

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**UTILIZAÇÃO DE ESCÓRIA DE SIDERURGIA NA CULTURA
DA GOIABEIRA**

Ronaldo Hissayuki Hojo

Engenheiro Agrônomo

2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**UTILIZAÇÃO DE ESCÓRIA DE SIDERURGIA NA CULTURA
DA GOIABEIRA**

Ronaldo Hissayuki Hojo

Orientador: Prof. Dr. Antonio Baldo Geraldo Martins

Coorientador: Prof. Dr. Renato de Mello Prado

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL

Setembro de 2010

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

RONALDO HISSAYUKI HOJO – Engenheiro Agrônomo graduado pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) em dezembro de 2002. Na graduação, foi bolsista de iniciação científica pelo CNPq por 3 anos, onde desenvolveu trabalhos e projetos na área de fruticultura e urucum. Na Universidade Federal, de Lavras (UFLA), ingressou em fevereiro de 2005 no mestrado em Fitotecnia onde trabalhou com a cultura da goiabeira, com poda, fenologia, florescimento e crescimento dos frutos, e agricultura de precisão, sob a orientação do Prof. Dr. Nilton Nagib Jorge Chalfun e coorientação do Prof. Dr. Carlos Maurício Paglis, sendo bolsista da CAPES. Em 2006, ingressou no Programa de Desenvolvimento Tecnológico Regional 2 (DTR2) da UESB, como bolsista da FAPESB, onde trabalhou com a aplicação de cloreto de cálcio em pré-colheita, na conservação pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’. Em março de 2007, ingressou no curso de doutorado da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Câmpus de Jaboticabal, no Departamento de Produção Vegetal, concentrando os estudos nas áreas de propagação de plantas frutíferas, manejo das culturas e nutrição de plantas. No doutorado, pôde participar de eventos em simpósios e congressos, com a apresentação e a publicação de trabalhos científicos; participação em bancas examinadoras da graduação; publicação de capítulo de livro e artigo científico; e visitas técnicas na área de fruticultura.

DEDICATÓRIAS

A Deus,

que guiou e orientou os meus passos
em todos os momentos da minha vida.

Ao meu pai (*in memoriam*), Yukio Hojo, que
sempre esteve ao meu lado para apoiar, amar
e dar um grande exemplo de homem com
virtudes, trabalhador e honesto.

À minha mãe, Olívia Teiko Suetsugu Hojo,
pelo incentivo, amor e carinho.

À minha amada esposa,
Ellen Toews Doll Hojo, que esteve ao meu lado
em todos os momentos difíceis, sendo um
elo essencial para a minha felicidade.

À minha filha Emi Doll Hojo, por
existir em minha vida e
pelo lindo sorriso ao acordar.

Aos meus tios Abel e Tiyoko
que sempre deram apoio.

Ao Prof. Antonio Baldo Geraldo Martins,
pela grande amizade e pelos conselhos,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista (UNESP-FCAV) e ao Departamento de Produção Vegetal, pela oportunidade de realização do curso.

À FAPESP, pela concessão da bolsa de estudos e suporte financeiro.

Ao orientador, Prof. Dr. Antonio Baldo Geraldo Martins, pela orientação, confiança, apoio e amizade durante todo o curso.

Ao Prof. Dr. Renato de Mello Prado, pela coorientação, atenção, contribuição e amizade em todos os momentos.

Aos Professores da Pós-Graduação da Universidade Estadual Paulista, pelos inestimáveis ensinamentos e formação profissional, em especial a Carlos Ruggiero e José Antonio Alberto da Silva.

Aos meus familiares, que sempre me deram apoio e carinho, como os irmãos, tios e avós, bem como meus novos familiares, sogros e cunhado, e também com carinho todo especial aos meus tios Satoru, Tiemi e Aiko.

A minha sogra, Ivone Ribeiro Doll, pelas orações, ajuda e pelo almoço de todos os dias.

Ao Colégio Santo André e seus funcionários, por me dar atenção, e aos cuidados prestados à minha filha.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal, em especial à Nádia Lynn Oliveira, pelos excelentes auxílios prestados nos momentos solicitados.

A todos os professores e colegas do curso de doutorado, aos funcionários da Seção de Pós-Graduação, à Revista Brasileira de Fruticultura e à Biblioteca.

À empresa Predilecta e à Neuza Pagin, pelo suporte à instalação e condução do experimento.

Ao Prof. Vitório Barato Neto, pelas correções gramaticais e pelos conselhos.

E a todos os meus amigos e colegas, tanto pela colaboração direta e indireta para a realização do trabalho, quanto pela amizade compartilhada, entre os quais o Ben-Hur, Cláudia, Ramilo, Leandra, Pita Júnior, Adriana, Ludmilla, Richard, Marcus, Henrique, Cíntia, Anderson e Ricardo.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	vi
SUMMARY.....	vii
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1 Situação do cultivo da goiabeira no Brasil.....	03
2.2 Acidez do solo e calagem.....	04
2.3 Utilização da escória de siderurgia como material corretivo.....	05
2.4 Efeito do silício no solo.....	07
2.5 Efeito do silício na planta.....	08
2.6 Fontes de silício.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1 Variáveis químicas do solo.....	16
4.1.1 Na linha.....	16
4.1.1.1 Profundidade: 0-10 cm.....	16
4.1.1.2 Profundidade: 10-20 cm.....	25
4.1.1.3 Discussão – Profundidade: 0-10 cm e 10-20 cm.....	32
4.1.1.4 Profundidade: 20-30 cm e 30-40 cm.....	35
4.1.2 Entrelinhas.....	44
4.2 Estado nutricional da planta.....	46
4.3 Variáveis produtivas e de qualidade dos frutos.....	53
5 CONCLUSÕES.....	60
6 REFERÊNCIAS.....	61

UTILIZAÇÃO DE ESCÓRIA DE SIDERURGIA NA CULTURA DA GOIABEIRA

RESUMO - A escória de siderurgia, subproduto da indústria de siderurgia, abundante no Brasil, é um material corretivo de acidez do solo. Com o objetivo de estudar a escória como material corretivo e fonte de silício, acompanhando seus efeitos nos atributos químicos do solo, no estado nutricional e na produção da goiabeira (*Psidium guajava* L.), sendo utilizado também o calcário como comparação, foi realizado este trabalho. O experimento foi conduzido com goiabeiras 'Paluma' em Nova América-SP, num Argissolo Vermelho-Amarelo (V inicial = 54%), aplicado de forma superficial. Os tratamentos estudados foram as doses dos corretivos: 0,0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 vezes a quantidade para atingir a saturação por bases a 70%. Com base nos resultados obtidos, os corretivos promoveram a melhoria na fertilidade do solo, como aumento do pH, das concentrações de cálcio e magnésio trocáveis, soma de bases, saturação por bases, além de reduzir a acidez potencial, na profundidade de 0-10cm, após seis meses da sua aplicação. Para a camada de 10-20 cm, as alterações nos atributos químicos do solo ocorreram após doze meses da aplicação dos corretivos. Nas plantas, foram observados aumento nos teores de cálcio com oito meses da aplicação e no cálcio e magnésio aos vinte e um meses após a aplicação dos corretivos. Tanto a qualidade das goiabas, para os valores da relação sólidos solúveis e acidez titulável, quanto para os aspectos produtivos da goiabeira, para número de frutos e produção, apresentaram aumento devido à melhoria na fertilidade do solo. O emprego da escória de siderurgia mostrou-se eficiente na correção da acidez do solo, bem como na nutrição, produção e qualidade dos frutos da goiabeira 'Paluma', apresentando comportamento semelhante ao do calcário.

Palavras-Chave: silicato de cálcio, calagem superficial, *Psidium guajava* L.

USE OF SLAG IN THE CULTURE OF GUAVA

SUMMARY - The slag, a by-product of the steel industry, abundant in Brazil, is corrective of soil acidity material. Aiming to study the slag as correction material and silicon source, monitoring their effects on soil chemical properties, nutritional status and yield of guava (*Psidium guajava* L.), and also the limestone used as a comparison, this work was realized. The experiment was conducted with guava trees 'Paluma' in Nova América-SP, Brazil, in on Ultisol (V initial = 54%). The treatments studied were the doses of lime applied: 0.0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 times the amount to reach the saturation to 70%. Based on the results, the corrective promoted the improvement in soil fertility such as pH increasing the pH, concentrations of calcium, exchangeable magnesium, bases sum, bases saturation; and reduced the potential acidity at a depth of 0-10 cm after six months of its implementation. For the 10-20 cm, layer the changes in soil chemical properties occurred after twelve months from the lime application. It was observed on increased levels of calcium in the plants in eight months of application and in calcium and magnesium at twenty-one months after liming. As the quality of guavas, for the values of soluble solids and titratable acidity ratio as the productive aspects of guava for fruit number and production increased due to improvement in soil fertility. The use of slag was shown to be effective in correcting soil acidity, as well as nutrition, yield and fruit quality of guava tree 'Paluma', showing a similar pattern to limestone.

KEYWORDS: calcium silicate, surface liming, *Psidium guajava* L.

1 INTRODUÇÃO

O cultivo da goiabeira no Brasil passou por mudanças em seu sistema de produção, como o uso de irrigação, correção da acidez do solo e adubações regulares, podas de produção, desbaste e ensacamento de frutos, e oferta em praticamente todos os meses do ano. Com essas técnicas de cultivo, os pomares da goiabeira no Brasil passaram a apresentar aumento na produtividade e melhor qualidade de seus frutos.

A correção do solo com a aplicação de corretivos agrícolas é de extrema importância, uma vez que a acidez do solo é um dos principais fatores da baixa produtividade da maioria das culturas no Brasil. Um dos investimentos que mais dão retorno econômico, empregados na agricultura, é o uso do calcário, sendo comprovado em estudos experimentais no Estado de São Paulo com culturas anuais por Raij e Quaggio (1984) e em citros por Vitti (1991).

Alguns trabalhos evidenciam a eficiência da aplicação de calcário na cultura da goiabeira, como citado por Natale et al. (2007), aplicando o calcário e incorporando-o na implantação do pomar, que observaram que o calcário promoveu alteração nos atributos químicos do solo ligados à acidez até os 60 cm de profundidade e aumentou os teores foliares de cálcio e magnésio, além de promover maiores produções acumuladas de frutos.

A aplicação de fertilizantes, principalmente os nitrogenados, e ao longo do tempo de cultivo, pode favorecer o aumento da acidez do solo e a baixa disponibilidade de nutrientes, havendo a necessidade de nova correção do solo. O procedimento para pomares já implantados é a aplicação superficial do corretivo, pois sua incorporação provoca a diminuição do volume de raízes e seu ferimento, podendo favorecer infecções, desenvolvimento e disseminação de pragas e doenças no pomar, além da diminuição na produtividade.

O calcário é o material corretivo mais utilizado e encontrado em abundância, porém trabalhos científicos com a escória de siderurgia, constituída quimicamente de

um silicato de cálcio (CaSiO_3), têm-se demonstrado promissores na correção da acidez dos solos.

No sentido de buscar soluções para a utilização econômica de resíduos de siderurgias, o estudo visou à utilização da escória como corretivo do solo, comparada ao calcário na melhoria dos atributos químicos do solo, na nutrição e produção da goiabeira cv. Paluma.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Situação do cultivo da goiabeira no Brasil

A cultura da goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma espécie originária das regiões tropicais e subtropicais da América, produzindo frutos de alto valor nutritivo, com elevado teor de vitamina C, além de fornecer carboidratos, proteínas, fibras e outras vitaminas. A goiaba ocupa posição de destaque entre as frutas tropicais e subtropicais, apresentando elevados teores de vitaminas C, A, E, licopeno e teores satisfatórios de vitaminas do complexo B, principalmente tiamina (B₁), riboflavina (B₂) e niacina. Os elevados teores de fibra úmida de ótima qualidade, de proteínas, de açúcares totais e de elementos minerais, como cálcio, fósforo e potássio, fazem da goiaba uma das mais completas e equilibradas frutas no que diz respeito ao valor nutritivo (PEREIRA, 1995). Seus frutos são empregados não somente na indústria, sob múltiplas formas (purê, polpa, néctar, suco, compota, sorvete, entre outros), como também são amplamente consumidos como fruta fresca.

Seu cultivo, hoje, abrange áreas extensas em diversos Estados onde fomenta emprego, renda e sustentabilidade regional com excelentes perspectivas de mercado interno e externo. É uma cultura de grande importância econômica e social, por se tratar de uma atividade conduzida por pequenos produtores e que utilizam, em sua maioria, mão-de-obra familiar.

No Brasil, a goiabeira é cultivada em escala comercial em quase todas as regiões, com destaque para os Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo, na região Sudeste; em Pernambuco e Bahia, na região Nordeste; Goiás e Distrito Federal, na região Centro-Oeste, e Rio Grande do Sul e Paraná, na região Sul (AGRIANUAL, 2010).

Com a globalização da economia, um mercado exigente em qualidade dos produtos agropecuários e voltado para a sustentabilidade ambiental tem direcionado o setor agrícola para um maior controle das informações de produção. Busca-se maior

eficiência na utilização de insumos, dos serviços e, principalmente, dos recursos naturais do solo e da água (BOLFE; GOMES, 2005). Devido a essa importância, o cultivo da goiabeira sofreu mudanças no manejo de produção, havendo a necessidade de tecnificar e racionalizar seu cultivo, através do emprego de técnicas como irrigação, adubação, tratos culturais, etc., além de oferecer frutos de qualidade com regularidade de oferta.

2.2 Acidez do solo e calagem

Os solos do Estado de São Paulo, bem como os da maioria do Brasil, são ácidos e de baixa fertilidade, além do fato de que a extração dos nutrientes pelo cultivo das plantas e o emprego de grandes quantidades de fertilizantes, principalmente os nitrogenados, em que, no caso de frutíferas, a aplicação frequente ao longo dos anos é restrita à projeção da copa, podem contribuir para a elevação da acidez. Segundo Melo (1985), a baixa fertilidade dos solos é devida ao material de origem ou a processos que favoreceram as perdas de nutrientes como potássio, cálcio e magnésio.

A acidez dos solos é reconhecidamente um dos principais fatores da baixa produtividade das culturas (RAIJ, 1991). A prática da correção do solo promove o aumento do pH, do cálcio, do magnésio, a neutralização do alumínio e o aumento da capacidade de troca de cátions efetiva e a saturação por bases.

Em solos tropicais, a correção da acidez do solo é de extrema importância para incrementar a produtividade das culturas, e os efeitos químicos no solo contribuem para maior eficiência das raízes na absorção de água e nutrientes, pela diminuição nas perdas de bases por lixiviação, diminuição na fixação do fósforo, precipitação do alumínio, manganês e ferro, além de fornecer cálcio e magnésio (VITTI et al., 1996).

Com a calagem, o efeito da correção do solo contribui de forma relevante para o aumento da produtividade agrícola, em virtude de melhoria nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.

A recomendação para a correção da acidez do solo para a cultura da goiaba, no Estado de São Paulo, é a elevação da saturação por bases a 70%, de acordo com

Santos e Quaggio (1996). Apesar da recomendação para a correção da acidez do solo citada anteriormente, Prado (2003) afirma que há poucas informações existentes para a cultura da goiabeira, e também observou, em trabalho com a calagem na implantação de goiabeiras 'Paluma', a melhoria dos atributos químicos do solo, pH, cálcio, magnésio, soma de bases, saturação por bases e acidez potencial, até a 60 cm de profundidade, tanto na linha como na entrelinha da cultura.

Os agricultores têm o conhecimento e normalmente utilizam, o emprego da calagem, embora não com a regularidade necessária. No entanto, Raij et al. (1996) citam que é necessária a incorporação do calcário no solo na formação de culturas perenes, já que aplicações superficiais atuam lentamente nas camadas mais profundas.

O número de trabalhos relacionados à aplicação superficial do calcário, sem incorporação, como no caso de culturas anuais (KAMINSKI et al. 2005; FAGERIA; STONE, 2004; CAIRES et al., 2002; MEDA et al., 2002), e também com frutíferas (ARAÚJO et al., 2009; ALMEIDA, 2008; SILVA et al., 2007; CORRÊA, 2004), encontrados na literatura, está crescendo nos últimos anos, indicando a melhoria da fertilidade em subsuperfície do solo.

Corrêa (2004) estudou o efeito da aplicação do calcário comum e calcinado, sem incorporação, sobre as propriedades químicas do solo, na composição das folhas e frutos e sua produção em pomar adulto de goiabeira. O autor cita que houve benefício com o uso do calcário no aumento do pH, cálcio e magnésio, soma de bases e saturação por bases, e diminuição da acidez potencial na profundidade de 0-10 cm após 6 meses da aplicação. Já para a camada mais profunda, 10-20 cm, os corretivos promoveram alterações nas propriedades químicas após 12 meses com o calcário calcinado e após 24 meses com o calcário comum.

2.3 Utilização da escória de siderurgia como material corretivo

Com o crescimento do parque siderúrgico, dada a modernização da civilização nas últimas décadas estar sustentada, principalmente, pela produção de ferro e aço (PEREIRA; KORNDORFER, 2000), os resíduos industriais também vêm aumentando e

constituem num dos maiores problemas das usinas siderúrgicas, sendo que a reciclagem de grande parte destes resíduos contribuirá para diminuir os problemas ambientais. De acordo com o Instituto Aço Brasil (2009), a geração de resíduos e coprodutos, no ano de 2008, teve aumento de 9% em relação a 2007, com a produção de 23 milhões de toneladas.

A indústria siderúrgica brasileira produz ferro-gusa e aço e, como resíduo do processo, a escória, com propriedades corretivas da acidez do solo e fonte de alguns nutrientes (PRADO; FERNANDES, 2001). O quadro atual do uso agrícola da escória siderúrgica no Brasil é muito restrito, diferentemente de alguns países, como Japão, China e Estados Unidos, nos quais o número de pesquisas e a utilização desse material são consideráveis (PRADO et al., 2001).

