

Capítulo VIII

Calagem, Adubação e estado nutricional na goiabeira serrana (*Acca sellowiana*)

Marlise Nara Ciotta¹
Danilo Eduardo Rozane²
Gilberto Nava³
William Natale⁴

¹ Engenheira Agrônoma, Doutora em Ciência do Solo, Pesquisadora na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Rua João José Godinho, s/n, CEP: 88502-970, Lages, SC, Brasil. E-mail: mciotta@gmail.com

² Engenheiro Agrônomo, Doutor em Produção Vegetal, Professor na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), Registro - SP e no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo na Universidade Federal do Paraná (UFPR), Av. Nelson Brihi Badur, 430 - Vila Tupi - Câmpus de Registro CEP 11900-000, Registro, SP, Brasil. Bolsista PQ do CNPq (nº do processo 307586/2017-0). E-mail: danilo.rozane@unesp.br

³ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Pesquisador na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Rod. BR 392, Km 78, CP 403, CEP 96010-971, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: gilberto.nava@embrapa.br

⁴ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Professor Visitante do Departamento de Fitotecnia e dos Programas de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia e Ciência do Solo) da Universidade Federal do Ceará (UFC), Av. Mister Hull, 2977 - Campus do Pici - CEP 60356-000, Fortaleza, CE, Brasil. Bolsista PQ do CNPq (nº do processo 302858/2018-0). E-mail: natale@ufc.br

Resumo: A goiabeira-serrana é uma espécie nativa da região Sul do Brasil e seu cultivo embora incipiente, mostra-se como potencial, especialmente nos estados do RS e SC. Para que a produção de frutos seja maximizada e ao mesmo tempo, de qualidade, diversos aspectos relacionados ao manejo nutricional da cultura são importantes. Embora a espécie seja nativa de solos ácidos e, normalmente, com baixos teores de nutrientes disponíveis, a goiabeira serrana responde adequadamente à correção da acidez e melhoria da fertilidade pela adubação. A pesquisa ainda tem desafios em termos de nutrição da espécie, no entanto, já existem dados regionais que permitem o seu cultivo com sucesso. O objetivo deste capítulo é apresentar formas de diagnosticar a necessidade nutricional da goiabeira serrana e a resposta da cultura ao manejo da fertilidade do solo, bem como indicar possibilidades de incremento da produtividade com qualidade na produção de frutos por meio do bom estado nutricional das plantas.

Palavras-Chave: análise química do solo, calagem, adubação do solo, extração de nutrientes, produtividade.

1. Introdução

Em toda a região de ocorrência natural da goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) na parte do Sul do Brasil, predominam os solos Cambissolos, Neossolos e Latossolos, mas especial-

mente os dois primeiros, que são jovens, ainda em formação e caracterizam-se pelos baixos valores de pH e pela presença de pedras no perfil. Por outro lado, os Latossolos mais intemperizados e mais profundos apresentam boa estrutura física sem a presença de pedras no perfil. Naturalmente, apresentam baixo pH e são em geral pobres em bases e, por isso, torna-se necessário realizar a aplicação de calcário para a correção da acidez do solo e de adubações para elevar os teores de nutrientes. No entanto, esses solos, em função das condições climáticas e localização, apresentam médio a altos teores de matéria orgânica (MO). A MO tem importante função na melhoria da estrutura física, química e biológica do solo, além de ser importante fonte de nutrientes, principalmente de nitrogênio (N) e fósforo (P) para as culturas.

Embora sendo nativa de solos com baixa disponibilidade de nutrientes, o manejo nutricional da goiabeira-serrana, bem como, da fertilidade do solo onde a espécie é cultivada, promovem melhorias na produtividade (Nava et al., 2016; Ciotta et al., 2018). Através da correção da acidez e adequação dos nutrientes no solo, é possível estabilizar a produção de frutos por várias safras.

2. Correção da acidez do solo

De maneira geral, os melhores resultados para produção comercial de frutos são obtidos em solos férteis, bem drenados, sem a presença de Al trocável (pH acima de 5,5) e com alto teor de matéria orgânica (Thorp & Bielecki, 2002; Fisher et al., 2003, Ciotta et al., 2018). Após a implantação do pomar não é possível movimentar o solo para incorporação dos corretivos ou adubos. Assim, o preparo inicial do solo é de grande importância. Este visa criar um ambiente favorável ao crescimento das raízes, além de corrigir a acidez e fertilidade e melhorar as propriedades físicas do solo. Para o diagnóstico e adequado preparo do solo é necessária a análise química do mesmo.

