo.

O experimento teve início no dia 02/04/2004 e término no dia 13/07/2004, neste período totalizo-se uma quantidade de água aplicada de 145,90; 320,10 e 475,3 mL para os tratamentos L1; L2 e L3 respectivamente.

O resíduo de bauxita foi obtido junto a ALCOA ALUMÍNIO S/A. Este resíduo foi seco, moído, peneirado e homogeneizado. A composição química esta apresentada na Tabela 01.

Tabela 1. Resultado da análise química do resíduo da extração de bauxita.

Elementos encontrados						
K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
-----mg kg ⁻¹ -----			-----ppm-----			
318	435	7	5	18900	1230	134

As sementes de limão cravo (*Citrus limonia*) e limão volkameriano (*Citrus volkameriana*), foram semeadas em copos de polietileno de cor branca com capacidade para 190 mL. Cada recipiente recebeu 3 sementes. Após a emergência deixou-se apenas uma plântula por copo. Os parâmetros avaliados foram: número de plântulas emergidas (NPE); número de folhas emitidas (NF); matéria seca da raiz (MSR) e matéria seca da plântula (MSP).

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F para diagnóstico do efeito significativo e pelo teste de Tukey para avaliação de diferença significativa entre as variáveis estudadas (FERREIRA, 2000).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 encontra-se o comportamento do número de folhas e altura de plântulas das espécies estudadas submetidas a diferentes percentagens de reposição da evaporação diária medida no atmômetro. Observa-se um maior valor para ambas as variáveis sob reposição hídrica de 100% da evaporação.

Observa-se que os níveis de reposição da evaporação exerceram efeito significativo sobre a emergência de plântulas do limão volkameriano, com as lâminas L1 e L2 não diferindo entre si e superiores à L3 (Tabela 2). As espécies estudadas, quando submetidas à mesma lâmina de reposição, apresentaram comportamento semelhante, exceção feita a lâmina L3, onde o limão cravo obteve maior valor. Percentualmente, esses valores concordam com os reportados por Usberti et al. (1980), que indicam germinação de 90% para sementes cítricas plantadas frescas. O número de folhas e a altura de plantas não sofreram efeito estatístico significativo.

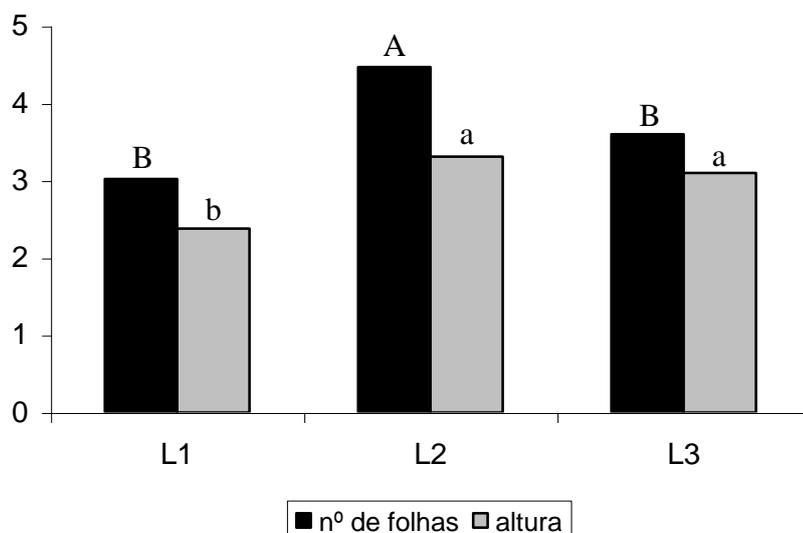


Figura 1. Número de folhas e altura de plântulas sob diferentes porcentagens de reposição da evaporação diária (L1 = 50%; L2 = 100%; L3 = 150%).

Quanto à produção de matéria seca (Tabela 2), o limão cravo apresentou-se superior em relação ao volkameriano. Tanto na produção de matéria seca de raízes como da parte aérea as espécies cítricas apresentaram comportamentos semelhantes. Para o limão cravo, a lâmina de reposição L3 proporcionou as maiores médias, enquanto que para o volkameriano foi a L2.

