

Efeito da cinza da indústria de cerâmica no solo e na nutrição de mudas de goiabeira

Renato de Mello Prado*, Márcio Cleber de Medeiros Corrêa e William Natale

Departamento de Solos e Adubos, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n., 14870-000, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência.

RESUMO. Considerando a inexistência de informações sobre o uso de resíduos da indústria da cerâmica como insumo agrícola, procurou-se estudar o efeito da aplicação de cinza em características químicas do solo e na nutrição das mudas de goiabeira, *Psidium guajava* (Myrtaceae), em um subsolo apresentando dois níveis de valores de saturação por bases (50% e 80%) e cinco doses de cinza. As doses de cinza foram calculadas, a partir do V% inicial de 50%, objetivando elevar a saturação por bases em meia, uma vez, uma vez e meia e duas vezes o valor teórico de 70%, além da testemunha. A aplicação da cinza resultou em redução da acidez do solo, com aumento na concentração de Ca e Mg, no valor de saturação por bases e na concentração dos micronutrientes B, Cu e Mn do solo. Os teores dos nutrientes nas folhas aumentaram especialmente para P, Ca, Mg, B, Cu e Mn. Na ausência de calcário, a aplicação de cinzas foi suficiente para garantir adequada nutrição das plantas de goiabeira. A cinza da indústria de cerâmica apresentou resultados benéficos para a fertilidade do solo e na nutrição das plantas de goiabeira durante o período considerado.

Palavras-chave: *Psidium guajava*, resíduo, acidez, calagem, frutífera.

ABSTRACT. The effect of ash from ceramic industry on the soil chemistry and on the nutrition of guava plants. Considering the inexistence of information about the use of ash from ceramic industry on the soil chemical attributes and on the nutrition of the guava plants, *Psidium guajava* (Myrtaceae), this work was developed in substratum with and without previous limestone application. Two base saturation values (50 and 80%) and 5 doses of ash were used. The doses of ash were calculated from the soil with base saturation 50%, to achieve the values of half, one time, one time and half and two times the theoretical value of 70%. The application of ashes resulted in neutralization of soil acidity, with increase in Ca and Mg concentration, base saturation value and the concentration of micronutrients, such as: B, Cu and Mn in the soil. The application of ashes improved the mineral nutrition of P, Ca, Mg, B, Cu and Mn of the plants. In the absence of limestone, ash application was enough to guarantee the adequate nutrition of guava plants. As the ash from ceramic industry resulted in beneficial effects on soil fertility and on mineral nutrition of guava plants its agronomic use may be recommended.

Key words: *Psidium guajava*, residue, acidity, liming, fruitful.

Introdução

O Brasil é o maior produtor mundial de frutas *in natura*. Entretanto, apesar deste destaque, ocupa o 12º lugar nas exportações de frutas (Fachinelo *et al.*, 1996). Existe, pois, um grande potencial de expansão das exportações. Mesmo assim, a metade de todo o volume produzido concentra-se em um só produto: a laranja. Desta forma, a diversificação de frutíferas torna-se importante. Dentre as opções indicadas de fruteiras aptas para serem cultivadas no Estado de

São Paulo, apresentando boas perspectivas, está a goiabeira.

Paralelamente à área da fruticultura, existe outro setor importante da economia que são as indústrias que utilizam biomassa vegetal, especialmente de eucalipto, pertencente ao setor cerâmico, que compõem cerca de 12000 empresas (Anicer, 2002), e que se encontram instaladas em várias regiões do Brasil. Essas empresas produzem grandes quantidades de resíduo nos fornos, a cinza, que não é totalmente aproveitada na maior parte dos casos em aterros sanitários, uma medida dispendiosa para

a indústria e com potencial de contaminação do ambiente. Um destino viável deste material seria sua aplicação no solo como fertilizante (Weber *et al.*, 1985), uma vez que a colheita florestal é o processo responsável, em termos absolutos, pela maior remoção de nutrientes do ecossistema (Pritchett, 1979).

Considera-se que 60% do sucesso de uma cultura perene, como as frutíferas, está na utilização de mudas de alta qualidade fisiológica (Minami *et al.*, 1994). Isso implica que a muda deve apresentar, necessariamente, um estado nutricional adequado. Assim, para obter mudas de qualidade, o aspecto nutricional da planta é da maior importância, pois os viveristas utilizam subsolo (2-4 m) ácido e de baixa fertilidade, para compor o substrato no qual se desenvolverá inicialmente a muda. Isso visa a atender às exigências do Ministério da Agricultura para produção de mudas certificadas as quais devem estar livres de ervas daninhas e patógenos (Brasil, 1977).

Assim, o uso agrônômico da cinza pode favorecer a obtenção de mudas com qualidade e, ainda, resolver problemas da indústria com a alocação deste resíduo, imprimindo sustentabilidade nos sistemas de produção, com interação agricultura/indústria, com vistas a reciclagem, que aliás é o próximo desafio da civilização moderna.

