

4.5 - FERTIRRIGAÇÃO EM GOIABEIRA

William Natale

Professor Adjunto, Departamento de Solos e Adubos,
FCAV/Unesp, Campus Jaboticabal. Bolsista CNPq.E-mail: natale@fcav.unesp.br

Renato de Mello Prado

Departamento de Solos e Adubos

FCAV/Unesp, Campus Jaboticabal. Bolsista FAPESP

E-mail: rmprado@fcav.unesp.br

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, atrás da China e da Índia. Com uma área plantada superior a 2,2 milhões de hectares de fruteiras, produz cerca de 30 milhões de toneladas de frutas, o que representa 7,5% da produção mundial. Apesar disso, exporta pouco, menos de 1% do volume de frutas frescas do mundo, que é de 20 bilhões de dólares. Em 2001, o Brasil exportou 600 mil toneladas de frutas frescas, o que representou 220 milhões de dólares (FAO, 2001).

Ressalta-se que tanto o mercado nacional como o internacional não estão plenamente atendidos, e as frutas tropicais devem aumentar sua participação. Nesse contexto o mercado mundial de frutas está crescendo, em média, 1 bilhão de dólares ao ano. A tendência de mudança nos hábitos e preferências alimentares dos consumidores, o aumento da idade média da população e a busca por uma vida melhor e mais saudável reforçam a tendência de valorização dos componentes benéficos das frutas.

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é originária da região tropical da América do Sul. Atualmente, esta *Mirtaceae* encontra-se amplamente difundida por todas as áreas tropicais e subtropicais do mundo (Medina, 1988), visto sua habilidade em se adaptar a diferentes condições adafoclimáticas, o que lhe confere reputação de planta rústica (Rey, 1987).

Chitarra (1994) cita que a goiaba é um dos frutos com grande importância, não só pelo elevado valor nutritivo, mas também pela excelente aceitação *in natura*, pela possibilidade de uso industrial, além da capacidade que as plantas têm de se desenvolver em condições diversas. No processo industrial, a goiabada se destaca como um dos principais doces produzidos a partir de frutos tropicais (Medina, 1988), além de participar da preparação de outros produtos como geléias, pastas, frutas em calda, purês, refrescos e xaropes. Recentemente, o tomate para a produção de *catchup* deu lugar a goiaba na fabricação do *guatchup* agregando valor à fruta (Goiabrás, 2002). Seu lugar de destaque entre as frutas tropicais, quanto ao valor nutritivo, é devido ao elevado conteúdo de vitamina C, pectina e ao sabor e aroma característicos (Pereira & Martinez, 1986), o que lhe confere qualidade organoléptica tida como excelente, conquistando cada vez mais consumidores em todo o mundo (Silva Júnior et al., 1999). A goiaba é a melhor opção de fruta para o consumo humano no que diz respeito a vitamina C, carotenóides, potássio, fibras, cálcio e ferro, possuindo baixa caloria, sendo seu consumo um ótimo meio para prevenção e combate ao câncer (Meltzer, 1998).

A goiaba é uma das frutas mais fáceis de ser processada, por não apresentar problemas de natureza física com relação à textura e forma e, ainda, por não ocorrer degradação bioquímica durante o processo (Castro, 1983). A goiabada, ou doce em massa de goiaba, é o resultado do processamento das partes comestíveis de goiabas sadias, desintegradas, com açúcares, com ou sem adição de água, agentes geleificantes, ajustadores de pH e de outros ingredientes e aditivos permitidos, até consistência apropriada, sendo termicamente processada e acondicionada de modo a assegurar sua perfeita conservação, devendo ter cor normal característica do produto, variando de vermelho-amarelado a vermelho-amarronzado, odor e sabor normais lembrando a goiaba, aspecto gelatinoso e sólido, permitindo o corte (Governo do Estado de São Paulo, 1978).

Há algumas décadas, a goiaba, na condição de fruta inferior, era consumida somente quando havia colheitas oriundas de vegetação espontânea (pé-franco). Todavia, com as perspectivas promissoras de mercado, expansão das indústrias alimentícias, abertura do mercosul e introdução de novas cultivares, maior atenção foi destinada à cultura (Salvador et al., 1998b).

Segundo Pereira (1995) são muito escassas as informações relativas às áreas cultivadas com goiaba no mundo. Os dados disponíveis indicam ser a Índia, o Paquistão, o Brasil, o Egito, a Venezuela, os Estados Unidos (Havaí, Flórida, Califórnia), a África do Sul, o México, a Austrália

e o Quênia, os principais países produtores. No Brasil, o cultivo em escala comercial ocorre com destaque nos estados de São Paulo, Pernambuco, Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Dados recentes informam que o Brasil, a Índia e o Paquistão destacam-se na produção mundial de goiaba em área comercial. A Índia possui maior número de árvores, mas em cultivos dispersos e pouco produtivos, concentrando-se na produção de suco, especialmente de goiabas brancas. O Paquistão posiciona-se como o principal exportador da fruta *in natura*. No Brasil a goiaba é mais consumida como fruta fresca, em especial de polpa vermelha, comparada ao produto industrializado. A exportação de fruta fresca é pouco expressiva. Os principais países importadores de goiaba brasileira são: França, Canadá, Alemanha e Portugal (Guedes & Vilela, 1999, citado por Almeida, 1999).

No Brasil, a produção é estimada em função do volume de matéria-prima industrializada, somada às quantidades comercializadas nos entrepostos dos grandes centros comerciais (Zambão & Bellintani Neto, 1998, citado por Almeida, 1999). Segundo estes mesmos autores a Associação Brasileira dos Produtores de Goiaba estimou a produção brasileira (ano de 1999) em 260 000 t, das quais 85% concentra-se nos estados de São Paulo e Pernambuco.

No estado de São Paulo a produção de goiaba teve sua exploração, visando ao consumo *in natura*, incrementada a partir de 1979 (Maia et al., 1988). Dentre as frutíferas cultivadas no Estado, a goiabeira destaca-se pela importância econômica pois, a área plantada de cerca de 2,2 mil hectares, apresentou evolução de aproximadamente 10% entre os anos de 1980 e 1990 (Foltran & Piza Jr., 1991).

A produção de goiaba para processamento industrial localiza-se nos municípios de Taquaritinga, Ibitinga e Monte Alto, enquanto a goiaba de mesa tem destaque na região de Atibaia, Mogi das Cruzes, Itu e Valinhos (Carvalho, 1996). Atualmente, a maior região produtora de goiaba no Brasil é Taquaritinga, onde se registrou um crescimento próximo a 30% na área cultivada, no período de 1993 a 1998. Essa região é responsável por 80% do volume de goiabas produzidas em todo o estado de São Paulo (BRASIL, 1998, SÉRIE..., 1998).

A produtividade dos pomares de goiabeiras existentes em São Paulo é considerada baixa. A média detectada em dez anos (1978-88) indica um rendimento de cerca de 70 kg de frutos/planta/ano, correspondendo a 15,6 toneladas por hectare com 224 plantas/ha (Instituto de Economia Agrícola, 1990). Os pomares paulistas para indústria apresentam maior produção (25 t ha⁻¹), comparados aos pomares para mesa (14 t ha⁻¹) (SÉRIE..., 1998).

Este fato está intimamente relacionado ao baixo número de pesquisas tecnológicas que envolvem o manejo da cultura e do solo.

Quanto a produtividade, fator de extrema importância econômica para a sustentabilidade do sistema de produção da goiabeira, a pesquisa agrônoma referente ao melhoramento genético, possibilitou ganhos importantes. No passado, utilizavam-se variedades pouco adaptadas, e propagadas por sementes, que resultavam em pomares heterogêneos e com baixa produção. Assim, com o melhoramento genético foi possível obter novas cultivares, com ótimas características agrônomicas, propagadas vegetativamente e, desse modo, formar pomares homogêneos, especialmente quanto ao padrão dos frutos, atingindo maior valor de mercado. Com as melhorias dos aspectos genéticos e de propagação, Pereira & Martinez Júnior (1986) relataram que a goiabeira teria um rendimento mínimo de 30 t ha⁻¹, embora se esperasse encontrar plantas com potencial para produção de até 50 t ha⁻¹. Mais tarde, outra contribuição importante da experimentação fez o rendimento da goiabeira superar em muito esse patamar, a partir dos resultados de Natale (1993) com pesquisas sobre nutrição e adubação.

Natale et al. (1996b) obtiveram produções de até 60 e 85 t ha⁻¹, para as cultivares Rica e Paluma, respectivamente, aos quatro anos de idade, e prevêem produtividade além de 80 t ha⁻¹ para a primeira e 100 t ha⁻¹ para a segunda (Natale et al., 1996a).

Outro aspecto importante da agricultura moderna é o uso da irrigação, que permite manter a umidade no solo adequada para que a planta expresse todo o seu potencial genético de produção. A fruticultura irrigada tem efeito positivo em dois aspectos dos mais importantes na moderna e globalizada economia atual, quais sejam: aumento da produtividade e melhoria da qualidade dos frutos. Neste sentido, quando pomares de goiabeira passam a ser cultivados sob irrigação, pode-se dobrar o número de frutos/ha/ano, ou seja de 250 para 500 mil frutos (Manica et al., 1981), atingindo alta produção (250 kg de frutos/planta) em árvores com mais de quatro anos de idade, permitindo, ainda, várias colheitas por ano (Manica, 2000). Em regiões onde a estação seca se prolonga por cinco meses ou mais, a goiabeira produz apenas uma safra anual, resultante da brotação surgida após as primeiras chuvas (Maranca, 1981); entretanto, em condições críticas, ou seja, em regiões com precipitação anual inferior a 600 mm, a goiabeira pode chegar a florescer, porém a planta perde as folhas e não produz no período de estiagem (Gonzaga Neto & Soares, 1994).

A poda de frutificação, realizada durante a época seca do ano, resulta em diminuição do crescimento vegetativo e aumento do ciclo produtivo, de 28 a 56 dias, dependendo da variedade, em comparação à época chuvosa (Pereira & Couto, 1997).

Nota-se, portanto, que nos últimos anos as pesquisas agronômicas disponíveis para a cultura da goiabeira (melhoramento, propagação, irrigação, nutrição, adubação e podas) bem como, mais recentemente a fertirrigação, permitirão a obtenção de alta produção, atingindo patamares de 100 t ha⁻¹/ano, com qualidade superior, dilatando o número de colheitas para três a cada dois anos. Estas melhorias no sistema de produção têm efeitos diretos em toda a cadeia produtiva da fruta, desde o produtor, com maior taxa de retorno econômico, até a agroindústria, com uma escala uniforme de produção ao longo do ano, além dos efeitos sociais na geração de empregos e ambientais pela maior precisão no manejo da cultura.

Burt et al. (1995) afirmam que a fertirrigação é o mais econômico e eficiente método de aplicação de fertilizantes, especialmente quando utilizado através de sistemas de irrigação localizado. A fertirrigação assegura que os fertilizantes sejam aplicados diretamente na região de maior concentração de raízes das plantas, permitindo o fracionamento das doses e o aumento na eficiência da adubação. Os mesmos autores afirmam que, comparando a fertirrigação por gotejamento com a aplicação de fertilizantes pelo método convencional, há um aumento na eficiência de aproveitamento de nutrientes no primeiro método, despendendo-se 20 a 50% menos fertilizantes que com o método convencional. Threadgill (1985) relatou que a aplicação de adubos, associada a outros insumos agrícolas (herbicidas, inseticidas, etc.), chega a reduzir os custos em torno de 33%, comparada ao sistema convencional.

Em regiões produtoras de diversas culturas no estado de São Paulo, a fertirrigação vem ganhando adeptos, principalmente pela maior facilidade na aplicação dos nutrientes na época certa, além de atender a exigência nutricional de cada variedade em cada fase do desenvolvimento da planta (Frizzone & Botrel, 1993).

Segundo Albrigo (1992) a água influencia muito todas as fases de desenvolvimento do fruto e, conseqüentemente, a irrigação, provavelmente seja a prática cultural que mais afeta o desenvolvimento do fruto. Com umidade, o tamanho do fruto aumenta, diluem-se os sólidos, reduzem-se os níveis de acidez e outros componentes. A medida que diminui a umidade, o crescimento do fruto pára, aumenta a queda de frutos, reduz-se a fotossíntese, afetando a produção de açúcares.

Neste sentido, a fertirrigação em pomares com frutos destinados ao mercado *in natura*, tem maior potencial de uso da técnica que os pomares que remetam os frutos para a indústria.

Entretanto, muitos pomares destinam seus frutos para ambos os mercados (*in natura* e indústria), dependendo da demanda e do preço.

Mesmo com vantagens, a fertirrigação só começou a se firmar no Brasil como prática agrícola em alguns sistemas de produção intensivo, a partir da década de 90. Entretanto, seu uso, comparado ao seu potencial, pode ser considerado incipiente, visto que tem sido empregado basicamente no fornecimento de fertilizantes nitrogenados.