O uso de resíduos industriais na agricultura tem sido amplamente discutido, a partir de estudos que poderiam sustentar a viabilidade ou não do uso de resíduos que sobram dos processos industriais. Entretanto, para ser possível seu uso, estudos agronômicos são necessários para indicar os efeitos positivos no sistema solo-planta, seja como material corretivo, seja como fonte de nutrientes (PRADO; NATALE, 2004).

Desse modo, Amaral et al. (1994) citam que a aplicação de escória, além de corrigir a acidez do solo, fornece micronutrientes, e isso é uma vantagem em relação ao calcário, pois a escória apresenta, em sua composição, quantidades suficientes para ser considerada fonte de micronutrientes.

Alguns trabalhos já demonstram que o emprego da escória de siderurgia promove melhoria no solo, pela correção da acidez, bem como na nutrição das plantas.

Prado et al. (2002), empregando a escória de siderurgia em mudas de goiabeira, como fonte de micronutrientes, observaram que o corretivo promoveu efeito favorável na reação do solo e na disponibilidade de zinco, cobre, manganês e boro do solo.

Prado et al. (2003) estudaram a aplicação de escória de siderurgia como corretivo da acidez em mudas de goiabeira, e observaram a elevação nos valores de pH, soma de bases, saturação por bases e nas concentrações de cálcio, magnésio e fósforo da parte aérea e das raízes das plantas, mostrando-se viável a produção das mudas, corrigindo a acidez do solo.

Na cultura da goiabeira, somente foram encontradas pesquisas relacionadas à aplicação da escória de siderurgia na produção de mudas, onde os efeitos da sua utilização já são promissores. Com base nestas informações, o emprego do resíduo da siderurgia contribuirá para a melhoria na fertilidade do solo e, conseqüentemente, na nutrição e na produção dos pomares de goiabeira.

2.4 Efeito do silício no solo

O silício está presente na solução do solo como ácido monossilícico, e a maior parte na forma não dissociada ($pK_1 = 9,6$), sendo prontamente absorvido pelas plantas (RAVEN, 1983; WEBER; ROTH, 1983). As principais fontes de ácido silícico presente na solução do solo são: decomposição de resíduos vegetais, dissociação do ácido silícico polimérico, liberação de silício dos óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, dissolução de minerais cristalinos e não cristalinos, adição de fertilizantes silicatados e a água de irrigação. O Si em solução pode, precipitar formando minerais; polimerizar em ácido silícico; lixiviar; ser adsorvido em óxidos e hidróxidos de Fe e Al; e ser absorvido pelas plantas (LIMA FILHO et al., 1999).

Solos tropicais e subtropicais, com os cultivos sucessivos, tendem a apresentar baixos níveis de silício trocável, podendo ser de 5 a 10 vezes menores que os encontrados nos solos das regiões temperadas (MC KEAGUE; CLINE, 1963; FOY, 1992). É o caso de regiões agrícolas importantes, como o Centro-Oeste brasileiro (cerrado), pobres em silício devido à dessilificação, que consiste na remoção do silício durante a meteorização das rochas. Esses solos, normalmente, apresentam baixo pH, alto teor de alumínio, baixa saturação por bases e alta capacidade de lixiviação de fósforo, além de uma atividade microbiana reduzida (BRADY, 1992).

A aplicação dos silicatos nos solos promove o aumento do valor pH, o fornecimento de cálcio e magnésio, também aumenta a disponibilidade de fósforo às plantas e reduz os efeitos tóxicos de alumínio, manganês e ferro (KORNDÖRFER et al., 2003).

Estudos têm demonstrado que a presença de silício pode aumentar o aproveitamento do fósforo às plantas, principalmente em solos muito intemperizados (SANCHEZ; UEHARA, 1980; VOLKWEISS; RAIJ, 1977; ROTHBUHR; SCOTT, 1957; ENGEL, 1958; AYRES, 1966; ALY, 1966; FASSBENDER; MOLINA, 1969; SHERMAN, 1969; ROY et al., 1971; PLUCKNETT, 1972). Isso ocorre pelo efeito indireto do aumento do pH e pelo bloqueamento dos sítios de adsorção ou pela redução da adsorção do fosfato com a utilização de silicato, pois há evidências de que competem pelo mesmo sítio de adsorção (SAVANT et al., 1997).

Quanto à redução dos efeitos tóxicos de ferro, manganês e alumínio com a utilização de silício no solo e em solução nutritiva, há vários trabalhos (GALVEZ et al., 1987; Horiguchi, 1988; MA; TAKAHASHI, 1991; MA; TAKAHASHI, 1990). Alguns autores sugeriram que o fornecimento de Si às plantas pode diminuir a toxidez de manganês e ferro não somente pela redução na sua absorção, mas também porque aumenta o nível de tolerância interna ao excesso de Mn nos tecidos (Horigushi, 1988; OKUDA; TAKAHASHI, 1964; MA; TAKAHASHI, 1990; MA; TAKAHASHI, 1991; SAVANT et al., 1997).

2.5 Efeito do silício na planta

O silício não é considerado integrante do grupo de elementos essenciais para o crescimento das plantas. No entanto, o crescimento e a produtividade de muitas gramíneas (arroz, cana-de-açúcar, sorgo, milheto, aveia, trigo, milho, grama-kikuyu, grama-bermuda, etc.) e algumas espécies não gramíneas (alfafa, feijão, tomate, alface e repolho) têm mostrado aumento de produtividade com a maior disponibilidade de Si para as plantas (ELAWAD; GREEN, 1979).

Trabalhos de pesquisa demonstram que a diminuição na resistência a fatores estressantes, bióticos ou abióticos, poderá ocorrer quando a concentração do ácido silícico estiver abaixo de um limite crítico (EXLEY, 1998).

De modo geral, as plantas contêm silício em quantidades comparáveis aos macronutrientes, variando de 0,1 a 10%, colocando-se como um constituinte mineral

majoritário. Em culturas como o arroz e a cana-de-açúcar, o teor de silício pode igualar ou exceder o do nitrogênio (EPSTEIN, 1995; RAFI et al., 1997).

O silício pode estimular o crescimento e a produção vegetal através de várias ações indiretas, como a diminuição do autossombreamento, deixando as folhas mais eretas; decréscimo na suscetibilidade ao acamamento; maior rigidez estrutural dos tecidos; proteção contra estresses abióticos, como a redução da toxidez de alumínio, manganês, ferro e sódio; diminuição na incidência de patógenos e aumento na proteção contra herbívoros, incluindo os insetos fitófagos (EPSTEIN, 1995; MARSCHNER, 1995).

O silício absorvido pelas plantas é na forma de ácido silícico, SiOH_4 , sem carga e em fluxo de massa da solução do solo, onde suas concentrações mais típicas variam de 0,1 a 0,6 mM. Depois, a grande maioria é irreversivelmente precipitada na forma de sílica amorfa ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) ou opala biogênica, formando pequenos corpúsculos sólidos denominados fitólitos.

Apesar de o silício ser muito abundante no solo, a maior parte dos silicatos e sílicas do solo é insolúvel ou de solubilidade muito baixa e, portanto, em forma não disponível para as plantas. Sendo assim, alguns solos, considerados deficientes em silício assimilável, e alguns cultivos de espécies acumuladoras deste elemento (arroz e cana-de-açúcar) estão sendo adubados com fertilizantes que liberam ácidos silícicos ao solo para melhorar a produção. São muitas as controvérsias acerca de métodos de analisar o solo para estimar os graus de “deficiência ao silício” bem como à maior ou menor capacidade dos compostos silicatados de fertilizantes para liberar ácido silícico à solução do solo (LEPSCH, 2003).

O declínio da produtividade do arroz, em muitas regiões do mundo, pode estar relacionado com a diminuição do silício disponível nestes solos. Portanto, há necessidade de se realizarem levantamentos nutricionais dos solos e das culturas, em diferentes ecossistemas, para que se possa desenvolver um manejo nutricional integrado, específico para cada região, incluindo a nutrição silicatada (SAVANT et al., 1997).

2.6 Fontes de silício

As principais características de uma fonte de silício, para fins agrícolas, são: alto conteúdo de Si-solúvel, facilidade para a aplicação mecanizada, boas relações e quantidades de cálcio e magnésio e ausência de potencial de contaminação do solo com metais pesados. Para suprir essas demandas, há necessidade de se investigar e identificar as fontes mais promissoras de silício disponíveis, capazes de fornecê-lo para as plantas, com as características acima mencionadas (KORNDÖRFER et al., 2003).

Embora o silício seja um dos elementos químicos de maior ocorrência nas fases sólidas do solo, cultivos consecutivos podem reduzir seu teor no solo, sendo necessárias adubações para obtenção de boas produções (ARANTES, 1997). A avaliação de sua disponibilidade no solo é importante para adequadas recomendações de adubação com silício, proporcionando respostas satisfatórias na produção.

Um número grande de materiais tem sido utilizado como fonte de silício para as plantas: escórias de siderurgia, Wollastonita, subprodutos (escórias) da produção de P elementar em fornos elétricos, metassilicato de cálcio, metassilicato de sódio, cimento, termofosfato, silicato de magnésio, silicato de cálcio, etc.

A alta concentração de silicatos de cálcio e magnésio, em escória de siderurgia, sugere sua utilização como corretivos de acidez do solo, além do fornecimento desses nutrientes. Sua reatividade, assim como a do calcário, varia segundo a granulometria, dose, tipo de solo e tempo de contato da escória com o solo (ALCARDE, 1992; PIAU, 1991; NOVAIS et al., 1993; AMARAL SOBRINHO et al., 1994).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em um pomar comercial, no município de Nova América, São Paulo, no período de novembro de 2007 a abril de 2010. O município está localizado entre as coordenadas geográficas 21°30'27" de latitude sul e 48°41'34" de longitude oeste, com altitude média de 560 m. A precipitação média é de 1.300 mm, com temperatura média de 24°C. O clima local é do tipo Cwa subtropical, com inverno curto, moderado e seco, e verão quente e chuvoso, caracterizando duas estações distintas.

Os dados meteorológicos, referentes à região onde o experimento foi conduzido, estão demonstrados na Figura 1.

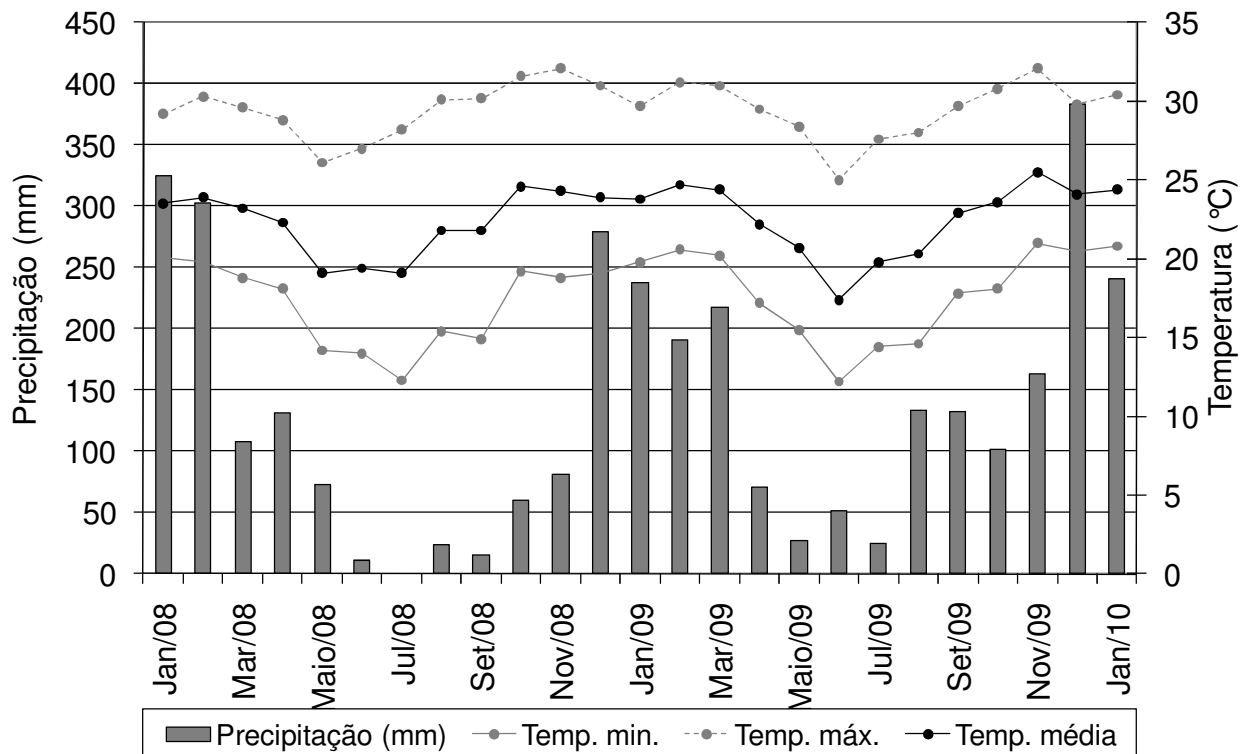


Figura 1. Precipitação acumulada e temperaturas máximas, média e mínima, no período de execução do experimento. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

A cultivar de goiabeira estudada foi a Paluma, com 5 anos de idade, oriundas de mudas por estacas, implantadas em solo Argissolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 1999), com espaçamento de 7,0 m x 6,0 m sem irrigação.

Antes da instalação do experimento, em novembro de 2007, foram coletadas 20 amostras de solo, na camada de 0-20 cm de profundidade, na projeção da copa, as quais compuseram uma amostra composta, que foi referência para o cálculo da quantidade de corretivo aplicado. Tanto na linha quanto na entrelinha, foram coletadas amostras de solo, cujas análises estão evidenciadas na Tabela 1, para as profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm.

Tabela 1. Resultados das análises químicas do solo da área experimental. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

Profundidade	pH em CaCl ₂	M.O. g dm ⁻³	P resina mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	H+Al mmol _c dm ⁻³	SB	T	V %
na linha										
0-20 cm	4,9	16	18	2,4	20	7	25	29,4	54,4	54
20-40 cm	4,6	14	6	1,9	19	7	24	27,9	51,9	54
na entrelinha										
0-20 cm	5,2	19	6	3,1	26	6	16	35,1	51,1	69
20-40 cm	5,6	16	6	2,7	33	8	16	43,7	59,7	73

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, num esquema fatorial 2x5, onde os tratamentos foram as duas fontes de corretivos: escória de siderurgia e calcário, e quatro níveis de correção, objetivando elevar: em meia (0,5), uma vez (1,0), uma vez e meia (1,5) e duas vezes (2,0) a saturação por bases do solo a 70%, indicada como ideal para a cultura da goiabeira (SANTOS; QUAGGIO, 1996), além da testemunha. Todos os tratamentos foram compostos por cinco repetições, sendo cada parcela experimental constituída por cinco plantas (três centrais como úteis). As doses calculadas de CaCO₃, segundo os resultados médios da análise de solo, para a profundidade de 0-20 cm, foram de 0,00; 0,44; 0,87; 1,31 e 1,74t ha⁻¹. Foram consideradas as doses calculadas de 0,0; 0,66; 1,31; 1,97 e 2,62 t ha⁻¹ para o

calcário e 0,0; 0,60; 1,20; 1,80 e 2,40 t ha⁻¹ para a escória de siderurgia. As características dos materiais corretivos estão relacionadas na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados das análises dos materiais corretivos, escória de siderurgia e calcário. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

	Escória de siderurgia	Calcário
	%	
Cálcio óxido (CaO)	42,05	23,38
Cálcio Carbonato (CaCO ₃)	75,06	41,73
Magnésio Óxido (MgO)	12,42	19,26
Magnésio Carbonato (MgCO ₃)	25,96	40,25
PN (CaCO ₃)	87,20	88,78
Soma de óxidos	54,47	42,64
<u>Granulométrica</u>		
Peneira 10	99,80	99,00
Peneira 20	90,60	81,00
Peneira 50	66,70	56,00
RE	82,88	74,60
PRNT	72,27	66,23

A aplicação dos corretivos ocorreu em janeiro de 2008, realizada a lanço, sem incorporação (na superfície do solo), sob a projeção da copa.

As atividades relacionadas aos tratos culturais no pomar foram as normalmente adotadas para a cultura no Estado de São Paulo, conforme Piza Júnior e Kavati (1994), como o controle de pragas e doenças, podas, adubações, colheita, etc. A realização da poda drástica de produção ocorreu em maio de 2008 e agosto de 2009.

Na época de pleno florescimento, foram coletadas as amostras de folhas para a avaliação do estado nutricional. A amostragem foi realizada conforme Natale et al. (1996), com a coleta do terceiro par de folhas recém-maduras, com pecíolo, a partir da extremidade do ramo, em quatro pares de folhas por planta. As épocas das coletas das amostras de folhas ocorreram após 3; 8 e 21 meses da aplicação dos corretivos.

As quantidades dos fertilizantes foram definidas com base nas recomendações de adubação de Natale et al. (1996). Para a primeira safra após a aplicação dos corretivos, cujas doses foram 230 kg de N ha⁻¹, 15 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 85 kg de K₂O ha⁻¹.

As doses foram divididas em três parcelas, sendo a primeira em dezembro de 2008, a segunda em janeiro de 2009 e a terceira em fevereiro de 2009. Já para a adubação da safra de 2009/2010, as doses empregadas foram 192 kg de N ha⁻¹, 30 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 85 kg de K₂O ha⁻¹, aplicadas em dezembro de 2009, janeiro e fevereiro de 2010. Os valores das análises que foram utilizadas para as recomendações das quantidades de adubos empregadas, estão citados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores da produtividade estimada, análises de folha e de solo para duas safras durante o experimento. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

Safra	Produtividade estimada	N foliar g kg ⁻¹	P solo resina mg dm ⁻³	K solo mmol _c dm ⁻³
2008/2009 ¹	< 60 t ha ⁻¹	11,8	13	3,0
2009/2010 ²	< 60 t ha ⁻¹	25,6	11	3,0

¹Coleta de amostra foliar em setembro de 2008 e amostra de solo em julho de 2008 ²Coleta de amostra foliar em outubro de 2009 e amostra de solo em julho de 2009.