Apesar da goiabeira-serrana ser nativa de locais onde os solos são ácidos e pobres em P disponível, tem sido observada respostas positivas da cultura até pH do solo próximo a 6,0 (Dal Bó & Ducroquet, 1992). Em São Joaquim (SC), a calagem promoveu aumento significativo do rendimento e do número de frutos por planta (Figura 1) com a aplicação de 25% da dose de calcário (Índice SMP para elevar o pH em água até 6,0), que elevou o pH do solo na camada de 0-20 cm até 5,6. Neste experimento, o rendimento de frutos foi aproximadamente 50% maior em relação ao solo sem calagem (Nava et al., 2016).

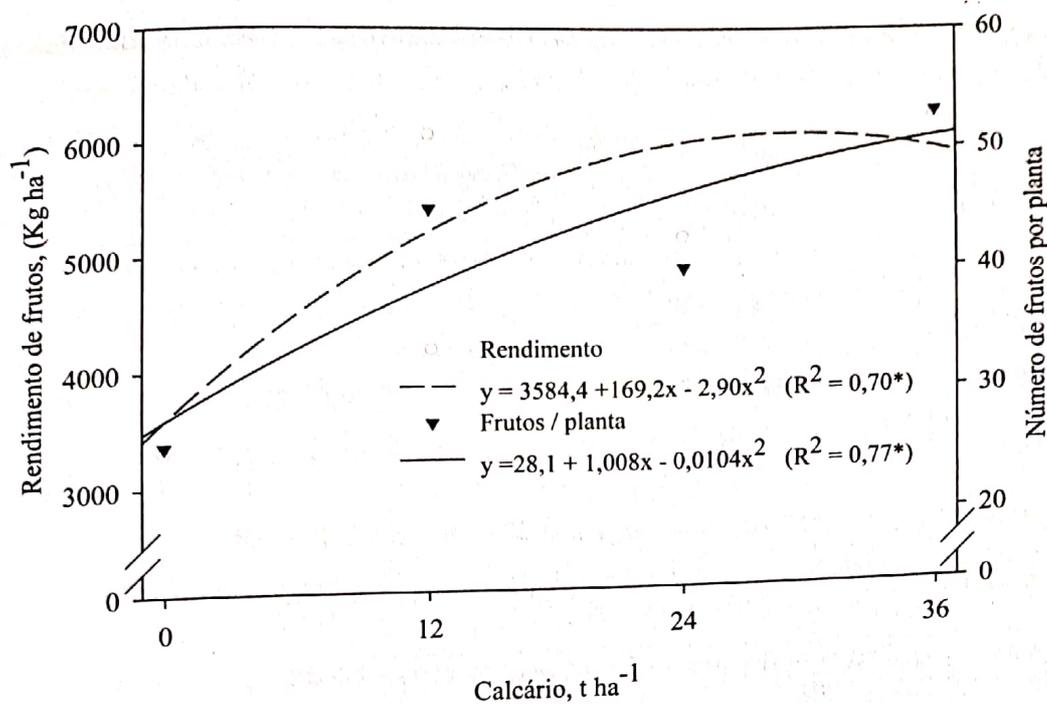


Figura 1. Rendimento e número de frutos de goiabeira-serrana em resposta à aplicação de doses crescentes de calcário incorporado ao solo antes do plantio das mudas. Avaliação ano 2014. * = significativo a 5% de probabilidade.

Fonte: Nava et al. (2016).

Portanto, quando a análise prévia do solo indicar a necessidade de correção da acidez, sugere-se a aplicação do calcário na área total, incorporado na camada de 30 cm, em dose suficiente para elevar o pH em água para 5,5, valor acima do qual, não há mais Al trocável. De preferência utilizar calcário dolomítico ou a mistura de dolomítico e calcítico, de maneira a manter equilíbrio nas quantidades de Ca e Mg no solo. O calcário deve ser espalhado sobre a superfície do solo e incorporado por meio de subsolagens, aração e gradagem. Para doses de calcário superiores a 5 Mg ha⁻¹ é recomendável que o mesmo seja aplicado em duas vezes para melhorar sua mistura e incorporação ao solo. Em pomares já implantados, quando houver a reacidificação do solo, o calcário deve ser aplicado na superfície do solo para evitar danos mecânicos às raízes das plantas. Neste caso as doses nunca devem ser superiores a 5 Mg ha⁻¹ (CQFS/RS-SC, 2016).

