



2ª Edição
Revisada e Ampliada

Tecnologias para a produção de **GOIABA**

© 2024 - Incaper

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural
Rua Afonso Sarlo, 160, Bento Ferreira, Vitória-ES, Brasil
CEP: 29052-010 - Telefones: (27) 3636-9888/ 3636-9846
<http://incaper.es.gov.br>
<https://editora.incaper.es.gov.br>
coordenacaoeditorial@incaper.es.gov.br

ISBN: 978-85-89274-47-0

DOI: 10.54682/livro.9788589274470

Editor: Incaper

Formato: Impresso e digital

Tiragem: 500

Outubro 2024

Conselho Editorial

Antonio Elias Souza da Silva – Presidente	José Aires Ventura
Agno Tadeu da Silva	José Altino Machado Filho
Anderson Martins Pilon	José Salazar Zanuncio Junior
André Guarçoni Martins	Marianna Abdalla Prata Guimarães
Fabiana Gomes Ruas	Mauricio Lima Dan
Felipe Lopes Neves	Vanessa Alves Justino Borges

Aparecida L. do Nascimento – Coordenadora Editorial

Marcos Roberto da Costa – Coordenador Editorial Adjunto

Equipe de Produção

Projeto gráfico, capa e diagramação: Laudeci Maria Maia Bravin

Revisão textual: Raquel Vaccari de Lima

Coordenação de Diagramação e Revisão: Laudeci M. M. Bravin e Marcos Roberto da Costa

Ficha catalográfica: Merielem Frasson da Silva

Fotos: Crédito na imagem

Fotos da capa: Augusto Barraque e arquivo do Incaper

Ilustrações: Elaboradas pelo(s) autor(es)

Todos os direitos reservados nos termos da Lei 9.610/1998, que resguarda os direitos autorais. É proibida a reprodução total ou parcial por qualquer meio ou forma, sem a expressa autorização do Incaper e dos autores.

Incaper - Biblioteca Rui Tendinha

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

T255 Tecnologias para a produção de goiaba / organizadores, Luiz Carlos Santos Caetano, Adelaide de Fátima Santana da Costa e Aureliano Nogueira da Costa. – 2. ed., rev. e ampl. – Vitória, ES : Incaper, 2024.
368 p. : Color.

ISBN: 978-85-89274-47-0

DOI: 10.54682/livro.9788589274470

1. Fruta Tropical. 2. Goiaba. 3. Plantio. 4. Nutrição Vegetal. 5. Praga de Planta.
I. Caetano, Luiz Carlos Santos. II. Costa, Adelaide de Fátima Santana da. III. Costa, Aureliano Nogueira da. IV. Incaper. V. Título.

CDD 634.421





Nutrição, Correção do Solo e Adubação

André Guarçoni¹

Aureliano Nogueira da Costa²

Luiz Carlos Santos Caetano³

1 INTRODUÇÃO

A nutrição mineral, a correção do solo e a adubação devem ser abordadas como prioridade nos sistemas de produção da goiabeira, com utilização da análise de solo e da análise foliar para o diagnóstico da disponibilidade de nutrientes e seu equilíbrio nutricional, visando à obtenção de alta produtividade e maior qualidade dos frutos. Nesse sentido, o conhecimento sobre os mecanismos de disponibilidade e absorção dos nutrientes e suas funções no metabolismo da goiabeira é fundamental para a otimização do processo de nutrição das plantas.

A goiabeira, para responder com alta produtividade e qualidade dos frutos, depende do equilíbrio de um conjunto de fatores, tais como luz, temperatura, solo, CO₂, água e nutrientes. A ação conjunta desses fatores influencia as taxas de crescimento, a produtividade e a qualidade dos frutos.

2 SOLOS

O solo é um sistema tridimensional de natureza física, química e mineralógica variável, sendo normalmente dividido em três fases: a fase sólida ou matriz do solo, constituída pelas partículas minerais e orgânicas; a fase líquida, que contém substâncias dissolvidas, e por esta razão é denominada de solução do solo; e a fase gasosa, denominada de atmosfera do solo.

O solo é considerado um meio para o crescimento e desenvolvimento de organismos vivos e está submetido a constantes trocas gasosas que ocorrem entre a atmosfera acima e abaixo da

¹D.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper, guarconi@incaper.es.gov.br

²D.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador aposentado do Incaper.

³D.Sc. Produção Vegetal, Pesquisador do Incaper.

superfície, as quais são influenciadas pelas condições climáticas, pelos ciclos hidrológicos e pelas técnicas de manejo agrícola adotadas. Dessa forma, o solo desempenha importante papel nas condições ambientais que influenciam as reações biofísicas e bioquímicas da decomposição de materiais orgânicos e ciclagem de nutrientes para o contínuo processo de desenvolvimento biológico (LEPSCH, 2010), além de servir de suporte para o desenvolvimento da goiabeira.

Os poros do solo são os espaços existentes entre ou intra agregados e são classificados em função do tamanho como macroporos (porosidade de aeração) e microporos (porosidade de retenção de umidade).

A água contida nos macroporos é drenada livremente pela ação da força da gravidade, o que reduz a sua disponibilidade de absorção pela goiabeira, mesmo que esta apresente sistema radicular profundo. Entretanto, a água contida nos microporos, que é considerada disponível para as plantas e outros organismos vivos, é diretamente influenciada pela ação das forças capilares que retêm a água, evitando que a mesma seja drenada pela gravidade, o que a deslocaria para uma região não explorada pelo sistema radicular da goiabeira. Solos mais argilosos apresentam maior quantidade de microporos do que solos arenosos, enquanto estes apresentam maior porcentagem de macroporos.

Em vista disso, os solos com textura média e bem drenados possuem boas condições físicas, gerando maior eficiência produtiva para o cultivo da goiabeira, especialmente se houver aporte adequado de matéria orgânica.

