

VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DO CALCÁRIO NA IMPLANTAÇÃO DE POMAR DE GOIABEIRAS¹

Economical viability of the use of limestone for the establishment of guava orchard

William Natale², Danilo Eduardo Rozane³, Renato de Mello Prado³, Liliane Maria Romualdo³, Henrique Antunes de Souza³, Amanda Hernandes³

RESUMO

Com o objetivo de estudar a relação entre doses de calcário e produção de goiabas, um ensaio de campo foi conduzido em solo Latossolo Vermelho distrófico, no município de Bebedouro-SP, no período de 1999 a 2006. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. O calcário foi aplicado uma única vez em 1999, nas doses de: zero; 1,85; 3,71; 5,56 e 7,41 t ha⁻¹. A produção das goiabas aumentou em resposta à aplicação do corretivo de acidez. As produções acumuladas de frutos, nos anos sucessivos 2003, 2004, 2005 e 2006 estiveram associadas às doses mais econômicas de calcário de 1,6; 4,4; 7,2 e 7,2 t ha⁻¹, respectivamente.

Termos para indexação: *Psidium guajava* L., acidez do solo, calagem, dose econômica.

ABSTRACT

With the objective of studying the relationship between limestone doses and guava production, a field experiment was conducted on Oxisol soil in the town of Bebedouro-SP, from 1999 to 2006. The experimental design was randomized blocks with four replications. The limestone was used only once in 1999, at doses from zero, 1.85; 3.71; 5.56 and 7.41 t ha⁻¹. The guava production increased in response to the application of the acidity corrective. The accumulated production of fruits in successive years 2003, 2004, 2005 and 2006 were associated with economical doses of limestone of 1.6; 4.4; 7.2 and 7.2 t ha⁻¹ respectively.

Index terms: *Psidium guajava* L., soil acidity, limestone, economic dose.

(Recebido em 13 de janeiro de 2009 e aprovado em 30 de julho de 2009)

INTRODUÇÃO

A agricultura baseada em altas produtividades exige elevadas aplicações de insumos, a fim de suprir a demanda nutricional das plantas e compensar a pobreza dos solos tropicais. No caso das plantas frutíferas, a adubação é quase uma imposição à produção, em razão das grandes quantidades de nutrientes que são imobilizados pela parte vegetativa ou exportados a cada safra. Entretanto, um ambiente adverso para as raízes pode comprometer o aproveitamento dos elementos aplicados via fertilizantes, inibindo a resposta das plantas à adubação, decorrente da reação ácida dos solos. De acordo com Sanchez & Salinas (1983), a acidez do solo é o mais severo impedimento químico à produção agrícola em áreas tropicais.

Atividades agrícolas envolvendo frutíferas, da mesma maneira que com todas as plantas perenes, são explorações de longo prazo. Uma vez implantado o pomar, as árvores permanecem longos períodos praticamente restritas ao mesmo volume de solo, razão pela qual o ambiente radicular, em especial com respeito à reação do

solo, merece a máxima atenção. A prática da calagem aumenta a eficiência de aproveitamento dos nutrientes e tem, como consequência, o uso racional de fertilizantes, melhorando a relação benefício/custo por meio do incremento da produtividade e assegurando o retorno econômico dos recursos investidos. Entretanto, o embasamento experimental, notadamente na área de calagem e adubação, para melhor orientar os fatores de produção e de qualidade dos frutos é pequeno em nosso meio, e tem sido um dos principais fatores limitantes ao desenvolvimento da fruticultura no Brasil (Quaggio, 1995).

As rochas calcárias são recursos naturais abundantes e bem distribuídos pelo território brasileiro (Departamento Nacional de Produção Mineral, 2006), o que faz com que o preço desse insumo seja relativamente barato. Mesmo assim, é importante estabelecer doses adequadas ao tipo de solo e a espécie frutífera, a fim garantir o máximo retorno econômico, sem agredir o ambiente.

Diferentemente de outros insumos agrícolas como fertilizantes, herbicidas e inseticidas, o calcário pode ser

¹A FAPESP, pela concessão de Auxílio à Pesquisa (Processo 99/08020-1) durante o período 1999 a 2006.

