



## Tamanho da amostra foliar para avaliação do estado nutricional de goiabeiras com e sem irrigação

Danilo E. Rozane<sup>1</sup>, William Natale<sup>1</sup>, Renato de M. Prado<sup>1</sup> & José C. Barbosa<sup>1</sup>

### RESUMO

A precisão do tamanho ideal da amostra foliar determina a otimização de mão-de-obra, e diminui erros inerentes ao laudo de diagnose do estado nutricional. Com este trabalho se objetivou determinar, em pomares de goiabeira submetidos a dois regimes hídricos, o tamanho de amostras foliares e a variação do erro amostral para a diagnose do estado nutricional dessa frutífera. O respectivo trabalho contou com o emprego de dois estudos, ambos sob um delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo: Estudo 1: Realizado em pomar sob regime não irrigado, com quatro tratamentos e seis repetições, que constaram da coleta de folhas em 5, 10, 20 e 40 plantas. Estudo 2: Realizado em pomar sob regime irrigado, com cinco tratamentos e dez repetições, que constaram da coleta de folhas em 10, 20, 30, 40 e 50 goiabeiras. Concluiu-se que em pomares não irrigados é necessário amostrar folhas em 40 plantas, a fim de manter o erro amostral de macronutrientes entre 5 a 10%; já para os micronutrientes seriam necessárias, no mínimo, 40 plantas e, se considerados o Fe e o Zn, a amostra deverá ser maior. Em pomares irrigados folhas provenientes de 10 plantas seriam suficientes para manter o erro amostral entre 5 e 10%; considerando-se, porém, os micronutrientes, seriam necessários amostrar 20 goiabeiras.

**Palavras-chave:** *Psidium guajava*, diagnose foliar, amostragem, experimentação, nutrição de plantas

## Ideal size of leaf sample for nutritional state evaluation of guava under irrigated and unirrigated cultivation

### ABSTRACT

The ideal size precision of the foliar sample determines manual work optimization, and also diminishes inherent errors in diagnosis reports of nutritional state. This work aimed to determine the size of the foliar samples and the sample error variation in guava plantations submitted to two hydric cultivations for the nutritional state diagnosis of this fruit. The work included two studies, both under an entirely randomized experimental design. Study 1 was carried out in an orchard under unirrigated cultivation with four treatments and six repetitions that consisted of leaf collection in 5, 10, 20 and 40 plants. Study 2 was carried out in an orchard under irrigated cultivation with five treatments and 10 repetitions that consisted of leaf collection in 10, 20, 30, 40 and 50 guava plants. It was concluded that in unirrigated orchards it is necessary to sample leaves in 40 plants in order to keep the macronutrients sample error between 5 to 10%. For the micronutrients, on the other hand, at least 40 plants were necessary and, if Fe and Zn were considered, the sample must be even larger. In irrigated orchards, leaves deriving from 10 plants were enough to keep the sample error between 5 to 10%. However, considering the micronutrients, it was necessary to sample 20 guava plants.

**Key Words:** *Psidium guajava*, foliar diagnosis, sample, experiment, plant nutrition

<sup>1</sup> FCAV/UNESP, Via de Acesso Prof. Paulo D. Castellane, s/nº, CEP 14870-000, Jaboticabal, SP. Departamento de Solos e Adubos. E-mail: danilorozane@yahoo.com.br; natale@fcav.unesp.br; rmprado@fcav.unesp.br; jcbarbosa@fcav.unesp.br

## INTRODUÇÃO

A goiaba é apreciada não apenas pelo seu sabor e aroma característicos, mas também pelo valor nutritivo. Tem havido, sobremaneira, expansão dos pomares de goiabeira em todo o País, seja em razão da adaptabilidade a várias condições edafoclimáticas, seja pela dupla aptidão dos frutos, que podem ser consumidos in natura ou industrializados (Rozane et al., 2003).