A matéria orgânica está relacionada a diversas características do solo, que definem seu potencial produtivo, sua estrutura e tamanho e a estabilidade dos agregados. A matéria orgânica é responsável ainda por aumentar a capacidade de armazenamento e a infiltração de água no solo, bem como a retenção e a disponibilização de nutrientes. A determinação do teor de matéria orgânica e sua respectiva classificação em baixo, médio ou bom permitem inferir sobre várias características que irão balizar as recomendações mais adequadas para o manejo nutricional da goiabeira.

3 RESPOSTA DA PLANTA À ADIÇÃO DE NUTRIENTES

O modelo matemático que relaciona o fornecimento de nutrientes e a produção é caracterizado por incrementos decrescentes, ou seja, menores incrementos na produção da cultura à medida em que se aumentam as doses do nutriente e sua consequente disponibilidade nos solos. Este modelo é denominado de lei de Mitscherlich ou dos incrementos decrescentes.

Os fatores de produção devem ser analisados de forma sistêmica, e, desse modo, a relação esperada de resposta da goiabeira, em função da disponibilidade dos nutrientes no solo, pode

ser dividida em três fases (Figura 1). A fase I é caracterizada pela alta probabilidade de resposta em produção, de acordo com o aumento na disponibilidade de nutrientes no solo. Na fase II, o teor do nutriente não promove aumento expressivo na produção, o que reduz a probabilidade de resposta da cultura em relação ao aumento no teor de nutrientes disponíveis no solo. Já na fase III, denominada de região de depleção, o aumento na quantidade disponível dos nutrientes promove efeitos tóxicos ou de competição, reduzindo a produção.

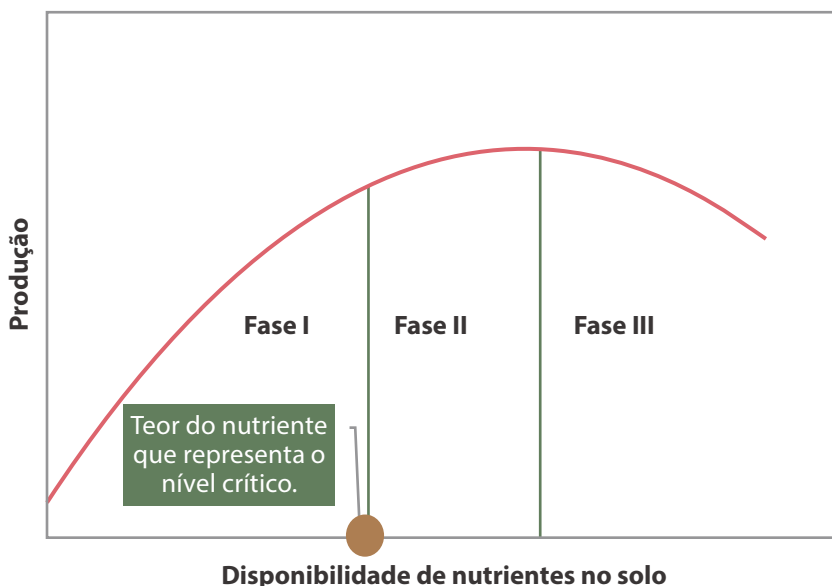


Figura 1 - Modelo de Mitscherlich para a produção esperada em função dos teores de nutrientes disponíveis no solo.

Fonte: Autores.

O teor do nutriente no solo, que representa a mudança da Fase I para a Fase II, é denominado de nível crítico. A partir desse teor no solo, a probabilidade de resposta da cultura em produção é baixa. Por isso, não se deve aplicar nutrientes de forma indiscriminada, uma vez que a ausência de incremento na produção ou sua própria redução pode gerar grandes prejuízos econômicos e, muitas vezes, ambientais. O nível crítico do nutriente no solo corresponde ao teor superior que limita a classe média de disponibilidade do nutriente nas tabelas de interpretação da fertilidade do solo.

3.1 IMPORTÂNCIA DOS NUTRIENTES

São no total 17 os elementos químicos considerados nutrientes de plantas, dentre os mais de 100 existentes na natureza. Para ser considerado nutriente de plantas, o elemento químico deve atender aos critérios de essencialidade, que são, segundo Arnon e Stout (1939):

- a) na ausência do elemento, a planta não completa o seu ciclo de vida;
- b) o elemento não pode ser substituído por outro;
- c) o elemento deve estar diretamente envolvido no metabolismo da planta, como constituinte de um composto essencial, ou ser necessário para a ação de um sistema enzimático.

Em função da maior ou menor quantidade requerida pelas plantas, os nutrientes podem ser classificados, respectivamente, como macronutrientes (Carbono, Hidrogênio, Oxigênio, Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio e Enxofre) e micronutrientes (Ferro, Cobre, Manganês, Zinco, Cloro, Boro, Molibdênio e Níquel) (DECHEN; NACHTINGALL, 2006).

A maneira mais simples e prática para determinar a disponibilidade do nutriente no solo é por meio de sua análise química, que fornece informações necessárias à recomendação de correção do solo e adubação da cultura. A existência de nutrientes no solo, mesmo que supostamente em quantidades disponíveis suficientes, não garante o suprimento às plantas, em razão da influência de vários fatores envolvidos no processo de absorção. Assim, a avaliação direta do estado nutricional de plantas, realizada a partir da análise foliar, é uma necessidade na agricultura (COSTA, 1996; PREZOTTI; GUARÇONI, 2013).

4 NUTRIÇÃO MINERAL DA GOIABEIRA

A produtividade e a qualidade dos frutos de um pomar resultam da interação de vários fatores, destacando-se o potencial genético da cultivar e os tratamentos culturais, em que se sobressaem a poda de frutificação e o manejo do solo, dos nutrientes e da água.

Segundo Natale (1997), goiabeiras da cultivar Paluma, com 6 anos de idade, acumulam, na parte aérea do pomar, em 1 hectare de vegetação, as seguintes quantidades de nutrientes (macronutrientes em kg ha⁻¹ e micronutrientes em g ha⁻¹): N = 14,8; P = 1,2; K = 11,8; Ca = 13,0; Mg = 3,6; S = 2,8; e B = 44; Cu = 244 ; Fe = 414; Mn = 564 e Zn = 42.