As cinzas apresentam, em sua composição química, nutrientes, além de bases capazes de neutralizar a acidez do solo (Santos *et al.*, 1995a). Desse modo, tem efeito fertilizante e corretivo do solo (Darolt *et al.*, 1993), podendo, ainda, afetar a atividade microbiana (Santos *et al.*, 1995b). Assim, nos estudos onde se utiliza a cinza, torna-se necessário isolar os efeitos, a fim de se avaliar qual a maior contribuição do resíduo para as plantas, se é efeito fertilizante ou se é efeito de corretivo de acidez do solo.

Alguns autores usaram cinza vegetal (casca de castanha de caju) como fonte de P. Embora sendo inferior ao superfosfato triplo, esse material proporcionou aumentos significativos na produção do sorgo (49%) (Almeida *et al.*, 1988a) e do milho (36%) em condições de campo (Almeida *et al.*, 1988b). Entretanto, nos trabalhos que não separaram o efeito corretivo do fertilizante, não foi possível identificar o componente mais importante na produção da cultura em estudo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de cinza da indústria cerâmica em substrato, com e sem aplicação de calcário, nos características químicas do solo e na nutrição das mudas de goiabeira, *Psidium guajava* (Myrtaceae).

Material e métodos

O estudo foi desenvolvido em um viveiro comercial de mudas, localizado no município de Taquaritinga, São Paulo, Brasil.

O solo utilizado foi um ARGISSOLO VERMELHO-Amarelo. A análise química do solo revelou: pH (CaCl₂) 4,8; M.O.= 6 g . dm⁻³; H+Al=18; Ca=12; Mg=5; K=1,7; SB=18,7 (mmol_c . dm⁻³) e V=51%.

A cinza foi obtida na Indústria Cerâmica Stefani, em Jaboticabal, Estado de São Paulo. As amostras do resíduo foram secas ao ar e passadas em peneira de 1mm de malha e homogeneizadas. Em seguida, a cinza foi analisada quimicamente, apresentando as seguintes resultados: CaO = 473,2 g . kg⁻¹; MgO = 52,4 g . kg⁻¹; PN = 97,7% RE = 91,9% e PRNT=89,8% (Brasil, 1983). Os teores totais dos nutrientes foram de: N=0,6; P=8,4; K=71,0 valores expressos em g . kg⁻¹ e B=20; Cu=95; Zn=90; Fe=4960 e Mn=6550 valores expressos em mg . dm⁻³.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2x5, (sendo 2 valores de saturações por bases de 50 e 80% e 5 doses de cinza), com cinco repetições. As doses de cinza foram calculadas, a partir do V do solo de 50%, objetivando elevar a saturação por bases a zero (sem aplicação), meia, uma vez, uma vez e meia e duas vezes o V=70%, correspondendo a 0,00; 0,55; 1,10; 1,65 e 2,20 g de cinza por vaso, além da testemunha, sem aplicação. Considerou-se a saturação por bases igual a 70%, uma vez que esta é indicada como ideal para a cultura da goiabeira, segundo Santos e Quaggio (1996).

Nos tratamentos em que a calagem foi realizada previamente, objetivou-se elevar a saturação por bases a 80%, utilizado o calcário calcinado tipo D, com as seguintes características: CaO = 420 g . kg⁻¹; MgO = 250 g . kg⁻¹; PN = 137% RE = 96% e o PRNT= 131%. A dose de calcário calculada 1,12 t ha⁻¹, (correspondendo a 1,18 g por vaso), foi homogeneamente aplicada ao solo cerca de 30 dias antes da aplicação das doses de cinza. Após a aplicação da cinza, o solo ficou incubado por mais 30 dias, recebendo então a adubação básica de plantio e as mudas.

Cabe salientar que as mudas de goiabeira utilizadas foram propagadas vegetativamente a partir de estacas herbáceas. Após o enraizamento inicial, as estacas tiveram a metade de cada uma das duas folhas cortadas, bem como redução do sistema radicular (apartamento) sendo transferidas para vasos com capacidade de 2,8 dm³ de solo, o qual constituiu a unidade experimental.

Ainda por ocasião do plantio, cada unidade experimental recebeu doses de nivelamento para N ($300 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$), P ($100 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$), K ($150 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$), na forma de sulfato de amônio (20% de N), superfosfato triplo (44% de P_2O_5) e cloreto de potássio (60% de K_2O), respectivamente. O N e K foram parcelados em três aplicações: uma no plantio e outras duas aos 45 e 60 dias após o plantio. A irrigação foi realizada por microaspersão, com vazão de 60 L h^{-1} , durante duas horas por dia, pela manhã e à tarde, durante o período experimental.

Após 135 dias do plantio, avaliaram-se as características químicas do solo e o estado nutricional das mudas. As determinações analíticas no solo seguiram os métodos analíticos descritos por Raji *et al.* (2001) e a análise do tecido vegetal seguiu métodos analíticos descritos por Bataglia *et al.* (1983).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e a significância foi estabelecida pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, aplicando-se, ainda, cálculos de regressão.