Apesar da goiabeira ser cultivada em diversas condições, informações da literatura indicam resposta dessa frutífera a melhorias da fertilidade do solo (Natale et al., 1994; 1996; Prado, 2003) devido, de um lado, à pobreza generalizada dos solos tropicais em nutrientes e à elevada acidez e, de outro, ao melhoramento genético da goiabeira, com o desenvolvimento de plantas mais produtivas, embora mais exigentes em termos nutricionais.

Deste modo, conhecer os fatores limitantes à produção de goiabas permite a adoção de programas de calagem e adubação mais adequados, com resultados favoráveis ao aumento da produtividade e, conseqüentemente, do lucro do fruticultor.

A análise de solo é uma ferramenta consagrada porém, para a maioria das frutíferas, além da análise de solo há necessidade de se realizar a análise foliar, em virtude de perenidade das plantas (Marschner, 1995). A diagnose foliar estabelece o estado nutricional da planta permitindo a adequação dos programas de adubação a tempo de não comprometer a produção do pomar.

Dentre as várias etapas que compõem a diagnose foliar, a amostragem é, sem dúvida, a mais sensível e sujeita a erros. Pode-se afirmar que a amostragem de tecido vegetal mais adequada é aquela que representa o melhor possível, a área a ser avaliada, com um mínimo de plantas amostradas para atender a este objetivo; assim, a análise estatística auxilia na indicação de um número mínimo de plantas suficiente para reduzir a variação dos resultados a um nível aceitável, ou seja, reduzindo o número de graus de liberdade que exprimem o acaso. Com isto, tem-se uma amostra representativa da população para que os resultados da análise foliar tenham validação técnica e científica, e que recursos não sejam empregados desnecessariamente e/ou evitando amostragem não representativa.

Estabelecer o tipo, o número de folhas e a época de coleta entre outras definições, permite padronizar os resultados e extrapolar as informações da cultura para outras regiões. Para a goiabeira, muitos desses aspectos foram determinados em experimentos de campo conduzidos durante vários anos e em clima e solo diferentes (Natale, 1993; Natale et al., 2001).

Além dos aspectos inerentes à planta (tipo de folha, estado fisiológico, etc.). Outro ponto que tem suscitado dúvidas diz respeito ao número de árvores a serem amostradas para garantir a representabilidade do pomar. A importância do número de árvores a serem amostradas para representar adequadamente uma população (ou pomar), foi objeto de pesquisa na cultura da maçã (Holland et al., 1967), do eucalipto (Lamb, 1976), do cajueiro (Rossetti et al., 1991) e em plantações de arbóreas (Mead, 1984; Rossetti et al., 1996); entretanto, inexistem trabalhos com a cultura da goiabeira, considerando-se

este aspecto. Além disso, parece razoável supor que haja variação no número de plantas necessárias para representar adequadamente a população em pomares irrigados e não irrigados, visto o papel fundamental da água nas alterações que a mesma provoca no solo e na planta. De acordo com Barber (1966) a contribuição relativa mais expressiva no suprimento de nutrientes é dada pelo transporte via fluxo de massa. Epstein & Bloom (2006) complementam, que a água é primordial no crescimento de plantas, ao desempenhar um tráfego constante de elementos minerais para e através do corpo da planta e, com isto, sugerem que um potencial hídrico ideal na zona de absorção radicular facilita a absorção e a estabilização de nutrientes no vegetal.

Modelos mecanísticos têm sido cada vez mais empregados em estudos que simulam a absorção de nutrientes, para a elucidação de aspectos que possam aumentar nosso entendimento sobre as características de plantas e ambiente sabidamente variáveis (Novais & Smyth, 1999). De acordo com Amijee et al. (1991), a água afeta, direta e indiretamente, vários componentes desses modelos, a exemplo do coeficiente de difusão de um elemento na água; o conteúdo volumétrico de água no solo e a taxa de influxo de água pela raiz, este último um destaque no transporte de nutrientes por fluxo de massa.