Em pomares altamente produtivos do Estado de São Paulo, Natale et al. (2002) encontraram para as cultivares Rica e Paluma teores foliares de macronutrientes que seguiam a ordem decrescente: N>K>Ca>Mg≥S>P. Em geral a cultivar Rica apresentou teores mais elevados de nutrientes nas folhas do que a 'Paluma'. Os teores foliares de nutrientes encontrados foram: N = 22-26; P = 1,5-1,9; K = 17-20; Ca = 11-15; Mg = 2,5-3,5; S = 3,0-3,5 g kg⁻¹; B = 20-25; Cu = 10-40; Fe = 50-150; Mn = 180-250; Zn = 25-35 mg kg⁻¹ nas folhas da cv. Rica e N = 20-23; P = 1,4-1,8; K = 14-17; Ca = 7-11; Mg = 3,4-4,0; S = 2,5-3,5 g kg⁻¹; B = 20-25; Cu = 20-40; Fe = 60- 90; Mn = 40-80; Zn = 25-35 mg kg⁻¹ nas folhas da cultivar Paluma. Em geral as cultivares Rica e Paluma apresentaram a seguinte ordem de extração e acúmulo de nutrientes nos frutos: K>N>P>S≥Mg≥Ca (Tabela 1).

Tabela 1 - Quantidade de macro e micronutrientes exportados por tonelada de frutos frescos de goiaba

Nutrientes (g t ⁻¹)	Cv. Rica	Cv. Paluma
Nitrogênio	1.325	1.179
Fósforo	166	121
Potássio	2.180	1.554
Cálcio	110	94
Magnésio	110	107
Enxofre	152	107
Boro	0,83	0,67
Cobre	0,83	1,34
Ferro	2,21	1,88
Manganês	2,90	1,88
Zinco	1,52	1,88

Fonte: Natale *et al.* (2002).

Nota-se que há diferenças importantes entre as cultivares nos teores de nutrientes exportados pelos frutos, sobretudo quanto ao K. Isto é relevante para orientar a adubação de pomares formados com genótipos diferentes.

Em trabalho de Haag *et al.* (1993), as cultivares Pedro Sato e Kumagai exportaram maiores quantidades de nutrientes que a cultivar Okawa nº 2. Nos três genótipos, a exportação dos macronutrientes por planta e por unidade de área obedeceu à seguinte ordem crescente: Mg, Ca, P, S, N e K. Entre os micronutrientes, B, Zn e Fe foram os mais exportados; Mn foi intermediário e o Cu foi o de menor exportação.

Souza *et al.* (2013) reportaram que, para um pomar com 168 plantas da cultivar Paluma, avaliado por seis safras, as faixas adequadas de teores de nutrientes provenientes dos índices DRIS foram: 18-21; 1,5-1,7; 15-17; 8-11; 1,8- 2,5 e 2,5-2,9 (g kg⁻¹), para os macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente, e 26-38; 5-57; 54-112; 53-101 e 13-126 (mg kg⁻¹), para os micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn.

5 DIAGNOSE FOLIAR NA GOIABEIRA

A diagnose foliar é bastante útil no diagnóstico do estado nutricional das plantas, proporcionando maior refinamento das recomendações de adubação (COSTA, 1996). A diagnose foliar baseada em métodos padronizados de amostragem e análise é o critério mais eficaz na avaliação do estado nutricional de plantas frutíferas, com a grande vantagem de se considerar a própria planta como o verdadeiro extrator dos nutrientes do solo. Isso permite a avaliação direta de seu estado nutricional, constituindo, assim, uma forma indireta de avaliação da fertilidade do solo.

6 ATLAS DE DEFICIÊNCIAS NUTRICIONAIS

6.1 NITROGÊNIO (N)

Função: O nitrogênio é constituinte de aminoácidos, amidas, aminas, bases nitrogenadas, alcaloides, clorofila e muitas coenzimas. A deficiência de nitrogênio se manifesta nas folhas mais velhas sob a forma de clorose foliar devido à redução na formação de clorofila. Muitos aminoácidos são precursores das cadeias polipeptídicas das proteínas, e, desse modo, o nitrogênio influencia muitas reações enzimáticas. O nitrogênio é também componente estrutural das paredes celulares.

Quando as folhas mais velhas senescem, a proteína é degradada e formas solúveis de N são retranslocadas para os pontos de crescimento da planta, ou seja, para as partes mais novas, razão pela qual os sintomas de deficiência de N se manifestam, primeiramente, nas folhas mais velhas.

Sintomas: Inicialmente as áreas entre as nervuras das folhas mais velhas tornam-se verde-claro de coloração amarelada uniforme. Nas folhas jovens, aparecem estádios iniciais de clorose, que, com o tempo, expandem-se para todas as folhas com a manifestação da cor amarelada. Nas folhas mais velhas, pode ocorrer necrose com o centro marrom e margens púrpuras (Figura 2).



Figura 2 - Sintomas visuais de deficiência de Nitrogênio.

Fonte: Arquivo Incaper.

O vigor vegetativo é fortemente influenciado, e as gemas laterais entram em dormência, reduzindo a emissão de novas brotações e frutos. Quando a planta está uniformemente amarelada, o sintoma progride para a manifestação da coloração púrpura nas extremidades das folhas. A deficiência generalizada de N na goiabeira promove o colapso no crescimento da planta. O excesso de N na planta ocasiona maior crescimento vegetativo da goiabeira, aumentando os espaços entre os pontos de crescimento, além do amolecimento da polpa da goiaba, característica indesejável para a qualidade do fruto.