²Universidade Estadual Paulista "Julho de Mesquita Filho/UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/FCAV – Departamento de Solos e Adubos – Campus Jaboticabal – Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n – 14870-000 – Jaboticabal, SP – natal@fcav.unesp.br

³Universidade Estadual Paulista "Julho de Mesquita Filho/UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/FCAV – Departamento de Solos e Adubos – Campus Jaboticabal – Jaboticabal, SP

considerado um investimento, visto que seus benefícios perduram por mais de uma safra. Isso se explica pela baixa solubilidade dos materiais corretivos comuns e pela variabilidade de partículas que compõe os calcários, o que lhes confere diferentes capacidades de neutralizar a acidez ao longo do tempo (Natale & Coutinho, 1994). Assim, em razão do efeito residual dos calcários, um material aplicado ao solo na implantação de um pomar de frutíferas pode manter a acidez dentro de limites aceitáveis pelas plantas por certo tempo. Entretanto, determinar qual o efeito residual da calagem no momento da implantação do pomar é assunto muito pouco estudado, seja pelas dificuldades experimentais, seja pelo tempo necessário para alcançar resultados satisfatórios. Desse modo, o cálculo de doses econômicas de calcário a aplicar em plantas perenes, passa por uma experimentação de longo prazo, o que justifica a escassez de pesquisas sobre essa prática agrícola em plantas frutíferas (Natale et al., 2007).

Outro aspecto que merece ser considerado após a implantação do pomar é que, o calcário aplicado na superfície do solo neutralizará gradualmente a acidez em profundidade, pelo movimento de profundidade no perfil, numa taxa de 1 a 2 cm por ano, se as condições de humidade e drenagem forem adequadas (Brown et al., 1956, citados por Lierop, 1990). Desse modo, a calagem superficial, ainda que possível, requer tempo para produzir efeitos.

A correta interpretação da análise de solo e a recomendação de calagem têm implicações econômicas imediatas e impactos agrônômicos e ambientais no longo prazo. Porém, o estabelecimento da dose mais adequada de corretivo tem sido dificultada por dois fatores (Zebarth et al., 1991): primeiro, a resposta das culturas a aplicação de calcário, em termos de produção, tende a variar dramaticamente entre os locais e os anos, dificultando a interpretação rotineira dos dados; segundo, as oscilações no valor do produto colhido e/ou do insumo adicionado, não têm sido consideradas, aumentando o grau de dificuldade para estabelecer recomendações de corretivo. Várias excelentes discussões têm sido escritas sobre análise econômica da produção em resposta à aplicação de fertilizantes, entretanto, pouco sobre a calagem.

Em função do exposto, e como parte de um estudo mais amplo sobre a cultura da goiaba, procurou-se, por meio da realização de um experimento de campo, conduzido no período de 1999 a 2006, avaliar os efeitos de diferentes doses de calcário sobre a produção de frutos, calculando a dose mais econômica de corretivo para a implantação de um pomar de goiabeiras.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro, São Paulo, em um Latossolo Vermelho distrófico típico (Embrapa, 1999). Os resultados da análise química para fins de fertilidade do solo realizada em maio/1999, antes da aplicação dos tratamentos, estão apresentados na Tabela 1.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições, constituídos de doses crescentes de calcário dolomítico ($\text{CaO} = 456$ e $\text{MgO} = 102 \text{ g kg}^{-1}$) com PRNT = 100%. As doses foram calculadas considerando-se os resultados médios da análise química do solo das camadas 0-20 e 20-40 cm (Tabela 1) e, também, para a incorporação do corretivo a 0-30cm de profundidade. Tomou-se como referência a dose calculada para atingir a saturação por bases (V) igual a 70% ($3,71 \text{ t ha}^{-1}$), recomendada para a goiabeira no estado de São Paulo (Santos & Quaggio, 1996) e, a partir desta, como segue: $D_0 =$ zero; $D_1 =$ metade da dose; $D_2 =$ a dose total; $D_3 = 1,5$ vez a dose; e, $D_4 = 2$ vezes a dose necessária para elevar V a 70%, correspondendo a: zero; 1,85; 3,71; 5,56 e $7,41 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente.