Machado et al. (2004) relatam que em pomares de citros manejados com irrigação localizada há concentração do volume radicular e um aumento do número de radículas na área irrigada, condição esta que, segundo Miranda et al. (2006), é uma das variáveis com maior eficiência de aproveitamento de nutrientes aplicados via fertirrigação. É oportuno salientar que o parcelamento da quantidade aplicada de fertilizantes seja o mais próximo possível da demanda nutricional da planta.

Apesar da ausência de experimentação e de grandes divergências entre os autores, existem indicações do número de folhas consideradas adequadas na amostragem para diagnose do estado nutricional da goiabeira. Para as condições nacionais, Malavolta et al. (1997) indicam o mínimo de 15 pares de folhas por hectare; já Martinez et al. (1999) recomendam a coleta de 30 folhas por talhão homogêneo; para as condições do estado de São Paulo, Natale et al. (1994) e Quaggio et al. (1997) sugerem a coleta de 30 pares de folhas, por talhão homogêneo, como adequados para a diagnose foliar da goiabeira.

Buscando-se maiores esclarecimentos sobre o assunto se objetivou, neste estudo determinar, em pomares de goiabeiras submetidos a regimes hídricos diferenciados, o tamanho da amostra foliar e a variação do erro amostral para a diagnose do estado nutricional dessa frutífera.

## MATERIAL E MÉTODOS

Realizaram-se dois estudos, ambos em pomares comerciais de goiabeiras (*Psidium guajava* L.), da Empresa Indústria de Polpas e Conservas Val Ltda., cultivar Paluma, com seis anos, plantados sob espaçamento 7 x 5 m, localizados no município de Vista Alegre do Alto, SP, com coordenadas geográficas 21° 15' 22" Sul, 48° 18' 58" Oeste e altitude de 603 m. Os dois talhões se apresentavam homogêneos quanto

**Tabela 1.** Propriedades químicas dos solos dos talhões de goiabeiras em estudo, na camada de 0-20 cm

Pomar	pH (CaCl <sub>2</sub> )	M.O. g dm <sup>-3</sup>	P (resina) mg dm <sup>-3</sup>	K	Ca	Mg	(H+Al)	SB	T	V %
Não irrigado	5,3	11	8	2,7	18	6	16	26,7	42,7	63
Irrigado	5,4	10	16	2,0	22	15	20	39,0	59,0	66
Pomar	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Al			
							mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			
Não irrigado	0,23	14,7	19,0	26,3	0,7	3	0,0			
Irrigado	0,28	16,3	21,0	20,3	0,9	5	0,0			

ao manejo da poda, tratos fitossanitários e adubação que seguiu recomendação de Natale et al. (1996)

Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Cwa subtropical com inverno curto, moderado e seco, verão quente e chuvoso, caracterizando duas estações distintas.

Os solos dos pomares foram caracterizados como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura arenosa média (Andrioli et al., 1994), correspondendo ao Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, segundo a classificação da EMBRAPA (1999). Realizou-se, nas áreas de estudo, a coletada de 20 subamostras de terra, na projeção da copa das goiabeiras, a fim de compor a amostra composta que foi analisada quimicamente (Raij et al., 2001) para fins de fertilidade do solo (Tabela 1).

**Estudo 1:** Realizado em pomar sob regime não irrigado, empregando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos constaram da coleta de um par de folhas, em cada uma das quatro posições cardeais da goiabeira, em 5, 10, 20 e 40 plantas, ou seja, 20, 40, 80 e 160 pares folhas, correspondendo aos tratamentos 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

**Estudo 2:** Realizado em pomar sob regime irrigado, com um microaspersor do tipo bailarina, por planta (com raio de ação e 2 m). As irrigações foram realizadas quando 30% da água disponível no solo foram consumidos, corroborando com as indicações de Bernardo (2002) e Lopes et al. (2004). Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e dez repetições, que constaram da coleta de um par de folhas, em cada uma das quatro posições cardeais da planta, em 10, 20, 30, 40 e 50 goiabeiras, ou seja, 40, 80, 120, 160 e 200 pares de folhas, correspondendo aos tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente.