A coleta das amostras de solo, para a avaliação da fertilidade, foi realizada em julho de 2008, janeiro e julho de 2009, e janeiro de 2010, aos 6; 12; 18 e 24 meses após a aplicação dos corretivos, retirando-se 6 subamostras por parcela, na camada de 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm e 30-40 cm, constituindo uma amostra composta, tanto na linha como na entrelinha.

As determinações analíticas do solo seguiram os métodos de Raij et al. (2001), e os teores de macro e micronutrientes no tecido vegetal foram de acordo com a metodologia de Bataglia et al. (1983). As análises do Si do solo e da folha foram realizadas conforme metodologia descrita por Korndörfer et al. (1999) e Furlani et al. (1978).

As variáveis químicas do solo, avaliadas para fins de fertilidade, foram: pH (CaCl₂); M.O. – matéria orgânica (g dm⁻³); P – fósforo resina (mg dm⁻³); K - potássio (mmol_c dm⁻³); Ca – cálcio (mmol_c dm⁻³); Mg – magnésio (mmol_c dm⁻³); H + Al – acidez potencial (mmol_c dm⁻³); Si – Silício (mg kg); SB – soma de bases (mmol_c dm⁻³); CTC – T – capacidade de troca de cátions (mmol_c dm⁻³) e V – saturação por bases (%).

As variáveis do tecido vegetal avaliadas foram: N – nitrogênio (g kg^{-1}); P – fósforo (g kg^{-1}); K – potássio (g kg^{-1}); Ca – cálcio (g kg^{-1}); Mg – magnésio (g kg^{-1}); Si – silício (%); S – enxofre (g kg^{-1}); B – boro (mg kg^{-1}); Cu – cobre (mg kg^{-1}); Fe – ferro (mg kg^{-1}); Mn – manganês (mg kg^{-1}) e Zn – zinco (mg kg^{-1}).

A colheita dos frutos ocorreu entre os meses de fevereiro e abril de 2009, para a primeira colheita após a aplicação dos corretivos, e a segunda safra foi entre março e abril de 2010. As avaliações das características produtivas das plantas foram: o número de frutos produzidos por planta (contados a 100 dias após a floração); a massa média dos frutos (gramas; peso de 200 frutos planta^{-1}); a produção de frutos por planta (kg planta^{-1}), e a produtividade por hectare. Já para a análise físico-química dos frutos, colhidos 'de vez', foram: a firmeza, determinada com o auxílio de um penetrômetro; sólidos solúveis (SS), determinados por leitura em refratômetro digital R2MINI – Reichert (AOAC, 1992); acidez titulável (AT), obtida por titulação com NaOH 0,1 N (Instituto Adolfo Lutz, 1985); ácido ascórbico (AA), por titulação com 2,6 diclorofenolindofenol de sódio a 0,1% do extrato obtido da polpa com ácido oxálico a 0,5%, a 5°C (RANGANNA, 1977); relação SS/AT e pH - determinado utilizando-se de um potenciômetro HANNA modelo HI 9321 (AOAC, 1992).

Os dados foram submetidos à análise de variância para a comparação das médias dos tratamentos, e sua interação, e a regressão linear e polinomial para a avaliação do efeito dos corretivos no solo, planta e qualidade dos frutos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variáveis químicas do solo

4.1.1 Na linha

4.1.1.1 Camada de 0-10 cm de profundidade

Os valores da análise de variância, suas respectivas médias, coeficientes de variação e a análise de regressão, para os resultados das análises químicas do solo, estão representados na Tabela 4. Pela análise de variância, aos 6 meses após a aplicação dos corretivos, não houve diferença estatística para ambos os corretivos estudados em todas as variáveis. Já para o fator dose, a diferença ocorreu para o pH, magnésio, H+Al, soma de bases, silício e saturação por bases. No entanto, para a interação corretivos e doses, não houve significância para todas as variáveis, demonstrando que o comportamento da escória é semelhante ao do calcário.

Aos 12 meses após a aplicação dos corretivos, as mesmas variáveis tiveram efeito significativo para as doses crescentes, em relação aos 6 meses após sua aplicação, além do cálcio, que apresentou significância neste período para o fator dose (Tabela 5).

Os resultados da análise de variância, aos 18 meses após a aplicação dos corretivos, foram semelhantes aos de 12 meses, com a diferença que a escória de siderurgia foi superior ao calcário para o elemento cálcio (Tabela 6).

Para o período de 24 meses, novamente foi encontrada as mesmas diferenças estatísticas da avaliação anterior, no entanto, também foi diferente para o elemento fósforo e a soma de bases com a escória, com maiores valores. Outro elemento, o potássio, foi influenciado com as doses dos corretivos, neste período (Tabela 7).

Aos 6 meses da aplicação dos corretivos, já ocorreu mudança nas variáveis químicas do solo, indicando que a correção do solo favorece a elevação do pH, o

aumento dos teores de magnésio e a diminuição da acidez potencial. Os valores para o pH e para a acidez potencial tiveram alterações em função das doses dos corretivos empregados e estão apresentados na Figura 2, com efeito linear ao aumento do pH e à diminuição de H+Al em todas as quatro épocas analisadas. O comportamento do pH foi inversamente proporcional ao da acidez potencial.

Para os teores de magnésio, soma de bases, silício e saturação por bases, todos tiveram, pela regressão, um aumento com efeito linear, o que demonstra maior reação dos corretivos no solo logo após 6 meses de sua aplicação (Figuras 2 e 3). Como a correção do solo promoveu alterações na acidez potencial e no magnésio, consequentemente, a saturação por bases também foi influenciada pelos corretivos.

Para o elemento silício, foi verificado aos 6 e 12 meses, um aumento nos seus teores e, a partir dos 18 meses, praticamente não foram verificadas grandes alterações (Figura 3).

Como foi citado anteriormente, o cálcio somente apresentou ajuste à equação de regressão a partir dos 12 meses da aplicação dos corretivos, e após 18 meses para o cálcio e após 24 meses para a soma de bases, houve diferença para os tratamentos, apresentando a escória de siderurgia maiores valores que os do calcário.

Os elementos fósforo e potássio, por serem significativos para o fator doses, seus efeitos pela regressão foram do tipo linear ao aumento das doses dos corretivos, somente aos 24 meses da sua aplicação (Figura 3 e 4).

Tabela 4. Valores médios das propriedades químicas do solo, na profundidade de 0-10 cm, após 6 meses, da aplicação dos corretivos, em goiabeira, e sua análise de variância e de regressão. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

Corretivo	pH em CaCl ₂	M.O. em g dm ⁻³	P resina mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	Si	V
						mmol _c dm ⁻³				mg kg ⁻¹	%
Calcário	5,1	18,7	19,9	2,9	25,3	12,0	28,0	40,2	68,2	8,4	58,0
Escória de siderurgia	5,1	18,7	20,6	3,0	27,2	11,9	25,8	42,0	67,8	8,7	61,7
Causa de Variação											
Corretivo (C)	0,28	0,00	0,03	0,02	0,92	0,02	5,53	0,37	0,02	0,39	2,65
Dose (D)	3,84*	0,49	1,00	0,60	2,51	3,61*	8,27*	2,61*	1,26	3,77*	4,49*
C x D	2,87	0,08	1,62	1,72	0,70	1,26	1,65	1,04	0,53	0,39	1,51
Média	5,07	18,67	20,23	2,95	26,23	11,93	26,90	41,11	68,01	8,57	59,80
CV (%)	4,06	16,82	54,19	29,00	21,07	22,97	9,53	20,14	11,05	16,98	10,51
Teste F - Calcário	8,7*	0,42	1,28	1,00	2,42	3,70*	23,49*	8,52*	2,44	9,16*	15,28*
R ² (Regressão linear)	57,00	-	-	-	-	98,30	71,00	81,60	-	60,75	85,12
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Teste F - Escória de sid.	8,7*	0,15	1,34	1,32	0,78	3,70*	23,49*	8,52*	2,44	9,16*	15,28*
R ² (Regressão linear)	57,00	-	-	-	-	98,30	71,00	81,60	-	60,75	85,12
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* = significativo, a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Valores médios das propriedades químicas do solo, na profundidade de 0-10 cm, após 12 meses, da aplicação dos corretivos, em goiabeira, e sua análise de variância e de regressão. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

Corretivo	pH em CaCl ₂	M.O. em g dm ⁻³	P resina mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	Si	V
						mmol _c dm ⁻³				mg kg ⁻¹	%
Calcário	5,13	17,87	18,00	3,61	26,20	11,00	24,27	40,81	65,07	9,20	62,17
Escória de siderurgia	5,15	18,07	16,67	3,76	27,97	11,10	23,93	42,83	66,76	9,47	63,76
Causa de Variação											
Corretivo (C)	0,02	0,02	0,12	0,17	0,86	0,03	0,04	0,57	0,25	0,14	0,62
Dose (D)	4,30*	0,96	0,80	0,65	7,94*	6,39*	3,56*	7,94*	2,12	4,26*	9,79*
C x D	0,54	0,07	0,33	0,76	0,31	1,42	1,34	0,58	0,45	0,56	1,36
Média	5,14	17,97	17,33	3,68	27,10	11,07	24,10	41,79	65,89	9,33	63,00
CV (%)	5,45	22,70	60,52	27,61	19,64	19,93	20,25	17,20	12,54	20,92	9,54
Teste F - Calcário	4,30*	0,44	0,61	0,47	7,94*	19,83*	9,45*	7,94*	0,85	11,43*	9,79*
R ² (Regressão linear)	46,30	-	-	-	50,05	77,63	66,34	53,54	-	67,02	64,19
R ² (Regressão quadrática)	83,20	-	-	-	71,26	-	-	71,87	-	-	84,54
Teste F - Escória de sid.	4,30*	0,60	0,53	0,94	7,94*	19,83*	9,45*	7,94*	1,72	11,43*	9,79*
R ² (Regressão linear)	46,30	-	-	-	50,05	77,63	66,34	53,54	-	67,02	64,19
R ² (Regressão quadrática)	83,20	-	-	-	71,26	-	-	71,87	-	-	84,54

* = significativo, a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Valores médios das propriedades químicas do solo, na profundidade de 0-10 cm, após 18 meses, da aplicação dos corretivos, em goiabeira, e sua análise de variância e de regressão. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

Corretivo	pH em CaCl ₂	M.O. em g dm ⁻³	P resina mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	Si	V
						mmol _c dm ⁻³				mg kg ⁻¹	%
Calcário	5,03	15,93	16,53	4,05	21,90	12,13	27,07	38,08	65,15	5,80	58,16
Escória de siderurgia	5,08	15,33	13,60	3,92	25,57	11,80	27,03	41,29	68,32	5,67	60,71
Causa de Variação											
Corretivo (C)	0,40	0,34	0,70	0,14	7,64*	0,08	0,00	3,25	2,12	0,00	1,39
Dose (D)	7,03*	2,86	0,76	0,95	6,39*	7,60*	6,73*	10,20*	1,58	3,06*	11,06*
C x D	1,10	0,27	0,47	0,19	2,94	4,45	0,75	4,94	1,92	1,92	2,72
Média	5,05	15,63	15,07	3,98	23,77	12,00	27,07	39,68	66,73	5,80	59,43
CV (%)	4,55	18,04	63,68	23,35	15,28	22,09	19,43	12,28	8,94	7,19	9,64
Teste F - Calcário	21,22*	1,54	0,59	0,77	22,03*	24,75*	21,60*	35,14*	2,55	9,58*	39,37*
R ² (Regressão linear)	75,47	-	-	-	86,14	81,37	80,25	86,10	-	78,20	88,98
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Teste F - Escória de sid.	21,22*	1,59	0,63	0,37	22,03*	24,75*	21,60*	35,14*	0,95	9,58*	39,37*
R ² (Regressão linear)	75,47	-	-	-	86,14	81,37	80,25	86,10	-	78,20	88,98
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* = significativo, a 5% de probabilidade.

Tabela 7. Valores médios das propriedades químicas do solo, na profundidade de 0-10 cm, após 24 meses, da aplicação dos corretivos, em goiabeira, e sua análise de variância e de regressão. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

Corretivo	pH em CaCl ₂	M.O. em g dm ⁻³	P resina mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	Si	V
						mmol _c dm ⁻³				mg kg ⁻¹	%
Calcário	5,04	16,60	12,20	3,05	23,07	11,13	26,53	37,25	63,78	6,13	57,95
Escória de siderurgia	5,16	17,20	14,97	2,74	27,60	12,27	25,13	42,61	67,74	6,07	62,24
Causa de Variação											
Corretivo (C)	2,71	0,41	4,86*	2,26	11,46*	1,53	1,03	6,98*	4,06	0,32	3,79
Dose (D)	8,96*	2,65	8,18*	12,46*	5,59*	6,91*	7,32*	8,40*	1,80	2,89	11,12*
C x D	1,02	0,43	4,66*	0,39	2,13	2,10	0,64	2,33	2,81	1,93	1,01
Média	5,10	16,90	13,60	2,89	25,33	11,70	25,83	39,93	65,76	6,10	60,13
CV (%)	3,92	15,27	25,58	19,31	14,48	21,43	14,60	13,92	8,19	5,28	9,66
Teste F - Calcário	35,38	0,84	31,85*	12,46*	17,56	25,97*	29,22*	30,23*	0,77	7,87*	43,55*
R ² (Regressão linear)	98,70	-	97,29	37,27	78,49	93,96	99,83	89,95	-	68,01	97,89
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	81,63	-	-	-	-	-	-	-
Teste F - Escória de sid.	35,38	2,24	31,85*	12,46*	17,56	25,97*	29,22*	30,23*	3,84*	7,87*	43,55*
R ² (Regressão linear)	98,70	-	97,29	37,27	78,49	93,96	99,83	89,95	-	68,01	97,89
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	81,63	-	-	-	-	62,76	-	-

* = significativo, a 5% de probabilidade.

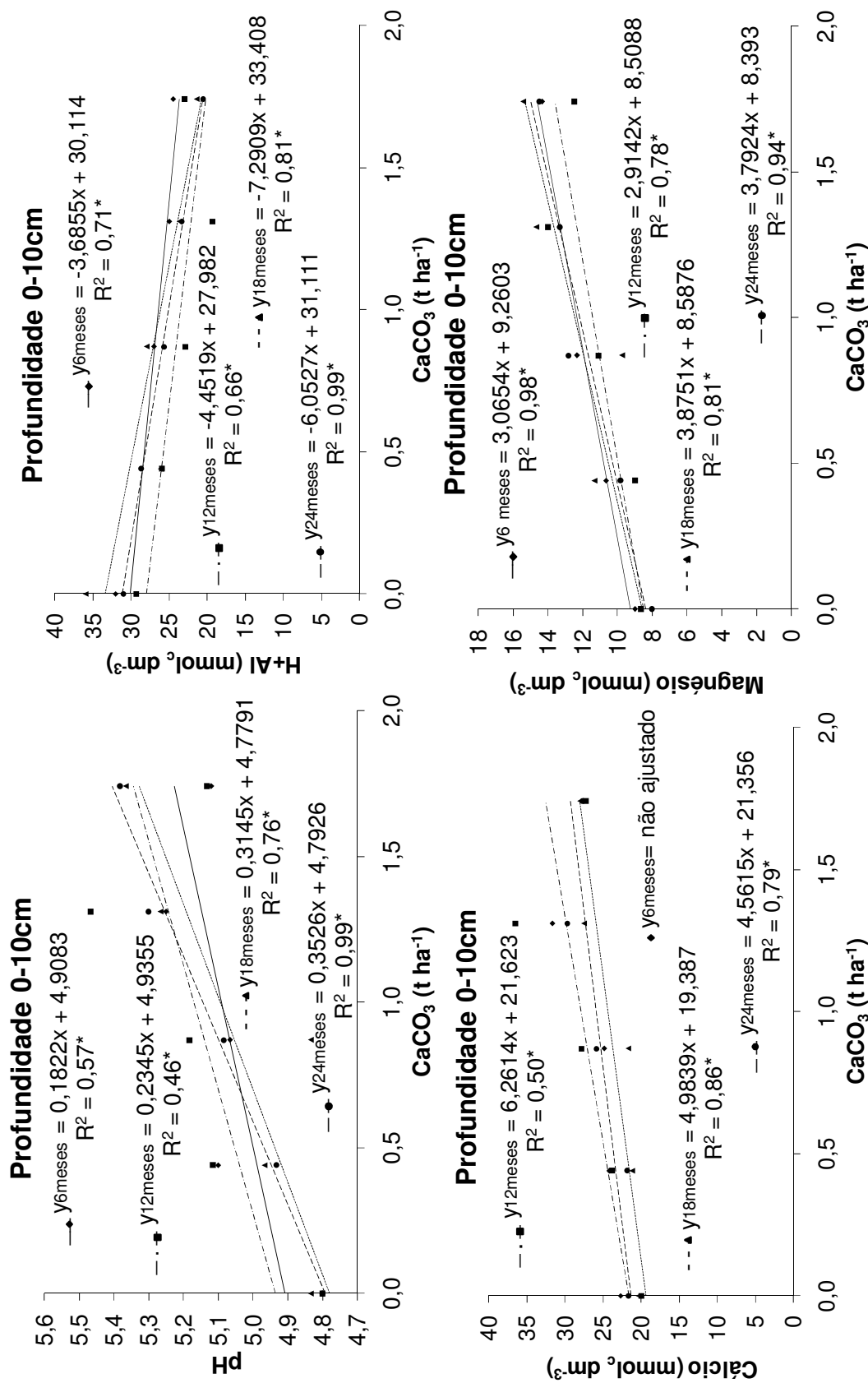


Figura 2. Efeitos dos corretivos no pH e nos teores de H+Al, cálcio e magnésio do solo cultivado com goiabeira, após 6; 12; 18 e 24 meses, na profundidade de 0-10 cm. FCAV/UNESP, Jaboticabal- SP, 2010.