Resultados e discussão

Efeito dos tratamentos no solo

Pelos resultados apresentados na Tabela 1, observa-se que a cinza aplicada, tanto no solo sem e com prévia aplicação de calcário, alterou significativamente as características químicas analisadas. Para o pH, H+Al, B, Cu e Zn não houve interação. Isso indica dizer que as doses de cinza promoveram as mesmas alterações nesses atributos, independentemente da reação inicial do solo. Com relação ao Ca, Mg, SB, V, Mn e Fe houve interação significativa entre a reação do solo e doses, indicando que a correção prévia da acidez pode afetar o comportamento dessas variáveis, devido a aplicação das cinzas. O P disponível (resina), K trocável e a matéria orgânica também não foram afetados pelos tratamentos (dados não apresentados).

Cabe salientar que para avaliar os efeitos das doses de cinza nos características químicas do solo, optou-se por apresentar as médias do fator calcário para aquelas variáveis em que não houve interação, ao passo que para as demais, desdobrou-se esse fator.

A aplicação de cinza promoveu a neutralização da acidez do solo, independentemente da aplicação prévia de calcário, de forma que houve efeito positivo e quadrático no valor pH e redução linear na concentração de H+Al (Figura 1). Portanto, estes resultados concordam com os observados por Santos *et al.* (1995b) que também constataram o efeito das cinzas no processo de acidez do solo.

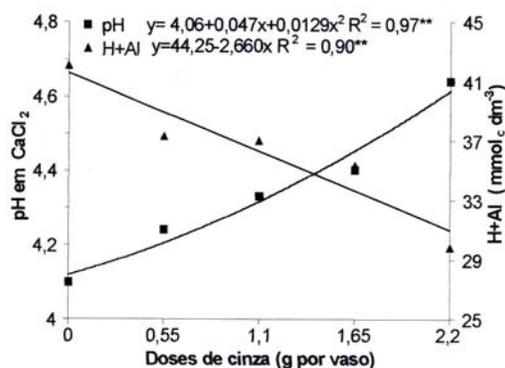


Figura 1. Efeito da aplicação de cinza no valor pH e na concentração de H+Al do solo cultivado com mudas de goiabeira (Média do solo com e sem aplicação prévia de calcário)

Tendo em vista a interação, notou-se que as cinzas promoveram também um acréscimo quadrático na concentração de Ca e Mg trocáveis, SB e V%, sendo que no solo com prévia aplicação de calcário, estes acréscimos foram maiores, especialmente nas doses mais elevadas de cinzas (Figura 2). Barros *et al.* (1993) também observaram a liberação de nutrientes em um LATOSSOLO VERMELHO-Amarelo com a aplicação de cinzas.

Observa-se, ainda, que a aplicação de cinza, baseada no cálculo para a elevação do valor de V%, não foi eficiente, visto que a dose máxima de cinza (duas vezes e meia o $V=70\%$) foi suficiente apenas para atingir $V=63\%$ (Figura 2). Portanto, o comportamento da cinza, não explicado pelos modelos matemáticos, revelou que a recomendação de correção não estimou a dose da cinza real para atingir os efeitos desejados. Esse comportamento também foi observado quando se utilizaram outros materiais corretivos, como o calcário (Natale e Coutinho, 1994) e escória de siderurgia (Prado e Fernandes, 2000). Existem algumas hipóteses para explicar este fato. A adubação nitrogenada ($N=300 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ou $4,2 \text{ g}$ de sulfato de amônio por vaso), aplicada durante o cultivo das mudas, pode ter elevado a acidez do solo, além do próprio efeito acidificante da rizosfera das plantas. Existe, ainda, o fator PN (Brasil, 1983). Neste método, determina-se a quantidade de Ca e Mg totais presentes na amostra e, por cálculo estequiométrico, estimam-se os teores de CaO e MgO, obtendo-se o valor PN. Nesta metodologia, supõe-se que todo Ca e Mg esteja ligado a uma base química forte, como silicato ou carbonato. Como as cinzas não provêm de um material de alto grau de pureza, pode-se inferir que existem bases químicas ligadas ao Ca e Mg pouco efetivas na neutralização da acidez do solo, subestimando as doses adequadas à serem aplicadas.

Por outro lado, é conhecido que o PN não indica a eficiência do corretivo de acidez (Galo e Catani, 1954), haja vista que o mesmo depende, em grande parte, das condições do solo, da granulometria e da estrutura cristalina do material corretivo (Bellingieri, 1983). De qualquer forma, a neutralização da acidez e a elevação do valor de V% foram benéficas para a produção de mudas de goiabeira, conforme os resultados obtidos por Natale *et al.* (2000), que observaram, em um experimento com mudas de goiabeira, que a aplicação de calcário em solo ácido (V=27%) reduziu a acidez, resultando em crescimento significativo das mudas.