O calcário foi aplicado manualmente na superfície do terreno em julho/agosto de 1999, metade antes da incorporação com arado de aivecas e a outra metade aplicado e incorporado com grade aradora, abrangendo a camada de 0-30cm. Após quatro meses, foi implantado o pomar, utilizando-se goiabeiras (cv. Paluma) propagadas a partir de estacas herbáceas. A adubação básica na cova de plantio da frutífera constou da mistura de 180 g de P_2O_5 , 1 g de B e 2 g de Zn, tendo como fontes o Super Fósforo Simples, o Ácido Bórico e o Sulfato de Zinco, respectivamente, além de 20 L de composto orgânico curtido de curral.

Em dezembro de 1999, realizou-se o plantio das mudas no campo, no espaçamento de 7 m entre linhas e 4,2 m entre plantas. As parcelas experimentais foram compostas por cinco goiabeiras, sendo consideradas as três centrais como plantas úteis para as avaliações. Aos seis meses após o pegamento das mudas, instalou-se o sistema de irrigação, colocando-se um microaspersor por planta, com vazão de 26 L h^{-1} , acionando-se o sistema sempre que a umidade diminuía 30% da capacidade máxima de retenção da água no solo.

A adubação, durante todo o período experimental, seguiu as indicações de Natale et al. (1996) para o cultivo da goiabeira, considerando-se a fertilidade do solo, a idade do pomar, as exigências da cultura e a produção esperada de frutos.

Tabela 1 – Análise química do Latossolo Vermelho realizada em maio/1999, antes da instalação do experimento, em diferentes profundidades

Camada	pH CaCl ₂	M.O.	P (Resina)	K	Ca	Mg	(H+Al)	SB	T	Al	V
cm		g dm ⁻³	mg dm ⁻³				mmol _c dm ⁻³				%
0-20	4,7	18	6	1,3	9	4	40	14,3	54,3	8	26
20-40	4,4	16	3	0,8	6	4	41	10,8	51,8	11	21
40-60	4,4	16	4	0,6	7	4	45	11,6	56,6	12	20
60-80	4,0	9	1	0,3	7	3	58	10,3	68,3	11	15

A produção das três plantas úteis de cada parcela foi avaliada durante cinco anos agrícolas (safras 2001/02; 2002/03, 2003/04, 2004/05 e 2005/06), no período de dezembro/janeiro a abril/maio de cada ano.

As doses mais econômicas de calcário para a implantação do pomar de goiabeiras foram calculadas utilizando-se as informações e considerações de Raij (1991) e Zebarth et al. (1991). Neste estudo, considerou-se o preço da tonelada de goiabas pago pela indústria no valor de R\$150,00, referente ao ano agrícola 2006 (Rocha & Bemelmans, 2008). O custo da tonelada de calcário foi de R\$68,00. Entretanto, acrescentaram-se os custos de aplicação do corretivo, que se compõe das seguintes operações: uma aração, uma gradagem e duas aplicações de calcário. Nessas operações foram incluídos os custos da hora/máquina e do operador, perfazendo um total (calcário + aplicação) de R\$345,32 (Bemelmans & Rocha, 2008). Com o objetivo de atenuar os problemas de variação cambial e de oscilação nos preços do mercado trabalhou-se, porém, com uma relação de troca em vez da moeda corrente, buscando-se assim dados mais estáveis. Dessa maneira, a “moeda” utilizada nos cálculos, durante todo o estudo, foi a própria goiaba, considerando-se a seguinte relação de equivalência: tonelada de calcário aplicado/tonelada de goiabas paga pela indústria igual a R\$345,32 : R\$150,00 = 2,30.

A dose mais econômica foi calculada com base na derivada da equação de regressão entre a produção de frutos e as doses de calcário aplicadas, tornando-a igual à relação de troca, ou seja: $dy/dx = a_1 + 2a_2x$ = relação de troca. A dose mais econômica (x') é então calculada por:

$$x' = \frac{a_1 - \text{relação de troca}}{2 \cdot (-a_2)}$$

Tendo em vista que o calcário foi aplicado uma única vez (em 1999), antes da implantação do pomar de goiabeiras, e que seus efeitos sobre a produção foram avaliados

durante cinco anos (2002 a 2006), utilizou-se as produções acumuladas de frutos ao longo desse período para calcular as doses mais econômicas do corretivo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, apresentam-se os resultados da produção acumulada de goiabas, ano a ano, em função das diferentes doses de calcário aplicadas na implantação do experimento, em julho/agosto de 1999.