6.2 FÓSFORO (P)

Função: O fósforo é essencial para o crescimento da planta e está envolvido na maioria dos processos metabólicos. O P é constituinte dos ácidos nucleicos, fosfolipídios, proteínas, éster fosfato, dinucleotídeos e adenosina trifosfato (ATP). Portanto, o P é requerido para o armazenamento e transferência de energia, fotossíntese, processo de transporte de elétrons, regulação de atividade enzimática na síntese de açúcar e no transporte de carboidrato. O P é móvel no floema, e o sintoma se manifesta, inicialmente, através da cor arroxeada nas folhas mais velhas e depois se redistribui nas folhas mais novas.

Sintomas: O primeiro sintoma de deficiência de fósforo mostra-se pela textura coriácea e de coloração opaca, que se manifesta através do aparecimento de manchas marrom-avermelhadas na porção interval, com evolução para a coloração púrpura no limbo das folhas maduras (Figura 3). O centro de cada mancha torna-se necrótico com o tempo, com tonalidade tendendo para o marrom. Os sintomas de deficiência se espalham das folhas mais velhas para as mais novas.



Figura 3 - Sintomas visuais de deficiência de Fósforo.

Fonte: Arquivo Incaper.

6.3 POTÁSSIO (K)

Função: O potássio é responsável pela manutenção da turgescência celular, controle da abertura e fechamento dos estômatos e osmorregulação celular. É requerido para a síntese de proteínas e para o metabolismo dos carboidratos e lipídios, sendo ativador de um grande número de enzimas. Em plantas deficientes em K, a síntese proteica, a fotossíntese e a expansão celular são impedidas e ocorre a morte da célula. O K move-se livremente no floema e é translocado das folhas mais velhas para as mais novas, razão pela qual o sintoma de deficiência se manifesta primeiramente nas folhas mais velhas.

Sintomas: O sintoma de deficiência de K na goiabeira é caracterizado pela necrose ou escurecimento das folhas mais velhas. Os sintomas evoluem das folhas mais velhas para as folhas mais novas. Deficiências severas afetam os pontos de crescimento da planta. Normalmente o sintoma de deficiência se manifesta nas bordas das folhas mais velhas que apresentam a coloração marrom-avermelhada (Figura 4). As folhas mais novas apresentam-se mais estreitas. O potássio é importante para a qualidade da goiaba, por estar relacionado ao sabor do fruto, além de contribuir para a firmeza da polpa.



Figura 4 - Sintomas visuais de deficiência de Potássio.

Fonte: Arquivo Incaper.

6.4 CÁLCIO (CA)

Função: A maior contribuição do cálcio na planta é como constituinte da parede celular, estando associado à pectina e à lamela média. Nos vacúolos, o Ca está presente como oxalato de cálcio. O Ca é também requerido para a integridade e funcionamento da membrana. É essencial para a divisão e o crescimento celular. Os pontos de crescimento de raízes e caules são os mais vulneráveis à deficiência de Ca. O Ca não é translocado das folhas mais velhas para as mais novas; por essa razão, a deficiência de Ca promove a morte da célula, e o sintoma de deficiência se manifesta, primeiramente, nas folhas e nos frutos mais novos da goiabeira. A deficiência de cálcio está relacionada com o anelamento do fruto da goiabeira. Essa deficiência é responsável também pelo amolecimento da polpa dos frutos, com menor resistência ao transporte e menor tempo de prateleira na comercialização.

Sintomas: Os sintomas de deficiência se manifestam inicialmente nas folhas novas com paralisação do crescimento e morte da gema apical da goiabeira. As margens dessas folhas novas são danificadas pela deficiência de Ca e ocorre o encurvamento das margens das folhas, prejudicando a expansão foliar. A deficiência no fruto é perceptível a olho nu quando estes

alcançam cerca de 30 mm de diâmetro, com o aparecimento de manchas escuras pontuais ao redor da parte apical do fruto que evolui para um sintoma de anel escurecido, muitas vezes deprimido, e com o desenvolvimento do fruto, o problema aumenta, podendo ocorrer a sua rachadura.

O anelamento do fruto da goiabeira é causado por deficiência no suprimento de cálcio para o fruto, podendo trazer grande prejuízo à produção.

A amostragem foliar não é uma ferramenta adequada para um diagnóstico eficaz da suficiência de cálcio para o fruto. Em função disso, deve-se manter adequado teor do nutriente e boa disponibilidade hídrica no solo, sobretudo no período mais frio e seco do ano.

6.5 MAGNÉSIO (MG)

Função: A maior contribuição do magnésio na planta é como constituinte da molécula da clorofila. O magnésio atua na síntese de proteína e na ativação de muitas enzimas, além do importante papel na regulação do pH celular e no balanço cátion-ânion. O magnésio é exportado pelo floema das folhas mais velhas para as mais novas.

Sintomas: O sintoma de deficiência se manifesta inicialmente nas folhas maduras, completamente expandidas, e quando a deficiência é severa, manifestam-se também nas folhas mais novas. O primeiro sinal característico da deficiência do magnésio é o aparecimento de manchas amareladas entre as nervuras da folha da goiabeira.

6.6 ENXOFRE (S)

Função: O enxofre é essencial para a formação de proteínas, contendo os aminoácidos cisteína e metionina. O enxofre é também requerido para síntese de tiamina, co-enzima A e sulfolipídios. O S tem baixa mobilidade no floema.

Sintomas: Os sintomas de deficiência se manifestam inicialmente nas folhas novas em expansão com o aparecimento da tonalidade verde-claro. Com o tempo, as folhas se tornam uniformemente amareladas, e os sintomas se estendem para as folhas completamente expandidas. Na goiabeira, o crescimento é prejudicado antes da manifestação visual do sintoma.

6.7 FERRO (FE)

Função: O ferro é essencial para a síntese da clorofila. Por apresentar dois estágios reversíveis de oxidação (Fe^{2+} e Fe^{3+}), está envolvido em muitas reações de oxirredução da fotossíntese e da

respiração. O Fe é componente indispensável de hemoproteínas, como citocromo e peroxidase. É componente de muitas proteínas Fe-S, tais como a ferredoxina.