Pela literatura, nota-se que no Brasil ainda são escassos os trabalhos científicos relacionados a estudos de adubação em frutíferas utilizando-se da fertirrigação (Frizzone et al., 1985; Zanini, 1991).

2. ASPECTOS FISIOLÓGICOS DA CULTURA

Avilan (1988) estudou o ciclo de vida da goiabeira em ambiente tropical (Venezuela) e classificou-o em quatro fases: crescimento, entre dez meses e dois anos de idade; plena produção, dos três até cinco anos; produção, dos cinco até oito anos; e senilidade, a partir dos nove anos de idade. O autor considerou a goiabeira como fruteira de ciclo curto, que inicia a produção entre 10 e 12 meses a partir do plantio, tendo o período de máxima eficiência produtiva aos três ou quatro anos de idade. Observou, ainda, que as produções em cada uma das etapas do ciclo de vida da planta são: 30, 35, 50 e 22 kg de frutos/planta por ano, respectivamente. Porém, através da propagação vegetativa de estacas herbáceas, as plantas entram na fase de plena produção precocemente.

Srivastava & Narasimhan (1967), estudando o desenvolvimento físico de três cultivares de goiabeira, tendo frutos com sementes (Allahabad, Banaras, Safeda) e sem sementes (Seedles), na Índia, concluíram que nas três primeiras o peso dos frutos aumentou rapidamente nos primeiros 45 dias, mais lentamente até os 90 dias e, a seguir, a uma taxa mais alta até o final das observações aos 120 dias (Figura 1). A cv. Seedles apresentou uma taxa de crescimento constante, porém, comparativamente lenta até os 75 dias e, a partir daí, com um marcante aumento.

No Brasil, Pereira & São José (1988) estudaram o desenvolvimento dos frutos da 'Paluma' e 'Rica'. Inicialmente, observaram que, em ambas as cultivares, o período de desenvolvimento dos botões florais até a antese foi de 35 dias. As curvas de crescimento obtidas para ambas foram do tipo sigmoidal dupla, sendo possível identificar três períodos de crescimento, ou seja, um rápido desenvolvimento inicial, com duração de 65 dias, seguido de crescimento lento que durou 49 dias em média, e o último período de crescimento rápido que teve duração média de 19 dias. Para ambas as cultivares os frutos completaram a maturação com 133 dias após a fecundação.

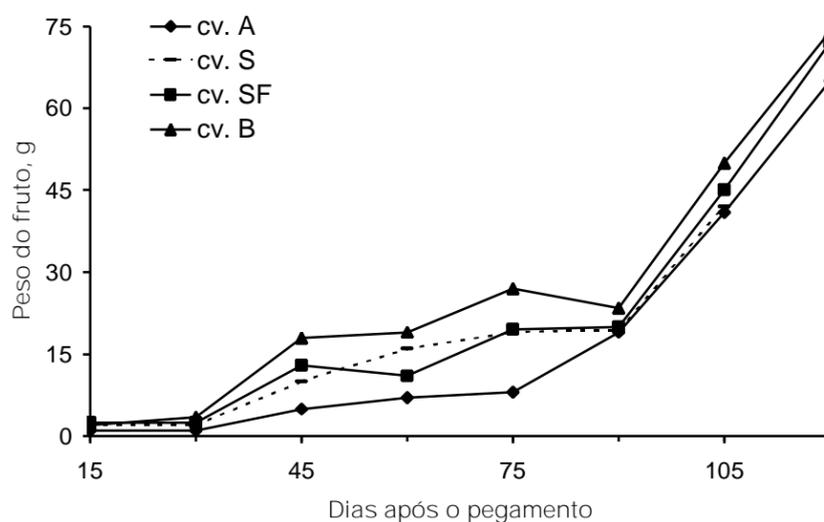


Figura 1. Mudanças no peso durante o desenvolvimento do fruto de diferentes cultivares de goiabeira: Allahabad (A), Banaras (B), Safeda (SF) e Seedles (S), cultivadas na Índia.

Paiva et al. (1997), em estudo com variedades de goiabeira, encontraram variações no período de floração e frutificação, quando as plantas eram cultivadas em diferentes condições climáticas, o que pode determinar o sucesso agrônomo dos pomares comerciais, consolidando ou não uma variedade em determinada região.

As diferenças nas taxas de crescimento dos frutos de goiabeira, em função da cultivar analisada, indicam, ainda, que existem fases de crescimento lento e rápido, podendo-se inferir

que a nutrição das plantas nestas épocas deve ser adequada para assegurar a máxima expressão genética de cada cultivar e, conseqüentemente, alta produtividade.

As variedades mais conhecidas de goiabeira no Brasil serão apontadas a seguir, embora exista um grande número de cultivares ou seleções locais (Medina, 1988):

IAC-4. Cultivar bastante difundida nas áreas produtoras de goiaba do Brasil. Produz frutos redondos, de polpa rosada-escura, com peso médio entre 70 e 160g e relação entre diâmetro transversal próximo de 1, índice este medidor de qualidade industrial, cuja a preferência é por frutos de forma redonda e tamanho médio.

Pedra Branca. É também conhecida como Branca de Valinhos ou Branca de Kumagai. Consta que se originou do cruzamento da goiaba Australiana com a comum local. Fruto grande, piriforme, pesando em média 400 a 500g, polpa branca e consistente. Excelente como goiaba para consumo natural.

Rica. Clone originado da variedade Supreme, a partir de semente de polinização aberta, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal – SP. Fruto com peso variável de 100 a 160 g, diâmetro longitudinal de 6,5 a 8,0 cm e transversal de 5,5 a 7,0 cm, forma ovóide com pescoço curto, polpa da casca de 85,14 g, Brix de 10,9°. Para produção de metades em calda (compota) o rendimento foi de 50%.

Paluma – Clone derivado da variedade Rubi x Supreme, a partir de sementes de polinização aberta, originada na FCAV/Unesp, em Jaboticabal-SP. Fruto com peso variável de 140 a 250g, diâmetro longitudinal de 8 a 10 cm e transversal de 7 a 9 cm, forma ovóide com pescoço curto, polpa de casca com peso médio de 140 g, coloração vermelho intenso, 1,3 a 2,0 cm de espessura, pequena porcentagem de sementes (5%) e bom rendimento de polpa (94%). Fruto de consistência firme, muito bom sabor e boa capacidade de conservação após a colheita. Frutos adequados para produção de massa e consumo natural.

Australiana – Originária da Austrália é cultivada no município de Mogi das Cruzes-SP. Frutos grandes, piriformes, pesando 400-500 g ou mais, tanto os de polpa branca como os de polpa vermelha.

Piza Júnior & Kavati (1994) citam outras cultivares com importância para determinadas regiões do Brasil, como:

Kumagai (branca) – variedade originada do cruzamento da goiaba Australiana com a IAC 4. As plantas são muito produtivas, apresentando vigor médio, com ramos longos e esparramados. Os

frutos são grandes, com 300 a 400 g, arredondados a oblongos, firmes, com casca lisa e resistente, de coloração verde amarelada quando maduros, de polpa branca, firme, saborosa, levemente ácida e com poucas sementes.

Kumagai (vermelha) - semelhante a anterior, porém de polpa vermelha.

Ogawa nº 1 (branca) – a planta é bastante produtiva, de crescimento lateral vigoroso e folhas oblongas. Os frutos são grandes, com 300 g ou mais, ovalados e com casca ligeiramente áspera, de coloração amarela quando maduros. A polpa é espessa e compacta, muito doce e com poucas sementes.

Ogawa nº 1 (vermelha) – originária do cruzamento da goiaba comum com a variedade Ceará. A planta é altamente produtiva, vigorosa, de porte ereto. Os frutos são grandes, com cerca de 300 g, arredondados, casca ligeiramente áspera e de coloração amarela na maturação. A polpa é de cor vermelha, espessa, compacta, succulenta, muito doce e poucas sementes.

Ogawa nº 2 (vermelha) – obtida do cruzamento da Ogawa nº 1 com a Araçá (vermelha). É uma planta de pequeno porte, com crescimento lateral e alta produção. Os frutos são de casca lisa, arredondados e grandes, com 300 a 400 g, polpa espessa, firme, muito doces e poucas sementes.

Ogawa nº 3 – obtida do cruzamento da Ogawa nº 1 e 2. É uma planta de crescimento lateral, com ramos voltados para baixo, sensível à seca, fruto com casca semi-rugosa, polpa vermelha, com formato oblongo e pouco saboroso.

Pizza Júnior & Kavati (1994) ressaltam, ainda, que além destas cultivares existem outras com potencial de expansão como a Pedro Sato, cultivar com casca semi-rugosa e fruto longo, a Sassaoka ou Cascão, cultivar com casca rugosa, fruto longo e aroma suave, a Vermelha Piriforme de casca rugosa e a Shirayama.

Cabe salientar que recentemente foi lançada por Pereira et al. (2002) uma nova cultivar de goiabeira, a século XXI. Segundo os autores, esta cultivar apresenta as seguintes características: plantas com ramificações de crescimento predominantemente horizontal e de médio vigor; maturação precoce, com ciclo de aproximadamente 130 dias desde a floração até a maturação dos frutos, comparado com 'Paluma', cujo ciclo é de cerca de 158 dias. Os frutos apresentam bom tamanho, com rendimento de polpa firme de 76%, espessura do pericarpo acima de 160 mm e com poucas sementes. Com relação à coloração externa (cor da epiderme), os frutos apresentam-se verde-amarelados, com intenso brilho, contrastando com a coloração rosa, intensa e brilhante, da parte interna, o que lhe confere ótima aparência. Os teores de sólidos solúveis

totais próximos a 7,5°Brix, considerado como padrão, e acidez titulável de 0,474 g de ácido cítrico/100 g de polpa, o que resulta numa relação SST/AT próxima de 20,0 (18,6) conferindo aos frutos sabor bastante adocicado. O teor de vitamina C ficou próximo a 85 mg de ácido ascórbico/100g de polpa, índice superior ao encontrado na cultivar Paluma.

As goiabas com polpa vermelha dominam cerca de 75% do mercado nacional, destinado-se ao consumo *in natura* e a indústria. As com polpa branca, embora exista mercado externo para a exportação da fruta, têm industrialização insignificante, sendo destinadas exclusivamente ao consumo de mesa.

Cada mercado apresenta uma exigência específica, ou seja, o mercado *in natura*, busca frutas de polpa vermelha, casca corrugada, predominantemente verde, com poucas sementes, aroma doce pouco acentuado, com amarelecimento lento e frutos grandes (média de 350 g). Para a indústria, a polpa também deve ser vermelha, com poucas sementes, alto teor de sólido solúveis (8 a 12 °Brix), pH (3,8 a 4,3) e acidez 0,35 a 0,63% de ácido cítrico, frutos não verdes e com maturação homogênea, sem exigências quanto ao tamanho do fruto.

3. DEMANDA DE NUTRIENTES PELA CULTURA

3.1 Teores foliares de nutrientes considerados adequados para a goiabeira

Em culturas perenes a análise foliar traz informações imprescindíveis, permitindo, juntamente com a análise de solo, um acompanhamento dos efeitos dos fertilizantes aplicados. No caso específico da goiabeira, a época de amostragem foliar é a do florescimento da cultura, o que permite, se necessário, eventuais correções na adubação que é realizada após esse período.

A amostragem de folha deve ser feita agrupando-se talhões com características semelhantes quanto a cultivar, idade, produtividade, manejo do pomar, em áreas com solos homogêneos.

As folhas-diagnose são as recém-maduras, correspondendo ao 3º par a partir da extremidade do ramo. Assim, as folhas a serem amostradas são específicas e coletadas em número suficiente para possibilitar que a amostra represente com segurança o estado nutricional das plantas, conforme as indicações contidas na Tabela 1. No estado de São Paulo a amostragem é realizada no período de pleno florescimento, nos meses de setembro-outubro, variando porém com diversos fatores, em especial com o início das chuvas ou com a época da poda.

Tabela 1. Indicações para a amostragem de folhas em goiabeira

Tipo de folha	Nº de pares de folhas por árvore	Nº de árvores por talhão	Época de amostragem
3º par (com pecíolo)	4	25	Pleno florescimento

Fonte: Natale (1993); Natale et al. (1996); Natale et al. (2002).

Na Tabela 2 constam os teores foliares de nutrientes considerados adequados para as cultivares Rica e Paluma de goiabeira, esta última a mais plantada no Brasil.

Tabela 2. Teores de macro e micronutrientes considerados adequados para a goiabeira a partir do 3º ano de idade, determinados em folhas coletadas durante o período de pleno florescimento da cultura

Nutrientes	cv. Rica	cv. Paluma
	g kg ⁻¹	
N	22-26	20-23
P	1,5-1,9	1,4-1,8
K	17-20	14-17
Ca	11-15	7-11
Mg	2,5-3,5	3,4-4,0
S	3,0-3,5	2,5-3,5
	mg kg ⁻¹	
B	20-25	20-25
Cu	10-40	20-40
Fe	50-150	60-90
Mn	180-250	40-80
Zn	25-35	25-35

Fonte: Natale et al. (1996); Natale et al. (2002).