3. Adubação de pré-plantio

A interpretação do teor de P disponível no solo é feita considerando-se o teor de argila do mesmo (Tabela 1). Uma vez que o P normalmente fica ligado a grupos funcionais do solo, quanto maior o teor de argila, mais P ligado aos argilominerais que pode ser liberado para a solução do solo conforme ocorre a absorção pelas plantas. O teor de K é interpretado considerando os valores de CTC pH 7,0 (Tabela 2).

Tabela 1. Interpretação do teor de fósforo no solo extraído pelo método Mehlich-1, conforme o teor de argila para as frutíferas (%).

Classe de disponibilidade	Classe de teor de argila ⁽¹⁾			
	1	2	3	4
mg de P dm ⁻³			
Muito Baixo	≤ 3,0	≤ 4,0	≤ 6,0	≤ 10,0
Baixo	3,1 - 6,0	4,1 - 8,0	6,1 - 12,0	10,1 - 20,0
Médio	6,1 - 9,0	8,1 - 12,0	12,1 - 18,0	20,1 - 30,0
Alto	9,1 - 12,0	12,1 - 24,0	8,1 - 36,0	30,1 - 60,0
Muito Alto	> 12,0	> 24,0	> 36,0	> 60,0

⁽¹⁾ Teores de argila: classe 1 = >60%; classe 2 = 60 a 41%; classe 3 = 40 a 21%; classe 4 = ≤20%; Fonte: Adaptado de CQFS-RS/SC (2016).

Tabela 2. Interpretação dos teores de potássio no solo extraído pelo método Mehlich-1, em função da CTC_{pH 7,0} para as frutíferas.

Classe de disponibilidade	- CTC _{pH 7,0} do solo ⁽¹⁾			
	≤ 7,5	7,5 a 15	15,1 a 30	> 30
mg de K dm ⁻³			
Muito Baixo	≤ 20	≤ 30	≤ 40	≤ 45
Baixo	21 - 40	31 - 60	41 - 80	46 - 90
Médio	41 - 60	61 - 90	81 - 120	91 - 135
Alto	61 - 120	91 - 180	121 - 240	136 - 270
Muito Alto	> 120	> 180	> 240	> 270

Fonte: Adaptado de CQFS-RS/SC (2016).

Na fase de preparo do solo tem-se a mais eficiente oportunidade para correção da fertilidade, principalmente dos teores de P, que quando aplicado na superfície do solo tende a permanecer na camada superficial (Nava et al., 2016), por que tende a ser adsorvido a grupos funcionais de partículas reativas do solo. Isso é indesejável para o crescimento de raízes, que nesta situação desenvolvem-se pouco e superficialmente, ficando mais sujeitas aos efeitos do déficit hídrico.

Considerando a baixa mobilidade do P no solo, bem como sua forma de contato ion-raiz (difusão), no pré-plantio é o momento mais adequado para aplicar o fósforo em profundidade. Assim, a adubação de pré-plantio, deve ser feita por ocasião das operações de preparo, juntamente com a calagem, incorporada antes do plantio das mudas.

A quantidade de fertilizante fosfatado a ser aplicada em pré-plantio depende da sua disponibilidade indicada no laudo de análise do solo. Tanto o P quanto o K deve ser aplicado ao solo sempre que estiver nas seguintes classes de fertilidade: “muito baixa”, “baixa”, “média”. Na última atualização das recomendações de adubação em pré-plantio para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2016), as doses de P e de K foram uniformizadas e, independentemente da espécie frutífera, as doses de P e K em pré-plantio são as mesmas dentro de uma mesma classe de fertilidade, prescrevendo doses máximas de 250 de P_2O_5 e 150 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O , quando os teores de P e K no solo são considerados muito baixos. O P pode ser aplicado na forma de fosfatos solúveis (exemplos: superfosfato simples, superfosfato triplo, fosfato monoamônico - MAP ou fosfato diamônico - DAP, com 18,4, 48 e 45% de P_2O_5 , respectivamente).