Sintomas: O sintoma de deficiência de ferro se manifesta inicialmente nas folhas mais novas, com o aparecimento de manchas de cor verde-clara (Figura 5). O sintoma avança, e as folhas mais novas manifestam a coloração amarelada, enquanto a coloração verde normal do tecido vegetal fica restrita apenas às nervuras principais. Quando o sintoma de deficiência é muito intenso, a clorose induzida pela deficiência de ferro se manifesta também nas folhas maduras.



Figura 5 - Sintomas visuais de deficiência de Ferro.

Fonte: Arquivo Incaper.

6.8 ZINCO (ZN)

Função: O zinco é constituinte de várias enzimas e é requerido para a fotossíntese. A deficiência de zinco normalmente está associada ao encurtamento dos internódios, em razão da sua função na síntese de auxina, que é uma substância de crescimento que comanda a expansão celular.

Sintomas: O sintoma de deficiência do Zn se manifesta inicialmente nas folhas mais novas. O primeiro sinal de deficiência de Zn é o aparecimento de clorose entre as nervuras das folhas em expansão, que evolui para manchas púrpuras. Com a severidade da deficiência, as folhas mais novas ficam menores, podendo manifestar também a necrose nas bordas e no limbo entre as nervuras principais, juntamente com o encurtamento dos internódios.

6.9 MANGANÊS (MN)

Função: O manganês é requerido para a evolução do oxigênio no processo fotossintético. É também envolvido na reação de redução e transporte de elétrons nos cloroplastos. O Mn é essencial para a metal proteína superóxido dismutase. Em plantas deficientes, ocorre o aparecimento de necrose em folhas recentemente expandidas e em expansão, e a lignificação é prejudicada. O movimento do Mn no floema é limitado e não ocorre sua distribuição das folhas maduras para as mais novas.

Sintomas: Os sintomas de deficiência se manifestam inicialmente nas folhas mais novas, com o aparecimento de manchas verde-claras entre as nervuras laterais. As folhas são normais em tamanho e, com o tempo, os tecidos manifestam a coloração amarelada.

6.10 BORO (B)

Função: O boro é constituinte da parede celular e de forma semelhante ao Ca não é retranslocado no floema. O B é requerido para a divisão celular e o crescimento, influenciando diretamente o desenvolvimento da parte aérea e da raiz.

Sintomas: A deficiência severa de B se manifesta nas folhas mais novas e nos pontos de crescimento da parte aérea e da raiz. Nos frutos, o sintoma se manifesta pelo aparecimento de protuberâncias, causando deformação.

6.11 COBRE (CU)

Função: A maior parte do cobre na planta encontra-se como constituinte da plastocianina na folha. O cobre é essencial para a fotossíntese, considerando que a plastocianina é o maior componente da cadeia de transporte de elétrons. O cobre é constituinte de metal enzimas, tais como a citocromo oxidase e a fenolase.

Sintomas: A deficiência de cobre se manifesta inicialmente nos pontos de crescimento e nas folhas mais novas (Figura 6). Diferentemente do N, a deficiência de Cu não se manifesta em folhas maduras, ocorrendo o encurvamento das margens das folhas em expansão, podendo também desenvolver a coloração amarelada nas margens da folha (Texto adaptado de LOPES, 1998; FERNANDES, 2006; NOVAIS et al., 2007).



Figura 6 - Sintomas de deficiência de Cobre.

Fonte: Arquivo Incaper.

7 RECOMENDAÇÃO DE CALAGEM E ADUBAÇÃO PARA A GOIABEIRA

A recomendação de calagem e adubação para a goiabeira deve ser feita com base nos resultados das análises químicas do solo, sendo refinada numa segunda etapa, utilizando-se os resultados das análises químicas das folhas das plantas. É também recomendável a análise física do solo, especialmente a textura do solo, que, associada aos conceitos de disponibilidade de nutrientes e à dinâmica do movimento da água no perfil do solo, contribui para avaliar o processo de absorção dos nutrientes pela goiabeira. É importante ressaltar que as análises físicas não precisam ser realizadas com a mesma frequência das análises químicas, uma vez que as características físicas dos solos apresentam baixo grau de modificação a partir de ações antrópicas, a exceção daquelas ligadas ao processo de compactação.

7.1 ANÁLISE QUÍMICA DE SOLO E FOLHAS

A goiabeira é considerada uma planta rústica, porém, em cultivo comercial, necessita do fornecimento de nutrientes, em razão da elevada absorção desses elementos químicos. Isso ocorre devido ao crescimento contínuo, associado à floração e à frutificação, principalmente em cultivos com podas, em que a necessidade de nutrientes é ainda maior.

7.1.1 Amostragem e Análise de Solo

As análises laboratoriais expressam os teores contidos na amostra de solo, sendo esta representativa ou não. Portanto, as amostras de solo devem representar, com exatidão, a área que será corrigida e/ou adubada, de forma que o processo de nutrição das plantas seja o mais eficiente e econômico possível (ALVAREZ V.; GUARÇONI, 2003).

A uniformidade da área é de extrema importância para a amostragem do solo, por isso, a área de cultivo deve ser subdividida em glebas ou talhões homogêneos. Para que esta subdivisão seja bem-feita, cada gleba deve apresentar a mesma posição topográfica (topo de morro, meia encosta, baixada etc.), a mesma vegetação, as mesmas características perceptíveis do solo (cor, textura, condição de drenagem etc.) e o mesmo histórico de cultivo (cultura, uso de corretivos e fertilizantes etc.) (CANTARUTTI *et al.*, 2007).

Avaliando diversos trabalhos sobre sistemas de amostragem, Guarçoni, Alvarez V. e Sobreira (2017) recomendam que, dentro de talhões homogêneos, sejam coletadas amostras simples de solo, de forma aleatória, de preferência em zig-zag, para posterior formação de amostra composta representativa, mesmo que exista dependência espacial na área.