É sabido que o estágio fenológico do vegetal é um dos fatores que interferem claramente nos teores de nutrientes em determinados órgãos da planta. Assim, em função de cada fenofase, existirá uma concentração adequada de macro e micronutrientes. Desta forma, os estudos de marcha de absorção objetivam conhecer cada estágio fenológico, correlacionando-o com os nutrientes no órgão amostrado. Através desses estudos é possível prever a época (ou épocas) de maior exigência nutricional da planta. Apesar desta importância não existem estudos de marcha de absorção para a goiabeira. Há alguns fatores, inerentes ao sistema de produção dessa fruteira e características da própria planta, que poderiam explicar esta situação. Na fase de desenvolvimento das mudas, a goiabeira é propagada por estaca herbácea e, durante a fase de formação e produção, um acondicionamento rigoroso da planta em recipientes, para realizar esse tipo de estudo, poderia não reproduzir a situação real de campo, visto que o sistema radicular da goiabeira é agressivo, atingindo profundidades consideráveis no perfil do solo.

3.2 Sintomas visuais de deficiência de nutrientes em goiabeira

Utilizando goiabeiras com seis meses de idade, cultivadas em solução nutritiva de “Hoagland & Arnon”, através da técnica da omissão de um nutriente, Accorsi et al. (1960) descreveram os sintomas de deficiência de N, P, K, Ca, Mg e S, os quais serão apresentados a seguir:

Nitrogênio

As folhas de plantas deficientes em nitrogênio apresentam conformação normal e o limbo com coloração citrina uniforme, em lugar do verde típico das folhas de plantas testemunhas. A nervação é ligeiramente amarelada e sem manchas. A face inferior das folhas apresenta coloração verde menos intensa que a face superior.

Fósforo

A face superior do limbo exhibe coloração escarlate, que progride do ápice à base e das margens até as vizinhanças da nervura principal, permanecendo verde apenas na porção adjacente à nervura. No estágio final toda a superfície do limbo torna-se roxa. Observando-se a folha contra a luz, pode-se verificar que as nervuras secundárias são claras (transparentes), ao passo que as vênulas extremas, em forma de arcos, mostram-se ligeiramente arroxeadas. A face inferior da

lâmina nada de particular apresenta, a não ser o fundo escuro proveniente da coloração escarlate da face superior, quando examinada contra a luz; a conformação da folha é normal.

Potássio

As plantas cultivadas em condições de carência de potássio exibem nas folhas, numerosas manchas marrons, pequeninas, aglomeradas, com forma e contorno variáveis. Estas manchas distribuem-se pelo limbo, a partir dos bordos, em direção à nervura principal, mais concentradas na porção mediana superior do limbo, resultando um aspecto pintalgado. Sobre a nervura principal, e em muitas secundárias, há manchas menores. Com o progredir da carência, as manchas se fundem, principalmente na periferia, formando manchas maiores, mais escuras, indicando processo necrótico em andamento. Pequenas áreas do limbo permanecem verdes. A face inferior do limbo, em correspondência com as manchas da página superior, mostrava uma coloração marrom-avermelhada. As folhas ostentam uma coloração avermelhada.

Cálcio

As folhas de plantas deficientes em cálcio mostram bordos de aparência crestadas, em toda a extensão, porém acentuando-se a partir da base (onde o efeito é menor) em direção ao ápice, a ponto de essa região enrolar-se. Nesse mesmo sentido aumentava também a largura da faixa crestada, sendo mais pronunciada, isto é, mais larga na região apical. Dela se originam faixas marrons, estreitas, que caminham para a nervura principal, permanecendo aproximadamente equidistante das nervuras secundárias. Em consequência destes sintomas o limbo, enrola-se no ápice e a nervura principal e secundária apresentam-se bem escuras.

Magnésio

Folhas de plantas cultivadas com omissão de magnésio apresentam, na página superior, duas séries de manchas amarelas, paralelas à nervura principal, uma de cada lado; cada mancha situa-se entre duas nervuras secundárias e é limitada pela nervura principal. As séries começam na base do limbo e terminam a pequena distância do ápice. Além dessas manchas, ocorrem, ainda, numerosas outras marrons, de tamanho, forma e contornos variáveis, as quais, às vezes se fundem. Na página inferior a mesma sintomatologia da superior, porém, as manchas citadas são menos nítidas. A nervura principal é verde-claro.

Enxofre

A deficiência de enxofre se caracteriza pela ocorrência de manchas necróticas que variam de forma, tamanho, contorno e número, localizadas principalmente na porção mediana inferior do

limbo. Essas manchas são mais nítidas quando se examina a folha contra a luz. Coloração arroxeada em quase toda a extensão da nervura principal (exceção dos extremos, nesta fase dos sintomas) e nas nervuras secundárias (exceto as da região basal e apical do limbo). As áreas internervais se apresentam com coloração verde citrina uniforme. Na face inferior a lâmina foliar, além de ser pouco mais clara que a superior, percebe-se manchas cloróticas, embora pouco nítidas. Somente as nervuras secundárias revelam um roxo mais claro que o da face superior. A nervura principal apresenta coloração normal.

Nesta mesma linha de trabalho Rodriguez et al. (1967) determinaram a composição química das folhas de goiabeira deficientes, em um estudo em solução nutritiva, sendo que na maioria dos casos a ausência do elemento na solução resultou no mais baixo nível do elemento nas folhas, exceto o Fe (Tabela 3).

Tabela 3. Composição química de folhas de goiabeira aparentemente deficientes e afetadas pela omissão de elementos na solução nutritiva

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn
Completo	29,6	2,8	28,8	12,7	2,6	2,7	117	228
-N	11,5*	2,4	28,9	17,9	6,3	-	124	310
-P	23,0	0,7*	25,6	20,4	3,9	-	111	458
-K	24,0	0,2	2,3*	26,0**	8,4**	2,7	136	480
-Ca	26,0	0,2	29,4	4,3*	7,1	2,6	121	620
-Mg	26,0	0,2	28,2	1,6	2,0	2,4	156**	388
-S	26,8	0,3	30,2	7,7	2,7	-	77*	137
-Fe	34,3**	0,3**	38,2**	1,7	4,3	3,3	88	1007**
-Mn	24,1	0,2	25,9	2,3	4,6	3,4**	128	103*

**; * = assinalam, respectivamente, o maior e o menor valor da coluna.

Salvador et al. (1999), em um estudo com mudas de goiabeira em solução nutritiva, objetivaram avaliar os efeitos da omissão simples e combinada, dois a dois, de nutrientes, estabelecida entre os elementos N, P, K e S, sobre a composição química do terceiro par de folhas. Avaliaram, ainda, a tendência de acúmulo de macro e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e

Zn) nas folhas, caules + ramos, e raízes de plantas mantidas em solução nutritiva completa, durante 70 dias. A ausência de um nutriente promoveu a redução de sua concentração nas folhas, porém, não produziu grandes alterações na concentração dos demais macronutrientes, exceto para K e Ca no tratamento com omissão de N. As folhas foram o principal órgão armazenador de macronutrientes. Dos micronutrientes, cerca de 57% do conteúdo de B e 65% do de Fe foram alocados nas folhas e o restante dividido em proporções equivalentes entre caules + ramos e raízes. Somente 23% do total do Cu extraído foi armazenado nas folhas, enquanto 45% permaneceu nas raízes. Para o desenvolvimento inicial da goiabeira, a necessidade de macronutrientes obedeceu a ordem decrescente: N, K, Ca, S, Mg e P e a exigência de micronutrientes, por sua vez, obedeceu a seguinte ordem decrescente: Mn, Fe, Zn, B e Cu.

3.3 Quantidade de nutrientes exportados pelos frutos

A Tabela 4 apresenta resultados da exportação de nutrientes pelos frutos da goiabeira (Natale, 1993). De modo geral, pode-se verificar que a cultivar Rica apresentou extração de macronutrientes na seguinte ordem: $K > N > P > S > Mg = Ca$ e de micronutrientes: $Mn > Fe > Zn > Cu > B$. A cultivar Paluma, por sua vez, extraiu macronutrientes na ordem $K > N > P > S = Mg > Ca$ e micronutrientes: $Zn > Mn = Fe > Cu > B$ (Tabela 4). Assim, nota-se variação nos teores dos dois principais macronutrientes nos frutos, com a cv. Rica apresentando $15,7 \text{ g kg}^{-1}$ de K e $9,8 \text{ g kg}^{-1}$ de N na matéria seca, e a cv. Paluma valores mais baixos $12,4 \text{ g kg}^{-1}$ de K e $8,6 \text{ g kg}^{-1}$ de N, na matéria seca.

Assim, o conhecimento da composição química mineral dos frutos proporciona subsídios, não só para um programa de adubação e restituição ao solo, como também para a manutenção de sua fertilidade.

Os valores de nutrientes exportados referem-se ao fruto inteiro (polpa e miolo com sementes). Entretanto, num pomar produzindo 100 t ha^{-1} , com rendimento da agroindústria de 95%, tem-se como resíduo aproximadamente 5 t ha^{-1} de material fresco (27% de umidade). Assim, Fernandes et al. (2002) estudaram a aplicação deste subproduto da agroindústria processadora de goiaba na fertilidade do solo. A análise química do resíduo apresentou os seguintes teores (totais) de nutrientes (em g kg^{-1}): $N=17,2$; $P=2,1$; $K=2,9$; $Ca=1,1$ e $Mg=0,9$. Pelos resultados a aplicação do resíduo de sementes (0 até 120 t ha^{-1} em matéria fresca) aumentou

a matéria orgânica ($y=11,23+0,1680x$, $R^2=0,98^{**}$) e o potássio ($y=1,15+0,0217x$, $R^2=0,99^{**}$), com reflexos na soma de bases e na CTC do solo. Extrapolando os dados para uma aplicação de 60 t ha^{-1} deste resíduo de sementes frescas (44 t peso seco), poderão ser disponibilizados cerca de 127 kg de K e 64 kg de P, para a cultura no primeiro ano após a aplicação. Além disso, devido ao incremento da matéria orgânica do solo, haverá nitrogênio disponível em função da mineralização.

Tabela 4. Extração de macro e micronutrientes por frutos de goiabeira, cv. Rica e Paluma em áreas experimentais do Estado de São Paulo (Jaboticabal e São Carlos).

Nutrientes	Cultivar Rica			Cultivar Paluma		
	Matéria seca g kg^{-1}	Matéria fresca g t^{-1}	Matéria fresca kg ha^{-1}	Matéria seca g kg^{-1}	Matéria fresca g t^{-1}	Matéria fresca kg ha^{-1}
Macronutrientes						
N	9,80	1353	66,8	8,6	1146	84,3
P	1,20	166	8,3	0,9	121	8,9
K	1,57	2167	107,1	12,4	1662	122,8
Ca	0,80	110	5,4	0,7	94	6,9
Mg	0,80	110	5,4	0,9	114	8,4
S	1,10	152	7,5	0,9	114	8,4
Micronutrientes						
	mg kg^{-1}	g t^{-1}	g ha^{-1}	mg kg^{-1}	g t^{-1}	g ha^{-1}
B	6	0,83	41	5	0,67	50
Cu	8	1,11	54	11	1,48	109
Fe	15	2,07	98	14	1,88	139
Mn	28	3,87	188	14	1,88	139
Zn	13	1,73	84	15	1,95	144

Fonte: Adaptado de Natale (1993); Natale et al. (2002). Para os cálculos considerou-se que: a matéria seca dos frutos representou em média 13,8 e 13,4% da matéria fresca, para as cultivares Rica e Paluma respectivamente. A produção média de frutos foi de $49,420$ e $73,640 \text{ t ha}^{-1}$, para cultivar Rica e Paluma, respectivamente (3º ano de produção).

A retirada de nutrientes do pomar ocorre devido às colheitas, através dos frutos, conforme comentado anteriormente e, também, pelas operações de podas. De acordo com Natale (1997), em pomares de goiabeiras adultas são comuns as podas drásticas, que podem reduzir expressivamente a parte aérea (40-60%), ou seja, cerca de 24,5 kg de material fresco por planta (7,8 kg de folhas; 2 kg de ramos e 14,7 kg de galhos e frutos pequenos). O autor estimou em goiabeiras (6 anos de idade) em fase plena de produção (80 t/ha/ano), que a cada poda seriam extraídas das plantas cerca de: N=7,4; P=0,6; K=5,9; Ca=6,5; Mg=1,8; S=1,4 kg ha⁻¹ e, B=22; Cu=122; Fe=207; Mn=282; Zn=21 g ha⁻¹, considerando-se material vegetal com 85% de umidade e pomar com 285 plantas por ha.