A primeira colheita significativa de frutos ocorreu em 2002, havendo incremento linear da produção de goiabas com a elevação das doses de corretivo (Figura 1), não permitindo, assim, o cálculo da dose mais econômica de calcário à ser empregada.

A partir de 2002, as produções foram acumuladas sucessivamente, apresentando comportamento quadrático com a elevação das doses de calcário. O modelo de segundo grau requer que o coeficiente a_1 seja positivo e o coeficiente a_2 seja negativo, a fim de permitir o cálculo da dose mais econômica. A máxima eficiência física do insumo pode ser obtida, derivando-se a equação de regressão entre a produção de frutos e as doses de calcário, igualando-a a zero. Nesse caso, tem-se a dose que promove a máxima produção. Porém, nenhuma consideração econômica, como o custo do corretivo ou o preço de venda do produto, é levada em conta nesse cálculo, restringindo a utilidade dessa informação para a prática agrícola.

É importante destacar que, ano após ano, os valores incrementaram, tanto em função do acúmulo da produção anual, como também em razão do crescimento e desenvolvimento das goiabeiras, que aumentaram em diâmetro do tronco, altura, área foliar e volume da copa e, conseqüentemente, em sua capacidade de produzir frutos. Assim, as produções no ano de 2002 são menores, independentemente da dose de calcário, que nos anos seguintes.

Na Figura 1, mostra-se, ainda, que as goiabeiras responderam à aplicação das diferentes doses de calcário

durante todo o período experimental. Desse modo, em que pese o fato dessa *Myrtaceae* ser considerada uma planta rústica (Nakagawa, 1988), tolerante à acidez (Guerrero, 1991) e pouco exigente em termos de solo (Pereira & Martinez Junior, 1986), a goiabeira responde com aumento de produção aos tratos culturais como a calagem.

É importante destacar, também, que as médias de produção em todas as safras (Figura 1) superam as médias de produção dos pomares comerciais adultos no Brasil, que, segundo o Agriannual (2006), são de 18 t ha⁻¹ de frutos por ano. Isto se deve, especialmente, ao emprego de cultivar mais produtiva, que exige, porém, manejo da calagem, da adubação e do uso de irrigação mais adequadas. Desse modo, em empreendimentos agrícolas tecnificados, a aplicação de calcário deve ser considerada, quando se pretende obter resultados satisfatórios de produtividade.

O valor obtido com a produção de uma cultura, em função da aplicação de diferentes doses de calcário, pode ser obtido multiplicando-se a curva de produção pelo preço de venda do produto. Do mesmo modo, uma linha de custo do corretivo pode ser gerada, multiplicando-se as doses empregadas pelo custo de cada dose correspondente. O lucro máximo ocorrerá no ponto em que se observa a máxima

diferença (distância) entre a linha de custo do insumo e a curva de resposta.

Utilizando-se a equação de regressão da Figura 1 (produção acumulada de frutos dos anos 2002+2003) e, com base nas informações de Rajj (1991) e Zebarth et al. (1991), pode-se calcular a dose mais econômica de calcário para o pomar de goiabeiras:

$$x' = \frac{3,4387 - 2,30}{2 \cdot (0,3563)} = 1,6 \text{ t ha}^{-1}$$

Assim, a dose mais econômica calculada para o período 2002+2003 foi de 1,6 t ha⁻¹. A receita prevista, decorrente da calagem, pode ser determinada pelo aumento de produção de goiabas = 4,6 t ha⁻¹ (produção de frutos com a dose mais econômica igual a 41,716 t ha⁻¹, menos a produção na dose zero de calcário igual a 37, 127 t ha⁻¹) subtraindo-se o custo do calcário em toneladas de fruto (3,6).