A recomendação quanto ao tipo de folha e à época de amostragem, em ambos os estudos, seguiu aquela proposta por Natale et al. (1994), coletando-se o 3º par de folhas recém-maduras (com pecíolo), a partir da extremidade do ramo, na época de pleno florescimento das goiabeiras, sendo a coleta realizada no terço médio das plantas.

O material vegetal coletado foi lavado e secado em estufa de ventilação forçada de ar a 65 °C, até atingir peso constante, moído em moinho tipo Willey e analisado conforme metodologia descrita por Bataglia et al. (1983).

Com base nos resultados dos teores de nutrientes se calcularam, para os dois estudos, as médias, a variância, o erro padrão das médias, o intervalo de confiança para a média e a porcentagem de erro em relação à média, através da

semi-amplitude do intervalo de confiança (a um coeficiente de 95% de confiança), expresso em porcentagem da média, dado por:

$$\% \text{ de Erro} = \frac{t s(\hat{m})}{\hat{m}} \times 100$$

sendo:

t – valor da distribuição t de Student a 5% de probabilidade

s( $\hat{m}$ ) – o erro padrão da média

$\hat{m}$  – estimativa da média amostral

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com exceção do fósforo no pomar não irrigado, os demais valores constantes das análises de solo (Tabela 1) são considerados médios a alto para culturas perenes, de acordo com classificação de Raij et al. (1997).

As Tabelas 2 e 3 apresentam os resultados médios das análises químicas das folhas de goiabeira, com seus limites de variação, em função do tamanho da amostra, bem como a estatística descritiva e a porcentagem de erro na estimativa da média amostral obtidas no presente estudo.

Comparando-se as Tabelas 2 e 3, verifica-se que, de modo geral há teores mais elevados de N e K na área irrigada, comparada com a não irrigada. Este aspecto tem implicações práticas importantes, visto que o nitrogênio e o potássio são os dois nutrientes mais absorvidos e exportados pelos frutos, justificando o que sugeriria uma adubação diferenciada entre pomares sob diferentes manejos da água.

Natale et al. (1996) indicam, a partir de resultados de oito anos de pesquisa com a cultura da goiabeira (cv. Paluma), as seguintes faixas de teores de nutrientes como adequadas no 3º par de folhas recém-maduras (com pecíolo), a partir da extremidade do ramo, coletadas na época de pleno florescimento da cultura: N = 20-23; P = 1,4-1,8; K = 14-17; Ca = 7-11; Mg = 3,4-4,0; S = 2,5-3,5 g kg<sup>-1</sup> e, ainda, B = 20-25; Cu = 20-40; Fe = 60-90; Mn = 40-80; Zn = 25-35 mg kg<sup>-1</sup>. Verificou-se que, de modo geral, o N e o K estão dentro da faixa adequada proposta por Natale et al. (1996) na área irrigada mas abaixo ou próximo do limite inferior, no pomar de goiabeiras sem sistema de irrigação.

O magnésio, por sua vez, se encontra abaixo da faixa considerada adequada, em ambos os pomares, apesar de estar presente no solo em concentrações consideradas médias

**Tabela 2.** Estatística descritiva e porcentagem de erro na estimativa da média amostral para macro e micronutrientes em folhas de goiabeira, cultivar Paluma, sob regime não irrigado, em função do tamanho da amostra