Tabela 2. Número de plântulas emergidas (NPE), número de folhas (NF), altura de plântula (A), matéria seca da raiz (MSR) e da parte aérea (MSP) avaliadas em duas espécies de citrus sob diferentes lâminas de irrigação.

Lâmina	NPE	NF	A (cm)	MSR (g)	MSP (g)
Limão cravo					
L1	1,63A	3,46	2,66	0,048 Ab	0,037 Ab
L2	1,91A	4,62	3,29	0,091 Aab	0,045 Bb
L3	1,91A	4,16	3,47	0,086 Aa	0,073 Aa
Limão volkameriano					
L1	1,50 Aa	2,58	2,10	0,045 Ab	0,024 Ab
L2	1,70 Aa	4,33	3,32	0,064 Ba	0,064 Aa
L3	1,00 Bb	3,04	2,65	0,055 Bb	0,036 Bb

L1 = 50% da evapotranspiração; L2 = 100% da evapotranspiração; L3 = 150% da evapotranspiração. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras maiúsculas referem-se à comparação das espécies na mesma lâmina e as minúsculas comparam médias de uma espécie em diferentes lâminas.

De acordo com as Figuras 2 e 3, a altura de plantas e a produção de matéria seca das raízes apresentaram comportamento decrescente de acordo com o aumento percentual do resíduo no substrato, talvez devido ao elevado pH que o resíduo condiciona o substrato, neutralizando metais e ácidos (LIN et al., 2002) e interferindo diretamente nos processos de crescimento e desenvolvimento das plântulas semelhante aos efeitos salinos, como também observado por Cavalcante et al. (2001) e Cavalcante et al. (2002) para as culturas da graviola e maracujá, respectivamente. Ainda, segundo Larcher (2000), A salinidade guarda uma forte relação com o potencial osmótico do solo, com a toxicidade iônica específica e com a degradação das condições físicas que podem ocorrer nesse solo.

Essas variáveis podem determinar a redução das taxas de crescimento da planta e, em casos de severidade, a perda total da plantação, podem também reduzir a retirada de água do solo pela planta, pela diminuição do potencial osmótico. Isso obriga a planta a utilizar uma elevada quantidade da energia disponível para ajuste da concentração de sais no interior de seus tecidos para obter água suficiente, resultando em menos energia disponível para o seu crescimento.