Para as concentrações de micronutrientes, observou-se que aplicação de cinza afetou significativamente as concentrações de B e Cu, independentemente da aplicação ou não de calcário. Ao passo que as concentrações de Mn e Fe sofreram alterações com a aplicação do calcário, indicada pela interação dos fatores estudados (Tabela 1). Observou-se, ainda, que os tratamentos com calcário apresentaram concentrações de micronutrientes no

solo inferiores ao tratamento sem aplicação do corretivo, exceto para o B. Este comportamento pode ser explicado pelo efeito da maior elevação do valor pH nos tratamentos com calcário (Figura 1) e, a conseqüente, redução da disponibilidade dos micronutrientes. A relação entre o valor pH e a disponibilidade de micronutrientes do solo é amplamente discutida na literatura (Malavolta, 1981). Resultados semelhantes foram obtidos por Santos *et al.* (1995c), verificando que a aplicação das cinzas aumentou as concentrações de micronutrientes em um PODZÓLICO VERMELHO-Amarelo.

Em relação ao efeito das doses de cinza na disponibilidade de micronutrientes no solo, observou-se um efeito linear e quadrático na concentração de B e Cu, respectivamente (Figura 3), independentemente da aplicação do calcário. Para as concentrações de Mn e Fe observou-se incremento quadrático e exponencial, respectivamente, em função da aplicação da cinza, especialmente nos tratamentos sem aplicação de calcário (Figura 4).

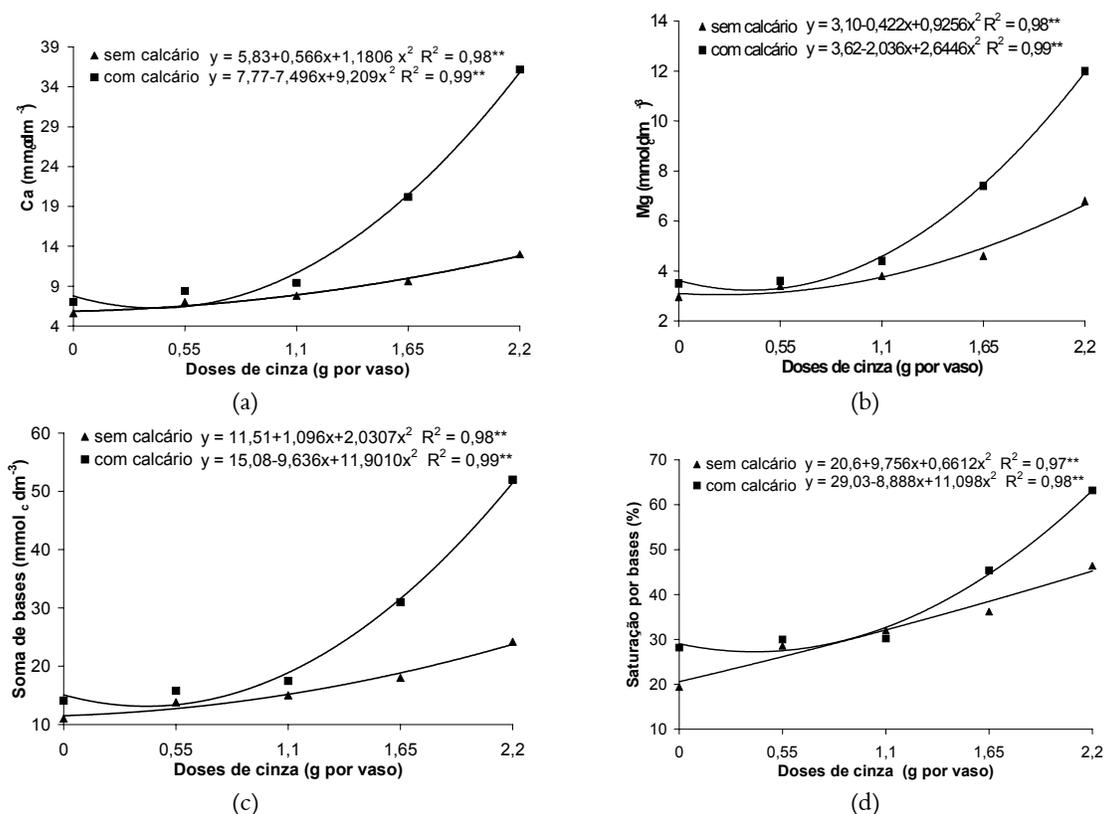


Figura 2. Efeito da aplicação de cinza na concentração de Ca (a), Mg (b) e nos valores da soma de bases (c) e da saturação por bases do solo (d), com e sem aplicação prévia de calcário, em ARGISSOLO VERMELHO-Amarelo para produção de mudas de goiabeira