4. PROPOSTA BÁSICA DE RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO PARA A CULTURA DA GOIABEIRA

4.1 Calagem

Antes da adubação é necessário conhecer a reação do solo visando a uma possível neutralização da acidez, uma vez que a maioria das áreas tropicais têm características ácidas. Para tanto, a amostragem de solo e a sua análise para fins de fertilidade, torna-se fundamental. O uso adequado de métodos de amostragem de solo (selecionar glebas homogêneas; 15-20 amostras simples para formar a amostra composta, entre outros cuidados) é necessário para a obtenção de resultados confiáveis, que permitam realizar a calagem de maneira eficiente. A calagem tem por objetivo neutralizar a acidez do solo e fornecer Ca e Mg, melhorando o ambiente radicular das plantas. A importância do sistema radicular das plantas é óbvia, visto existir uma estreita dependência entre o desenvolvimento das raízes e a formação da parte aérea. O maior ou menor êxito da aplicação de calcário e fertilizantes depende, por sua vez, da natureza do sistema radicular e do volume de solo efetivamente explorado pela cultura. Assim, corrigir a acidez do solo é o modo mais eficiente de eliminar as barreiras químicas ao pleno desenvolvimento das raízes e, em consequência, das plantas.

Apesar das poucas informações existentes, a quantidade de corretivo a ser utilizada seguirá o conceito da elevação da saturação por bases à 70%. O cálculo é feito pela fórmula:

$$NC = \frac{(V_2 - V_1) \times CTC}{10 \times PRNT}$$

Onde: NC= necessidade de calagem ($t\ ha^{-1}$); CTC= capacidade de troca de cátions do solo ($mmol_c\ dm^{-3}$); V_1 = saturação por bases revelada pela análise de solo na camada de 0-20 cm; V_2 = saturação por bases, indicada para a goiabeira (70%); PRNT= poder relativo de neutralização total do calcário (%).

Obs. A dose de calcário obtida pela presente fórmula visa a incorporação na camada de 0-20 cm de profundidade na implantação do pomar. Assim, caso a incorporação ocorra em profundidade diferente deve-se corrigir a dose. Por exemplo, para atingir a camada de 0-30 cm deve-se multiplicar o resultado por 1,5.

Cabe salientar que existe um experimento de calagem em andamento, conduzido com goiabeira em implantação, em Bebedouro-SP, em um Latossolo Vermelho distrófico ($V=26\%$), que indica resposta positiva desta fruteira à aplicação de calcário, tanto no crescimento (Figura 2a) como na produção (Figura 2b); entretanto, houve avaliação apenas da primeira produção da cultura, de forma que ainda não é possível estabelecer o V% ideal, em condições de campo, no estado de São Paulo (Prado & Natale, não publicado).

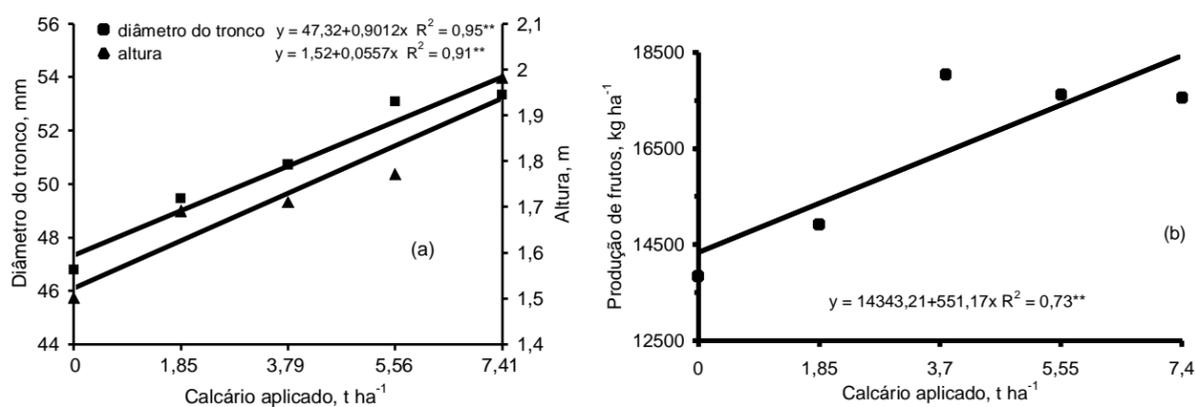


Figura 2. Efeito da aplicação de calcário nos incrementos médios do diâmetro do tronco, avaliadas a 15 cm do nível do solo, e da altura da goiabeira (a) e na produção de frutos (b) após segundo ano do plantio definitivo no campo.

Quanto aos aspectos da calagem em pomares adultos de goiabeira, praticamente não existem resultados conclusivos na literatura. Entretanto, um primeiro estudo foi desenvolvido por Corrêa et al. (2002) que avaliaram em um pomar adulto de goiabeiras 'Paluma', os efeitos da

aplicação superficial de calcário (comum e calcinado) em doses crescentes (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 vezes o V a 70%), em um Argissolo Vermelho-Amarelo (V=35%, camada de 0-10 cm, na faixa de adubação). Verificou-se que o calcário calcinado atingiu a reação máxima aos 6 meses, até a camada de 10-20 cm e aos 18 meses até a camada de 20-40 cm. Já o calcário comum apresentou efeito corretivo mais discreto e menos abrangente, visto que aos 24 meses após sua aplicação, houve um efeito máximo na reação do solo na camada de até 10-20 cm. Os autores verificaram, ainda, que não houve efeito da calagem sobre a composição química das folhas e dos frutos, bem como sobre a produtividade das goiabeiras (em torno de 90 t ha⁻¹), não obstante as alterações observadas nas propriedades químicas do solo. Esse fato pode estar refletindo a característica perene da goiabeira, que demandando tempo para responder às mudanças na fertilidade do solo.

O momento mais adequado para a prática da calagem é na implantação do pomar, especialmente em culturas perenes, com sistema radicular abrangente como a goiabeira. Assim, o desejável é que a mistura corretivo-solo seja feita na maior profundidade possível (0-30 cm). Neste sentido, o trabalho de Prado & Roque (2002) mostrou que, utilizando determinados implementos (grade aradora superpesada), foi possível uma incorporação adequada do calcário em profundidade (até 30 cm).

A adequada prática da calagem, tanto em relação a dose, como a incorporação, traz benefícios à fertilidade do solo, com aumentos na eficiência da adubação, além da elevação dos teores de Ca e Mg no sistema. Prado et al. (2002) avaliaram os efeitos da calagem na qualidade dos frutos de goiabeira, observando um incremento dos teores de cálcio nas folhas e nos frutos (Figura 3a). Esse aspecto relacionou-se com a qualidade pós-colheita da fruta, ou seja, o teor de Ca no fruto diminuiu a perda de peso fresco, aumentando a firmeza dos frutos durante o armazenamento (Figura 3b).

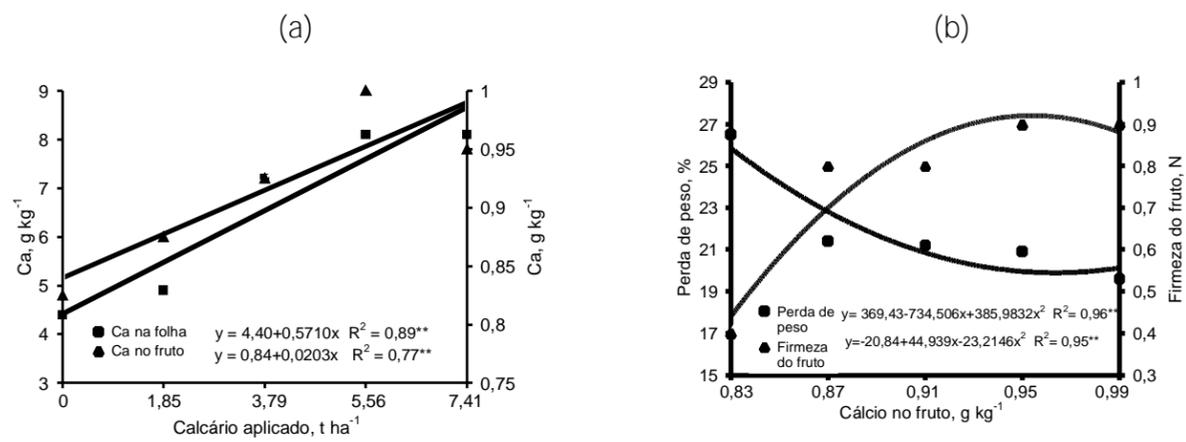


Figura 3. Efeito da calagem nos teores de cálcio na folha e no fruto (a) e a relação Ca no fruto e a perda de peso e a firmeza dos frutos (b) da goiabeira durante a primeira produção.

4.2 Adubação de plantio

As doses de fertilizantes fosfatados a serem aplicadas dependem do teor de fósforo no solo. Tendo em vista a baixa mobilidade desse elemento deve-se aproveitar as covas ou sulcos para adicioná-lo em profundidade.

Natale et al. (1996) informam que na cova de plantio deve-se adicionar 20-30 L de composto orgânico, como esterco de curral curtido (ou a terça parte de esterco de galinha) e o fertilizante fosfatado, conforme indicação da Tabela 5. Além disso é oportuna a aplicação de micronutrientes, especialmente boro e zinco, nas doses de 1 g e 2 g por cova, respectivamente. Assim, o composto orgânico o fertilizante fosfatado e os micronutrientes devem ser misturados à terra de enchimento da cova, cerca de 30 dias antes do plantio das mudas.

Tabela 5. Adubação fosfatada para a implantação de goiabeiras, de acordo com o teor de fósforo do solo

Teor de P (resina)	Dose de P ₂ O ₅
mg dm ⁻³	g por cova
<6	180
6-12	140
13-30	100
>30	60

4.3 Adubação de formação

A adubação de formação deve ser realizada do pegamento das mudas até a idade de 3 anos. A adubação recomendada está baseada na análise de solo, na cultivar e na idade da planta em formação, conforme mostra a Tabela 6.

As quantidades de fertilizantes a serem aplicadas, com base nas fórmulas comerciais disponíveis, devem obedecer as épocas de parcelamento e a localização, constantes nas Tabelas 7 e 8. Salienta-se que estas recomendações foram obtidas em sistema de produção de goiabeira sem irrigação e, assim, serão utilizadas as mesmas recomendações em pomares em formação com até 2 anos de idade, em fertirrigação. Ressalta-se que Bassoi et al. (2001b) estudando a distribuição do sistema radicular da goiabeira em formação cultivada em um Argissolo Vermelho Amarelo (argila=12%), verificaram que a maior concentração de raízes (>70%) aumentou com a idade da planta, ou seja até aos 6; 12; 18 e 34 meses, a distância efetiva das raízes foram de: 20; 40; 60 e 100 cm, respectivamente. Os autores acrescentam ainda que a profundidade efetiva das raízes de 80 cm ocorreu a partir de 18 meses após o plantio. Estas informações podem ser úteis para orientar o manejo da irrigação no tocante ao local de instalação dos aspersores e dos tensiômetros, assim como para a localização da fertilização ao longo do ciclo de cultivo da cultura. Entretanto, salienta-se que este padrão de distribuição das raízes da goiabeira pode alterar com a variedade e das condições edafoclimáticas da região de cultivo.

Tabela 6. Recomendação de adubação para goiabeiras em formação, por idade, por cultivar e em função da análise de solo

Idade	N	P (resina), mg dm ⁻³				K trocável, mmolc dm ⁻³			
		<6	6-12	13-30	>30	<0,8	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
Anos	g/planta	P ₂ O ₅ , g/planta				K ₂ O, g/planta			
Cultivar Rica									
0-1	120	0	0	0	0	120	90	60	30
1-2	240	120	80	40	0	240	180	120	60
2-3	480	240	160	80	0	480	360	180	90
Cultivar Paluma									
0-1	100	0	0	0	0	100	80	50	30
1-2	200	100	50	30	0	200	150	100	50
2-3	400	200	100	60	0	400	300	150	80

Fonte: Natale et al. (1996a).

Em pomares com mais de dois anos de idade, empregando fertirrigação, serão feitos ajustes com maior número de parcelamentos da adubação, que serão apresentados a seguir.

Tabela 7. Época e parcelamento das adubações

Idade	Época	Parcelamento		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Anos			%	
0-1	1 mês após o pegamento	15	-	15
	2 mês após o pegamento	20	-	20
	4 mês após o pegamento	30	-	30
	6 mês após o pegamento	35	-	35
1-2	Agosto/setembro	25	100 ^(*)	25
	Outubro/novembro	25		25
	Novembro/dezembro	25		25
	Dezembro/janeiro	25		25

(*) O adubo fosfatado pode ser parcelado com o nitrogenado e o potássico, se for conveniente.

Tabela 8. Localização dos fertilizantes

Idade	Localização
Anos	
0-1	Os fertilizantes devem ser aplicados ao redor da coroa, em toda a volta da planta, num raio de 0,3 m de largura.
1-2 em diante	Os fertilizantes devem ser aplicados ao redor da coroa, em toda a volta da planta, na projeção da copa, num raio de 0,6 m de largura.

Fonte: Natale et al. (1996a).

O parcelamento dos nutrientes é também muito importante em sistemas de fertirrigação. Neste sentido Silva et al. (2000), estudando a dinâmica do potássio em sistema de fertirrigação, notaram que para as doses recomendadas e as inferiores uma frequência de irrigação maior (3 dias), aumentou a concentração do íon K na solução do solo. Entretanto, em doses acima da

recomendada (50%) esta frequência de irrigação levou a menor concentração de K. Concluiu-se, portanto, que em fertirrigação o manejo racional da irrigação+fertilização é tão importante quanto as quantidades de adubo aplicadas.