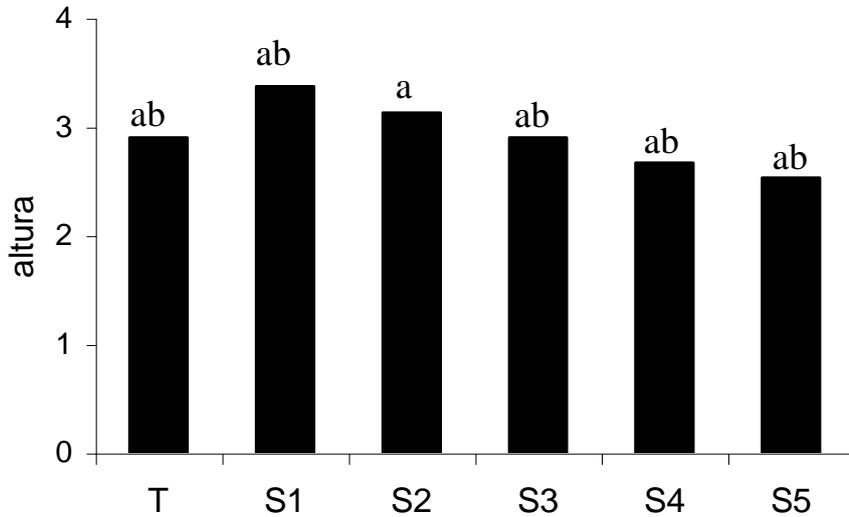


Figura 2. Altura de plantas em diferentes substratos

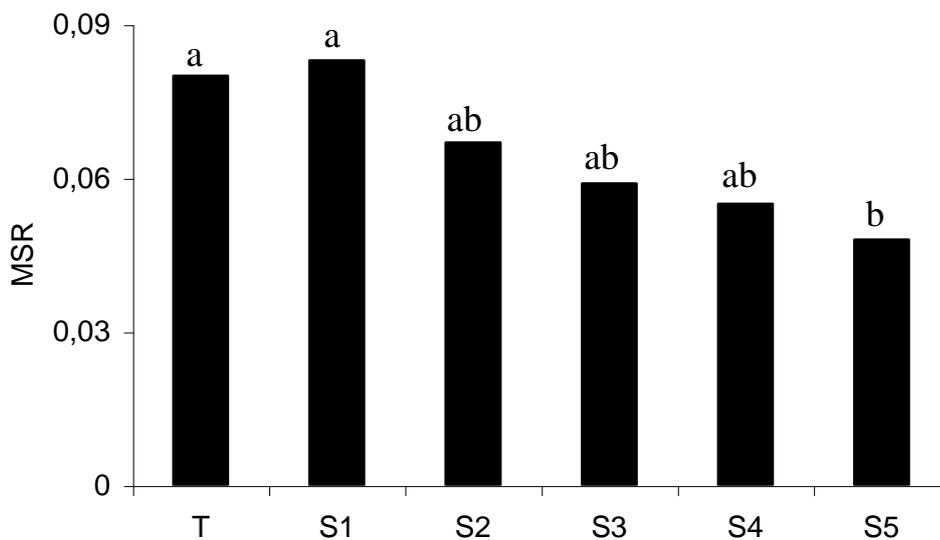


Figura 3. Matéria seca da raiz em diferentes substratos.

A alta concentração de sais é um fator de estresse para as plantas, pois apresenta atividade osmótica retendo água, além da ação dos íons sobre o protoplasma. A água é osmoticamente retida em uma solução salina, de forma que o aumento da concentração dos sais torna a água cada vez menos disponível para a planta. Um excesso de Na^+ e, sobretudo, um excesso de Cl^- no protoplasma ocasionaram distúrbios em relação ao balanço iônico (K^+ e Ca^{2+} em relação ao Na^+). Se os efeitos adversos osmótico e íons específico da absorção de sais excedem o nível de tolerância da planta, ocorrem distúrbios funcionais e injúrias. A fotossíntese é limitada, não somente ao fechamento

estomático, mas também, pelo efeito do sal sobre os cloroplastos, em particular sobre o transporte eletrônico e processos secundários. A respiração, especialmente nas raízes, pode tanto decrescer quanto aumentar pela ação dos sais. Quando o conteúdo de NaCl no solo é alto, a absorção de nutrientes minerais, especialmente NO_3^- , K^+ e Ca^{2+} é reduzida. Os processos de crescimento são particularmente sensíveis ao efeito dos sais, de forma que a taxa de crescimento e a produção de biomassa são bons critérios para avaliação do grau de estresse e da capacidade da planta de superar o estresse salino (LARCHER, 2000).

Isoladamente entre espécies e entre percentuais de resíduo de bauxita não foram identificadas diferenças significativas para o número de sementes germinadas (NPE), altura de plântulas, e matéria seca das raízes (MSR) e da parte aérea (MSP). Para o número de folhas (NF), observou-se efeito significativo sendo o limão cravo, de forma geral, o que apresentou maior número de folhas (Quadro 2). O resíduo de bauxita é um material com teor de cálcio e comportamento semelhante aos corretivos, elevando o pH e absorção de cálcio e menor absorção de potássio que deve estar associado a alta concentração de sódio, competindo com o potássio (FERREIRA, 2001).

Tabela 3. Número de sementes germinadas (NPE), número de folhas (NF), altura de plântula (A), matéria seca da raiz (MSR) e da parte aérea (MSP) avaliadas em duas espécies de citrus sob diferentes substratos.

Substratos	NPE	NF*	A (cm)	BSR (g)	BSP (g)
Limão cravo					
T	1,92	3,67 Ab	2,83	0,071	0,058
S1	1,75	5,41 Aa	3,90	0,088	0,065
S2	1,66	3,33 Ab	3,06	0,063	0,053
S3	1,91	4,50 Aab	3,21	0,069	0,049
S4	1,75	3,42 Ab	3,00	0,065	0,043
S5	1,92	4,16 Aab	2,85	0,040	0,043
Limão volkameriano					
T	1,58	3,50 A	2,97	0,088	0,042
S1	1,50	3,33 B	2,85	0,079	0,053
S2	1,50	3,75 A	3,20	0,071	0,046
S3	1,25	3,25 B	2,58	0,048	0,040
S4	1,25	2,91 A	2,34	0,441	0,033
S5	1,33	3,16 B	2,20	0,0550	0,038

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%. Letras maiúsculas referem-se à comparação das espécies no mesmo substrato e as minúsculas comparam médias de uma espécie em diferentes substratos.