O número de amostras simples para formar uma amostra composta depende da uniformidade da área e do volume de solo coletado em cada uma dessas amostras simples. Por apresentar menor variabilidade de características químicas do solo, áreas destinadas à implantação de pomares necessitam de menor número de amostras simples de solo para adequada representação de sua fertilidade do que áreas onde os pomares já estão implantados, devido aos processos de correção do solo e adubação das plantas. Nesse sentido, Guarçoni et al. (2007) definem o número de amostras a serem coletadas por talhão homogêneo de acordo com o momento da amostragem e do volume das amostras simples a serem coletadas, representado pelo diâmetro de possíveis trados numa profundidade de amostragem de 20 cm (Tabela 2).

Tabela 2 - Diâmetros de trado a serem utilizados para a coleta de definido número de amostras simples de solo, visando formar amostras compostas representativas, em duas situações de amostragem

	Número de amostras simples					
	5	10	15	20	30	40
	Diâmetro do trado (cm)					
Implantação do pomar	11,2	5,4	4,3	3,7	3,1	2,8
Pomar implantado	12,3	5,9	5,3	4,9	4,4	4,0

Fonte: Adaptado de Guarçoni et al. (2007).

O número de amostras simples usualmente utilizado para coleta (20 amostras) pode representar ou não a fertilidade média do talhão homogêneo, dependendo do volume de solo coletado em cada amostra simples. O número de amostras simples que irá representar corretamente a fertilidade média do talhão homogêneo pode ser menor, maior ou igual a 20, pois o número adequado de amostras simples irá depender do seu volume (Tabela 2).

As amostras simples de solo devem ser homogenizadas para formação de uma amostra composta por talhão homogêneo (aproximadamente 300 g). Após análise química da amostra composta, os resultados devem ser interpretados para que se proceda à recomendação de calagem e adubação. Para uma avaliação inicial quanto à adequação dos teores de nutrientes no solo para a goiabeira, pode ser utilizada a Tabela 3. Esta é apenas uma avaliação inicial, sendo as doses recomendadas a partir das classes de fertilidade dos nutrientes no solo.

Tabela 3 - Teores de nutrientes no solo considerados adequados para a goiabeira (*Psidium guajava* L.)
(continua)

Nutrientes	Unidade	Teores
Fósforo ^{1/}	mg/dm ³	10-20
Potássio ^{1/}	mg/dm ³	30-60
Cálcio ^{2/}	cmolc/dm ³	1,6-4,0
Magnésio ^{2/}	cmolc/dm ³	0,6-1,0

(conclusão)

Nutrientes	Unidade	Teores
Zinco ^{1/}	mg/dm ³	7,0-10,0
Boro ^{3/}	mg/dm ³	0,5-1,0
Cobre ^{1/}	mg/dm ³	1,6-5,0
Manganês ^{1/}	mg/dm ³	5,0-10

^{1/}Mehlich-1, ^{2/}KCl 1 mol/L, ^{3/}Água quente.

Fonte: Natale *et al.* (1996).

7.1.2 Amostragem e Análise Foliar

A diagnose por meio de análises químicas das folhas da goiabeira identifica o estado nutricional das plantas, mas não é suficiente para a recomendação de corretivos e fertilizantes, sendo necessária para isso a análise de solo. A amostragem recomendada consiste na coleta de folhas do terceiro par, a contar do ápice dos ramos produtivos, no total de 4 folhas por planta em no mínimo 25 plantas, totalizando o mínimo de 100 folhas por amostra.

A amostragem deverá ser feita em talhões homogêneos, seguindo os mesmos princípios da amostragem de solo, no período da manhã entre 7 e 9 horas, e tomando-se o cuidado de coletar folhas não danificadas e que não tenham sido pulverizadas com agroquímicos ou fertilizantes foliares num período mínimo de 30 dias.

A amostra foliar deve ser colocada em sacola de papel e encaminhada ao laboratório o mais rápido possível, devidamente acondicionada e identificada, para evitar a deterioração e extravio da mesma.

A análise foliar como método de diagnóstico do estado nutricional da goiabeira potencializa a recomendação da adubação juntamente com a análise química e física do solo. Segundo Natale *et al.* (2002), os teores dos nutrientes considerados adequados para a goiabeira cultivar Rica e cultivar Paluma são distintos (Tabela 4).

Tabela 4 - Teores foliares adequados dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn para a goiabeira cultivar Rica e cultivar Paluma

(continua)

Nutrientes	Cultivar Rica	Cultivar Paluma
Nitrogênio (g.kg ⁻¹)	20 - 30	22 - 26
Fósforo (g.kg ⁻¹)	1,4 - 1,8	1,5 - 1,9
Potássio (g.kg ⁻¹)	14 - 17	17 - 20
Cálcio (g.kg ⁻¹)	7 - 11	11 - 15
Magnésio (g.kg ⁻¹)	3,4 - 4,0	2,5 - 3,5

(conclusão)

Nutrientes	Cultivar Rica	Cultivar Paluma
Enxofre (g.kg ⁻¹)	2,5 - 3,5	3,0 - 3,5
Boro (mg.kg ⁻¹)	20 - 25	20 - 25
Cobre (mg.kg ⁻¹)	20 - 40	10 - 40
Ferro (mg.kg ⁻¹)	60 - 90	50 - 150
Manganês (mg.kg ⁻¹)	40 - 80	180 - 250
Zinco (mg.kg ⁻¹)	25 - 35	25 - 35

Fonte: Natale *et al.* (2002).

7.2 RECOMENDAÇÃO DE CALAGEM

Para a goiabeira, a quantidade de calcário pode ser estimada pelo método da Saturação por Bases, elevando V a 70%. Em áreas mais sujeitas ao aparecimento do anelamento do fruto da goiabeira e com o intuito de se fornecer mais cálcio para as plantas, indica-se elevar a saturação por bases para 80%. O calcário deve ser aplicado com o máximo de antecedência ao plantio, devendo estar uniformemente misturado com o solo e à maior profundidade possível.