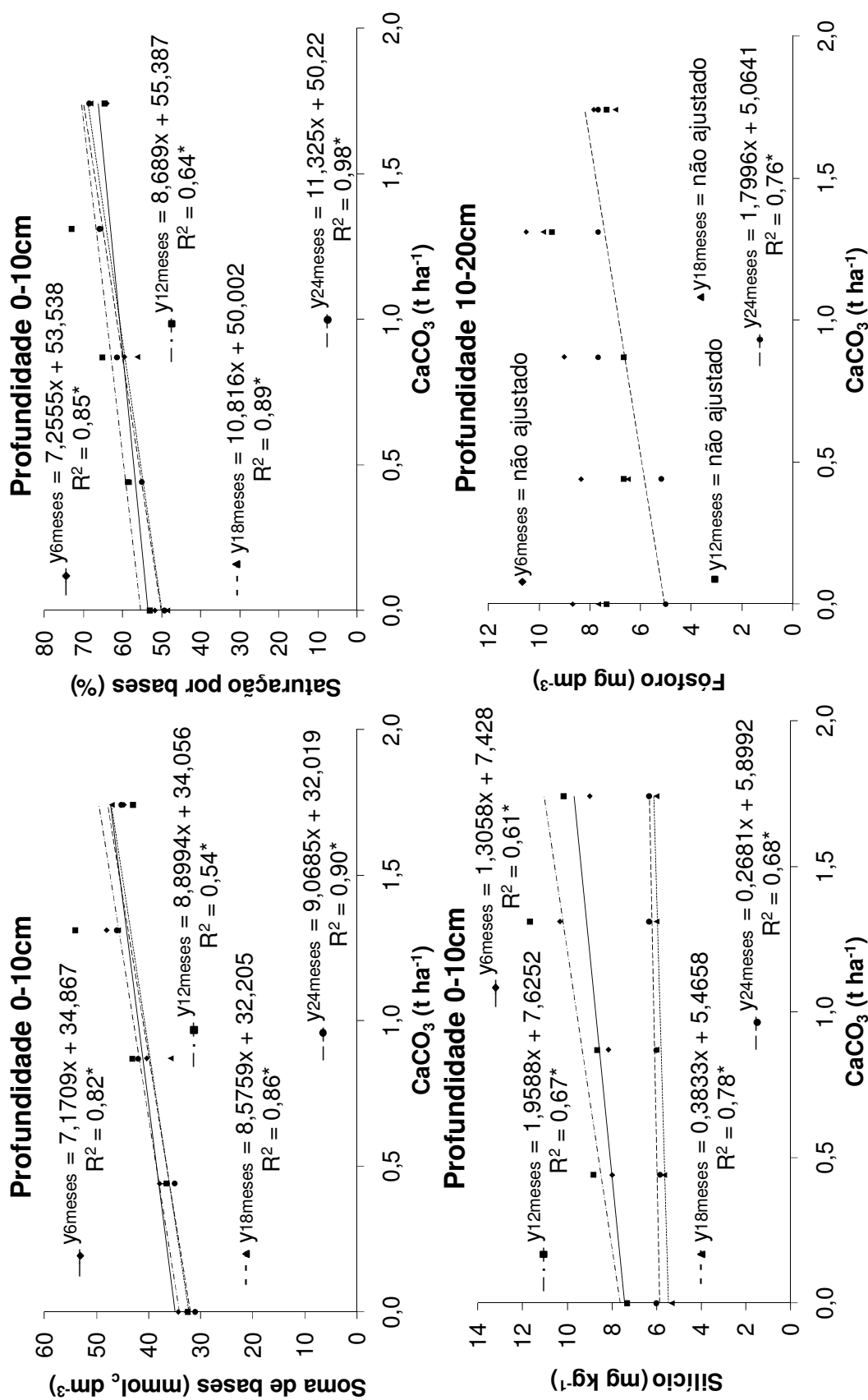


Figura 3. Efeitos dos corretivos na soma de bases, saturação por bases, e teores de silício e fósforo do solo cultivado com goiabeira, após 6; 12; 18 e 24 meses, na profundidade de 0-10 cm. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

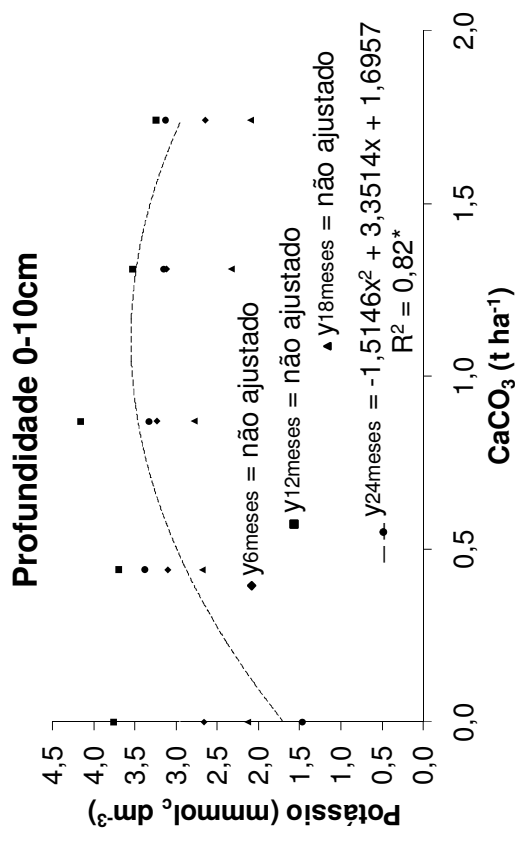


Figura 4. Efeitos dos corretivos nos teores de potássio do solo cultivado com goiabeira, após 6; 12; 18 e 24 meses, na profundidade de 0-10 cm. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

4.1.1.2 Camada de 10-20 cm de profundidade

A análise estatística, dada pela análise de variância e pela análise de regressão, aos 6 meses após a aplicação dos corretivos, não apresentou diferença para a maioria das variáveis, tanto para os corretivos e doses, como para a sua interação, na profundidade de 10-20 cm (Tabela 8).

Somente foi verificada relação da utilização dos corretivos com os valores das análises de solo, demonstrada na Tabela 9, para o fator dose, nas variáveis pH, cálcio, magnésio, acidez potencial, soma de bases e saturação por bases, após 12 meses da sua aplicação.

O aumento no pH com a adição dos corretivos apresentou efeito tipo quadrático com a variação em menor grau, quando comparado à acidez potencial, que, pela regressão, o decréscimo nos valores foi do tipo linear (Figura 5).

A análise de regressão, para as variáveis cálcio, soma de bases e saturação por bases, foi significativa, com o ajuste, à curva do tipo quadrática, que se pode observar pela Figura 5. No entanto, para os valores de magnésio, a curva de regressão foi ajustada para o tipo linear. Apesar de não haver diferença para o potássio, o cálcio foi o elemento que mais contribuiu para o comportamento da soma de bases, uma vez que o magnésio apresentou crescimento linear dos teores.

Aos 18 meses após a aplicação dos corretivos, as variáveis pH, cálcio, magnésio, H+Al, soma de bases, silício e saturação por bases foram significativas para o fator dose (Tabela 10). Todas apresentaram significância com o ajuste da equação do tipo linear (Figura 5).

Apesar da significância, para o elemento silício, ter ocorrido aos 18 e 24 meses, não foram verificadas grandes variações com o aumento das doses dos corretivos (Figura 6).

Na última época de coleta de dados de solos, aos 24 meses após a aplicação dos corretivos, a análise de variância e de regressão apresentou significância para as mesmas variáveis da época anterior, aos 18 meses. Contudo, o fósforo apresentou significância neste período com aumento linear pela adição dos corretivos (Figura 6).

Tabela 8. Valores médios das propriedades químicas do solo, na profundidade de 10-20 cm, após 6 meses, da aplicação dos corretivos, em goiabeira, e sua análise de variância e de regressão. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

Corretivo	pH em CaCl_2	M.O. em g dm^{-3}	P resina mg dm^{-3}	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	Si	V
						$\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$				mg kg^{-1}	%
Calcário	4,87	14,60	9,40	2,33	20,80	8,80	29,60	31,93	61,53	7,50	51,64
Escória de siderurgia	4,87	15,00	8,33	2,57	21,60	8,60	29,87	32,77	62,63	7,70	52,16
Causa de Variação											
Corretivo (C)	0,09	0,28	0,67	0,47	0,23	0,12	0,02	0,48	0,88	0,29	0,13
Dose (D)	1,77	0,91	0,48	0,53	1,44	2,31	1,44	1,11	0,49	3,23	1,33
C x D	1,55	0,13	1,68	0,52	0,44	1,11	0,36	0,62	0,68	1,03	0,48
Média	4,86	14,80	8,87	2,44	21,20	8,70	29,73	32,67	62,41	7,60	52,13
CV (%)	3,75	13,94	40,35	39,44	21,42	18,47	18,50	18,26	8,28	13,30	15,49
Teste F - Calcário	2,58	0,84	1,74	0,52	1,02	2,94	0,96	1,43	0,96	1,10	1,25
R ² (Regressão linear)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Teste F - Escória de sid.	0,73	0,20	0,42	0,52	0,85	0,48	0,85	0,30	0,21	3,16	0,55
R ² (Regressão linear)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* = significativo, a 5% de probabilidade.

Tabela 9. Valores médios das propriedades químicas do solo, na profundidade de 10-20 cm, após 12 meses, da aplicação dos corretivos, em goiabeira, e sua análise de variância e de regressão. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

Corretivo	pH em CaCl ₂	M.O. em g dm ⁻³	P resina mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	Si	V
						mmol _c dm ⁻³				mg kg ⁻¹	%
Calcário	4,93	14,40	8,07	2,47	22,93	8,87	28,07	34,27	62,33	54,29	7,70
Escória de siderurgia	4,92	13,87	6,93	2,39	22,40	8,40	26,73	33,19	59,93	55,24	7,60
Causa de Variação											
Corretivo (C)	0,02	0,27	1,46	0,06	0,24	0,39	0,49	0,32	0,72	0,01	0,33
Dose (D)	10,09*	1,07	1,24	0,39	19,82*	5,86*	3,16*	12,67*	2,76	4,08	13,20*
C x D	0,85	0,07	1,08	0,84	1,01	0,09	0,73	0,56	0,07	0,74	2,08
Média	4,92	14,13	7,50	2,43	22,67	8,63	27,40	33,73	61,13	7,65	54,77
CV (%)	2,95	19,93	34,29	35,29	13,12	23,58	19,07	15,34	12,68	30,51	8,71
Teste F - Calcário	10,09*	0,45	2,05	0,89	19,82*	6,49*	6,78*	12,67*	1,59	1,28	13,20*
R ² (Regressão linear)	28,62	-	-	-	17,77	27,68	53,65	20,35	-	-	36,73
R ² (Regressão quadrática)	42,57	-	-	-	36,32	-	-	36,91	-	-	60,39
Teste F - Escória de sid.	10,09*	0,69	0,26	0,35	19,82*	6,49*	6,78*	12,67*	1,24	3,54	13,20*
R ² (Regressão linear)	28,62	-	-	-	17,77	27,68	53,65	20,35	-	-	36,73
R ² (Regressão quadrática)	42,57	-	-	-	36,32	-	-	36,91	-	-	60,39

* = significativo, a 5% de probabilidade.

Tabela 10. Valores médios das propriedades químicas do solo, na profundidade de 10-20 cm, após 18 meses, da aplicação dos corretivos, em goiabeira, e sua análise de variância e de regressão. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

Corretivo	pH em CaCl ₂	M.O. em g dm ⁻³	P resina mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	Si	V
						mmol _c dm ⁻³				mg kg ⁻¹	%
Calcário	5,03	15,93	16,53	4,05	21,90	12,13	27,07	38,08	65,15	5,80	58,16
Escória de siderurgia	5,08	15,33	13,60	3,92	25,57	11,80	27,03	41,29	68,32	5,80	60,71
Causa de Variação											
Corretivo (C)	0,20	0,83	0,27	0,23	3,25	0,46	1,54	2,10	0,16	0,55	2,60
Dose (D)	6,43*	1,75	0,91	0,51	4,96*	3,32*	4,70*	3,70*	1,20	3,31*	2,60*
C x D	0,54	0,75	0,54	0,03	2,09	4,52	0,38	1,39	0,65	3,31	1,12
Média	4,91	11,77	7,53	2,41	19,53	8,50	28,33	30,33	58,29	5,55	52,23
CV (%)	4,94	15,35	46,46	44,51	11,40	22,22	17,64	12,99	9,13	6,65	11,07
Teste F - Calcário	12,41*	0,34	0,29	0,26	10,92*	12,64*	13,50*	13,14*	0,65	9,93*	9,80*
R ² (Regressão linear)	48,24	-	-	-	55,01	95,21	71,86	88,75	-	75,11	94,08
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Teste F - Escória de sid.	12,41*	2,17	1,15	0,28	10,92*	12,64*	13,50*	13,14*	1,19	9,93*	9,80*
R ² (Regressão linear)	48,24	-	-	-	55,01	95,21	71,86	88,75	-	75,11	94,08
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* = significativo, a 5% de probabilidade.

Tabela 11. Valores médios das propriedades químicas do solo, na profundidade de 10-20 cm, após 24 meses, da aplicação dos corretivos, em goiabeira, e sua análise de variância e de regressão. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

Corretivo	pH em CaCl_2	M.O. em g dm^{-3}	P resina mg dm^{-3}	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	Si	V
						$\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$				mg kg^{-1}	%
Calcário	4,89	13,13	6,47	2,61	22,27	8,20	28,67	33,07	61,74	6,20	52,92
Escória de siderurgia	4,90	13,20	6,80	2,42	22,20	8,70	27,67	33,32	60,99	6,10	54,44
Causa de Variação											
Corretivo (C)	0,03	0,00	0,24	0,29	0,00	0,52	0,61	0,01	0,09	0,73	0,64
Dose (D)	3,15*	1,16	3,42*	1,43	3,72*	3,01*	6,34*	4,24*	1,48	4,74*	7,90*
C x D	0,70	0,57	2,75	0,79	0,63	0,46	0,89	0,90	0,72	2,55	0,77
Média	4,89	13,17	28,26	2,51	22,30	8,53	28,20	33,20	61,36	6,15	53,63
CV (%)	4,71	23,83	6,63	37,84	25,54	23,66	11,64	19,99	11,44	5,21	10,66
Teste F - Calcário	7,22*	0,74	10,46	1,96	10,67*	9,40*	23,03*	13,73*	0,59	9,53*	29,84*
R ² (Regressão linear)	57,28	-	76,39	-	71,73	77,99	90,29	81,02	-	-	94,41
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50,21	-
Teste F - Escória de sid.	7,22*	0,99	10,46	0,26	10,67*	9,40*	23,03*	13,73*	1,61	9,53*	29,84*
R ² (Regressão linear)	57,28	-	76,39	-	71,73	77,99	90,29	81,02	-	-	94,41
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50,21	-

* = significativo, a 5% de probabilidade.

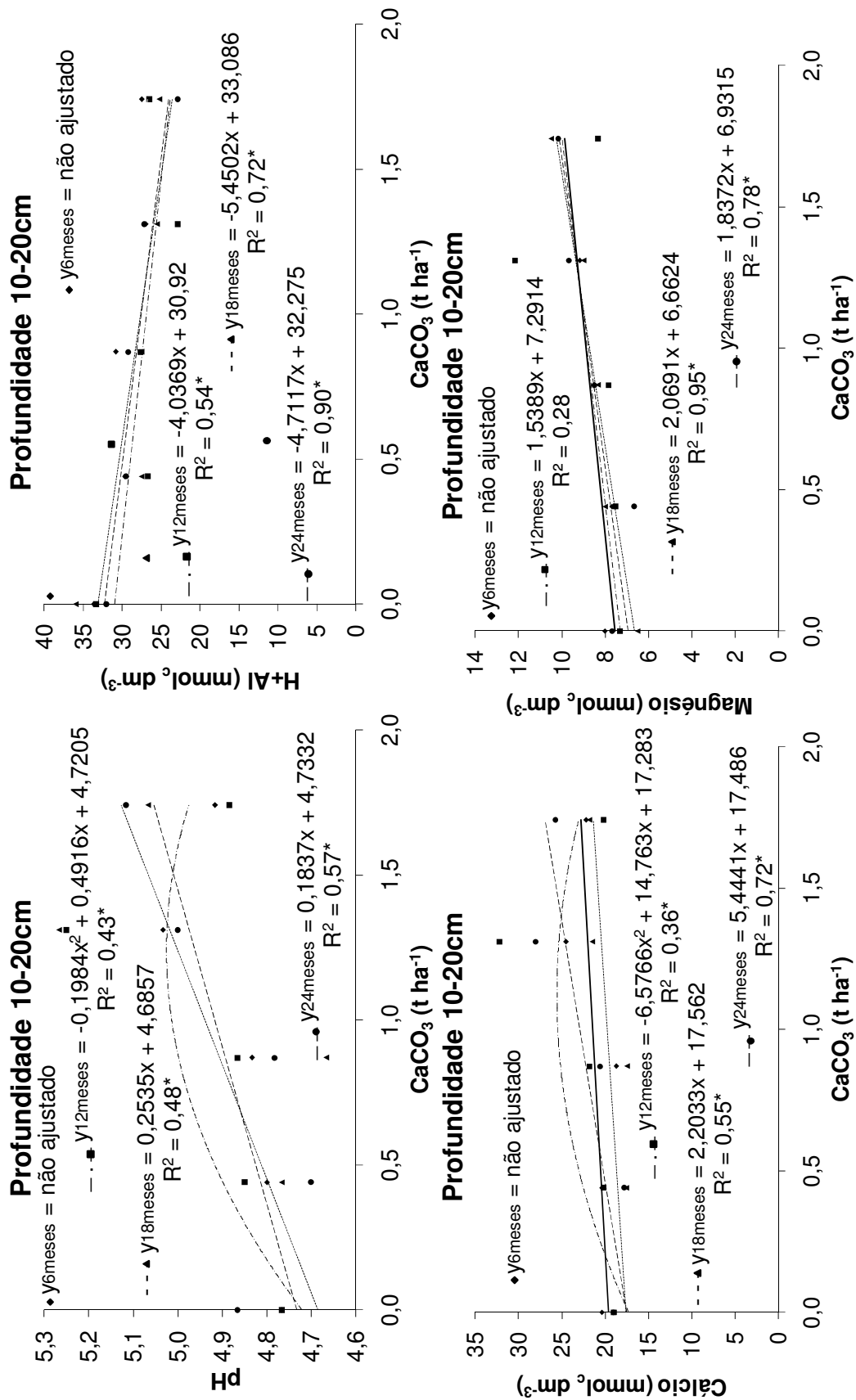


Figura 5. Efeitos dos corretivos no pH, e nos teores de H+Al, cálcio e magnésio do solo cultivado com goiabeira, após 6; 12; 18 e 24 meses, na profundidade de 10-20 cm. FCAV/UNESP, Jaboticabal- SP, 2010.