Desse modo, uma frequência de fertirrigação muito dilatada, implica em aumento da dose do fertilizante, podendo predispor o nutriente às perdas pelo fenômeno da lixiviação. Em regiões como o Sudeste do Brasil, que se caracteriza pela concentração de chuvas em um período curto do ano, esta perda de nutrientes poderá ser ainda mais acentuada.

Além da adubação NPK, deve-se considerar os micronutrientes, especialmente boro e zinco, devido a pobreza destes elementos ser comum em solos tropicais, além das exportações pelos frutos. Assim, é necessário uma adubação de segurança, que pode ser feita com duas aplicações foliares (Tabela 9), aproveitando-se, eventualmente, a aplicação de defensivos (inseticidas, fungicidas, entre outros). É importante destacar o valor da análise foliar para um adequado acompanhamento das exigências nutricionais da planta, também em relação aos micronutrientes.

Tabela 9. Solução de micronutrientes para aplicação foliar em goiabeiras

Fonte do nutriente	Concentração	Quantidade por 100 L de água	Época de aplicação	
			1 ^a	2 ^a
	%	g		
Ácido bórico	0,06	60	Setembro*	Novembro**
Sulfato de zinco	0,5	500		

Fonte: Adaptado de Natale et al. (1996).

* início da primavera; ** após o florescimento. Ressalta-se que a aplicação dos micronutrientes pode ser realizada independentemente da idade da planta.

É importante suspender a irrigação pelo menos 30 dias antes da poda de frutificação, visando a submeter a planta a um estresse hídrico.

4.4 Adubação de produção

As diferenças entre a adubação convencional e a fertirrigação devem ser consideradas, especialmente no período de produção da planta. Nesta fase as árvores apresentam maior atividade fisiológica e, conseqüentemente, maior exigência nutricional. As pesquisas com calibração e a determinação das exigências nutricionais das goiabeiras, bem como as recomendações de fertilizantes provém de experimentação na ausência de irrigação. Com o uso da fertirrigação tem-se alterações no sistema solo-planta que poderiam indicar ajustes nas recomendações de adubação.

Os fatores que poderiam indicar aumento das doses estariam relacionados à planta e ao clima do Brasil, especialmente no estado de São Paulo. Quanto ao fator planta, tem-se que a irrigação levaria a um aumento potencial da produção de frutos, com maior exigência nutricional. Os sistemas de irrigação, especialmente o localizado, teriam um “efeito de confinamento” do sistema radicular das plantas, em local úmido, inibindo a expansão das raízes. Como conseqüência, haveria necessidade de aumentar a concentração dos nutrientes no solo para compensar este comportamento das raízes. O segundo fator, o clima, característico da região paulista, com elevada precipitação em curto período de tempo, indica maiores perdas por lixiviação, especialmente dos nutrientes móveis no solo. Zanini (1991) acompanhou a concentração de potássio em fertirrigação por gotejamento, no bulbo molhado, onde realizou amostragem do solo 24 h após a fertirrigação e outra amostragem após 6 irrigações sucessivas apenas com água, observando redução na concentração do K em 58 a 66% na camada de 0-40 cm de profundidade.

As áreas irrigadas, com aplicação localizada (gotejamento e microaspersão), podem afetar a distribuição de raízes, indicando que a fertirrigação é a alternativa mais adequada de aplicação de fertilizantes ao solo. Assim, todo o volume de solo explorado pelas raízes absorventes (especialmente as finas e muito finas) recebe os nutrientes, permitindo a absorção por um maior número de raízes, enquanto na aplicação via solo, à certa distância do tronco da planta, apenas parte do sistema radicular tem acesso aos nutrientes, sendo pois necessária uma quantidade maior para a mobilização dos elementos e a absorção dos mesmos (Coelho et al., 2001). Além disso, a possibilidade do fornecimento de água e nutrientes em conjunto, pode satisfazer a exigência nutricional da planta em qualquer fase do ciclo de produção, permitindo maior número de parcelamentos e, conseqüentemente, aumento da eficiência dos fertilizantes.

Assim, até que a experimentação mostre resultados conclusivos, a recomendação de adubação para fertirrigação deve considerar os aspectos do sistema solo-planta, para uma região de produção conhecida. Especificamente para a goiabeira inexistem resultados de pesquisa de longa duração que permitam a definição da recomendação em fertirrigação para a cultura. Entretanto, ajustando-se os resultados de pesquisa de exigência nutricional dessa fruteira, em condições de sequeiro e, aliado-se informações fitotécnicas da cultura e mesmo de outras frutíferas fertirrigados, será apresentada uma primeira aproximação para recomendação da fertirrigação em goiabeiras.

A recomendação proposta será inicialmente baseada nas pesquisas de Natale (1993); Natale et al. (1994); Natale et al. (1995); Natale et al. (1996a); Natale et al. (1996b); Natale et al. (1996c) com os ajustes necessários. De acordo com esses autores a adubação de produção da goiabeira deve ser realizada a partir do 3º ano de implantação do pomar, quando as plantas entram em plena fase produtiva. A adubação nessa ocasião visa ao atendimento das exigências nutricionais da cultura, tanto para manutenção, como para exportação de elementos pelos frutos e qualidade dos mesmos.

A aplicação de fertilizantes deve considerar as necessidades nutricionais da planta, avaliadas através de análises de solo e folhas, anualmente. As doses de adubo devem ser adequadas às características do pomar, considerando-se a cultivar, idade das plantas, manejo da área e expectativa de produção.

Entre os objetivos desta recomendação está a indicação de uma adubação equilibrada que atenda, além do aspecto técnico, também o econômico, de maneira a se obter a máxima produtividade com o mínimo de custos. Salienta-se, ainda, que para utilizar este programa de adubação, em fertirrigação, é necessário o uso otimizado de outras tecnologias (podas e irrigação controlada) no sentido de maximizar o período de produção da goiabeira atingindo-se três colheitas a cada dois anos.

A Tabela 10, baseada na análise de solo e de folhas e, ainda, considerando a expectativa de produção, dá a indicação das doses de N-P₂O₅-K₂O a serem utilizadas.

Tabela 10. Recomendação de adubação para goiabeiras em produção, por cultivar, por produtividade e, em função da análise de solo e folhas

Classes de produção	N (*)	P (resina), mg dm ⁻³				K trocável, mmol _c dm ⁻³ (**)			
		<6	6-12	13-30	>30	<0,8	0,8-1,5	1,6-3,0	>3,0
t ha ⁻¹	g por planta	-----P ₂ O ₅ , g por planta-----				-----K ₂ O, g por planta-----			
		cv. Rica							
<40	940	260	200	70	0	940	620	310	160
40-60	1040	260	200	70	0	1240	910	460	260
60-80	1300	330	260	130	0	1500	1110	650	390
>80	1560	390	330	200	0	1755	1300	850	520
		cv. Paluma							
<60	1040	195	130	70	0	1040	650	390	200
60-80	1300	195	130	70	0	1430	1040	520	330
80-100	1560	260	200	130	0	1690	1240	780	460
>100	1820	325	260	200	0	1950	1500	1040	520

Fonte: Adaptado de Natale et al. (1996a). (*) quando o teor foliar de N for superior a 26 g kg⁻¹ (cv. Rica) ou a 23 g kg⁻¹ (cv. Paluma), reduzir a adubação nitrogenada, não colocando o nitrogênio no último parcelamento. (**) quando o teor foliar de K for superior a 19 g kg⁻¹ (cv. Rica) ou a 17 g kg⁻¹ (cv. Paluma), reduzir a adubação potássica, não colocando o potássio no último parcelamento.

O parcelamento da adubação de produção, em fertirrigação, deve ter iniciado um mês antes da poda, visando suprir os fluxos vegetativos e, também, a demanda de nutrientes para formar a produção futura da cultura. Considera-se o período da poda até a colheita em cerca de 6 meses de acordo com as condições edafo-climáticas da região e a cultivar utilizada. Portanto, a adubação de produção deve ser parcelada a cada 30 dias durante 7 meses (Tabela 11).

Tabela 11. Época e parcelamento das adubações de produção em fertirrigação

Idade	Época	Parcelamento		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Anos			%	
3 em diante				
	Junho/julho	10	100 ^(*)	10
	Agosto/setembro	10		10
	Outubro/novembro	20		20
	Novembro/dezembro	20		20
	Dezembro/janeiro	20		20
	Janeiro/fevereiro	20		20

(*) O adubo fosfatado pode ser parcelado com o nitrogenado e o potássico, se for conveniente.

5. FORMAS DE CONTROLE DA FERTIRRIGAÇÃO

Para que a fertirrigação tenha o sucesso desejado o controle da aplicação de água e nutrientes torna-se fundamental. Desta forma, deve-se optar por sistemas de irrigação que apresentem maior uniformidade de distribuição com menor gasto de energia, visando a um custo satisfatório. Por outro lado, o controle da quantidade de nutrientes deve ser tal que garanta a maior absorção com menores perdas, e que satisfaça às exigências nutricionais da planta no período de maior requerimento, objetivando maior produção por unidade de nutriente aplicado. Assim, serão apresentados neste item os aspectos relacionados ao controle da irrigação e dos nutrientes, embora o controle da fertirrigação deva ser considerado em conjunto.

5.1 Aspectos do controle da irrigação

A utilização de sistemas de irrigação mais eficientes é uma busca constante na agricultura irrigada, devido ao aumento no custo da energia e redução na disponibilidade de mananciais. Dentre os sistemas pressurizados, a irrigação localizada é a que propicia a maior eficiência, uma vez que as perdas na aplicação da água são relativamente pequenas. Quando bem manejada, a área máxima molhada não deve ser superior a 55% da área sombreada pela planta nas regiões úmidas e, mínimo de 30%, nas regiões de clima semi-árido (Azevedo, 1986).

Nogueira et al. (2000) compararam a eficiência da irrigação em gotejadores superficial e subsuperficial (20 cm de profundidade). Observaram que no volume de solo molhado havia um teor de água disponível entre 44 e 29% maior no emissor subsuperficial, comparado ao superficial. Os autores explicam que no sistema com gotejador subsuperficial tem-se maior resistência à infiltração, mantendo-se maior umidade próximo ao gotejador, além da pequena perda de água por evaporação.

A eficiência de aplicação é estimada pela porcentagem do total de água injetada pela irrigação, que é considerada útil às plantas (Bernardo, 1995). Assim, a eficiência de aplicação deve buscar maior uniformidade de distribuição da água em toda área horizontal e vertical do sistema radicular ativo da planta, de forma que as perdas superficiais (evaporação) e subsuperficiais (percolação), sejam mínimas.

A forma de avaliar a uniformidade de irrigação está baseada no método de campo, fundamentada pelo coeficiente de uniformidade estatístico (CUE). As faixas de valores do CUE

iguais a 100-95; 90-85; 80-75; 70-65 e <60 são consideradas excelente, bom, normal, ruim e inaceitável, respectivamente (ASAE, 1996).

$$CUE = (1-CVT) \times 100;$$

$$CVT = S_q/q \text{ med.}$$

Sendo: S_q e $q \text{ méd}$ = desvio padrão e a média da vazão dos emissores ($L h^{-1}$) respectivamente.

Conforme comentado anteriormente, a goiabeira responde positivamente a irrigação, havendo, portanto, necessidade de satisfazer a exigência hídrica da planta que, em geral, segundo Maranca (1981) é de 1000 a 1800 mm anuais, bem distribuídos. Pereira et al. (2000) observaram deficiência hídrica no solo de 73 a 119 mm durante cinco meses consecutivos, o que foi suficiente para reduzir a produção de frutos de diferentes cultivares de goiabeira, em até 51% do peso da matéria fresca.

Accioly (2001) estudou o crescimento de goiabeiras jovens (1 ano de idade) sob sistema de irrigação de baixa pressão “Bubbler System” com diferentes lâminas de água: 33Kpa (capacidade de campo); -50 Kpa; -70Kpa e -90 Kpa do potencial mátrico do solo. O controle da umidade foi realizado com sonda de nêutrons, e todo o ciclo de irrigação se baseou na água contida no solo. O sistema de irrigação mostrou-se eficiente e com boa homogeneidade de vazão (7% de variação) atingindo $60 L h^{-1}$. Mesmo com 30% de redução da lâmina de água aplicada (-90 Kpa do potencial matricial do solo), não houve redução significativa no crescimento da goiabeira (altura, diâmetro do caule, número de folhas e flores). O autor complementa que o controle da umidade do solo, realizado com a sonda de nêutrons, pode não representar o real consumo de água pela goiabeira. Portanto, são necessárias novas pesquisas sobre métodos para estimar o consumo de água e, ainda, encontrar o coeficiente da cultura (kc) da goiabeira.