Não é recomendado aplicar corretivos de acidez na cova ou sulco de plantio, especialmente junto com o fósforo, devido às reações de insolubilização de P que podem ocorrer.

Tabela 3. Quantidades de fósforo e potássio recomendadas em pré-plantio para as espécies frutíferas, em função dos teores de P e K disponíveis no solo.

Interpretação do teor de P e K no solo	Fósforo	Potássio
	kg de $P_2O_5\ ha^{-1}$	kg de $K_2O\ ha^{-1}$
Muito baixo	250	150
Baixo	170	90
Médio	130	60
Alto	90	30
Muito alto	0	0

Fonte: Adaptado de CQFS-RS/SC (2016).

4. Adubação de crescimento

A adubação de crescimento visa propiciar as condições nutricionais ideais para uma boa formação das plantas durante a fase que antecede o início da produção, a qual dará suporte às produções futuras (Santos et al., 2012). Durante a fase de crescimento da goiabeira-serrana até a entrada em produção (três primeiros anos após o plantio), basicamente é recomendada a adubação nitrogenada, uma vez que os teores dos demais nutrientes já foram corrigidos na implantação do pomar e a extração pelas plantas normalmente é baixa nesta fase.

A interpretação da necessidade de adubação nitrogenada é realizada com base no teor de matéria orgânica do solo. Segundo a CQFS, para as frutíferas em geral, considera-se classes baixa (menor ou igual a 2,5%), média (entre 2,6 e 5%) ou alta (maior que 5%)

Convém ressaltar o fato de que as plantas jovens possuem um sistema radicular menos desenvolvido que as plantas adultas e, portanto, exploram menor volume de solo. As-

sim, adubações de crescimento feitas com N podem melhorar o desenvolvimento inicial das plantas, principalmente em solos rasos e pedregosos. Devido à falta de resultados de pesquisa para goiabeira-serrana no Brasil, normalmente são utilizadas as mesmas quantidades de N que as recomendadas para outras fruteiras temperadas. Os teores variam de 15 a 60 kg de N ha⁻¹, levando-se em consideração, além da MO, também o vigor da planta, intensidade de poda e tipo de solo (rasos ou profundos). Nos cultivos realizados na Serra Catarinense, na Estação Experimental da Epagri, teores médios de 30 kg de N ha⁻¹, tem dado resultados adequados.

Preferencialmente a adubação nitrogenada deve ser parcelada em, pelo menos, três vezes a cada 45 dias, iniciando no mês de outubro (Santos et al, 2012). Pode-se utilizar fontes solúveis de N como a ureia ou resíduos orgânicos (Exemplo: dejetos de animais, composto orgânico, etc.), que além de N, também fornecem outros nutrientes e contribuem para a melhoria das propriedades físicas e biológicas do solo. Plantas de cobertura do solo, incluindo leguminosas, também contribuem significativamente para o fornecimento de N.

5. Adubação de produção

A adubação de produção visa repor os nutrientes que são extraídos pela absorção e exportados pela produção de frutos, ou mesmo pela poda das plantas, além do que é perdido do sistema solo por lixiviação, adsorção, volatilização, etc. Normalmente são realizadas adubações de manutenção anuais contendo N, P e K. Em pomares bem corrigidos com P na implantação, geralmente não há necessidade de reposição deste nutriente. Portanto, durante a fase de produção, N e K são os mais requeridos, uma vez que são os nutrientes mais exportados pelos frutos e pelos restos culturais. Eventualmente, aplicações de alguns micronutrientes também são necessárias para correção de deficiências nutricionais pontuais durante o ciclo de produção.

A extração de nutrientes pelos frutos é um importante fator na decisão sobre manejo da adubação do solo. Para a goiabeira-serrana a estimativa de extração de nutrientes pelos frutos ocorre de acordo com a seguinte ordem: K>N>Ca>Mg>P (Tabela 4). Esses resultados são importantes para definir a prioridade de reposição de nutrientes durante a fase produtiva da goiabeira.

Tabela 4. Teores de N, P, K, Ca e Mg na polpa fresca da goiabeira-serrana e estimativa da quantidade extraída destes nutrientes para uma produtividade de 20 Mg ha⁻¹.