Utilizando-se a mesma sistemática, pode-se calcular as doses mais econômicas para o pomar nos anos seguintes, conforme apresentado na Tabela 2, sempre considerando as produções acumuladas sucessivamente e que o calcário foi aplicado uma única vez, apenas na instalação do experimento em julho/agosto de 1999.

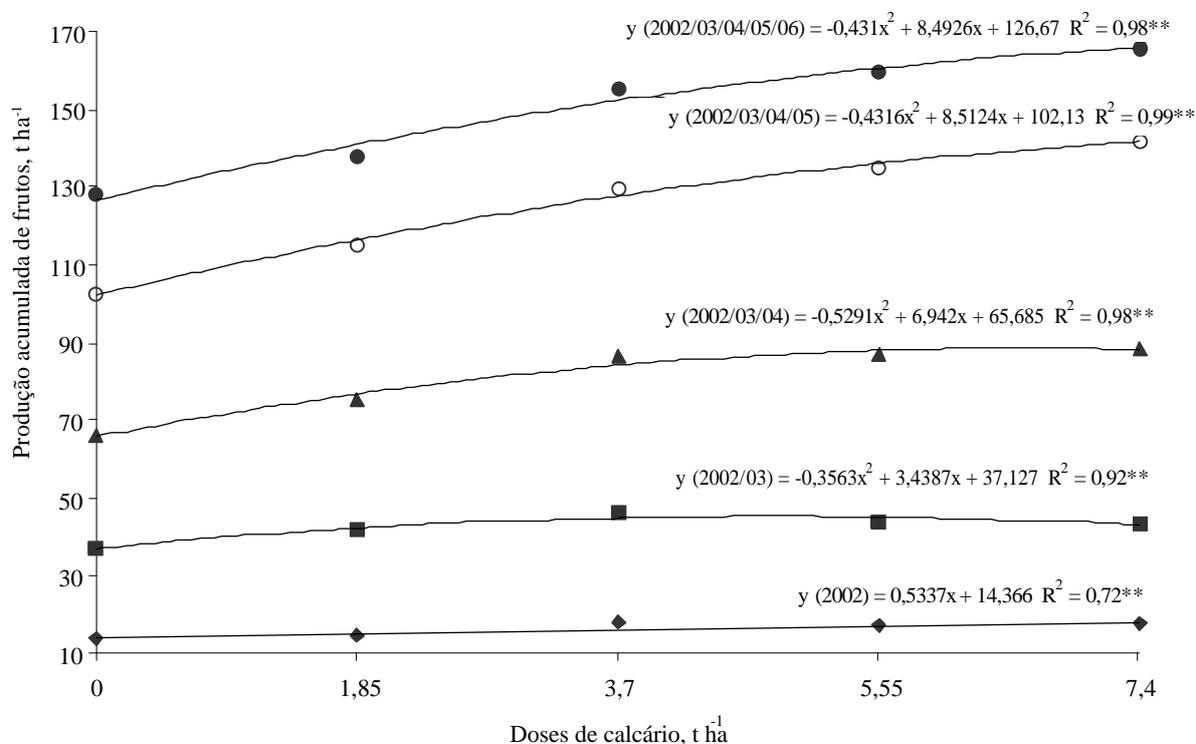


Figura 1 – Efeito de doses crescentes de calcário, sobre a produção acumulada de goiabas no período 2002 a 2006.

Tabela 2 – Dose mais econômica de calcário, calculada em função da produção acumulada de frutos da goiabeira e do custo do corretivo, para o período 2002 a 2006

Produção acumulada	Dose mais econômica	Aumento de produção	Custo do calcário	Lucro	Produção ¹
	t ha ⁻¹	----- t de fruto por ha -----			%
2002/03	1,6	4,6	3,6	1,0	92
2002/03/04	4,4	20,3	10,1	10,2	97
2002/03/04/05	7,2	38,9	16,6	22,3	98
2002/03/04/05/06	7,2	38,8	16,5	22,2	98

¹ Porcentagem da produção de frutos obtida com a dose mais econômica, em relação a produção máxima.