Cabe ressaltar que há duas maneiras de estimar a necessidade de água das plantas. A primeira é utilizando parâmetros climáticos, através da evapotranspiração. O método mais preciso é o de Penman, porém exige uma grande quantidade de sensores, elevando o custo. A maneira mais simples é através do método do Tanque Classe A, que é um tanque com água, cuja medida da evaporação permite estimar a evapotranspiração de referência (Eto). Pode-se, ainda, obter a evapotranspiração específica da cultura, multiplicando-se a Eto e o coeficiente da cultura (kc). Entretanto, para a goiabeira, este coeficiente ainda é pouco estudado. Utilizando-se coeficientes de outras culturas, como da uva, Gonzaga Neto & Soares (1994) recomendam para a goiabeira kc de 0,45; 0,5; 0,60; 0,65;0,70 e 0,75 em função da porcentagem de solo sombreado, sendo <20;

30; 40; 50; 60 e >60% respectivamente. Entretanto, Bassoi et al. (2001a), estimou-se o Kc em goiabeira 'Paluma', em formação, cultivada no espaçamento 6x5 m, na região Nordeste (Petrolina-PE), em um Argissolo Vermelho Amarelo (12% de argila), em sistema de irrigação por microaspersão (42% de molhamento da superfície). Pelos resultados, observaram que o consumo médio de água durante o 1º ano de cultivo da goiabeira foi de 36,7 L por planta, aumentando para 46,3 e 45,6 L por planta para o 2º e 3º ano de cultivo, respectivamente, conseqüentemente, os valores do Kc do 1º ano foram menores que os do 2º e 3º ano, para as mesmas fases fisiológicas. Os valores de Kc para as fases fisiológicas durante o 1º, 2º e 3º ano foram respectivamente, para o crescimento vegetativo de 0,50; 0,55 e 0,65; para o florescimento e queda fisiológica foi de 0,60; 0,65 e 0,75; para o crescimento dos frutos foi de: 0,60; 0,65 e 0,75 e para a maturação e colheita foi de 0,60; 0,80 e 0,70. Ressalta-se que os valores do Kc indicados anteriormente, foi obtido considerando a estimada da ETo pelo método do tanque classe A.

Outra maneira de estimar as necessidades de água das culturas é através do monitoramento da água presente no solo. Para tanto, o método mais simples é o do tensiômetro, um aparelho que permite identificar o momento de se iniciar as irrigações, além de estimar a quantidade de água a ser aplicada durante a irrigação das culturas.

Na fertirrigação, recomenda-se injetar a solução-fertilizante nas últimas horas de aplicação da lâmina de irrigação, de modo que, cessada a aplicação da solução-fertilizante ainda reste uma fração da lâmina de água por aplicar, suficiente para transportar os nutrientes à profundidade onde se encontra o maior volume de raízes ativas (Coelho, 1994). Nestas condições, os nutrientes movimentam-se por um deslocamento de fluídos miscíveis (Nielsen & Biggar, 1962). Assim, mesmo os nutrientes ditos de mobilidade moderada como o K e baixa no caso do P, podem mover-se no perfil, dependendo das propriedades físicas do solo. Araújo et al. (2000), estudando o transporte de P e K em coluna com um Latossolo Vermelho, verificaram que o K apresentou maior mobilidade em agregados maiores (>0,5 mm), ao passo que nas menores classes (entre 2 e < 0,105 mm) o P moveu-se mais facilmente. A textura do solo também é importante, sendo que nos solos arenosos a taxa de migração do íon fosfato é duas vezes maior na direção horizontal e três vezes maior na direção vertical, comparada à mesma quantidade aplicada em solos argilosos (Bar-yosef & Sheikholmi, 1976).

Frizzone et al. (1985) afirmam que a fertirrigação empregada de forma correta assegura níveis ótimos de água e nutrientes às plantas. Entretanto, quando se utiliza intervalos curtos entre

as aplicações, com pequenas lâminas de água, induz-se a formação de um sistema radicular raso, enquanto os intervalos longos, com lâminas de água maiores, induzem a formação de sistema radicular profundo.

Existem alguns fatores referentes a tecnologia de aplicação, que permitem maior controle da fertirrigação visando a melhor uniformidade de distribuição da água, maximização dos efeitos da adubação e redução dos problemas de perda de água e nutrientes. Dentre estes fatores destacam-se:

5.1.1 Controle de entupimento por compostos químicos precipitados

A alcalinidade das águas pode provocar uma série de prejuízos às plantas e ao sistema de irrigação. Os íons bicarbonato e carbonato são as principais formas químicas responsáveis pela alcalinidade de águas naturais, embora hidróxidos dissolvidos, amônia, boratos, bases orgânicas, fosfatos e silicatos também possam contribuir (Whipker et al., 1996).

A alcalinidade da água pode acarretar problemas para o sistema de fertirrigação, promovendo reações químicas no sistema, desde a solução fertilizante até o solo, diminuindo a eficiência da adubação. Essa perda de eficiência pode ocorrer devido a obstrução das saídas de água, visto que sistemas de irrigação localizada são projetados para baixa vazão, com emissores de pequeno diâmetro e, portanto, suscetíveis a entupimentos freqüentes. Segundo Burt et al. (1995) essas obstruções causadas por precipitação química de sais, como o carbonato e o sulfato de cálcio, ocorrem gradualmente, sendo difícil localizá-las, sendo favorecidas por altas temperaturas e valores pH elevados.

No solo, a alcalinidade pode diminuir a condutividade elétrica, devido ao processo de forte agregação ou floculação das partículas de solo, em função da alta concentração de cálcio. Babcock & Egorov (1973) ressaltam que o acúmulo de carbonato de cálcio no solo pela irrigação pode provocar problemas de cimentação, após um período de 5-7 anos, com prejuízos para a percolação da água e penetração do sistema radicular das plantas.

Existem diversas formas de diminuir os efeitos da alcalinidade, sendo a mais comum a utilização de gás, especialmente o CO_2 , que reduz o pH da água à próximo de 6, prevenindo a precipitação de CaCO_3 (Stortie & Helckman, 1996). Outra forma corrente é aquela que emprega ácidos, os quais removem o carbonato da água na forma de CO_2 , evitando a precipitação (Burt et

al., 1995). Os ácidos mais utilizados são o nítrico, o fosfórico, o clorídrico e o sulfúrico. Embora o ácido fosfórico seja o mais utilizado, por ser considerado o ácido mais fraco, apresenta algumas restrições como: a) o ácido fosfórico não deve ser utilizado em concentração maior que $1,5 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$, por aumentar muito o teor de P no solo; b) não utilizar o ácido fosfórico em água com alta concentração de Ca (maior que 120 mg L^{-1}), devido a ocorrência de precipitação; c) como regra geral para todos os ácidos, a quantidade requerida não deve abaixar o valor pH em níveis inferiores a 6,5 (Ayres & Westcot, 1991).

5.1.2 controle de entupimento por causas biológicas

A obstrução dos emissores pode ocorrer por causas biológicas (mucilagem de protozoários, algas, entre outros), provocando perdas de vazão da ordem de 38% (Sagi et al., 1995). Uma das formas de evitar esses problemas é usar modelos de emissores com melhor desempenho em condições adversas, que possuam sistemas eficientes de filtragem e com arquitetura interna que reduzia o entupimento. Neste sentido, Resende et al. (2000a) avaliaram o desempenho de diversos gotejadores (Netafim; Streamline 100, Ram 17L, Dripline 2000, Tiran 17 e Typhoon 20) e, após 2160 h de funcionamento, concluíram que os modelos Ram e Streamline apresentaram os menores níveis de redução de vazão, em relação aos modelos Tiran e Dripline. Entretanto, periodicamente, independentemente do emissor, é conveniente fazer uma limpeza das tubulações utilizando água clorada com pH ácido. Resende et al. (2000b) observaram que a aplicação, durante 1 hora, de 300 mg L^{-1} de Cl, na forma de hipoclorito de sódio, com valor pH 5-6 com ácido fosfórico, interagindo por 12 horas na mangueira, sem fluxo na rede, resultou em aumento da vazão média dos aspersores.

5.2 Aspectos relacionados ao controle de nutrientes

5.2.1 Diagnóstico do solo e da planta

O diferencial entre a adubação convencional e a fertirrigação é a segurança que esta última permite em corrigir a tempo qualquer desordem nutricional, visto que o processo de absorção de nutrientes pelas plantas pode ser controlado. Assim, a garantia do sucesso da fertirrigação em proporcionar uma nutrição adequada da planta está no monitoramento do estado nutricional através da análise química de folhas, de solo e, recentemente, utilizando a solução do solo e a seiva da planta.

Como o sistema de fertirrigação apresenta maior dinâmica dos nutrientes no solo, é oportuno o conhecimento da composição química da solução do solo para verificar a disponibilidade de nutrientes ao longo do ciclo de uma cultura. Entretanto, a amostragem e a realização de análise periódica de solo, com a finalidade de acompanhar as concentrações dos íons na solução, durante as fases de crescimento e desenvolvimento da cultura, são inviáveis economicamente em uma atividade agrícola comercial, além de não ser uma metodologia instantânea, que possibilita a tomada de decisão imediatamente. O extrator de solução é uma alternativa capaz de resolver o problema de forma eficaz, e a baixo custo, principalmente se associado à determinações rápidas em campo (Silva et al., 2000).

Testes rápidos de análise química de solo, com extratores provindos de cápsulas porosas que avaliam a solução do solo, apresentam limitações para certos nutrientes. Neste sentido Silva (2002), fazendo o monitoramento da dinâmica de nutrientes em área fertirrigada, demonstrou que a técnica de uso da solução do solo proposta, possibilitou a determinação dos íons potássio e nitrato com alta precisão, cálcio e magnésio com precisão satisfatória e que não é recomendada para a determinação da concentração de enxofre e fósforo na solução do solo. Entretanto, mesmo para o potássio, outros estudos com esta metodologia mostraram uma precisão razoável, de forma que para o uso em rotina deste procedimento, são necessárias mais pesquisas (Silva et al., 2000).

Ressalta-se, entretanto, que a análise foliar convencional, se realizada com a devida rapidez, é ferramenta essencial e segura para detectar o verdadeiro estado nutricional das plantas, especialmente as perenes, resultando em informações precisas para uma eventual necessidade de ajustes na fertirrigação.

5.2.2 Distribuição dos fertilizantes na água de irrigação

Existem diferentes métodos de injeção de fertilizantes na água de irrigação, os quais foram classificados por Howell et al. (1983) em três grupos: métodos que operam sob condições de pressão efetiva positiva (bomba injetora e injeção por gravidade); métodos que operam sob condições de pressão efetiva negativa (injetor tipo Venturi e sucção pela própria bomba de irrigação); e, métodos que utilizam diferença de pressão (injetor tipo Pilot e tanque de derivação). O tanque de derivação é o mais difundido em sistemas de irrigação localizada, em culturas perenes. Constitui-se de equipamento de simples funcionamento, fácil transporte, não exige fonte externa de energia, é menos sensível a flutuação de pressão nas tubulações, comparado aos demais sistemas e, ainda, tem custo baixo.

De posse de um sistema de aplicação eficiente, o manejo adequado para distribuição uniforme do fertilizante deve ser com aplicação lenta, pois do contrário, pode causar grande desuniformidade, aplicando maior quantidade nos primeiros aspersores. O tempo total de aplicação dos fertilizantes não deve ser menor que 30 minutos, sendo preferível entre uma e duas horas (Shani, 1981).

5.2.3 Salinidade

A salinidade pode ocorrer em sistemas de fertirrigação, especialmente em sistemas que utilizam elevadas concentrações de fertilizantes com alto índice salino, e que empreguem equipamentos de irrigação localizada, aplicando em uma área restrita de solo. A salinidade dos solos pode ocorrer, porém, de forma natural, devido a baixa precipitação pluvial e alta taxa de evaporação, como nos solos salinos e sódicos das regiões áridas e semi-áridas do nordeste brasileiro.

Sabe-se que plantas submetidas ao estresse salino podem apresentar redução na absorção de nutrientes, com reflexos no crescimento e produção.

Uma concentração excessivamente alta de sais solúveis na solução do solo pode provocar uma pressão osmótica maior que a do suco celular, causando desidratação das raízes, dano permanente, e mesmo a morte da planta. Estudos sobre ação dos íons nas plantas revelam que o Cl^- é o ânion mais tóxico, e o Na^+ o cátion que mais afeta o metabolismo (Stolzy & Jarrel, 1983).

A salinidade do solo, medida pela condutividade elétrica, pode afetar as plantas, expressando diferentes níveis de tolerância (Tabela 12). A salinidade também pode ser estimada pela concentração do íon cloreto no solo (capacidade de campo). Assim, Winter (1976)

observaram que determinada fruteira apresenta-se muito sensível (maça) e outra, tolerante (manga) a salinidade (Tabela 13). Segundo a classificação de Rhoades & Loveday (1990), de maneira geral, as espécies frutíferas são consideradas sensíveis aos sais. Para goiabeira existe pouca informação a esse respeito.