Em lavouras já instaladas, o calcário deverá ser distribuído em cobertura, na área total, corrigindo-se a dose em função da profundidade de ação efetiva do corretivo (10 cm).

O método da Saturação por Bases deve ser utilizado da seguinte forma:

$$QC = \frac{T(V_2 - V_1)}{PRNT} \times P \text{ em que:}$$

QC = Quantidade de calcário em t/ha;

V₂ = Saturação por bases recomendada para a goiabeira (70 ou 80%);

V₁ = Saturação por bases determinada no solo;

P = 0,5 quando a aplicação do calcário é superficial;

P = 1,0 quando a aplicação do calcário é realizada a 20 cm de profundidade;

P = 1,5 quando a aplicação do calcário é realizada a 30 cm de profundidade.

No caso de se realizar a calagem em cova, deve-se fazer a correção da quantidade de calcário considerando-se o volume da cova. Basta fazer uma regra de três simples, tendo o resultado em g/cova de calcário.

Exemplo:

Cova: 5 x 5 x 5 dm = 125 dm³

Área total: 1000 x 1000 x 2 dm = 2.000.000 dm³

Calcário área total, incorporado à 20 cm (2 dm): 4 t/ha = 4.000.000 g/ha

Calcário cova = 4.000.000 x 125/2.000.000 = 250 g/cova de calcário.

7.3 USO DO GESSO

O gesso não altera o pH e não substitui o calcário, mas funciona como condicionador do solo, sendo formado basicamente por sulfato de cálcio. Esse composto é muito móvel no solo, devido ao íon sulfato. Dessa forma, o gesso promove, em profundidade, incremento de cálcio e enxofre e reduz a toxidez de alumínio, caso este se encontre em níveis elevados, devido à formação de sulfato de alumínio, que é menos tóxico para as plantas do que o Al^{3+} .

Este insumo deve ser utilizado quando a análise do solo na camada de 20-40 cm de profundidade apresentar teor de Ca^{2+} menor ou igual a $0,4 \text{ cmolc dm}^{-3}$, e/ou teor de Al^{3+} maior ou igual a $0,5 \text{ cmolc dm}^{-3}$, e/ou saturação por alumínio maior que 30%.

Se a aplicação for a lanço, deve ser distribuído uniformemente sobre o terreno, não sendo necessária sua incorporação. A quantidade de gesso a ser aplicada pode ser estimada com base no teor de argila do solo (SOUSA; MIRANDA; OLIVEIRA, 2007) ou promovendo-se a elevação da saturação de Ca^{2+} na CTC efetiva até 60%, conforme Guarçoni *et al.* (2019).

Método de Sousa, Miranda e Oliveira (2007):

$$NG = 0,075 \times \text{Argila (\%)}$$

Em que:

NG = necessidade de gesso em t/ha;

Argila (%) = Teor de argila do solo na camada de 20-40 cm.

Método de Guarçoni *et al.* (2019):

$$NG = [0,6 \times (CTCe - Ca^{2+})] \times 2,5$$

Em que:

NG = necessidade de gesso em t/ha;

CTCe = CTC efetiva na camada de 20-40 cm, em cmolc/dm^3 ;

Ca^{2+} = Teor de cálcio trocável na camada de 20-40 cm, em cmolc/dm^3 .

O gesso pode ser aplicado junto com o calcário, mas é preferível que seja aplicado após a reação do corretivo, visando ao aumento da CTC efetiva e à redução nas perdas de cátions por lixiviação.

7.4 ADUBAÇÃO DE PLANTIO

A adubação deverá ser realizada com base nos resultados de análise de solo seguindo as indicações do Manual de Adubação e Calagem para o Estado do Espírito Santo (5ª aproximação) de Prezotti *et al.* (2007). Como adubação adicional de cova com 50 cm x 50 cm x 50 cm, sugere-se a aplicação de 10 litros de esterco de curral ou 5 litros de esterco de galinha, mais a quantidade de calcário calculado para a cova.

O calcário deve ser misturado em todo o solo da cova de forma homogênea. Após a reação do calcário com o solo de enchimento da cova, deve-se aplicar fósforo e potássio a este solo de enchimento nas doses recomendadas para o plantio (Tabela 5).

Quanto aos micronutrientes, a recomendação deverá ser feita também com base nos resultados da análise de solo, utilizando-se em média de 1,5 a 2,5 g de boro por planta e 2,5 a 3,5 g de zinco por planta.

Tabela 5 - Adubação de plantio para a goiabeira

Fósforo ^{1/}	Potássio ^{1/}		
	Baixo	Médio	Alto
..... g/cova de P ₂ O ₅ - K ₂ O			
Baixo	150-90	150-75	150-60
Médio	100-90	100-75	100-60
Alto	50-90	50-75	50-60

^{1/}Teor apresentado na análise de solo.

Fonte: Prezotti *et al.* (2007).

7.5 ADUBAÇÃO DE COBERTURA

No primeiro ano, adubar com nitrogênio a partir de 60 dias após o plantio. O nitrogênio deve ser aplicado em quatro parcelas anuais para solo argiloso, e em oito, para solo de textura média a arenosa. O potássio deve ser aplicado em três parcelas, com intervalos trimestrais, iniciando-se 90 dias após o plantio. Nos demais anos, aplicar o N e K em duas parcelas, 30% antes da poda e o restante aos 90 dias após a floração, com o P sendo aplicado em dose única antes da poda de frutificação (Tabela 6) (Adaptado de Prezotti *et al.*, 2007).

A partir do segundo ano, as doses poderão ser alteradas conforme a produtividade esperada (Tabela 7).

Os fertilizantes devem ser escolhidos com base no preço do kg do nutriente, levando em consideração o preço da saca e a concentração do nutriente. Os fertilizantes contêm os nutrientes, cuja concentração é indicada na etiqueta. Contudo, sua forma de ação ou de liberação de nutrientes é distinta, bem como suas perdas. Todos são fontes de nutrientes, mas apresentam características intrínsecas que vão definir o manejo de aplicação. Na grande maioria das vezes, o maior retorno financeiro é obtido com o fertilizante que apresenta o kg do nutriente mais barato.