Nutrientes	Teor (mg kg ⁻¹)	Extração de nutrientes em produtividade de 20 Mg g ⁻¹
K	2050	41
N	1300	26
Ca	120	2,4
P	75	1,5
Mg	97	1,9

Fonte: Dados não publicados pelos autores (2020).

Com base nos estudos experimentais na serra Catarinense (Nava et al., 2016; Ciotta et al. 2018), tem-se a recomendação de adubação potássica para a goiabeira-serrana (Tabela 5), visando obter média de produtividade de 20Mg ha⁻¹.

Em relação à adubação potássica de produção deve-se manter os níveis de K disponível no solo na classe considerada alta (CQFS-RS/SC, 2016), tendo por base a produtividade obtida. Como estimativa desta quantidade, sugere-se a aplicação de duas vezes a quantidade extraída pelos frutos (Ciotta et al. 2018). Ou seja, para uma produção de 20 toneladas de frutos por hectare, aplicar 80 kg de K₂O ha⁻¹. A reposição pode ser feita em pós-colheita ou no inverno, quando a absorção é mais baixa e a planta forma suas reservas, utilizando fertilizantes potássicos, tais como o cloreto de Potássio (58% K₂O).

Tabela 5. Quantidades de potássio recomendadas em manutenção para a goiabeira-serrana, em função dos teores de K disponíveis no solo.

Interpretação do teor de K no solo	Potássio
	kg de K ₂ O ha ⁻¹
Muito baixo	120
Baixo	100
Médio	80
Alto	40
Muito alto	0

Fonte: Adaptado de Ciotta et al. (2018).

O manejo da adubação nitrogenada na fase produtiva deve considerar diversos fatores como a análise periódica do solo (a cada três anos, crescimento vegetativo, análise foliar (a cada 2 anos), adubações anteriores, produtividade, presença de sintomas de deficiências nutricionais, condições climáticas, entre outros. Como base, sugere-se aplicar duas vezes a quantidade extraída do nutriente (Tabela 4), sendo esta ajustada levando-se em consideração os fatores acima citados (Ciotta et al., 2018). Também considerar a eficiência agrônômica que varia amplamente entre as fontes utilizadas para suprir N. Altas doses de N aplicadas durante ou na fase final de crescimento de frutos podem promover o incremento do tamanho do fruto mas reduzir o seu período de armazenamento. Por outro lado, plantas deficientes em N apresentam fruto com coloração menos intensa, tamanho menor e baixa qualidade (Thorp & Bielecki, 2002). A adubação nitrogenada pode ser realizada pelo uso de uma fonte solúvel como a ureia (45% N). Mas é importante aplicar as doses de forma parcelada, evitando perdas do nutriente. Além dos adubos solúveis, resíduos orgânicos podem ser aplicados, os quais além de fornecer N disponibilizarão também outros nutrientes como P, ou mesmo micronutrientes. Adubações nitrogenadas de manutenção podem ser aplicadas no pomar no período final de inverno/início da primavera (início da brotação), parceladas para evitar perdas.

Em relação à adubação fosfatada de manutenção, para diversas frutíferas temperadas, a resposta é baixa em solos corretamente corrigidos na implantação. Nava et al. (2016), avaliando a influência da aplicação de P na implantação, observaram que mesmo num solo com teores iniciais baixos (em torno de $4,0 \text{ mg kg}^{-1}$), não houve nenhum efeito positivo da fosfatagem realizada anteriormente ao plantio sobre o crescimento das plantas e tampouco sobre o rendimento na primeira safra colhida. As frutíferas em geral respondem pouco ao P, uma vez que a extração deste nutriente é relativamente inferior em relação às quantidades extraídas de outros macronutrientes como o N e o K. Além disso, se comparadas às culturas anuais, as frutíferas dispõem de maior tempo para absorção de nutrientes, o que favorece o acúmulo de reservas de P na planta, havendo menor exigência do nutriente. Somam-se a isso, os médios a altos teores de matéria orgânica dos solos das principais regiões de produção, que também contribuem significativamente na disponibilização de P para a goiabeira serrana. A associação das raízes com fungos micorrízicos arbusculares é outro fator que aumenta a disponibilidade de P (Cardoso & Kuyper, 2006; Nava et al., 2016), reduzindo a necessidade da cultura à adubação fosfatada.