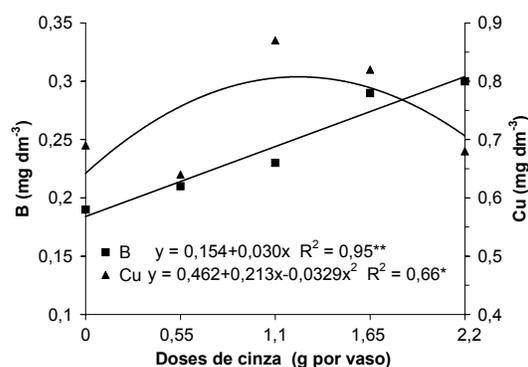


Figura 3. Efeito da aplicação de cinza na concentração de B e Cu disponível (extrator DTPA) em ARGISSOLO VERMELHO-Amarelo para produção de mudas de goiabeira. (Média do solo com e sem aplicação prévia de calcário)

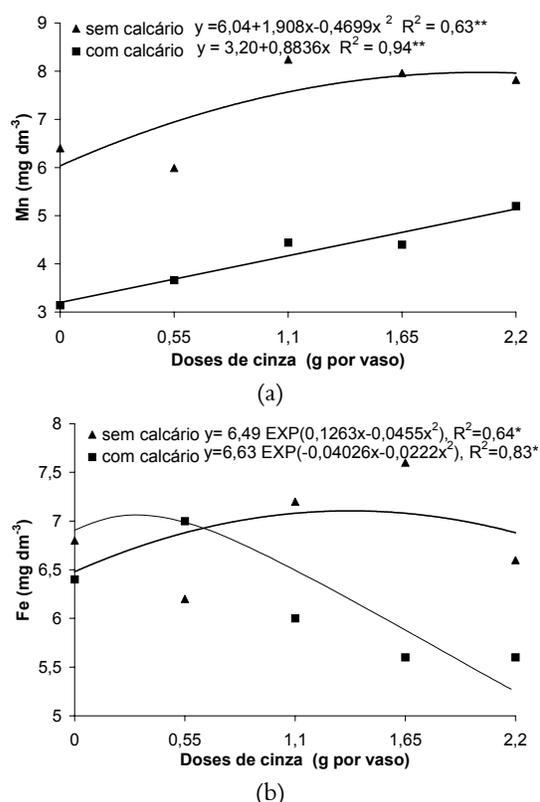


Figura 4. Efeito da aplicação de cinza na concentração de Mn (a) e Fe (b) disponível (extrator DTPA) com e sem aplicação prévia de calcário em ARGISSOLO VERMELHO-Amarelo para produção de mudas de goiabeira

Efeito dos tratamentos no estado nutricional das mudas de goiabeira

A aplicação das doses de cinza afetou positiva e significativamente a concentração de alguns nutrientes na parte aérea e raízes das plantas. Nos

tratamentos com calcário, observaram-se valores significativos nas concentrações de P, K, Ca e Mg, na parte aérea e de Ca e Mg nas raízes e de micronutrientes B, Cu, Mn e Zn na parte aérea e de Cu e Fe nas raízes, em relação aos tratamentos com e sem calcário (Tabela 2). Quanto às doses de cinza, houve alteração nas concentrações de Ca, Mg, B e Cu na parte aérea e raízes e P e Mn na parte aérea das plantas de goiabeira (Tabela 2). Houve interação apenas para as variáveis Mn na parte aérea e Fe nas raízes, indicando que a aplicação das cinzas promoveu alteração diferenciada nos teores destes micronutrientes, em função da aplicação ou não prévia de calcário (Tabela 2). Resultados semelhantes, referentes ao incremento da concentração de micronutrientes em função da aplicação de cinzas, também foram observados por Santos *et al.* (1995c) e Villas Bôas *et al.* (1995) em mudas de eucalipto.

Pelos estudos de regressão, observou-se que a aplicação das cinzas aumentou de forma quadrática, os teores de P da parte aérea (Figura 5a). Os teores de Ca apresentaram incremento linear na parte aérea e quadrática nas raízes (Figura 5b). Os teores de Mg aumentaram de forma quadrática na parte aérea e linear nas raízes (Figura 5c). O aumento nos teores de P deveu-se, possivelmente, ao efeito na reação do solo (Figura 1), com redução dos fenômenos de adsorção, aumentando a eficiência da adubação fosfatada (Malavolta, 1981). O incremento dos teores de Ca e de Mg na planta pode ser explicado pelo aumento dos seus teores no solo (Figura 2), caracterizando, assim, as cinzas como fonte destes nutrientes. Santana *et al.* (1999) verificaram nos resultados da análise do tronco e da casca do *Eucalyptus grandis*, que o conteúdo de Ca e de Mg foi de 420 e 51 kg . ha⁻¹, respectivamente, em um reflorestamento que produziu 132 t . ha⁻¹ de biomassa. Resultados semelhantes no aumento dos teores de nutrientes em plantas, pela aplicação da cinza, foram obtidos por Almeida *et al.* (1988a) em sorgo e por Almeida *et al.* (1988b) em milho.

Para os micronutrientes, observou-se que a aplicação das cinzas incrementou, de forma quadrática, os teores de B (Figura 6a) e Cu (Figura 6b) na parte aérea e nas raízes das plantas. Enquanto que os teores de Mn tiveram incremento quadrático apenas na parte aérea (Figura 6c). O comportamento quadrático dos micronutrientes na planta foi devido à redução da disponibilidade destes elementos no solo nas maiores doses de cinza (Figuras 3 e 4).