Parâmetro*	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
5 Plantas											
$\hat{m}$	16,85	1,42	13,50	6,83	1,57	2,62	41,33	11,67	59,33	62,17	20,67
$s^2$	2,11	0,01	0,45	0,48	0,01	0,04	11,47	1,47	120,67	51,77	16,67
s	1,45	0,08	0,67	0,69	0,10	0,20	3,39	1,21	10,98	7,19	4,08
$s(\hat{m})$	0,59	0,03	0,27	0,28	0,04	0,08	1,38	0,49	4,48	2,94	1,67
LI	15,33	1,34	12,80	6,11	1,46	2,40	37,78	10,40	47,81	54,62	16,38
LS	18,37	1,50	14,20	7,56	1,68	2,83	44,89	12,94	70,86	69,72	24,95
E	9,04	5,58	5,20	10,63	6,92	8,19	8,60	10,89	19,43	12,15	20,73
CV	8,61	5,31	4,96	10,12	6,59	7,80	8,19	10,38	18,51	11,57	19,75
10 Plantas											
$\hat{m}$	17,63	1,42	14,43	6,47	2,65	2,68	38,83	11,17	57,33	58,00	21,33
$s^2$	0,35	0,01	0,30	0,06	0,00	0,04	6,17	1,37	105,07	13,60	15,47
s	0,59	0,08	0,55	0,24	0,05	0,19	2,48	1,17	10,25	3,69	3,93
$s(\hat{m})$	0,24	0,03	0,22	0,10	0,02	0,08	1,01	0,48	4,18	1,51	1,61
LI	17,01	1,34	13,86	6,21	2,61	2,48	36,23	9,94	46,58	54,13	17,21
LS	18,25	1,50	15,01	6,72	2,69	2,89	41,44	12,39	68,09	61,87	25,46
E	3,52	5,58	3,97	3,93	1,48	7,59	6,71	10,99	18,76	6,67	19,35
CV	3,36	5,31	3,79	3,75	2,07	7,23	6,39	10,47	17,88	6,36	18,43
20 Plantas											
$\hat{m}$	17,65	1,40	14,75	6,85	2,65	2,77	39,17	10,50	82,67	60,67	22,00
$s^2$	0,35	0,00	0,19	0,05	0,00	0,04	2,17	1,10	99,87	8,27	14,40
s	0,59	0,06	0,44	0,23	0,05	0,20	1,47	1,05	9,99	2,88	3,79
$s(\hat{m})$	0,24	0,03	0,18	0,09	0,02	0,08	0,60	0,43	4,08	1,17	1,55
LI	17,03	1,33	14,29	6,61	2,61	2,56	37,62	9,40	72,18	57,65	18,02
LS	18,27	1,47	15,21	7,09	2,69	2,97	40,71	11,60	93,15	63,68	25,98
E	3,50	4,74	3,14	3,46	1,48	7,46	3,94	10,48	12,69	4,97	18,10
CV	3,34	4,52	2,99	3,30	2,07	7,11	3,76	9,99	12,09	4,74	17,25
40 Plantas											
$\hat{m}$	16,65	1,43	14,72	7,03	2,65	2,92	39,17	11,00	81,33	61,17	17,50
$s^2$	0,25	0,00	0,15	0,05	0,00	0,01	0,57	0,80	58,67	1,37	7,90
s	0,50	0,05	0,38	0,23	0,05	0,12	0,75	0,89	7,66	1,17	2,81
$s(\hat{m})$	0,20	0,02	0,16	0,09	0,02	0,05	0,31	0,37	3,13	0,48	1,15
LI	16,12	1,38	14,32	6,80	2,61	2,79	38,38	10,06	73,30	59,94	14,55
LS	17,18	1,49	15,12	7,27	2,69	3,04	39,96	11,94	89,37	62,39	20,45
E	3,16	3,78	2,72	3,36	1,48	4,21	2,02	8,53	9,88	2,01	16,86
CV	3,01	3,60	2,59	3,20	2,07	4,01	1,92	8,13	9,42	1,91	16,06

\*  $\hat{m}$  – estimativa da média amostral;  $s^2$  – variância; s – desvio padrão;  $s(\hat{m})$  – erro padrão da média; LI – limite inferior; LS – limite superior da distribuição t de Student a 5% de probabilidade; E – porcentagem de erro em relação à média e CV é o coeficiente de variação

e altas nas áreas não irrigada e irrigada, respectivamente: o que pode ser decorrente da competição entre os sítios por K, Ca e Mg no solo (Malavolta, 2006).