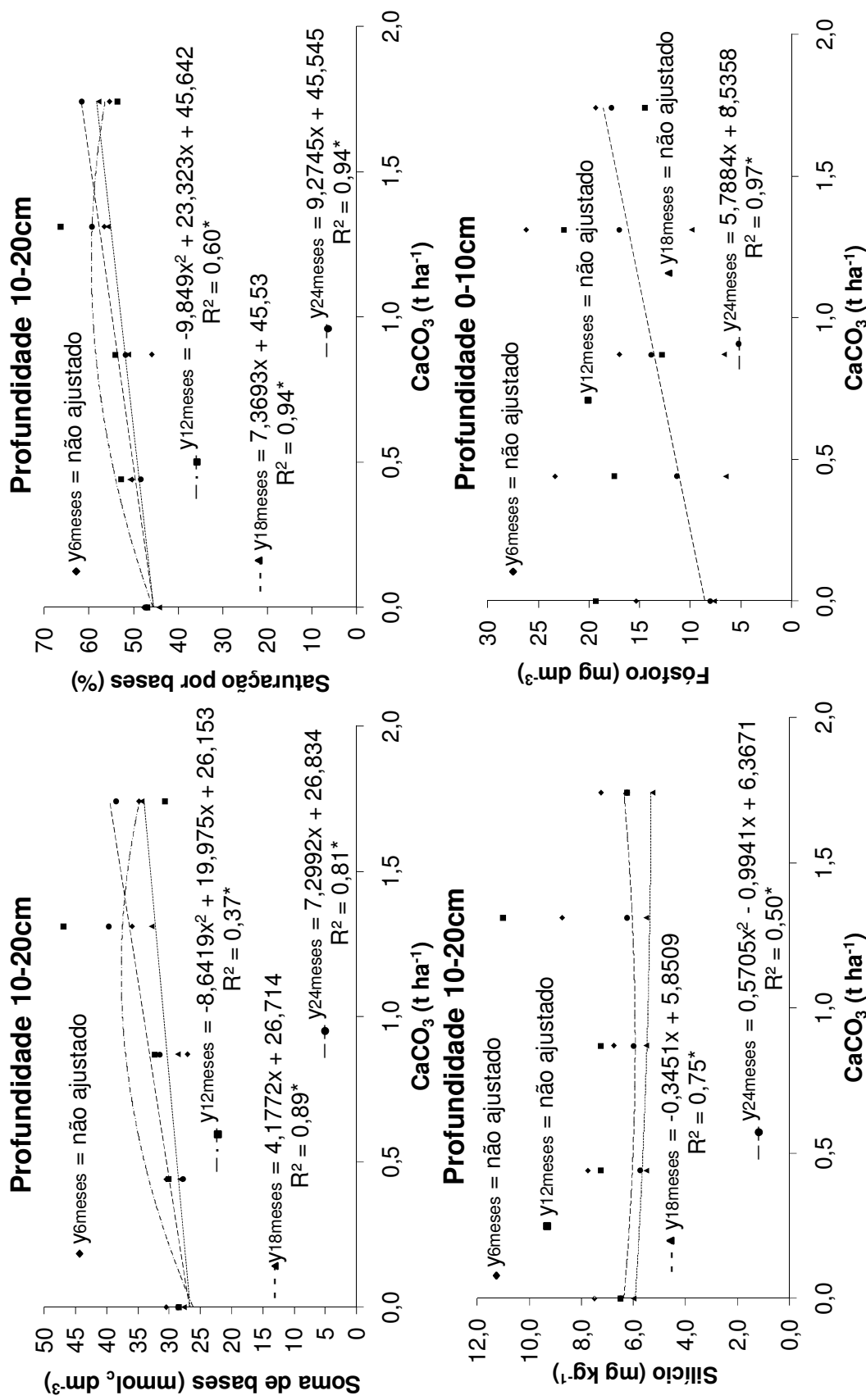


Figura 6. Efeitos dos corretivos na soma de bases, saturação por bases, e teores de silício e fósforo do solo cultivado com goiabeira, após 6; 12; 18 e 24 meses, na profundidade de 0-10 cm. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

4.1.1.3 Discussão – Camada de 0-10 cm e 10-20 de profundidade

Trabalhos com a utilização de escória de siderurgia são citados na literatura como benéficos na correção da acidez do solo, podendo substituir o calcário, o que é totalmente possível, pois não houve grandes diferenças entre a escória de siderurgia e o calcário na correção da acidez do solo e no fornecimento de nutrientes neste estudo.

Apesar disso, Prado e Fernandes (2000) citam que a escória de siderurgia apresenta efeito residual prolongado no solo com maior potencial de resposta, embora tenham tido resposta positiva, para o grupo de plantas semiperenes, na cultura da cana-de-açúcar. No entanto, Prado e Fernandes (2001) observaram que a resposta da cana-de-açúcar, cultivadas num Latossolo Vermelho-Amarelo alumínico, à aplicação do calcário e da escória de siderurgia foi semelhante na correção da acidez do solo, na elevação da concentração de cálcio e magnésio, e na saturação por bases.

Na cultura da goiabeira, trabalhos com a escória de siderurgia são somente citados em produção de mudas. Prado et al. (2002), avaliando a resposta das mudas de goiabeira à aplicação escória de siderurgia, observaram um efeito favorável na reação do solo e no fornecimento e disponibilidade de zinco, cobre, manganês e boro. Prado et al. (2003) também observaram que, o corretivo elevou os valores de pH, a soma de bases, a saturação por bases e as concentrações de cálcio, magnésio e fósforo, diminuindo a acidez potencial do solo. Os mesmos autores concluíram que a escória de siderurgia se mostrou viável na produção de mudas de goiabeira e constitui-se em uma fonte alternativa de cálcio e magnésio, bem como corretivo de acidez do solo, melhorando o estado nutricional e a produção das mudas, podendo contribuir para o sucesso na implantação do pomar. Como observado anteriormente, na viabilidade da produção de mudas, também foram verificados efeitos na fertilidade do solo, com a utilização da escória de siderurgia, neste experimento em pomar de goiabeira.

Apesar de não haver diferença entre os teores de silício no solo para ambos corretivos, Prado e Fernandes (2000), que avaliaram a eficiência da escória de siderurgia, em areia quartzosa na nutrição e na produção de matéria seca de cana-de-açúcar cultivada em vaso, observaram que a maior produção em relação ao calcário

deve-se a duas hipóteses e que uma delas é o efeito direto do silício no perfilhamento, uma vez que o corretivo apresenta SiO_2 .

O resultado da escória de siderurgia, neste experimento, foi superior ao calcário para o elemento cálcio, aos 12 e 18 meses após a aplicação dos corretivos, possivelmente pelo fato de que, segundo Malavolta (2006), o calcário contém carbonato de cálcio, que é uma base fraca, e escória de siderurgia, também de base fraca (SiO_3^-), mas mais forte que a base CO_3^{-2} .

Para a correção do solo, como já descrito, os valores para a saturação por bases, recomendados para a cultura da goiabeira, no Estado de São Paulo, é de 70% (SANTOS; QUAGGIO, 1996). No entanto, o valor recomendado pelos autores foi atingido somente 12 meses após a aplicação dos corretivos, e a saturação por bases, próximo do recomendado na maior dose, $1,74 \text{ t ha}^{-1}$, que é duas vezes a dose de calcário recomendada. Outros autores também não atingiram os valores recomendados por Santos e Quaggio, como o trabalho de Almeida (2008), em que nenhuma das doses recomendadas atingiu a saturação por bases de 80%, mesmo com duas vezes da quantidade recomendada na cultura da manga. E para a cultura da goiabeira, Prado (2003) cita que a aplicação de calcário, referente a 2 vezes da dose recomendada, obteve apenas 64%. Este fato pode ser explicado por eventuais perdas de cálcio e magnésio, pelo poder de tamponamento do solo, pelo equilíbrio químico das reações do calcário e pela granulometria mais grosseira do calcário, que dificulta a solubilização (CAIRES; ROSOLEM, 1993). Tescaro (1998), citado por Natale et al. (2007), cita que a ineficiência em elevar a saturação por bases a valores relativamente altos pode estar ligada ao elevado potencial de cargas dependentes do pH do solo, ao deslocamento da reação de equilíbrio da solubilização do corretivo e à formação de hidróxidos pouco solúveis.

Para esta pesquisa, a correção do solo, nas camadas, 10-20 cm, somente aos 12 meses após a aplicação dos corretivos, deve-se ao fato da necessidade de tempo para que a escória de siderurgia e o calcário alterem de forma significativa a composição do solo, pois a movimentação dos corretivos no perfil do solo é lenta. Porém, outros fatores podem ter contribuído para a correção do solo até 20 cm de profundidade, onde o

movimento descendente dos corretivos depende da precipitação, da textura e da porosidade do solo, do material corretivo utilizado, que é influenciado pela reatividade das partículas pela sua granulometria, da capacidade potencial de bases neutralizantes e da quantidade aplicada, como também do material vegetal existente no solo, pela movimentação dos corretivos por canais deixados pela abertura e decomposição das raízes, além de fatores químicos. Outros fatores, como o tempo de resposta no solo e na planta, as espécies estudadas e práticas de manejo podem influenciar nos resultados.

Como a aplicação dos corretivos para o presente experimento foi na superfície, sem incorporação, e sobre a camada orgânica existente no solo, uma das hipóteses da reação dos corretivos no perfil do solo é devida ao material orgânico. Em trabalho realizado com macieira por Pavan (1994), o autor observou que os manejos da cobertura do solo através da ceifa das plantas invasoras, do plantio de aveia ou do uso de mulch podem favorecer o movimento vertical do calcário aplicado na superfície do solo. A aplicação do calcário sobre os resíduos de plantas invasoras e aveia, após dois anos, reduziu o alumínio e aumentou o pH e o cálcio até 40 cm de profundidade e até a camada de 20 cm com a calagem sobre o mulch de aveia e serragem.

Apesar de apresentar algumas diferenças encontradas em pesquisas científicas, o fato é que o benefício, tanto na fertilidade do solo quanto na nutrição das plantas, é distinto, sendo que neste experimento também foram encontradas o benefício da aplicação da escória de siderurgia.

4.1.1.4 Camada de 20-30 cm e 30-40 cm de profundidade

Para as camadas mais profundas, de 20-30 cm e 30-40 cm, os resultados das análises químicas do solo, para todas as épocas de avaliação, aos 6; 12; 18 e 24 meses após a aplicação superficial dos corretivos, estão demonstrados nas Tabelas 12 a 19. Com base na análise de variância e de regressão, não houve efeito para todas as variáveis do solo até os 24 meses de sua aplicação, indicando que a correção do solo ocorreu somente nas camadas subsuperficiais.

Tabela 12. Valores médios das propriedades químicas do solo, na profundidade de 20-30 cm, após 6 meses, da aplicação dos corretivos, em goiabeira, e sua análise de variância e de regressão. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

Corretivo	pH em CaCl_2	M.O. g dm^{-3}	P resina mg dm^{-3}	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	Si mg kg^{-1}	V %
Calcário	4,89	12,07	4,63	1,99	20,93	8,67	29,53	31,59	61,12	8,50	51,20
Escória de siderurgia	4,82	12,47	4,30	2,14	19,27	7,53	30,13	28,94	59,07	7,40	48,48
Causa de Variação											
Corretivo (C)	1,50	0,20	0,33	0,22	0,86	1,70	0,05	1,08	0,38	1,69	0,65
Dose (D)	0,95	0,88	0,17	0,22	2,41	2,01	0,83	2,34	0,41	2,90	1,56
C x D	0,77	0,30	0,56	0,91	0,41	0,39	0,15	0,47	0,26	0,38	0,34
Média	4,84	12,27	4,50	2,07	20,10	8,10	29,83	30,27	60,11	7,95	49,93
CV (%)	5,55	19,80	35,34	37,57	24,56	29,37	26,02	23,24	15,29	29,12	18,14
Teste F - Calcário	1,11	0,77	0,26	0,42	2,10	1,21	0,46	1,92	0,60	2,17	0,86
R ² (Regressão linear)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Teste F - Escória de sid.	0,61	0,41	0,46	0,72	0,72	1,20	0,52	0,90	0,06	1,11	1,05
R ² (Regressão linear)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* = significativo, a 5% de probabilidade.

Tabela 13. Valores médios das propriedades químicas do solo, na profundidade de 20-30 cm, após 12 meses, da aplicação dos corretivos, em goiabeira, e sua análise de variância e de regressão. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

Corretivo	pH em CaCl_2	M.O. em g dm^{-3}	P resina mg dm^{-3}	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	Si	V
						$\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$				mg kg^{-1}	%
Calcário	4,92	12,20	5,27	2,00	22,27	7,80	28,07	32,07	60,13	7,90	53,04
Escória de siderurgia	4,91	12,13	5,00	1,86	21,10	8,27	26,93	31,23	58,16	7,73	54,02
Causa de Variação											
Corretivo (C)	0,01	0,01	0,22	0,21	1,46	0,48	0,26	0,19	0,36	0,08	0,22
Dose (D)	9,21	1,64	0,95	0,48	2,36	2,61	1,42	3,39	0,72	4,88	3,81
C x D	4,86	0,01	1,30	1,22	0,38	2,98	0,73	0,81	0,19	0,17	1,79
Média	4,92	12,17	5,13	1,93	22,00	8,03	27,50	31,65	59,15	7,82	53,60
CV (%)	4,14	17,76	30,13	43,42	17,85	22,97	22,35	16,60	15,29	21,10	10,28
Teste F - Calcário	2,36	0,81	1,77	1,31	1,87	2,67	0,62	2,57	0,50	2,26	1,78
R ² (Regressão linear)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Teste F - Escória de sid.	11,71	0,84	0,49	0,38	0,87	2,91	1,52	1,63	0,40	2,78	3,81
R ² (Regressão linear)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* = significativo, a 5% de probabilidade.

Tabela 14. Valores médios das propriedades químicas do solo, na profundidade de 20-30 cm, após 18 meses, da aplicação dos corretivos, em goiabeira, e sua análise de variância e de regressão. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

Corretivo	pH em CaCl_2	M.O. em g dm^{-3}	P resina mg dm^{-3}	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	Si	V
						$\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$				mg kg^{-1}	%
Calcário	4,89	10,60	5,60	1,89	19,93	8,60	24,47	30,42	54,89	5,80	55,08
Escória de siderurgia	4,80	10,93	5,17	2,18	20,13	7,80	29,00	30,11	59,11	5,80	51,50
Causa de Variação											
Corretivo (C)	0,82	0,15	0,27	1,07	0,03	1,02	4,15	0,03	3,26	0,00	2,02
Dose (D)	1,62	0,85	2,50	0,15	1,29	1,13	1,79	1,05	0,62	1,13	1,87
C x D	1,52	0,28	0,85	0,18	3,20	1,86	0,69	2,97	1,36	5,63	1,65
Média	4,84	10,77	5,43	2,03	20,03	8,23	26,77	30,27	57,00	5,80	53,43
CV (%)	5,41	22,30	45,68	38,27	16,27	28,50	22,43	16,44	11,24	4,45	12,75
Teste F - Calcário	1,79	0,33	1,65	0,25	1,62	1,94	0,17	1,61	1,01	3,38	0,58
R ² (Regressão linear)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Teste F - Escória de sid.	1,36	0,79	1,69	0,32	2,87	1,05	2,31	2,41	0,97	3,38	2,95
R ² (Regressão linear)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* = significativo, a 5% de probabilidade.

Tabela 15. Valores médios das propriedades químicas do solo, na profundidade de 20-30 cm, após 24 meses, da aplicação dos corretivos, em goiabeira, e sua análise de variância e de regressão. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

Corretivo	pH em CaCl ₂	M.O. em g dm ⁻³	P resina mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	Si	V
						mmol _c dm ⁻³				mg kg ⁻¹	%
Calcário	4,93	11,07	5,20	2,11	22,53	9,13	28,47	33,77	62,24	6,30	53,80
Escória de siderurgia	4,94	10,73	4,93	2,14	21,87	8,33	27,73	32,34	60,07	6,30	53,12
Causa de Variação											
Corretivo (C)	0,01	0,21	0,21	0,04	0,10	0,61	0,12	0,22	0,43	0,20	0,02
Dose (D)	2,20	1,03	1,34	0,32	1,82	1,24	0,56	1,75	1,21	2,86	1,22
C x D	0,05	0,36	0,72	0,08	0,35	0,07	0,57	0,20	0,69	3,74	0,05
Média	4,94	10,90	5,07	2,14	22,20	8,73	28,10	33,06	61,16	6,27	53,50
CV (%)	5,32	18,20	31,80	45,22	26,06	32,06	20,85	25,47	14,87	6,59	17,30
Teste F - Calcário	1,04	0,31	0,49	0,20	1,10	0,52	0,02	0,92	0,71	3,52	0,60
R ² (Regressão linear)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Teste F - Escória de sid.	1,22	1,08	1,57	0,20	1,07	0,79	1,11	1,03	1,19	3,08	0,66
R ² (Regressão linear)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* = significativo, a 5% de probabilidade.