Tabela 1. Valores do quadrado médio dos fatores calagem e doses de cinza para alguns características químicas do solo, cultivado com mudas de goiabeira

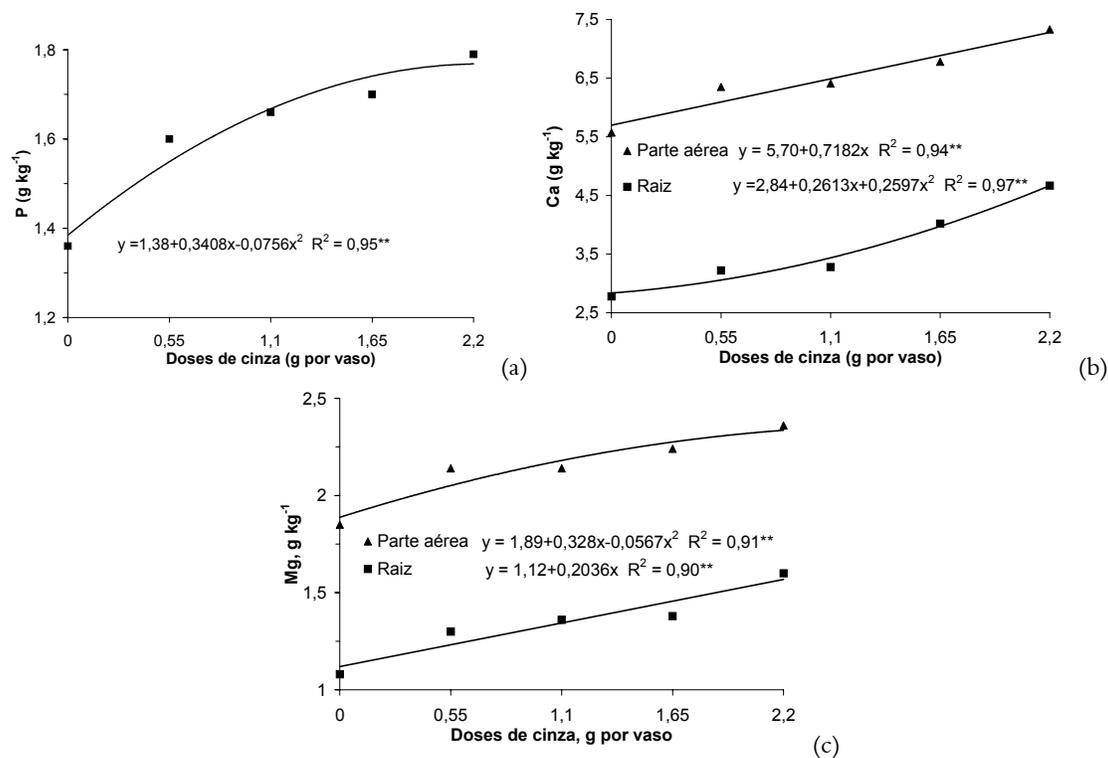
Causa de variação	GL	pH	H+Al	Ca	Mg	SB	V
Calagem (C)	1	0,39*	84,50*	729,62**	43,62**	1181,95**	591,68**
Doses de cinza (D)	4	0,44**	195,95**	572,07**	65,63**	1094,60**	1485,53**
C X D	4	0,02ns	20,85ns	228,27**	11,33**	308,66**	133,03**
Resíduo	36						
CV=%		5,3	12,4	20,5	26,6	15,8	10,9
		B	Cu	Mn	Zn	Fe	
Calagem (C)	1	0,01ns	2,98**	121,06**	3,38**	7,22**	
Doses de cinza (D)	4	0,03**	0,14*	7,33**	0,27ns	0,50ns	
C X D	4	0,003ns	0,06ns	0,98*	0,01ns	2,72**	
Resíduo	36						
CV=%		20,5	23,3	10,5	24,3	10,1	

ns; *, **: não significativo P>0,05; significativo P<0,05 e P<0,01 respectivamente pelo teste F

Tabela 2. Valores do quadrado médio dos fatores calagem e doses de cinza para as variáveis macro e micronutrientes da parte aérea e raiz das mudas de goiabeira