Tabela 6 - Adubação de cobertura para a goiabeira

Nutrientes	1º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano
Nitrogênio g/planta de N	100	150	180	220
Fósforo ^{1/} g/planta de P ₂ O ₅				
Baixo	60	100	130	150
Médio	40	70	90	120
Alto	20	50	70	100
Potássio ^{1/} g/planta de K ₂ O				
Baixo	90	110	160	250
Médio	50	70	120	150
Alto	30	40	60	80

^{1/}Classe definida a partir dos teores apresentados na análise de solo.

Fonte: Prezotti *et al.* (2007).

Tabela 7 - Adubação de produção para a goiabeira

Nutrientes	Produtividade esperada (t/ha)			
	20 a 30	30 a 40	40 a 50	>50
Nitrogênio Kg/ha/ano de N	75	100	150	180
Fósforo ^{1/} Kg/ha/ano de P ₂ O ₅				
Baixo	50	70	130	150
Médio	40	50	90	110
Alto	30	40	50	70
Potássio ^{1/} Kg/ha/ano de K ₂ O				
Baixo	100	120	140	170
Médio	70	90	120	130
Alto	40	60	70	90

^{1/}Classe definida a partir dos teores apresentados na análise de solo.

Fonte: Prezotti *et al.* (2007).

7.6 MICRONUTRIENTES

Os micronutrientes podem ser fornecidos via solo e/ou via foliar, utilizando-se o princípio da segurança, sem definição da classe de fertilidade no solo.

Via Solo:

5 kg de Zinco/ha (Zn);
2 kg de boro/ha (B);
2 kg de Cobre/ha (Cu);
4 kg de Manganês/ha (Mn).

Via Foliar (pulverização):

Manganês: Sulfato de manganês a 1%.
Ferro: Sulfato ferroso a 1 %.
Zinco: Sulfato de zinco a 0,6%.
Boro: Ácido bórico a 0,3%.
Cobre: Oxicloreto de cobre a 1%.
Espalhante adesivo: dosagem recomendada no rótulo

7.7 ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Apesar da possibilidade de redução da adubação química quando se utiliza matéria orgânica, deve-se entender a sua função, principalmente como condicionador do solo, melhorando as suas propriedades físicas, químicas e biológicas. A aplicação de matéria orgânica é muito importante, principalmente em regiões com solos de textura média a arenosa, com menos de 1,5 dag kg⁻¹ de matéria orgânica e baixa CTC.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ V.; V. H. GUARÇONI, A. Variabilidade horizontal da fertilidade do solo de uma unidade de amostragem em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 297-310, 2003.

ARNON, D. I.; STOUT, P. R. **The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper**. Plant physiol, Washington, 14 : 371-375, 1939.

CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F.; MARTINEZ, H. E. P.; NOVAIS, R. F. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 13. p. 769-850.

COSTA, A. N. da. Uso do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) no Mamoeiro. In: MENDES, L. G.; DANTAS, J. L. L.; MORALES, C.F.G. **Mamão no Brasil**. Cruz das Almas, BA: EUFBA/EMBRAPA-CNPMPF, 1996. p. 49 - 55.

DECHEN, A. R.; NACHTINGALL, G. R. Elementos essenciais e benéficos às plantas superiores. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa-MG: SBCS, 2006. p. 01-06.

FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa-MG: SBCS, 2006. 432 p.

GUARÇONI, A.; ALVAREZ V. V. H.; NOVAIS, R. F.; CANTARUTTI, R. B.; LEITE, H. G.; FREIRE, F. M. Diâmetro de trado necessário à coleta de amostras num Cambissolo sob plantio direto ou sob plantio convencional antes ou depois da aração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 5, p. 947-959, 2007.

GUARÇONI, A.; ALVAREZ V. V. H.; SOBREIRA, F. M. Fundamentação teórica dos sistemas de amostragem de solo de acordo com a variabilidade de características químicas. **Terra Lationoamericana**, v. 35, n. 4, p. 343-352, 2017.

GUARÇONI, A.; FAVARATO, L. F.; STIPP, S. R.; CASARIN, V. Manejo da fertilidade do solo para uma produção agropecuária mais sustentável. **Incaper em Revista**, v. 10, p. 22-42, 2019.

HAAG, H. P.; MONTEIRO, F. A.; WAKAKURI, P. Y. Frutos de goiaba (psidium guayava L.): desenvolvimento e extração de nutrientes. **Sci. Agric.**, Piracicaba, v.50, n.3, pg. 413-418, 1993.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 216 p.

LOPES, A. S. (Trad. Adap.). **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1998. 177 p.

NATALE, W. Goiabeira: extração de nutrientes pela poda. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA GOIABEIRA, 1, 1997, Jaboticabal, SP. **Anais...** p.169.

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

NATALE, W.; COUTINHO, E. L. M.; PEREIRA, F. M.; BOARETTO, A. E. Nutrients foliar content for high productivity of guava in Brazil. **Acta Horticulture**, 594, p. 383-386, 2002.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa-MG: SBCS, 2007. 1017 p.

PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI, M. A. **Guia de interpretação de análise de solo e foliar**. Vitória-ES: Incaper, 2013. 104 p.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. de. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo**. 5. aproximação. Vitória: SEEEA/ INCAPER/CEDAGRO, 2007, 305 p.

SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 5. p. 205-274.

SOUZA, H. A.; ROZANE, D. E.; AMORIM, D. A.; NATALE, W. Normas preliminares dris e faixas de suficiência para goiabeira 'Paluma'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 35, n. 1, p. 282-291, mar. 2013.



Apoio

**GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO**
*Secretaria da Ciência, Tecnologia,
Inovação e Educação Profissional*



**GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO**
*Secretaria da Agricultura,
Abastecimento, Aquicultura e Pesca*



Acesse gratuitamente a produção
editorial do Incaper.



DOI: 10.54682/livro.9788589274470