Tabela 16. Valores médios das propriedades químicas do solo, na profundidade de 30-40 cm, após 6 meses, da aplicação dos corretivos, em goiabeira, e sua análise de variância e de regressão. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

Corretivo	pH em CaCl_2	M.O. em g dm^{-3}	P resina mg dm^{-3}	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	Si	V
						$\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$				mg kg^{-1}	%
Calcário	4,79	11,80	4,47	1,95	19,80	9,07	32,27	30,81	63,08	9,00	48,21
Escória de siderurgia	4,74	11,67	3,73	2,23	18,33	8,07	33,07	28,63	61,69	8,20	46,02
Causa de Variação											
Corretivo (C)	0,98	0,02	1,49	0,73	0,62	1,06	0,06	0,61	0,13	1,62	0,42
Dose (D)	1,56	0,13	1,15	0,60	3,08	3,06	0,75	3,19	0,39	6,54	2,18
C x D	1,32	0,39	0,87	0,88	1,54	0,73	0,12	1,17	0,27	1,92	0,85
Média	4,78	11,73	4,10	2,11	19,07	8,57	32,67	29,74	62,41	8,70	47,13
CV (%)	5,78	21,34	40,19	38,52	26,93	31,06	28,02	26,02	17,27	18,13	20,39
Teste F - Calcário	2,25	0,34	1,94	0,59	4,09	2,13	0,51	3,52	0,60	4,38	2,17
R^2 (Regressão linear)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R^2 (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Teste F - Escória de sid.	0,63	0,19	0,09	0,89	0,54	1,66	0,36	0,84	0,06	4,09	0,86
R^2 (Regressão linear)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R^2 (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* = significativo, a 5% de probabilidade.

Tabela 17. Valores médios das propriedades químicas do solo, na profundidade de 30-40 cm, após 12 meses, da aplicação dos corretivos, em goiabeira, e sua análise de variância e de regressão. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

Corretivo	pH em CaCl_2	M.O. em g dm^{-3}	P resina mg dm^{-3}	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	Si	V
						$\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$				mg kg^{-1}	%
Calcário	4,87	11,33	4,07	1,89	23,40	9,20	27,67	34,49	62,16	8,10	54,18
Escória de siderurgia	4,92	11,20	4,20	1,67	22,93	8,93	26,87	33,54	60,41	7,30	54,90
Causa de Variação											
Corretivo (C)	0,26	0,04	0,09	0,55	0,06	0,05	0,13	0,11	0,32	1,49	0,05
Dose (D)	1,80	0,63	0,08	0,49	2,29	1,41	1,04	1,71	0,84	3,11	1,44
C x D	1,04	0,49	0,38	1,38	1,53	0,64	0,84	1,41	1,03	0,85	1,36
Média	4,90	11,27	4,13	1,78	23,17	9,07	27,27	34,02	61,28	7,70	54,57
CV (%)	5,1	16,62	28,96	45,64	21,90	36,83	22,54	23,64	13,90	23,32	16,63
Teste F - Calcário	1,75	0,62	0,28	1,46	2,92	0,86	0,29	2,18	1,38	1,91	1,22
R ² (Regressão linear)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Teste F - Escória de sid.	1,09	0,50	0,19	0,41	0,90	1,19	1,60	0,94	0,49	2,05	1,58
R ² (Regressão linear)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* = significativo, a 5% de probabilidade.

Tabela 18. Valores médios das propriedades químicas do solo, na profundidade de 30-40 cm, após 18 meses, da aplicação dos corretivos, em goiabeira, e sua análise de variância e de regressão. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

Corretivo	pH em CaCl_2	M.O. em g dm^{-3}	P resina mg dm^{-3}	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	Si	V
						$\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$				mg kg^{-1}	%
Calcário	4,82	10,00	5,33	1,83	21,40	8,27	27,73	31,50	59,23	5,80	52,63
Escória de siderurgia	4,81	10,20	4,47	1,97	18,73	7,73	26,80	28,43	55,23	5,73	50,24
Causa de Variação											
Corretivo (C)	1,57	0,05	0,93	0,22	1,42	0,56	0,33	1,08	1,36	0,14	1,13
Dose (D)	4,50	0,69	0,61	1,19	2,40	4,14	0,32	2,72	1,74	0,83	2,88
C x D	0,59	0,04	0,39	0,64	0,31	6,25	0,69	1,09	0,36	0,94	2,48
Média	4,93	10,10	4,90	1,93	20,07	8,00	27,27	30,00	57,27	5,77	51,40
CV (%)	5,92	23,43	50,28	40,19	30,51	24,31	16,40	26,90	16,43	8,43	12,73
Teste F - Calcário	1,96	0,30	0,60	0,44	0,82	4,12	0,75	0,99	0,63	0,95	1,06
R ² (Regressão linear)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Teste F - Escória de sid.	3,13	0,44	0,40	1,38	1,89	6,28	0,26	2,82	1,47	0,81	4,31
R ² (Regressão linear)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* = significativo, a 5% de probabilidade.

Tabela 19. Valores médios das propriedades químicas do solo, na profundidade de 30-40 cm, após 24 meses, da aplicação dos corretivos, em goiabeira, e sua análise de variância e de regressão. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

Corretivo	pH em CaCl_2	M.O. em g dm^{-3}	P resina mg dm^{-3}	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	Si	V
						$\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$				mg kg^{-1}	%
Calcário	4,81	10,87	5,40	2,10	21,20	9,13	30,93	32,43	63,37	6,57	50,64
Escória de siderurgia	4,85	10,20	5,53	1,88	21,40	8,20	29,60	31,48	61,08	6,33	50,82
Causa de Variação											
Corretivo (C)	0,15	0,45	0,02	0,29	0,01	0,72	0,40	0,08	0,30	1,94	0,00
Dose (D)	1,52	0,12	0,80	0,49	1,25	1,22	0,56	1,22	0,51	5,51	1,31
C x D	0,55	1,03	1,49	0,48	0,81	0,34	0,59	0,60	0,47	0,36	0,43
Média	4,83	10,53	5,47	1,99	21,30	8,67	30,27	31,96	62,22	6,45	50,67
CV (%)	5,88	25,92	51,75	54,65	28,69	34,84	18,97	29,40	18,47	7,11	16,90
Teste F - Calcário	0,90	0,82	0,40	0,50	1,17	0,38	0,03	0,95	0,54	2,70	0,74
R ² (Regressão linear)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Teste F - Escória de sid.	1,17	0,33	1,78	0,98	0,89	1,18	1,12	0,88	0,44	3,17	0,99
R ² (Regressão linear)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* = significativo, a 5% de probabilidade.

4.1.2 Entrelinhas

As propriedades químicas do solo, nas entrelinhas de plantio, para as camadas de 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm e 30-40 cm de profundidade, aos 6; 12; 18 e 24 meses após a aplicação dos corretivos, estão representadas na Tabela 20.

No período analisado, os valores para as propriedades químicas do solo não variaram em seus teores no período avaliado. Isto se deve ao fato de o manejo da cultura ser empregado exclusivamente nas linhas de plantio com a prática de adubações anuais, somente com o controle de plantas invasoras nas entrelinhas.

Estudos referentes à distribuição do sistema radicular, realizados por Fracaro e Pereira (2004), com a goiabeira 'Rica', a partir da estaquia herbácea com doze anos de idade, mostram que as raízes se desenvolveram além da área da projeção da copa, evidenciando que, nas práticas de adubação, a localização do fertilizante não deverá ser feita em linha na projeção da copa, mas por toda a superfície ao seu redor; embora os mesmos autores afirmem que o maior volume de raízes é encontrado nas áreas de menor incidência de plantas daninhas e, conseqüentemente, nas áreas de maior acúmulo de material orgânico, o que se dá na linha de plantio. Neves et al. (1998), em citros, também observaram que a interrupção brusca da presença de raízes com o início da presença do sistema radicular da cobertura vegetal de *Arachis prostrata* Bong. Ex Benth, o que provocou o aprofundamento do sistema radicular da planta.

Como o pomar tem cinco anos de idade, estima-se que as raízes estejam ainda sob a projeção da copa e que as alterações nas variáveis do solo, na entrelinha, ainda não sofreram modificações em seus teores. Posteriormente, o pomar, com o desenvolvimento da planta, terá maior porte e, conseqüentemente, as raízes ultrapassarão a projeção da copa, extraindo nutrientes da entrelinha, sendo necessária a aplicação de corretivos e fertilizantes em área total.

Tabela 20. Valores das propriedades químicas do solo, na profundidade 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm e 30-40 cm, após 6; 12; 18 e 24 meses, da aplicação dos corretivos, em goiabeira. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

Profundidade	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	Si	V
	em	g dm ⁻³	resina			mmol _c dm ⁻³				mg kg ⁻¹	%
	CaCl ₂		mg dm ⁻³								
6 meses após a aplicação dos corretivos											
0-10 cm	5,2	16	6	4,6	29	10	25	43,6	68,6	11,0	64
10-20 cm	5,3	14	5	3,6	30	10	25	43,6	68,6	11,0	64
20-30 cm	5,2	11	4	2,8	27	9	25	38,8	63,8	11,0	61
30-40 cm	5,1	13	5	3,1	28	10	28	41,1	69,1	11,0	59
12 meses após a aplicação dos corretivos											
0-10 cm	5,3	19	6	3,6	30	12	22	45,6	67,6	-	67
10-20 cm	5,4	17	7	2,8	32	13	22	47,8	69,8	-	68
20-30 cm	5,5	14	5	2,7	35	14	22	51,7	73,7	-	70
30-40 cm	5,6	13	3	2,5	40	16	22	58,5	80,5	-	73
18 meses após a aplicação dos corretivos											
0-10 cm	5,2	15	7	3,4	22	9	20	34,4	54,4	-	63
10-20 cm	5,2	15	6	3,4	24	10	20	37,4	57,4	-	65
20-30 cm	5,4	12	6	3,1	28	10	22	41,1	63,1	-	65
30-40 cm	5,3	12	4	3,1	28	10	22	41,1	63,1	-	65
24 meses após a aplicação dos corretivos											
0-10 cm	5,2	16	6	3,0	23	9	22	35	57	6,0	61
10-20 cm	5,2	13	13	2,9	28	8	22	38,9	60,9	6,0	64
20-30 cm	5,3	13	5	3,2	31	10	25	44,2	69,2	7,0	64
30-40 cm	5,1	11	3	2,7	28	9	28	39,7	67,7	6,0	59

4.2 Estado nutricional da planta

Os valores médios para as propriedades químicas das folhas da goiabeira, aos 3 meses após a aplicação dos corretivos, com sua análise de variância e regressão, estão apresentados na Tabela 21.

Todas as variáveis não diferiram significativamente para os corretivos; contudo, para o fator dose, houve diferença apenas para o manganês. A interação entre os dois fatores também não foi significativa.

O manganês teve uma diminuição, pela análise de regressão, do tipo quadrático, com a adição dos corretivos, aos 3 meses (Figura 7).

Aos 8 meses após a aplicação dos corretivos, foram coletadas novas amostras de folhas. O período dessa coleta de folhas foi influenciado principalmente pela época da poda, em maio de 2008.

Para o fator corretivo, somente houve diferença para o cálcio, com a escória de siderurgia sendo superior ao calcário. O cálcio também diferiu para o fator dose e para sua interação (Tabela 22). Pela análise de regressão do desdobramento do corretivo e das doses, o calcário teve efeito tipo quadrático; na escória de siderurgia, a equação ajustada foi linear, e os teores deste elemento obtiveram um crescimento superior ao calcário (Figura 8).

As variáveis cobre, manganês e zinco também foram significativas para as doses crescentes dos corretivos, com efeito tipo linear para o cobre e o manganês, e tipo quadrático para o zinco (Figura 7).

A terceira coleta da amostra de folhas ocorreu em outubro de 2009, o que corresponde a 21 meses após a aplicação dos corretivos. Nesta coleta, não houve diferença para os corretivos e para a interação com a dose, em todas as variáveis analisadas. Para o fator dose, as variáveis que apresentaram diferença foram o cálcio, o magnésio, o cobre e o manganês, todos com a regressão do tipo linear (Tabela 23 e Figuras 7 e 8).

Entre as três coletas de folhas, para o manganês, somente aos 21 meses que foram encontradas as maiores diferenças ao aumento das doses dos corretivos. Para o

elemento cobre, aos 8 meses a tendência foi de diminuição de seus teores e aos 21 meses o efeito foi contrário, pelo aumento das doses dos corretivos.

Prado et al. (2002) observaram que a escória de siderurgia apresentou efeito quadrático nos teores de zinco, cobre e manganês da parte aérea e das raízes das mudas, enquanto para o boro o efeito foi linear, em mudas de goiabeira. Prado et al. (2003) também observaram que houve aumento significativo na altura e no número de folhas, na área foliar, e nas concentrações de cálcio, magnésio e fósforo da parte aérea e das raízes das plantas, e, conseqüentemente, na matéria seca da parte aérea e das raízes, pela aplicação da escória de siderurgia nos substratos.

Tabela 21. Valores médios das propriedades químicas das folhas da goiabeira, após 3 meses, da aplicação dos corretivos, e sua análise de variância e de regressão. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

Corretivo	g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				Zn			
	N	P	K	Ca	Mg	S	Si	B		Cu	Fe	Mn
Calcário	17,98	1,52	10,16	8,42	2,00	2,28	-	41,16	54,68	58,36	65,28	46,16
Escória de siderurgia	18,30	1,52	10,40	8,56	2,04	2,36	-	41,60	55,68	65,88	67,84	46,20
Causa de Variação												
Corretivo (C)	0,93	0,02	0,96	0,52	0,78	1,94	-	0,15	0,07	2,50	0,57	0,00
Dose (D)	0,91	1,10	0,41	1,49	1,57	1,78	-	1,27	1,86	0,64	5,40*	0,92
C x D	0,19	0,58	0,80	0,61	1,61	0,83	-	0,16	0,26	0,88	2,22	0,07
Média	18,14	1,52	10,28	8,49	2,02	2,32	-	41,38	55,18	62,12	66,56	46,18
CV (%)	6,48	7,62	8,58	8,35	5,55	9,17	-	9,79	23,57	27,10	18,06	16,36
Teste F - Calcário	0,70	1,42	0,97	1,14	0,84	2,18	-	0,43	1,05	0,78	5,40*	0,60
R ² (Regressão linear)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51,84	-
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	78,15	-
Teste F - Escória de sid.	0,40	0,25	0,24	0,96	2,34	0,42	-	1,00	1,08	0,74	5,40*	0,39
R ² (Regressão linear)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51,84	-
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	78,15	-

* = significativo, a 5% de probabilidade.

Tabela 22. Valores médios das propriedades químicas das folhas da goiabeira, após 8 meses, da aplicação dos corretivos, e sua análise de variância e de regressão. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

Corretivo	g kg ⁻¹			%			mg kg ⁻¹					
	N	P	K	Ca	Mg	S	Si	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Calcário	11,1	0,98	10,08	8,50	2,10	1,46	0,93	23,68	8,44	58,52	69,12	17,50
Escória de siderurgia	11,3	1,04	10,94	9,10	2,11	1,53	0,97	25,52	8,68	65,60	70,60	17,80
Causa de Variação												
Corretivo (C)	0,39	1,34	6,12	5,52*	0,02	1,25	0,31	1,45	0,31	2,68	0,11	0,25
Dose (D)	4,08	0,58	0,36	11,73*	0,82	0,97	1,90	0,46	1,56*	0,96	2,59*	5,80*
C x D	0,71	0,32	0,56	2,81*	3,16	1,71	1,69	3,58	0,56	1,50	2,02	5,68
Média	11,17	1,01	10,51	8,81	2,11	1,50	0,95	24,60	8,56	62,06	69,86	17,64
CV (%)	9,12	19,30	11,70	10,44	10,59	14,37	25,46	21,97	17,94	24,64	22,86	9,61
Teste F - Calcário	2,28	0,60	0,13	6,57*	1,90	2,19	1,22	2,92	4,35*	1,77	6,43*	5,80*
R ² (Regressão linear)	-	-	-	74,65	-	-	-	-	69,72	-	61,93	34,78
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	96,21	-	-	-	-	-	-	-	55,01
Teste F - Escória de sid.	2,50	0,30	0,78	7,97*	2,08	0,48	2,37	1,11	4,35*	0,68	6,43*	5,80*
R ² (Regressão linear)	-	-	-	75,99	-	-	-	-	69,72	-	61,93	34,78
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55,01

* = significativo, a 5% de probabilidade.