Causa de variação	GL	N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Mn	Zn	Fe
							Parte aérea				
Calagem (C)	1	5,06ns	3,75**	246,42**	11,91**	0,41*	154,88**	1682,0**	17484,50**	474,32*	3232,08ns
Doses de cinza (D)	4	5,54ns	0,26**	5,70ns	4,16*	0,36*	82,40**	82,87**	2126,88**	94,77ns	881,48ns
C X D	4	14,07ns	0,12ns	16,62ns	2,64ns	0,11ns	28,18ns	40,55ns	945,30**	171,47ns	1630,28ns
Resíduo	36										
CV=%		10,3	15,9	13,0	17,3	14,1	10,2	23,4	9,0	16,7	20,4
							Raiz				
Calagem (C)	1	29,03ns	0,002ns	4,32ns	8,24**	0,29*	2,00ns	144,50**	9,68ns	348,48ns	2065324,9**
Doses de cinza (D)	4	2,50ns	0,14ns	5,53ns	5,60**	0,35**	79,48*	86,22**	143,65ns	225,67ns	74686,15ns
C X D	4	1,86ns	0,77ns	10,56ns	0,41ns	0,03ns	12,0ns	31,30ns	80,93ns	577,13ns	360178,03*
Resíduo	36										
CV=%		14,6	20,0	21,1	18,1	18,1	14,1	16,8	17,1	19,1	28,9

ns; *, **: não significativo P>0,05; significativo P<0,05 e P<0,01 respectivamente pelo teste F

**Figura 5.** Efeito da aplicação de cinza no teor de P (a) na parte aérea, Ca (b) e Mg (c) na parte aérea e raiz das mudas de goiabeira cultivada em um ARGISSOLO VERMELHO-Amarelo. (Média do solo com e sem aplicação de calcário)

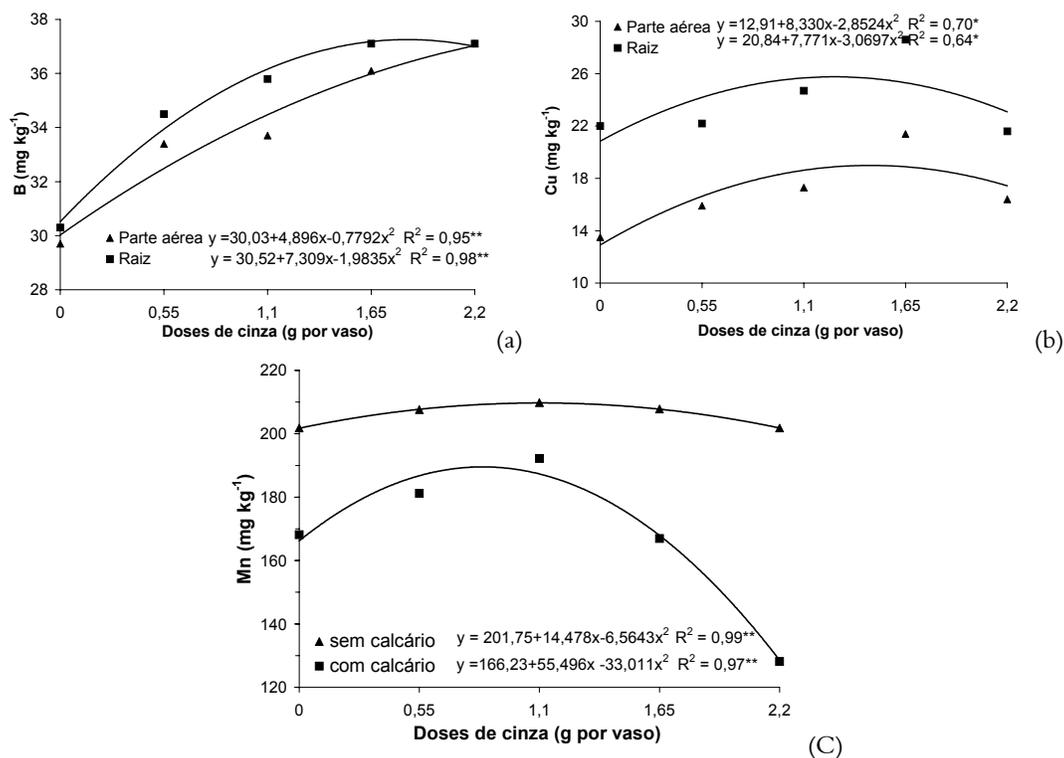


Figura 6. Efeito da aplicação de cinza no teor de B (a) e Cu (b) na parte aérea e raiz (média do solo com e sem aplicação de calcário) e Mn na parte aérea das mudas de goiabeira cultivada em um ARGISSOLO VERMELHO-Amarelo

Observou-se, ainda, maior concentração de Ca (61,0–61,7%), Mg (59,6–63,1%) e Mn (52,2–61,2%) na parte aérea, comparada às raízes. Por sua vez o B (49,1–50,0%) praticamente apresentou teores equilibrados entre as duas partes da planta. Por outro lado, o Cu apresentou maior concentração nas raízes, em detrimento da parte aérea, onde apareceu em menor quantidade (38,0–43,2%). Resultados com a mesma tendência foram observados por Salvador *et al.* (1999), cultivando goiabeiras em solução nutritiva.

Conclusão

A cinza da indústria de cerâmica apresentou resultados benéficos para a fertilidade do solo e na nutrição das plantas de goiabeira durante o período considerado.

Agradecimentos

Aos viveristas José Mauro da Silva e João Mateus da Silva, pelo apoio e cessão das instalações para condução do experimento.