6. Análise foliar

Assim como para as demais frutíferas, a diagnose foliar é uma ferramenta a ser usada conjuntamente com outras, em particular com a análise do solo, na recomendação de adubação para a goiabeira-serrana. A utilização da análise foliar como critério diagnóstico baseia-se na premissa de existir relação entre o suprimento de nutrientes e os níveis foliares dos elementos, e que aumentos ou decréscimos nas concentrações se relacionam com produções mais altas ou mais baixas, respectivamente.

Em folhas de goiabeira-serrana, Ciotta et al. (2016) e colaboradores analisaram os teores de nutrientes durante três anos consecutivos, com o objetivo de estabelecer o período de maior estabilidade das concentrações dos nutrientes nas folhas no decorrer do ciclo de desenvolvimento da cultura. Os teores de N, P, K e B apresentam decréscimo, diferindo do que ocorre com Ca, Mg, Mn e Zn, que apresentam aumento na concentração no decorrer do ciclo. Por ser um elemento pouco móvel na planta, o Ca tende a se acumular nas folhas, mostrando incremento ao longo do ciclo. Com exceção do N, para os demais macronutrientes, a concentração permanece constante de fevereiro até o final de março, indicando um amplo período de tempo de coleta das folhas para fins de avaliação do estado nutricional para o P, K, Ca e Mg. O período de 60 a 120 dias após a plena floração é onde ocorre a maior estabilidade nutricional, sugerindo este como período padrão para fins de coleta de folhas da goiabeira-serrana.

Tabela 6. Classe de valores para interpretação da composição química de macro e micronutrientes nas folhas de goiabeira-serrana.

Classe	Macronutrientes (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
Adequado	1,5-2,5	0,15-0,25	1,0-2,0	0,8-1,0	0,2-0,3
Classe	Micronutrientes (mg kg ⁻¹)				
	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Adequado	50-70	60-160	30-50	-	20-50

Fonte: Adaptado de Ciotta et al. (2018)

7. Considerações finais

A obtenção de adequada produtividade de frutos, bem como a possibilidade de máxima expressão do potencial da goiabeira-serrana, depende do manejo da fertilidade do solo e do diagnóstico nutricional das plantas. Considerando que o cultivo ainda é incipiente na região Sul do Brasil, a continuidade das pesquisas é importante, especialmente visando à adequação de doses de fertilizantes que evitem a perda ou o excesso de nutrientes no solo.

8. Referências bibliográficas

- CARDOSO, I. M.; KUYPER, T. W. Mycorrhizas and tropical soil fertility. **Agriculture, ecosystems & environment**, 116(1): 72-84, 2006.
- CIOTTA, M. N. Correção do solo e nutrição da goiabeira serrana. In: **Reunião Técnica sobre goiabeira serrana**. São Joaquim, 2017. Anais... São Joaquim: Epagri, 10p. 2017.
- CIOTTA, M. N.; ARIOLI, C. J.; PINTO, F. A. M. F.; SANTOS, K.; ARAUJO, L.; PASA, M. da S. (Orgs.). **A cultura da goiabeira serrana**. Florianópolis: Epagri, 216p. 2018.
- CQFS-RS/SC – Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul. 2016. 376p.
- DAL BÓ, M. A.; DUCROQUET, J. -P. H. J. Efeito do pH e teor de P no solo sobre o crescimento e absorção de nutrientes da goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, 14: 109-114, 1992.
- FISHER, G.; MIRANDA LASPRILLA, D.; CAYÓN SALINAS, G.; MAZORRA AGUDELO, M. (Ed.). **Cultivo, poscosecha y exportación de la feijoa (*Acca sellowiana* Berg)**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 152p. 2003.
- NAVA, G.; DOS SANTOS, K. L.; CIOTTA, M. N.; DALLA COSTA, M. Crescimento, composição mineral, produção e colonização micorrízica de goiabeira serrana em resposta à aplicação de calcário e fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 51(8): 942-949, 2016.

SANTOS, K. L. dos; UCROQUET, J. P.; NAVA, G., AMARANTE, C. V. T. do; SOUZA, S. N. de; PERONI, N.; GUERRA, M. P.; NODARI, R. O. **Orientações para o cultivo da goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*)**. Florianópolis: Epagri, 2ª Edição. 44p. (Epagri, Boletim Técnico, 153). 2012.

THORP T. G.; BIELESKI, R. **Feijoas: origins, cultivation and uses**. Auckland: David Bateman, 87p. 2002.