Tabela 23. Valores médios das propriedades químicas das folhas da goiabeira, após 21 meses, da aplicação dos corretivos, e sua análise de variância e de regressão. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

Corretivo	g kg ⁻¹				%				mg kg ⁻¹			
	N	P	K	Ca	Mg	S	Si	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Calcário	24,8	2,0	15,2	15,4	2,9	-	0,81	45,0	16,3	85,7	167,2	25,5
Escória de siderurgia	23,8	1,9	15,0	16,1	2,9	-	0,77	44,8	17,1	85,6	166,6	25,1
Causa de Variação												
Corretivo (C)	0,49	0,38	0,14	2,05	0,10	-	0,93	0,91	2,08	0,00	0,00	0,27
Dose (D)	1,76	0,08	0,11	6,40*	2,39*	-	1,63	0,11	4,65*	0,62	6,90*	0,30
C x D	0,39	0,18	0,17	0,90	0,68	-	2,04	0,96	0,86	0,24	0,53	1,25
Média	24,28	1,94	15,14	15,76	2,92	-	0,79	44,94	16,70	85,66	166,88	25,30
CV (%)	21,40	15,34	11,28	9,65	10,59	-	16,49	13,46	12,32	28,67	25,60	9,74
Teste F - Calcário	0,86	0,14	0,02	20,77*	7,39*	-	2,63	1,52	9,03*	0,49	23,91*	0,34
R ² (Regressão linear)	-	-	-	81,21	77,31	-	-	-	54,64	-	86,68	-
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Teste F - Escória de sid.	1,29	0,12	0,26	20,77*	7,39*	-	1,04	0,69	9,03*	0,36	23,91*	1,21
R ² (Regressão linear)	-	-	-	81,21	77,31	-	-	-	54,64	-	86,68	-
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* = significativo, a 5% de probabilidade.

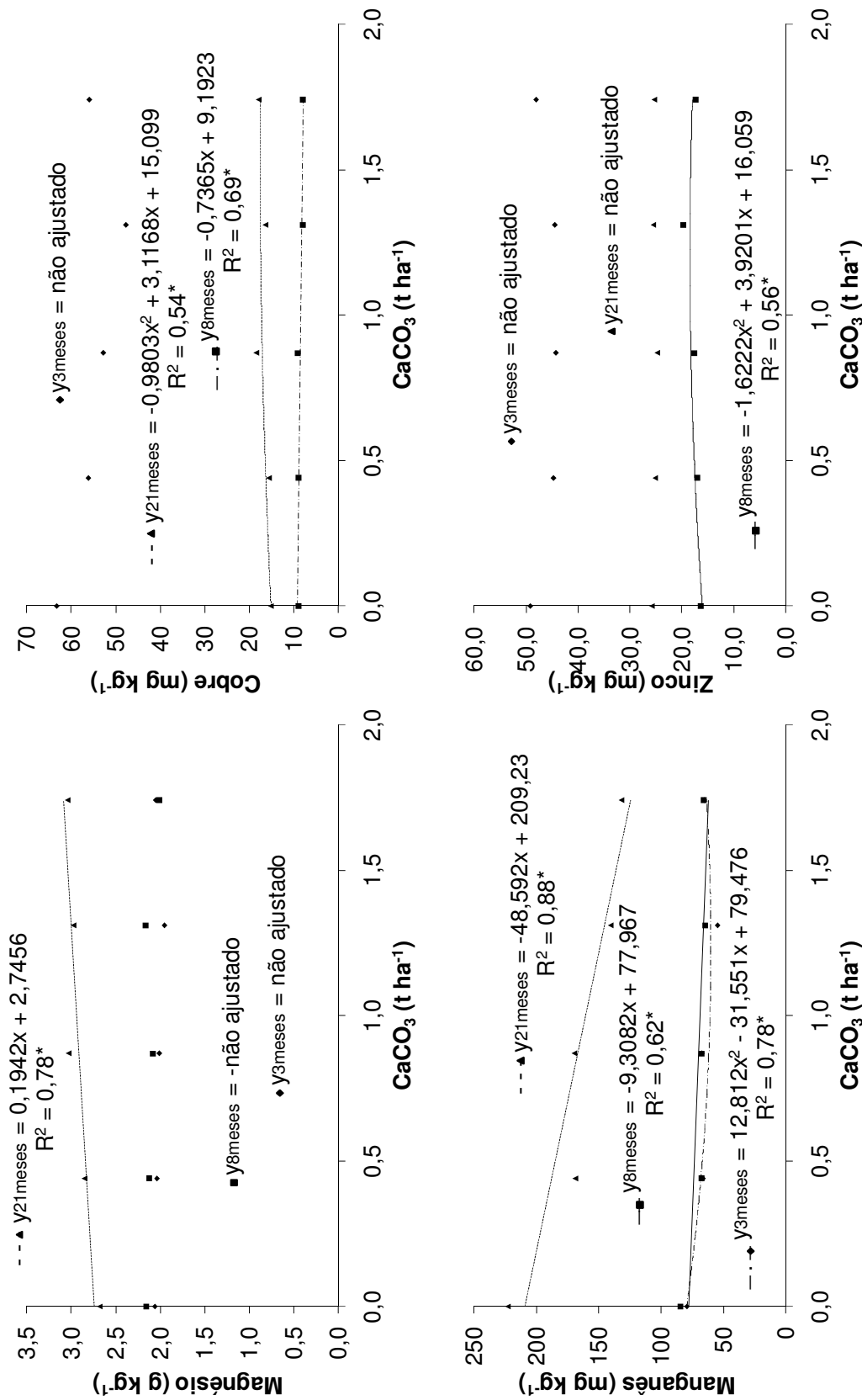


Figura 7. Efeitos dos corretivos nos teores de magnésio, cobre, manganês e zinco das folhas de goiabeira, após 3; 8 e 21 meses. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

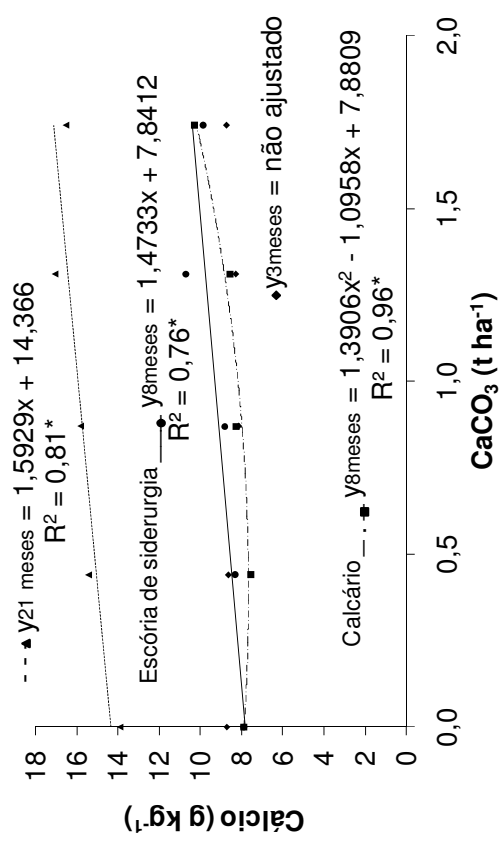


Figura 8. Efeitos dos corretivos nos teores de cálcio das folhas de goiabeira, após 3; 8 e 21 meses. FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP, 2010.

4.3 Variáveis produtivas e de qualidade dos frutos

Os valores médios das propriedades físico-químicas dos frutos da goiabeira, 13 meses após a aplicação dos corretivos, estão apresentados na Tabela 24. Pela análise de variância, o fator corretivo e sua interação com as doses não apresentaram diferença em todas as variáveis. No fator dose, as variáveis em que houve significância foram a acidez titulável, a relação SS/AT, o número de frutos, a produção e a produtividade.

Quando foi realizada a regressão, a acidez titulável e a relação SS/AT apresentaram ajuste à curva do tipo quadrática. No entanto, para as variáveis número de frutos, produção e produtividade, o efeito foi do tipo linear (Figura 9).

Para a segunda safra, 24 meses após a aplicação dos corretivos, observa-se que para o fator corretivo, dado pela análise de variância, não houve diferença para a escória de siderurgia e para o calcário. No fator doses, também não houve diferença para a firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, pH, relação SS/AT e peso do fruto, mas para o número de frutos, produção e produtividade houve essa diferença. Na interação do corretivo com a dose, não ocorreu significância (Tabela 25).

Pela análise de regressão, observaram-se diferenças para número de frutos, produção e produtividade, pelo fator dose, o efeito foi do tipo linear (Figuras 9 e 10).

Prado et al. (2005) estudando a aplicação do calcário incorporado ao solo na qualidade pós-colheita de goiabas 'Paluma', também observaram que a aplicação do corretivo não afetou na maioria das características físico-químicas dos frutos, somente para a acidez titulável e a relação sólidos solúveis e acidez titulável, e houve influência na firmeza e na perda de massa. Almeida (2008), aplicando calcário incorporado na camada de 5 cm de profundidade, em mangueiras, obteve diferença para os sólidos solúveis, acidez titulável e pH com a variedade Haden e Keitt, mas não encontrou diferença para as variáveis físicas (massa, comprimento, diâmetro, rendimento de polpa e colapso interno). Os dados relatados pelos autores citados foram semelhantes aos encontrados neste experimento. Entretanto, Correia (2009) não observou diferença nas

variáveis tecnológicas com a aplicação de calcário incorporado ao solo em experimento com mangas 'Palmer'.

Segundo Khedkar et al. (1982), a maior acidez nos frutos da goiabeira, sem a aplicação da calagem, pode ter ocorrido pela maior degradação do ácido ascórbico. Já Adsule e Tondon (1983) e Prado et al. (2005) sugerem que o efeito é devido a altas concentrações de ácido ascórbico nos frutos pela maior perda de umidade das plantas que não receberam a aplicação de fontes de cálcio. No entanto, no presente trabalho, os teores de ácido ascórbico não sofreram mudanças com as doses de corretivos aplicadas.

Para as características produtivas, também existem trabalhos que relatam a importância da calagem e o seu benefício na produção em pomares já estabelecidos, como para Almeida (2008), trabalhando com aplicação superficial de calcário com incorporação na camada de 5 cm de profundidade, com uso de grade leve, observando aumento na produtividade e na melhoria da qualidade tecnológica em mangas 'Haden' e 'Keitt', após treze e dezesseis meses do uso do corretivo, respectivamente. Para a laranja 'Pera', o calcário calcinado foi aplicado superficialmente, e a máxima reação do corretivo ocorreu entre doze e dezoito meses, alterando o estado nutricional e a produção das plantas (SILVA et al., 2007). A aplicação superficial de calcário comum e calcinado em solo com goiabeira 'Paluma' não apresentou efeito significativo até 20 meses após a aplicação dos corretivos sobre a composição química das folhas, dos frutos e na produção (CORRÊA, 2004). No entanto, para este trabalho a aplicação do calcário e da escória de siderurgia demonstrou efeito após doze meses, com resultados positivos referentes à qualidade e também à produção dos frutos da goiabeira.

A produtividade, sem a aplicação dos corretivos, foi em torno de 15 t ha^{-1} enquanto as plantas que receberam a correção do solo, obtiveram os valores médios de 26 t ha^{-1} e 29 t ha^{-1} para o calcário e para a escória de siderurgia, respectivamente. Os valores encontrados com a aplicação dos corretivos estão próximos da média de produtividade para o Estado de São Paulo: 24 t ha^{-1} (AGRANUAL, 2010).

Apesar de não haver diferença entre os corretivos para os aspectos produtivos este efeito positivo foi observado em cana-de-açúcar por Prado e Fernandes (2001),

sendo que os melhores resultados foram obtidos para o perfilhamento e produtividade, com a utilização da escória de siderurgia, que resultou em resposta linear, tendo o calcário com efeito quadrático.

Tabela 24. Valores médios das propriedades físico-químicas dos frutos da goiabeira, após 13 meses, da aplicação dos corretivos, e sua análise de variância e de regressão. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

Corretivo	Firmeza		Sólidos Solúveis	Acidez Titulável ¹	Ácido Ascórbico ²	pH	Relação		Peso do fruto ³ (g)	N° de frutos ⁴	Produção kg planta ⁻¹	Produtividade ton ha ⁻¹
	N						SS/AT	fruto ³				
Calcário	21,76	10,61	0,52	57,07	4,02	20,88	195,42	413,50	78,76	22,45		
Escória de siderurgia	21,89	10,79	0,51	57,68	4,26	21,80	205,41	473,09	94,65	26,98		
Causa de Variação												
Corretivo (C)	0,00	0,62	0,48	0,05	1,49	1,66	1,63	1,60	3,88	3,88		
Dose (D)	0,43	0,40	10,50*	1,17	1,33	5,64*	1,50	9,49*	12,60*	12,60*		
C x D	0,65	0,50	2,07	1,02	1,37	0,79	0,97	0,38	0,70	0,70		
Média	21,82	10,70	0,51	57,37	4,14	21,31	200,42	443,29	86,70	24,71		
CV (%)	23,96	5,69	8,76	13,48	12,62	12,10	10,70	29,11	25,49	25,49		
Teste F - Calcário	0,47	0,79	5,68*	1,09	2,58	4,05*	0,54	35,61	43,60*	43,59*		
R ² (Regressão linear)	-	-	35,73	-	-	-	-	93,83	86,53	86,13		
R ² (Regressão quadrática)	-	-	62,67	-	-	50,68	-	-	-	-		
Teste F - Escória de sid.	0,61	0,11	5,68*	1,11	0,12	4,05*	1,93	35,61	43,60*	43,59*		
R ² (Regressão linear)	-	-	35,73	-	-	-	-	93,83	86,53	86,13		
R ² (Regressão quadrática)	-	-	62,67	-	-	50,68	-	-	-	-		

* = significativo, a 5% de probabilidade; Acidez titulável = g ác. cítrico 100g⁻¹ de polpa; Ácido ascórbico = mg ácido ascórbico 100g⁻¹ polpa.

Tabela 25. Valores médios das propriedades físico-químicas dos frutos da goiabeira, após 24 meses, da aplicação dos corretivos, e sua análise de variância e de regressão. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.

Corretivo	Firmeza		Sólidos Solúveis	Acidez Titulável ¹	Ácido Ascórbico ²	pH	Relação		N° de frutos ⁴	Produção kg planta ⁻¹	Produtividade ton ha ⁻¹
	N						SS/AT	fruto ³ (g)			
Calcário	21,39	10,41	0,51	56,93	4,17	20,86	200,85	412,22	82,76	23,59	
Escória de siderurgia	22,40	10,82	0,50	57,19	4,14	22,01	214,75	412,56	88,99	25,36	
Causa de Variação											
Corretivo (C)	0,74	4,14	0,08	0,01	0,12	0,92	2,49	0,00	1,13	1,13	
Dose (D)	0,69	0,66	1,20	1,81	0,96	1,38	0,29	72,78*	23,40*	23,40*	
C x D	0,95	0,58	0,21	1,08	0,37	0,12	0,99	0,13	0,93	0,93	
Média	21,90	10,61	0,50	57,06	4,16	21,43	207,80	412,39	85,88	24,48	
CV (%)	14,79	5,22	13,78	11,42	6,34	15,38	11,61	10,38	16,68	18,68	
Teste F - Calcário	1,50	0,81	0,65	1,68	0,92	0,41	0,24	280,2*	86,03*	86,04*	
R ² (Regressão linear)	-	-	-	-	-	-	-	96,26	89,12	89,62	
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Teste F - Escória de sid.	0,14	0,43	0,76	1,20	0,41	1,1	1,04	280,2*	86,03*	86,04*	
R ² (Regressão linear)	-	-	-	-	-	-	-	96,26	89,12	89,62	
R ² (Regressão quadrática)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

* = significativo, a 5% de probabilidade; Acidez titulável = g ác. cítrico 100g⁻¹ de polpa; Ácido ascórbico = mg ácido ascórbico 100g⁻¹ polpa.

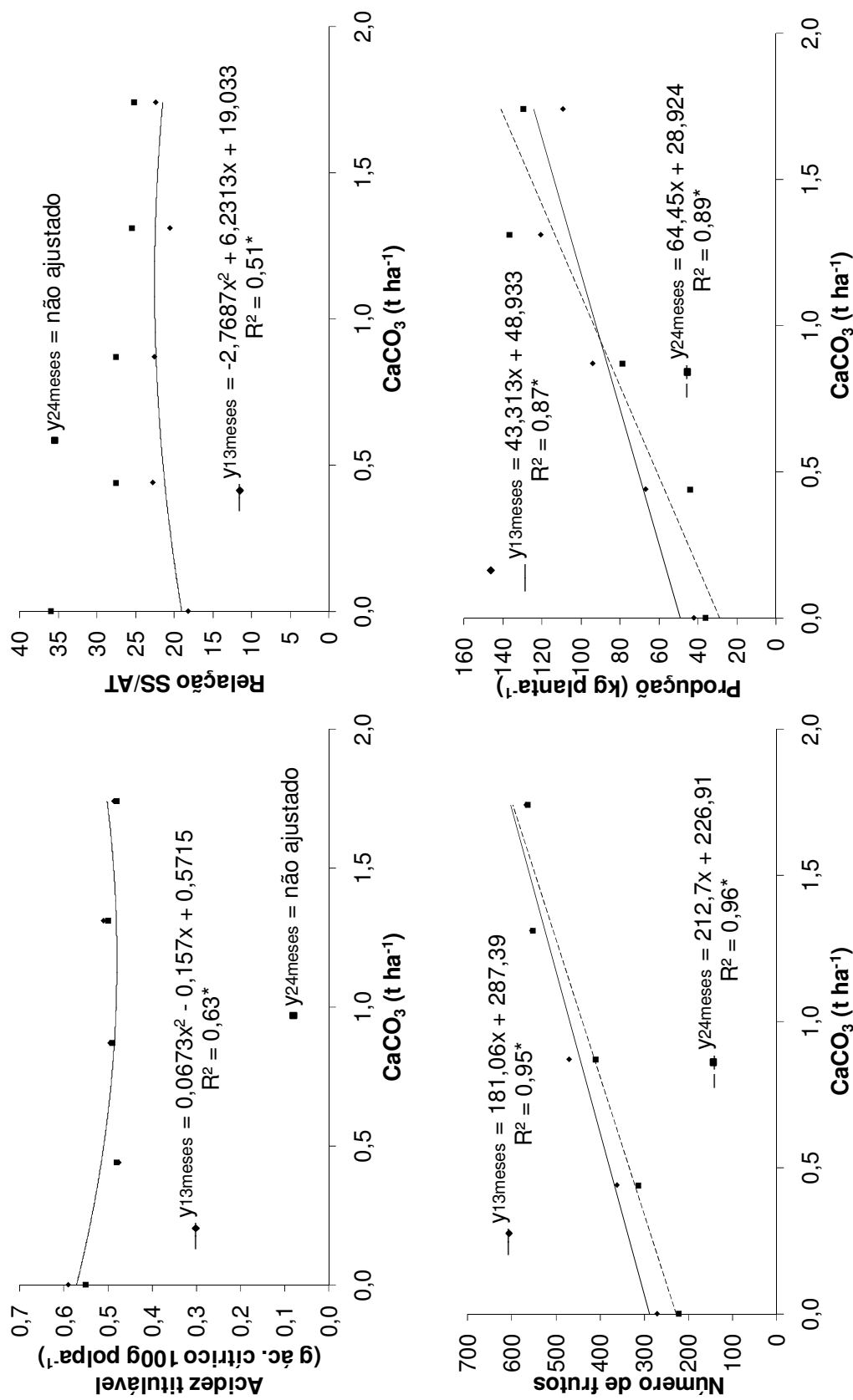


Figura 9. Efeito dos corretivos nos teores de acidez titulável, relação SS/AT, número e produção de frutos da goiabeira 'Paluma'. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP. 2010.