Referências

ALMEIDA, F.A.G. *et al.* Uso da cinza da casca de castanha do caju como fonte fósforo para cultura do sorgo (*Sorghum*

bicolor (L.) Moench.) *Cienc. Agron.*, Fortaleza, v. 19, p. 67–72, 1988.

ALMEIDA, F.A.G. *et al.* Uso da cinza da casca de castanha do caju como fonte fósforo para do milho (*Zea mays* L.) *Cienc. Agron.*, Fortaleza, v. 19, p. 73–78, 1988b.

ANICER-ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA. Disponível na internet: <http://www.anicer.com.br>. Acessado em 4 de março de 2002.

BARROS, N.F. *et al.* Lixiviação de nutrientes provenientes de cinza de caldeira em LATOSSOLO VERMELHO-Amarelo da região dos Cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., 1993, Goiânia. *Resumos Expandidos...* Goiânia. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. p.193–194.

BATAGLIA, O.C. *et al.* *Métodos de análise química de plantas*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. (Boletim Técnico, 78).

BELLINGIERI, P.A. *Avaliação em laboratório da eficiência de diferentes frações granulométricas de calcários agrícolas*. 1983. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1983.

BRASIL. Portaria no 40 de 20/05/1977 do Ministério da Agricultura, 1977.

BRASIL-MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA

- AGROPECUÁRIA. *Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes: métodos oficiais*. Brasília: Lanarv, 1983.
- DAROLT, M.R. et al. Cinza vegetal como fonte de nutrientes e corretivos de solo na cultura da alface. *Hortic. Bras.*, Brasília, v. 11, p. 38-40, 1993.
- FACHINELO, J.C. et al. *Fruticultura: fundamentos e práticas*. Pelotas: Editora Universidade Federal de Pelotas, 1996.
- GALO, J.R.; CATANI, R.A. Solubilidade de alguns tipos de calcário. *Bragantia*, Campinas, v. 13, p. 63-74, 1954.
- MALAVOLTA, E. Corretivos cálcicos, magnesianos e calco-magnesianos. In: Manual de química agrícola: adubos e adubação. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. cap.5, p.232-245. 1981.
- MINAMI, K. et al. *Produção de mudas hortícolas de alta qualidade*. Piracicaba: Esalq/SEBRAE, 1994.
- NATALE, W. et al. Efeitos da calagem e da adubação fosfatada na produção de mudas de goiabeira. *Rev. Agríc.*, Piracicaba, v. 75, p. 247-261, 2000.
- NATALE, W.; COUTINHO, E.L.M. Avaliação da eficiência agrônômica de frações granulométricas de um calcário dolomítico. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 18, p. 55-62, 1994.
- PRADO, R.M.; FERNANDES, F.M. Escória de siderurgia e calcário na correção da acidez do solo cultivado com cana-de-açúcar em vaso. *Sci. Agríc.*, Piracicaba, v. 57, p. 739-744, 2000.
- PRITCHETT, W.L. *Properties and management of forest soil*. New York: John Wiley, 1979.
- RAIJ, B.van et al. *Análise química para avaliação da fertilidade do solo*. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001.
- SALVADOR, J.O. et al. Efeito da omissão combinada de N, P, K e S nos teores foliares de macronutrientes em mudas de goiabeira. *Sci. Agríc.*, Piracicaba, v. 56, p. 501-507, 1999.
- SANTANA, R.C. et al. Biomassa e conteúdo de nutrientes de procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em alguns sítios florestais do Estado de São Paulo. *Sci. Flor.*, Piracicaba, v. 56, p. 155-169, 1999.
- SANTOS, J.A.G. et al. Avaliação do potencial corretivo da cinza, oriunda de biomassa vegetal, comparada ao calcário. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa. *Resumos Expandidos...* Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/UFV, 1995a. p.1148-1150.
- SANTOS, J.A.G. et al. Efeito da aplicação de cinza, oriunda de biomassa vegetal, na atividade microbiana de um solo Podzólico Amarelo cultivado com eucalipto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa. *Resumos Expandidos...* Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/UFV, 1995b. p.457-459.
- SANTOS, J.A.G. et al. Efeito da aplicação da cinza, oriunda de biomassa vegetal, e calcário na disponibilidade de Fe, Zn, Mn e um Podzólico Amarelo cultivado com eucalipto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa. *Resumos Expandidos...* Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/UFV, 1995c. p.887-889.
- SANTOS, R.R.; QUAGGIO, J.A. Goiaba. In: RAIJ, B. van et al. (Ed.). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. (Boletim Técnico, 100).
- VILLASBÔAS, R.L. et al. Influência do resíduo celulósico e cinza proveniente de fábrica de celuloso e papel sobre a nutrição mineral de *Eucalyptus grandis* em condições de vaso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 25, 1995, Viçosa. *Resumos expandidos...* Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo/UFV, 1995. p. 836-838.
- WEBER, A. et al. Microbial activities in a Histosol: effects of wood ash and NPK fertilizers. *Soil Biol. Biochem.* Kidlington, v. 17, p. 291-296, 1985.

Received on March 19, 2002.

Accepted on April 29, 2002.