A quantificação da condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) é mais evidenciada na literatura que as medidas de condutividade elétrica obtidas por outras metodologias. A tolerância de diferentes culturas ao efeito da salinidade do solo é expressa em diversas publicações por intermédio de valores de CEes. De acordo com Richards (1954) a alteração da condutividade elétrica é um reflexo da mudança no teor de água e/ou diluição da solução do solo. Assim, os resultados de condutividade elétrica verificados na solução do solo podem ser estimados na saturação, sendo corrigidos em função das diferentes umidades.

Tabela 12. Faixas de salinidade do solo e níveis de tolerância das plantas

Condutividade elétrica (mmho cm ⁻¹ a 25°C)	Níveis de tolerância
0-2	Efeitos salinos quase negligíveis
2-4	Plantas muito sensíveis podem ter produções afetadas
4-8	Produções de muitas plantas afetadas
8-16	Apenas plantas tolerantes produzem satisfatoriamente
>16	Apenas poucas plantas muito tolerantes produzem satisfatoriamente

Fonte: Landon (1984), citado por Padilha (1997).

Tabela 13. Tolerância de plantas à concentração do íon cloreto no solo, à capacidade de campo.

Concentração de cloreto (g Cl/L)	Cultura que sofre 10% de redução na produção	Taxa de sensibilidade
0,35	Maça	Muito sensível
0,75	Uva	Sensível
1,45	Aveia	Moderadamente sensível
2,5	Manga	Tolerante

Fonte: Winter (1976)

É oportuno salientar a importância do monitoramento da salinidade durante a condução da cultura, podendo ser realizada no campo sistematicamente. Neste sentido, Burgueño (1996) sugere o monitoramento da salinidade, ou seja, da concentração iônica, por intermédio de medidas sistemáticas da condutividade da solução do solo e, até mesmo, a tomada de decisão quanto ao momento e a quantidade de fertilizantes a serem aplicados via água de irrigação. Este autor complementa, ainda, que com o acompanhamento da salinidade é possível admitir que a planta apresente níveis crescentes de tolerância no decorrer de seu crescimento e desenvolvimento. Na cultura do tomate, por exemplo, aparecem valores de condutividade elétrica na solução do solo entre 0,8 a 1,0 e 1,5 a 2,5 dS m^{-1} durante as fases de crescimento e desenvolvimento, respectivamente.

Especificamente para a goiabeira, estudos conduzidos na Índia com diferentes doses e tipos de sais, mostraram prejuízos ao crescimento das plantas (Desai & Singh, 1980). No Brasil, Ferreira et al. (2001) avaliaram a resposta de plantas de goiabeira ao estresse salino (0 à 150 mM de NaCl, correspondendo a uma condutividade elétrica de 1,6 a 16,2 dSm^{-1}) em solução nutritiva. No nível máximo de salinidade, a redução de matéria seca nas raízes foi de 55% e, na parte aérea, de 79%, aos 50 dias após a aplicação do estresse salino; isto esteve associado ao aumento dos teores de Na e Cl nas plantas (folhas, raízes e caule) e ao desequilíbrio nutricional, com redução nos teores de K, Ca e Mg na matéria seca das plantas. Os autores concluíram que a goiabeira mostrou-se moderadamente tolerante ao estresse salino, apresentando redução no crescimento a partir da concentração de 50 mM de NaCl, correspondendo condutividade elétrica de 7,1 dS m^{-1} . Outro trabalho semelhante com solução nutritiva (0 à 150 mM de NaCl) indicou que as plantas jovens de goiabeira são sensíveis à salinidade, estimando-se o limite no extrato de saturação do solo em 1,2 dS m^{-1} (Távora et al., 2001).

As fontes dos fertilizantes nitrogenados e potássicos apresentam níveis de índice salino maiores que os fosfatados. O índice salino é uma medida da tendência de um fertilizante em aumentar a pressão osmótica da solução do solo. Para o cálculo do índice salino dos fertilizantes é utilizado o nitrato de sódio como padrão, atribuindo-se a ele o valor 100. Entretanto, a escolha do fertilizante com menor salinidade deve ser feita em função do valor do índice salino por unidade de nutriente aplicado (Tabela 14).

Tabela 14. Fertilizantes nitrogenados, fosfatados e potássicos, índice salino da fonte e por unidade de nutriente

Fertilizante	Concentração			Índice salino Relativo (NaNO ₃ =100)	Índice salino Por unidade de nutriente* (N ou P ₂ O ₅ ou K ₂ O)
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
Fertilizantes nitrogenados					
Nitrato de sódio	16	-	-	100,0	6,06
Nitrato de cálcio	15	-	-	65,0	4,19
Sulfato de amônio	21	-	-	69,0	3,25
Nitrato de amônio	34	-	-	104,7	2,99
Nitrocálcio	27	-	-	61,1	2,98
Uréia	45	-	-	75,4	1,62
Fertilizantes fosfatados					
Fosfato diamônico	21	54	-	34,2	0,46
Fosfato monoamônio	12	62	-	29,9	0,41
Superfosfato simples	-	20	-	7,8	0,39
Superfosfato triplo	-	45	-	10,1	0,22
Fertilizantes potássicos					
Salitre potássico	15	-	14	92,0	3,17
Cloreto de potássio	-	-	60	116,3	1,94
Sulfato de potássio e magnésio	-	-	22	43,2	1,92
Nitrato de potássio	14	-	46	73,6	1,22
Sulfato de potássio	-	-	50	46,1	0,85

Fonte: Malavolta (1981)

* 1 unidade = 10 kg de nutriente. Calculado pela relação: índice relativo/% do elemento.

5.3 Compatibilidade dos nutrientes

A fertirrigação é realizada, na maioria das vezes, com mais de um nutriente, podendo provocar reações químicas indesejadas, levando à redução da disponibilidade dos elementos e, até mesmo, ao entupimento dos emissores. Para eliminar estes problemas é necessário evitar a mistura de fertilizantes incompatíveis. Neste sentido, Landis et al. (1989) apontam alguns fertilizantes incompatíveis como:

- a) nitrato de cálcio com: sulfato de potássio, fosfato de amônio, sulfato de Fe, Zn,Cu e Mn, sulfato de magnésio, sulfato de amônio e ácido sulfúrico;
- b) Quelato de Fe, Zn,Cu e Mn e ácido fosfórico;
- c) Fosfato de amônio com: sulfato de magnésio e sulfato de Fe, Zn,Cu e Mn e este com ácido nítrico.

Brito et al. (2000) avaliaram agronomicamente fontes de P utilizadas em fertirrigação, observando semelhança entre o ácido fosfórico e o MAP, mesmo em aplicação convencional.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACCIOLY, A.A. Manejo da irrigação para cultura da goiabeira através de um sistema de irrigação de baixa pressão "Bubbler System". Fortaleza. 2001. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará.
- ACCORSI, W.R.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C.B. Sintomas externos (morfológicos) e interno (anatômicos), observados em folhas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) de plantas cultivadas em solução nutritiva em carência dos macronutrientes. Anais da ESALQ. V.17,p.3-13,1960.
- ALBRIGO, G. Influências ambientais no desenvolvimento dos frutos cítricos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITRUS- FISILOGIA, 2, 1992, Campinas. Anais. p.100-05.
- ALMEIDA, M.L.P. Efeito da adubação nitrogenada antes da poda de frutificação sobre indicadores fenológicos e de produção da goiabeira. Viçosa. 1999. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.
- ARAÚJO, C.A.S.; RUIZ, H.A.; FERREIRA, P.A.; SILVA, D.J.; CARVALHO, M.A. Transporte de fósforo e de potássio em colunas com agregados de um Latossolo Vermelho distrófico. R. Bras. Ci. Solo, v.24,p.259-268,2000.
- ASAE – American Society OF Agricultural Engineers. Field evaluation of microirrigation systems. St. Joseph, p.792-797,1996.
- AVILAN, L. El ciclo de vida productivo de los frutales de tipo arbóreo em médio tropical y sus consecuencias agroeconómicas. Fruits, v.43,n.9,p.517-529,1988.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. Tradução de GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J.F.& DAMASCO, F.A.V. Campina Grande, Universidade Federal de Paraíba, 1991.218p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).
- AZEVEDO, H.M. Irrigação localizada. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.12,n.139,p.40-53,1986.

- BABCOCK, K.L.; EGOROV, V.V. Chemistry of saline and alkali soil of arid zone. In: IRRIGATION, drainage and salinity. Paris: FAO/UNESCO, 1973.p.122-127.
- BAR-YOSEF, B. & SHEIKHOLSMI, M.R. Distribution of water and ions in soil irrigated and fertilized from a trickle source. Soil Science of American Journal,v.40,p.575-582,1976.
- BASSOI, L.H.; TEIXEIRA, A.H.C.; SILVA, J.A.M.; SILVA, E.E.G.; FERREIRA, M.N.L.; MAIA, J.L.T.; TARGINO, E.L. Consumo de água e coeficiente de cultura da goiabeira irrigada por microaspersão. Petrolina: EMBRAPA Semi-Árido, 2001a.4p. (Comunicado Técnico, 112).
- BASSOI, L.H.; SILVA, J.A.M.; SILVA, E.E.G.; FERREIRA, M.N.L.; MAIA, J.L.T.; TARGINO, E.L. Informações sobre a distribuição das raízes da goiabeira para o manejo de irrigação. Petrolina: EMBRAPA Semi-Árido, 2001b.4p. (Comunicado Técnico, 111).
- BERNARDO, S. Manual de irrigação. 6ª ed. Viçosa: UFV, 1995.657p.
- BRASIL quer elevar as exportações de goiaba. Diário Comércio Indústria, São Paulo, 19 jun. 1998. Fruticultura, p.8.
- BRITO, L.J.L.; SOARES, J.M.; FARIA, C.M.B.; COSTA, N.D. Fontes de fósforo aplicadas na cultura de melão via água de irrigação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4,n.1,p.19-22,2000.
- BURGUENÑO, H. La fertirrigacion en cultivos hortícolas com acolchado plástico. Culiacan, 1996. v.1, 45p.
- BURT, C., O'CONNOR, K., RUEHR, T. Fertirrigação. Irrigation Training Research Center. Califórnia University. San Luis Obispo. 1995. 320p.
- BURT, C.O'CONNOR, K.; RUEHR, T. Fertigation. San Luis Obispo: California Polytechnic State University, 1995.295p. (Irrigation Training and Rsearch Center)
- CARVALHO, C.A. Seleção de novos cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.), através de cruzamentos controlados. Jaboticabal, 1996. 93p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- CASTRO, F.A. Industrialização da goiaba: perfil tecnológico. Fortaleza: Núcleo de Tecnologia Industrial, 1983. 51p.
- CHITARRA, M.I.F. Colheita e qualidade pós-colheita de frutas. Informe Agropecuário, v.17, n.179, p.8-18, 1994.
- COELHO, A.M. Fertigação. In: COSTA, E.F.; VIEIRA, R.F.; VIANA, P.A. eds. Quimigação – aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação. Brasília, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/SPI, 1994.315p.
- COELHO, E.F.; OLIVEIRA, F.C.; ARAÚJO, E.C.E.; VASCONCELOS, L.F.L.; LIMA, D.M. Distribuição do sistema radicular da mangueira sob irrigação localizada em solo arenoso de tabuleiros costeiros. Revista Brasileira de Fruticultura,v.23,n.2,2001.
- CORRÊA, M.C.M.; NATALE, W.; PRADO, R.M.; SILVA, M.A.C. Calagem superficial na cultura da goiabeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA,17.,2002. Resumos. Belém. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura/ Embrapa oriental, 2002.
- DESAI, U.T.; SINGH, R.M. Growth of guava plants (*Psidium guajava* L.) as affected by salinity. Indian Journal of Horticulture, Bangalore, v.5,p.3-6,1980.
- FAO. Production. Roma. (Internet: <http://apps.fao.org>, capturado em 2 dez. 2001).
- FERNANDES, G.C.; CORRÊA, M.C.M.; PRADO, R.M.; NATALE, W.; SILVA, M.A.C. Uso agrônômico do resíduo da indústria processadora de goiaba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 42.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE HORTICULTURA, 11.2002. Uberlândia: Sociedade Brasileira de Horticultura/UFU, Resumos expandidos, Uberlândia. 2002. CD-ROM (Suplemento 2).