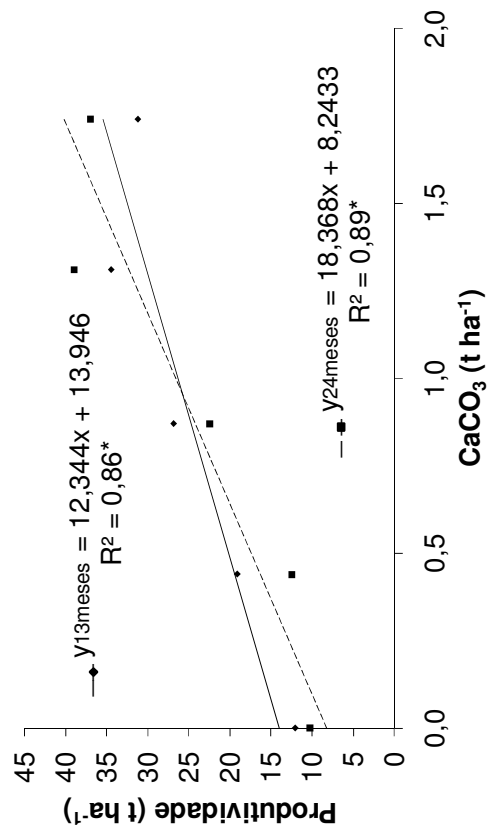


Figura 10. Efeito dos corretivos na produtividade de frutos da goiabeira 'Paluma'. FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP. 2010.

5 CONCLUSÕES

1 – A utilização da escória de siderurgia mostrou-se eficiente na correção da acidez do solo, quando comparada ao calcário.

2 – A correção do solo de forma superficial, sem incorporação, promoveu o aumento do pH, cálcio, magnésio, soma de bases e saturação por bases, além de reduzir a acidez potencial, a partir de 6 meses da aplicação, na profundidade de 0-10 cm, e 12 meses, na camada de 10-20 cm de profundidade.

3 – As goiabeiras responderam à aplicação dos corretivos com incremento dos teores de nutrientes foliares, a partir de 8 meses, para o cálcio, e 21 meses, para o cálcio e o magnésio.

4 – Os frutos também foram influenciados, pela calagem e silicatagem, na qualidade e com o acréscimo na produção, nas duas safras, 13 e 24 meses após a correção do solo.

6 REFERÊNCIAS

- ADSULE, P. G., TONDON, D. K. The assessment of L. D. P. E. bags for enhancing shelf life of guava. **Indian Food Packer** v.37, p.82-87. 1983.
- AGRIFANUAL: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2010. 521 p.
- ALCARDE, J. C. Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas. São Paulo: ANDA. 1992 (Boletim Técnico, 6).
- ALMEIDA, E. V. de. **Aplicação de calcário e seus efeitos nos sistema radicular, estado nutricional, produção e qualidade tecnológica de frutos de mangueiras.** 2008. 80f. Tese (Doutorado). FEIS, Unesp, Ilha Solteira, 2008.
- ALY, M. Y. **Effect of phosphorus, silicon and zinc applications on the yield and mineral compositions of sugarcane.** 1966. 133f. Dissertação. University of Hawaii, Honolulu, 1966.
- AMARAL, A. S.; DEFELIPO, B. V.; COSTA, L. M.; FONTES, M. P. F. Liberação de Zn, Fe, Mn e Cd de quatro corretivos da acidez e absorção por alface em dois solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília, v. 29, p. 1351-1358, 1994.
- ARANTES, V. A. **Aplicação de silício para arroz de sequeiro cultivado em material de solos fase cerrado.** 1997. 42f. Monografia (Trabalho de graduação). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 1997.
- ARAUJO, F. S.; SALVIANO, A. A. C.; COELHO FILHO, A. D. Alteração nos atributos químicos de um Latossolo Amarelo pela calagem superficial em área sob cultivo de manga. **Semina: Ciências Agrárias.** v. 30, n. 4, p. 753-760, out/dez 2009.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of the Agricultural Chemists.** 15 ed. Washington, 1992.
- AYRES, A. S. Calcium silicate slag as a growth stimulant for sugarcane on low-silicon soils. **Soil science,** v. 101, n. 3, p. 216-227, 1966.

- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. 48 p. (Boletim Técnico, 78).
- BOLFE, E. L.; GOMES, J. B. V. **Geoestatística como subsidio à implantação de agricultura de precisão**. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=210>>. Acesso em: 30 ago 2005.
- BRADY, N.C. **The nature and properties of soil**. 10 ed. New York: Macmillan, 1992. p. 179-200.
- CAIRES E. F.; BARTH, G.; GARBUIO, F.J.; KUSMAN, M.T. Correção da acidez do solo, crescimento radicular e nutrição do milho de acordo com a calagem na superfície em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p.1011-1022, 2002.
- CAIRES, E. F.; ROSOLEM, C.A. Calagem em genótipos de amendoim. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.17, p.193-202, 1993.
- CORRÊA, M. C. M. **Calagem em pomares de goiabeiras em produção e, em colunas de solo**. 2004. 103f. Tese (Doutorado). FCAV, Unesp, Jaboticabal, 2004.
- CORREIA, M. A. R. **Efeito da calagem na fertilidade do solo, nutrição, crescimento e produção da mangueira**. 2009. 65f. Dissertação (Mestrado). FCAV, Unesp, Jaboticabal, 2009.
- ELAWAD, S. H.; GREEN JR, V. E. Silicon and the rice plant environmental: a review of recent research. **Revista IL Riso**, v.28, n.2, p.235-253, 1979.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 1999.
- ENGEL, W. Contribution to the function of silica in plant tissues. **Naturwissenschaften**, v.45, p.316-317, 1958.
- EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America**, v.91, p.11-17, 1995.
- EXLEY, C. Silicon in life: a bioinorganic solution to bioorganic essentiality. **Journal of Inorganic Biochemistry**, v.69, p.139-144, 1998.

- FAGERIA, N.K.; STONE, L.F. Produtividade de feijão no sistema plantio direto com aplicação de calcário e zinco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.1, p.73-78, 2004.
- FASSBENDER, H.W.; MOLINA, R. Influência de enmiendas calcáreas y silicatadas sobre el efecto de fertilizantes fosfatados en suelos derivados de cenizas volcánicas em Costa Rica. In: PANEL SOBRE SUELOS DERIVADOS DE CENIZAS VOLCÁNICAS DE AMERICA LATINA. IICA, 1969, Turrialba, Costa Rica. **Panel...** Turrialba, 1969. p.C-2-C.2.12.
- FOY, C.D. Soil chemical factors limiting plant root growth. **Advances in Soil Science**, v.19, p.97-149, 1992.
- FRACARO, A. A.; PEREIRA, F. M. Distribuição do sistema radicular da goiabeira 'Rica' produzida a partir de estaquia herbácea. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.26, n.1, p.183-185, Abril 2004.
- FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. Determinação de silício em material vegetal pelo método colorimétrico "azul-de-molibidênio". **Bragantia**. Campinas, v.37, n.1, p.5-11, 1978.
- GALVEZ, L.; CLARK, R. B. L.; GOURLEY, L. M.; MARANVILLE, J. W. Silicon interactions with manganese and aluminium toxicity in sorghum. **Journal of Plant Nutrition**, v.10, p.1139-1147, 1987.
- HORIGUCHI, T. Mechanism of manganese toxicity and tolerance of plants. VI. Effect of silicon on alleviation of manganese toxicity of rice plants. **Soil Science Plant Nutrition**, v.34, n.1, p.65-73, 1988.
- INSTITUTO AÇO BRASIL. **Relatório de sustentabilidade 2009**. 2009. 67p.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 1985. 533p.
- KAMINSKI, J. et al Eficiência da calagem superficial e incorporada precedendo o sistema plantio direto em um argissolo sob pastagem natural. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Viçosa, v. 29, p. 573-580, 2005.
- KHEDKAR, D. M., ANSARWADKAR, K. W., DABHADE, R. S., BALLAL, A. L., Extension of storage life of guava var. L-49. **Indian Food Packer** v. 36, p. 49-52. 1982.

- KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura**. Uberlândia: GPSi-ICIAG-UFU, 2003. 23p. (Boletim Técnico, 1).
- KORNDÖRFER, G. H.; COELHO, N. M.; SNYDER, G. H.; MIZUTANI, C. T. Avaliação de métodos de extração de Si para solos cultivados com arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v.23, n.1, p.101-106, 1999.
- LEPSCH, I. F. Fatos e controvérsias acerca do silício como elemento não-essencial, mas benéfico às plantas. In: SIMPÓSIO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA, 2; 2003, Lavras, MG. **Resumo ...** Lavras, 2003. CDROM.
- LIMA FILHO, O.F.; LIMA, M.T.G.; TSAI, S.M. **O silício na agricultura**. p.1-7, 1999. (Encarte Técnico - Informe Agrônômico, 87).
- MA, J.; TAKAHASHI, E. Effect of silicic acid on rice in P-deficient soil. **Plant Soil**, v.126, p.121-125, 1990.
- MA, J.; TAKAHASHI, E. Effect of silicate on phosphate availability for rice in a P-deficient soil. **Plant Soil**, v.133, n.2, p.151-155, 1991.
- MALAVOLTA, E. **Manual de Nutrição Mineral de Plantas**. 1ed. São Paulo: Editora Agrônômica Ceres, 2006.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1995.
- MC KEAGUE, J.A.; CLINE, M.G. Silica in soils. **Advances in Agronomy**, v.15, p. 339-397, 1963.
- MEDA, A.R.; PAVAN, M.A.; MIYAZAWA, M.; CASSIOLATO, M.E. Plantas invasoras para melhorar a eficiência da calagem na correção da acidez subsuperficial do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p.647-654, 2002.
- MELO, F. A. F. Origem, natureza e componentes da acidez do solo: critérios para calagem. In: SEMINÁRIO SOBRE CORRETIVOS AGRÍCOLAS, 1, 1983, Piracicaba. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.67-96.
- NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; BOARETTO, A. E.; PEREIRA, F. M. **Goiabeira: calagem e adubação**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 1996. 22 p.
- NATALE, W.; PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M. Efeitos da calagem

na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.1475-1485, 2007.

NEVES, C. S. V. J.; DECHEN, A. R. FELLER, C.; SAAB, O. J. G.; PIEDADE, S. M. S. Efeito do manejo do solo no sistema radicular de tangerineira 'Poncã' enxertada sobre limoeiro 'Cravo' em Latossolo Roxo. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 20, p. 246-253, 1998.

NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; LEITE, F. P.; TEIXEIRA, J. L.; LEAL, P. G. L. **Eficiência agrônômica de escórias da Siderúrgica Pains**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1993.

OKUDA, A.; TAKAHASHI, E. The role of silicon. In: THE MINERAL NUTRITION OF THE RICE PLANT. Baltimore, 1964. **Proceedings of a Symposium of the International Rice Research Institute**, 1964. p.123-146.

PAVAN, M. A. Movimentação de calcário no solo através de técnicas de manejo da cobertura vegetal em pomares de macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.16, n.1, p.86-91, 1994.

PEREIRA, F. M. **Cultura da goiabeira**. Jaboticabal: Funep 1995. 47p.

PEREIRA, H. S.; KORNDORFER, G. H. Utilização de resíduos da indústria siderúrgica na agricultura. In: SEMANA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA, 25, 2000, Jaboticabal. **Anais ...** Jaboticabal: FCAV, 2000. p.16-17.

PIAU, W.C. **Viabilidade do uso de escórias como corretivo e fertilizantes**. 1991. 99f. Dissertação (Mestrado). Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

PIZA JÚNIOR, C.T.; KAVATI, R. **A cultura da goiaba de mesa**. Campinas: CATI, 1994. 28p. (Boletim Técnico, 219).

PLUNCKNETT, D.L. **The use soluble silicate in Hawaiian agriculture**. University of Queensland Papers, v.1, n.6, p.203-233, 1972.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M. Escória de siderurgia e calcário na correção da acidez do solo cultivado com cana-de-açúcar em vaso. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.4, p.739-744, 2000.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M. Resposta da cana-de-açúcar a aplicação de escória no como corretivo da acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.25, n.1, p.201-209, 2001.

PRADO, R. M.; NATALE, W. Aplicação do silicato de cálcio em Argissolo Vermelho no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro. **Acta Scientiarum**. Maringá, v.26, n.4, p.387-393, 2004.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; NATALE, W. **Uso agrícola da escória no Brasil: estudos na cultura da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 67p.

PRADO, R. M.; COUTINHO, E. L. M.; ROQUE, C. G.; VILLAR, M. L. P. Avaliação da escória de siderurgia e de calcários como corretivos da acidez do solo no cultivo da alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.37, n.4, p.539-546, abr. 2002.

PRADO, R. M. **Efeito da calagem no desenvolvimento, no estado nutricional e na produção de frutos da goiabeira e da caramboleira**. Jaboticabal, 2003. 68p. Tese (Doutorado)

PRADO, R. M.; CORRÊA, M.C.M.; CINTRA, A.C.O.; NATALE, W. Resposta de mudas de goiabeira à aplicação de escória de siderurgia como corretivo de acidez do solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.1, p.160-163, 2003.

PRADO, R. M.; NATALE, W.; SILVA, J. A. A. Liming and quality of guava fruit cultivated in Brazil. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.106, p.91-102, 2005.

RAFI, M. M.; EPSTEIN, E.; FALK, R.H. Silicon deprivation causes physical abnormalities in wheat (*Triticum aestivum* L.). **Journal of Plant Physiology**, v.151, p.497-501, 1997.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ceres/Potafós, 1991. 343p.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.(Eds.). **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação, 1996. 285p.

- RAIJ, B. Van; QUAGGIO, J. A. Uso eficiente de calcário e gesso na agricultura. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, I, 1984, Brasília. **Anais ...** Brasília: EMBRAPA, 1984. p.323-346.
- RANGANNA, S. **Manual of analysis of fruit and vegetable products**. New Delhi: McGraw-Hill, 1977. 634p.
- RAVEN, J.A. The transport and function of silicon in plants. **Biological Reviews of Cambridge Philosophical Society**, v.58, p.179-207, 1983.
- ROTHBUHR, L.; SCOTT, F. A study of the uptake of silicon and phosphorus by wheat plants with radio chemical methods. **Biochemie Journal**, v.65, p.641-645, 1957.
- ROY, A.C.; ALI, M.Y.; FOX, R.L., SILVA, J.A. Influence of calcium on phosphate solubility and availability in Hawaiian latossols. **Proc. Internatinal Symposium Soil Fertility**, New Deli, India , v.1, p.757-765, 1971.
- SANCHEZ, P.; UEHARA, G. Management considerations for acid soils with high phosphorus fixation capacity. In: KHASAWNECH, F.E.; SAMPLE, E.C.; KAMPRATH, E. J. **The role of phosphorus in agriculture**. Madison, 1980. p.471-514.
- SANTOS, R. R., QUAGGIO, J. A. GOIABA. IN: VAN RAIJ, B., CANTARELLA, H., GUAGGIO, J.A., FURLANI, A. M. C. (Eds.), **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Instituto Agrônômico, Campinas, Brasil, p.143. 1996.
- SAVANT, N. K.; SNYDER, G.H.; DATNOFF, L.E. Silicon management and sustainable rice production. **Advances in Agronomy**, San Diego, CA, v.58, p.151-199, 1997.
- SHERMAN, G.D. Crop growth response applications of calcium silicate to tropical soil in Hawaiian Islands. **Agricultural Digest**, v. 18, p.11-19, 1969.
- SILVA, M. A. C.; NATALE, W.; PRADO, R. M.; CORREA, M. C. M.; STUCHI, E. S.; ANDRIOLO, I. Aplicação superficial de calcário em pomar de laranja Pêra em produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v.29, n.3, p. 606-612, dez. 2007.
- VITTI, G. C. Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros. In: MENTEN, J. O. M. **Curso intensivo de citricultura**. Piracicaba:AE/CEPES/ESALQ, 1991. p.53-67.

VOLKWEISS, S. J.; RAIJ, B. van Retenção e disponibilidade de fósforo em solos. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO, BASES PARA UTILIZAÇÃO AGROPECUÁRIA, 4. 1976, Brasília. **Anais ...** São Paulo: EDUSP, 1977. p.317-332.

WERNER, D.; ROTH, R. Silica metabolism. In: PIRSON, A.; ZIMMERMANN, M.H. **Inorganic plant nutrition**. Springer -Verlag, 1983. p. 870 (Encyclopedia of Plant Physiology, 15B).