Observa-se que para os anos 2002/2003 o lucro, decorrente da aplicação do calcário, foi relativamente pequeno, comparativamente ao acumulado das demais safras. Isso é compreensível, tendo em vista que as plantas eram jovens, em início de formação e com pequena capacidade produtiva. A partir daí, com o desenvolvimento das goiabeiras, as produções cresceram e o lucro decorrente da correção da acidez foi evidenciado. Desse modo, nas safras 2002/03, 2002/03/04, 2002/03/04/05 e 2002/03/04/05/06 o lucro foi, respectivamente de 1,0; 10,2; 22,3; 22,2 t de fruto por ha.

É importante destacar, também, que as produções obtidas com as diferentes doses econômicas estiveram sempre muito próximas das produções máximas possíveis (Tabela 2), variando entre 92 e 98%. Desse modo, a aplicação da dose mais econômica permitiu economia de calcário, sem perda significativa da produção de frutos.

Outro aspecto que deve ser considerado é que, havendo variação no tipo de solo, planta ou PRNT do corretivo empregado, haverá alteração nas doses, requerendo, pois, ajustes.

CONCLUSÕES

As goiabeiras responderam positivamente à aplicação de calcário, elevando a produção de frutos durante todo o período experimental. As produções acumuladas de frutos, nos anos sucessivos 2003, 2004, 2005 e 2006 estiveram associadas às doses mais econômicas de calcário de 1,6; 4,4; 7,2 e 7,2 t ha⁻¹ respectivamente, promovendo lucro de 1,0; 10,2; 22,3; 22,2 t de fruto por ha nas safras acima mencionadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2006. 332p.

BEMELMANS, P.F.; ROCHA, M.B. **Goiaba para indústria**: custos de formação e manutenção do pomar

em 2002/03. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>. Acesso em: 1 out. 2008.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Anuário mineral brasileiro**. Brasília, 2006. 58p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412p.

GUERRERO, R. La acidez del suelo: su naturaleza, sus implicaciones y su manejo. In: MOJICA, F.S. (Ed.). **Fundamentos para la interpretación de análisis de suelos, plantas y aguas para riego**. Bogota: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1991. p.141-163.

LIEROP, W. van. Soil pH and lime requirement determination. In: WESTERMAN, R.L. (Ed.). **Soil testing and plant analysis**. 3.ed. Madison: Soil Science Society of America, 1990. p.73-126.

NAKAGAWA, J. Problemas, respostas e perspectivas com micronutrientes na fruticultura brasileira. In: SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA, 2., 1988, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Unesp/IAC/ANDA/Potafos, 1988. p.781-785.

NATALE, W.; COUTINHO, E.L.M. Avaliação da eficiência agrônômica de frações granulométricas de um calcário dolomítico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, n.1, p.55-62, 1994.

NATALE, W.; COUTINHO, E.L.M.; BOARETTO, A.E.; PEREIRA, F.M. **Goiabeira**: calagem e adubação. Jaboticabal: Funep, 1996. 22p.

NATALE, W.; PRADO, R.M.; ROMUALDO, L.M.; ROZANE, D.E. Efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.6, p.1475-1484, 2007.

PEREIRA, F.M.; MARTINEZ JÚNIOR, M. **Goiabas para industrialização**. Jaboticabal: Legis Summa, 1986. 142p.

QUAGGIO, J.A. Adubação N, P e K e a qualidade de alguns frutos tropicais. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 11., 1995, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa/CPATSA/SBCS, 1995. p.166-194.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/Potafos, 1991. 343p.

ROCHA, M.B.; BEMELMANS, P.F. **Diminui a produção paulista de goiaba para indústria em 2006**.

Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>. Acesso em: 25 set. 2008.

SANCHEZ, P.A.; SALINAS, J.G. **Suelos ácidos: estrategias para su manejo con bajos insumos en America Tropical**. Bogotá: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1983. 93p.

SANTOS, R.R.; QUAGGIO, J.A. Goiaba. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1996. p.143. (Boletim Técnico, 100).

ZEBARTH, J.B.; SHEARD, R.W.; CURNOE, W.E. A soil test calibration method for potassium on alfafa which allows for variation in crop value and fertilizer cost. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v.4, n.3, p.317-322, 1991.