- FERREIRA, R.G.; TÁVORA, F.J.A.F.; HERNANDEZ, F.F.F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.36,n.1,2001.
- FOLTRAN, D.E. & PIZA JUNIOR, C.T. *Fruticultura tropical no Estado de São Paulo: prioridades*. Campinas, Instituto Agrônomo, 1991. 52p. (Documentos IAC, 26)
- FOLTRAN, D.E. & PIZA JUNIOR, C.T. Fruticultura tropical no Estado de São Paulo: prioridades. Campinas, Instituto Agrônomo, 1991. 52p. (Documentos IAC, 26) PEREIRA, F.M. Rica e Paluma: novas cultivares de goiabeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., Florianópolis, 1983. Anais. Florianópolis, Sociedade Brasileira de Fruticultura/EPASC, 1984.p.524-528.
- FRIZZONE, J. A., BOTREL, T. A Aplicação de fertilizantes via água de irrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE FERTILIZANTES FLUIDOS. Piracicaba, 1993. Anais. Piracicaba: ESALQ/CENA, POTAFOS, 1993.p.227-312.
- FRIZZONE, J.A.; ZANINI, J.R.; PAES, L.A.D.; NASCIMENTO, V.M. do. Fertirrigação mineral. Ilha Solteira: UNESP, 1985.31p. (Boletim Técnico, 2).
- GOIABRÁS. Guatchup. (Internet: <http://www.goiabras.org.br>, capturado em 2 agosto, 2002).
- GONZAGA NETO, L.G.; SOARES, J.M. Goiaba para exportação: aspectos técnicos da produção. Brasília: EMBRAPA-SPI,1994,49p.
- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO - Decreto nº 12.486, 20 de outubro de 1978. Doce em pasta. Diário Oficial da União 21/10/78.
- HERNANDEZ, F.B.T.; SUZUKI, M.A.; FRIZZONE, M.A.A.; TARSITANO, M.A.A.; PEREIRA, G.T.; CORRÊA, L.S. Função resposta da figueira à aplicação de doses de nitrogênio e lâminas de água. Engenharia Agrícola, v.16,n.2,p.22-30,1996.
- HOWELL, T.A.; STEVENSON, D.S.; ALJIBURY, F.K.; GITLIN, H.M.; WU, I.P.; WARRICK, A.W.; RAATS, P.A. Fertilizing thorough drip systems. In: JENSEN, M.E.(ed.). Design and operation of farm irrigation systems. St. Joseph. American Society of Agricultural Engineers, 1983.p.711-717.
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Estatísticas da produção agrícola no Estado de São Paulo. São Paulo, IEA, 1990. 218p. (Série Informações Estatísticas da Agricultura.).
- LANDIS, T.D. Mineral nutrients and fertirrigation. In: LANDIS, T.D.; TUNUS, R.W.; McDONALD, S.E.; BARNETT, J.P. The container tree nursery manual, 4. Agric. Handbk, 674. Washington, D.C.: Department of Agriculture. Forest Service, 1989, 1-67p.
- MAIA, M.L., GARCIA, A.E.B., LEITE, R.S.S.F. Aspectos econômicos In: ITAL (Ed.) Goiaba: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos. 2ed. Campinas: ITAL, 1988. p.177-224. (Série Frutas Tropicais, 6).
- MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: adubos e adubação. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981.596p.
- MANICA, I.; ALVARENGA, L.R. de.; CAIXETA, T.J.; PURCINO, J.R.C.; LICHTENBERG, L.A. Competição entre dez variedades de goiaba (*Psidium guajava* L.) na Jaíba (Janaúba), Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6., Recife,1981. Anais. Recife: SBF, v.5,1981,p.781-791.
- MANICA, I.; ICUMA, I.M.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SALVADOR, O.J.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. Fruticultura tropical: Goiaba. Guariba: Cinco continentes,2000.374p.
- MARANCA, G. Fruticultura comercial: mamão, goiaba e abacaxi. São Paulo: Nobel, 1981.118p.
- MEDINA, J.C. Cultura. In: ITAL, Goiaba: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos. 2ed. Campinas: ITAL, 1988. p.1-21. (Série de frutas tropicais, 6).

- MELTZER, W. Fantastic fruits. Nutrition Action Health Letter, 1998. Disponível em 20/5/1998. <http://www.cspinet.org/nah/fantfruit.htm>
- NATALE, W. Diagnose da nutrição nitrogenada e potássica em duas cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.), durante três anos. Piracicaba, 1993,149p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP.
- NATALE, W. Goiabeira: extração de nutrientes pela poda. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA GOIABEIRA, 1. Jaboticabal, 1997. Anais. Jaboticabal:FCAV/Unesp. p.169,1997.
- NATALE, W., COUTINHO, E.L.M., BOARETTO, A.E., PEREIRA, F.M. Goiabeira: calagem e adubação. Jaboticabal: FUNEP, 1996a. 22p.
- NATALE, W.; COUTINHO, E.L.M. BOARETTO, A.E.; PEREIRA, F.M.; OILI, A.A.P.; SALES, L. Nutrição e adubação potássica na cultura da goiabeira. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.20,n.2,p.247-250,1996c.
- NATALE, W.; COUTINHO, E.L.M.; BOARETTO, A.E.; PEREIRA, F.M. Effect of potassium fertilization in ‘Rica’ guava (*Psidium guajava* L.) cultivation. Indian Journal of Agricultural Science, New Delhi, v.66,n.4,p.201-207,1996b.
- NATALE, W.; COUTINHO, E.L.M.; BOARETTO, A.E.; PEREIRA, F.M. La fertilization azotée du goyavier. Fruits, Paris,v.49,n.3,p.205-210,1994.
- NATALE, W.; COUTINHO, E.L.M.; PEREIRA, F.M.; BOARETTO, A.E.; OIOLI, A.A.P.; SALES, L. Adubação nitrogenada na cultura da goiabeira. Revista Brasileira de Fruticultura,v.17,p.7-15,1995.
- NATALE, W.; COUTINHO, E.L.M.; BOARETTO, A.E.; PEREIRA, F.M. Nutrients foliar content for high productivity cultivars of guava in Brazil. Acta Horticulturae, v.594,p.383-386,2002.
- NIELSEN, D.R. & BIGGAR, J.W. Miscible displacement: III. Theoretical considerations. Soil Sci. Soc. Am. Proc., v.26,p.216-221,1962.
- NOGUEIRA, C.C.P.; COELHO, E.F.; LEÃO, M.C.S. Características e dimensões do volume de um solo molhado sob gotejamento superficial e subsuperficial. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4,n.3,p.315-320,2000.
- PADILHA, W. Fertirrigación bajo condiciones de invernadero em Ecuador. In: GOTO, R. et al. Foro Internacional de cultivo protegido. Unesp, Botucatu.1997.p.263-281.
- PAIVA, M. C. ;MANICA, I.; FIORAVANÇO, J. C.; KIST, H. Caracterização química dos frutos de quatro cultivares e duas seleções de goiabeira. Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, v. 19, n.1, p.57-63, abr. 1997
- PEREIRA, F.M. Cultura da goiabeira. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 47p.
- PEREIRA, F.M.; CARVALHO, C.A.; NACHTIGAL, J.C. Século XXI: Novo Cultivar de Goiabeira de Dupla Finalidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA,17.,2002. Resumos. Belém. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura/ Embrapa oriental, 2002.
- PEREIRA, F.M.; MARTINEZ JÚNIOR, M. Goiabas para industrialização.Jaboticabal, Ed. Legis Summa, 1986.142p.
- PEREIRA, F.M.; SÃO JOSÉ, A.R. Estudos do desenvolvimento dos frutos da goiabeira “Paluma” e “Rica”. Campinas, 1987. Anais. Sociedade Brasileira de Fruticultura, v.2.1988.469-474.
- PEREIRA, W.E.; COUTO, F.A.A. Stem and fruit growth of six guava tree (*Psidium guajava* L.) cultivars under soil water stress conditions. Acta Horticulturae, n.452,p.87-93,1997.
- PEREIRA, W.E.; COUTO, F.A.A.; SIQUEIRA, D.L.; BRUCKNER, C.H.; CECON, P.R.; BARROS, R.S. Rendimento e algumas características físico-químicas dos frutos de seis variedades de goiabeira desenvolvidos em condições de déficit hídrico. Revista Ceres, v.47,n.272,p.349-362,2000.

- PIZA JÚNIOR, C. de T.; KAVATI, R. A cultura da goiaba de mesa. Campinas, CATI/DEXTRU.28p. (Boletim Técnico, 219).
- PRADO, R.M.; ROQUE, C.G. Uso alternativo da grade aradora superpesada na correção da acidez do solo em profundidade e na produção da aveia preta. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.26,p.275-281,2002.
- PRADO, R.M; NATALE, W.; CORRÊA, M.C.M. Calagem e qualidade de frutos de goiabeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA,17.,2002. Belém. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura/ Embrapa oriental, 2002.
- RESENDE, R.S.; COELHO, R.D.; PIEDADE, S.M.S. Eficiência da cloração da água de irrigação no tratamento de gotejadores com entupimento por causa biológica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*,v.4,n.3,p.382-389,2000b.
- RESENDE, R.S.; COELHO, R.D.; PIEDADE, S.M.S. Suscetibilidade de gotejadores ao entupimento de causa biológica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*,v.4,n.3,p.368-375,2000a.
- REY, J.-Y. Etude architecturale de la partie aérienne du goyavier. Montpellier, 1987.49p. These (Doctorat) – Université de Montpellier II.
- RHOADES, J.D.; LOVEDAY, J. Salinity in irrigated agriculture. In: STEWART, B.A.; NIELSEN, D.R. (Ed.). *Irrigation of agricultural crops*. Madison: American Society of Agronomy, 1990.p.1089-1157. (ASA, Monograph, 30).
- RHOADS, F.M. Nitrogen and water stress. Their interrelationships. In: HAUCK, R. D. (Ed.) *Nitrogen in crop production*. Madison: ASA/CSSA/SSA, 1984. p.307-17.
- RICHARDS, L.A. (Ed.) *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington: USDA, 1954. 160p. (Handbook,60).
- RODRIGUEZ, J.; SAULO; CIBES, N.R.; GONZALEZ IBANEZ, J. Deficiency symptoms displayed in guava (*Psidium guajava* L.) under greenhouse conditions. University of Puerto Rico. (Technical Paper, nº 44).
- SAGI, G.; PAZ, E.; RAVINA, I.; SCHISCHA, A.; MARCU, A.; YECHIELY, Z. Clogging of drip irrigation systems by colonial protozoa and sulfur bacteria. In: INTERNATIONAL MICROIRRIGATION CONGRESS, 5., Orlando,1995. Proceedings. St. Joseph:ASAE, 1995.p.250-254.
- SALVADOR, J.O., MOREIRA, A., MURAOKA, T. Deficiência nutricional em mudas de goiabeira decorrente da omissão simultânea de dois macronutrientes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.33, n.10, p.1623-31, 1998b.
- SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A.; MURAOKA, T. Efeito da omissão combinada de N, P, K e S nos teores foliares de macronutrientes em mudas de goiabeira. *Scientia Agrícola*, v.56,n.2,1999.
- SÉRIE INFORMAÇÕES ESTATÍSTICAS DA AGRICULTURA: Anuário IEA 1997, São Paulo, v.9, n.1, p.17, 1998.
- SHANI, M. La fertilización combinada con el riego. [Tel Aviv]. Ministério da Agricultura, 1981.36p.
- SILVA JÚNIOR, J. F., TAVARES, J. A., BEZERRA, J.E.F., LEDERMAN, I.E., PEDROSA, A. C., MELONETO, M.L. Competição de cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.) para indústria na chapada do Araripe, PE. II (Características físico-químicas do fruto. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.21,n.1, p.1-6, 1999.
- SILVA, E.F.F. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade na cultura do pimentão utilizando extratores de solução do solo. Piracicaba, 136p. 2002. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP.

- SILVA, E.F.F.; ANTI, G.R.; CARMELLO, Q.A.C.; DUARTE, S.N. Extratores de cápsulas porosas para o monitoramento da condutividade elétrica e do teor de potássio na solução de um solo. *Scientia Agrícola*, v.57,n.4,p.785-789.2000.
- SRIVASTAVA, H.C.; NARASSIMHAN, P. Physiological studies during the growth and development of different varieties of guavas (*Psidium guajava* L.). *HortScience*, 42:97-104,1967.
- STOLZY, D.L.L.; JARREL, W.M. Response of sorghum and wheat to different K⁺/Na⁺ ratios at varying osmotic potentials. *Agronomy Journal*, Madison, v.76,p.681-688,1983.
- STORLIE, C.A.& HECKMAN, J.R. Soil plant, and canopy response to carbonated irrigation water. *Hort Techn.*,v.6, p.111-114,1996.
- TÁVORA, F.J.A.F.; FERREIRA, R.G.; HERNANDEZ, F.F.F. Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.23,n.2,2001.
- THREADGILL, E.D. Chemigation via sprinkler irrigation: current status and future development. *Applied Engineering in Agriculture*,v.1,n.1,p.16-23,1985.
- U.S. SALINITY LABORATORY. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S.D.A. Handbook, 60. 1954.
- WHIPKER, B.E.; BAILEY, D.; NELSON, P.V.; FONTENO, W.C.; HAMMER, P.A. A novel approach to calculate acid additions for alkalinity control in greenhouse irrigation water. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*,v.27,p.959-976,1996.
- WINTER, E.J. A água, o solo e a planta. São Paulo: E.P.U.-EDUSP, 1976. 38p.
- ZANINI, J.R. Distribuição de água e do íon K⁺ no solo, aplicado por fertirrigação em gotejamento. II- Teores de K⁺ no bulbo molhado. *ITEM – Irrigação e tecnologia moderna*, n.46,p.24-38,1991.