6 CONCLUSÕES

1. Irrigações abaixo da evaporação medida pelo atmômetro causam diminuição na altura de plântulas.
2. A reposição de água acima da evaporação diária medida pelo atmômetro causa efeito negativo sobre a germinação de sementes da cultivar de limão volkameriano.
3. A cultivar de limão cravo apresenta maior desenvolvimento radicular com o aumento da irrigação em relação a cultivar volkameriana.
4. Com o acréscimo dos teores de resíduo obtido com a extração da bauxita no substrato, ocorre redução na altura e no desenvolvimento radicular das espécies.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRONER, I.; LAW, R. A. P. Evaluation of modified atmometer for stimating reference ET. **Irrigation Science**, Heidelberg, v. 12, p. 21-26, 1991.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 429p.
- CAVALCANTE, L. F.; CARVALHO, S. S.; LIMA, E. M.; FEITOSA FILHO, J. C.; SILVA, D. A. Desenvolvimento inicial da gravioleira sob fontes e níveis de salinidade da água. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n.2, p.455-459, 2001.
- CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, J. B.; SANTOS, C. J. O.; FEITOSA FILHO, J. C.; LIMA, E. M.;
- CAVALCANTE, I. H. L. Germinação de sementes e crescimento inicial de maracujazeiros irrigados com água salina em diferentes volumes de substrato. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 24, n.3, p.748-751, 2002.
- FARIAS, J. R. B.; BERGAMASHI, H.; MARTINS, S. R. Evapotranspiração no interior de casa de vegetação plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, p. 17-22, 1994.
- FERREIRA, C. G. **Estudos sobre o comportamento de espécies florestais em áreas degradadas pela disposição de resíduo de bauxita através do uso de solo de camada superficial e gesso**. 2001. 82f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.
- FERREIRA, P. V. F. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. Maceió: EDUFAL, 2000. 350p.
- FORTIN, J.; KARAM, A. Phosphorus sorption by red mud residue as affected by concentration and reaction and reaction time. **Agrochimica**, Pisa, v. 45, n.1-2, p. 55-66, 2001.
- KUADA, D. H. **Efeitos de níveis de irrigação e tipos de resíduos na emergência e desenvolvimento de plantas de alface**. 2003. (Trabalho de graduação) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA, 2000. 531p.
- LIN, C.; CLARCK, M. W.; MCCONCHIE, D. M.; LANCASTER, G.; WARD, N. Effects of Bauxsol™ on the immobilization of soluble acid and environmentally significant metals in acid sulfate soils. **Australian Journal of Soil Research**, Sidnei, v. 40, n. 5, p. 805-815, 2002.
- OLIVEIRA, R.P. de; SCIVITTARO, W.B.; BORGES, R. de SÁ; NAKASU, B.H. **Mudas de citros**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2001. 32p. (Sistemas de produção, 1).
- SCIVITTARO, W. B.; OLIVEIRA, R. P.; MORALES, C. F. G.; RADMANN, E. B. Adubação nitrogenada na formação de porta-enxertos de limoeiro 'Cravo' em tubetes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, 2004.
- SUMMERS, R. N.; BOLLAND, M. D.A.; CLARKE, M. F. Effect of application of bauxite residue (red mud) to very sandy soils on subterranean clover yield and P response. Agriculture Western Australia, Pinjarra. **Australian Journal of Soil Research**, Sidnei, v.39, n5, p. 979-990, 2001.

USBERTI, R.; FELIPPE, G. M. Viabilidade de sementes de *Citrus limonia* O. com baixo teor de umidade, armazenadas em diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 4, p. 393-397, 1980.

VALLINI, P. C. **Estudos sobre florescimento do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg)** na região de Jaboticabal, (trabalho de graduação), 1975

WONG, J. W. C. **Sodium Release Characteristics on Revegetation of Fine Residue Bauxite Refining Residue**. 1990. 443f. Tese (PhD) - Science School of Environmental and Life, Murdoch University, Western Australia, 1990.