A partir da diagnose foliar realizou-se a análise estatística (Tabelas 2 e 3) cujos erros amostrais obtidos estão apresentados na Figura 1 para macro e micronutrientes.

Como se previa, nos dois estudos os maiores erros amostrais foram detectados quando se coletavam amostras em menor número de plantas, diminuindo este erro com o aumento do número de goiabeiras amostradas. A mesma observação pode ser feita para o coeficiente de variação (Tabelas 2 e 3).

Nota-se, na Figuras 1, que as maiores variações amostrais, tanto de macro como de micronutrientes para o mesmo número de plantas, ocorrem no pomar não irrigado em comparação com o irrigado. Uma provável explicação pode ser encontrada em Barber (1966) e Amijee et al. (1991), que indicam a água como meio de condução de nutrientes às

plantas. Machado et al. (2004) relatam ainda maior concentração do volume radicular e um aumento do número de radículas na área irrigada de pomares cítricos, manejados com irrigação localizada; desta forma, pode estar ocorrendo uma absorção mais constante e uniforme ao longo do tempo em áreas irrigadas, ao passo que em áreas sem irrigação este fato não ocorreria.

Rossetti et al. (1991, 1996) demonstraram, em experimentos de campo com cajueiro que, o erro amostral variou entre 8,9 e 13,6%.

Para florestas de eucalipto, Lamb (1976) propõe que um erro entre 5 e 10% seria aceitável, indicando ser necessário amostrar 10 plantas quando se quer analisar apenas os macronutrientes, mais 20 árvores, quando se deseja analisar, também, os micronutrientes. Rozane et al. (2007) considerando a mesma porcentagem de erro (5 e 10%) em estudo com pomar adulto de mangueira ‘Palmer’ indicam como suficiente para os macronutrientes, a coleta de uma folha em

**Tabela 3.** Estatística descritiva e porcentagem de erro na estimativa da média amostral para macro e micronutrientes em folhas de goiabeira, cultivar Paluma, sob regime irrigado, em função do tamanho da amostra

Parâmetro*	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
10 Plantas											
$\hat{m}$	20,79	1,45	16,97	7,85	2,21	2,25	23,00	10,50	77,00	115,00	20,50
$s^2$	0,85	0,00	0,45	0,15	0,02	0,01	7,33	0,94	126,89	247,78	3,17
s	0,92	0,05	0,67	0,39	0,14	0,12	2,71	0,97	11,26	15,74	1,78
s( $\hat{m}$ )	0,29	0,02	0,21	0,12	0,04	0,04	0,86	0,31	3,56	4,98	0,56
LI	20,13	1,41	16,49	7,57	2,11	2,17	21,06	9,80	68,94	103,74	19,23
LS	21,45	1,49	17,45	8,13	2,31	2,33	24,94	11,20	85,06	126,26	21,77
E	3,17	2,60	2,84	3,57	4,44	3,75	8,42	6,62	10,47	9,79	6,21
CV	4,43	3,63	3,97	5,00	6,20	5,24	11,77	9,26	14,63	13,69	8,68
20 Plantas											
$\hat{m}$	20,50	1,48	16,79	8,06	2,18	2,30	22,20	9,60	72,40	116,40	20,50
$s^2$	0,60	0,00	0,39	0,14	0,02	0,01	6,62	0,71	62,27	215,38	3,17
s	0,77	0,04	0,63	0,37	0,12	0,12	2,57	0,84	7,89	14,68	1,78
s( $\hat{m}$ )	0,24	0,01	0,20	0,12	0,04	0,04	0,81	0,27	2,50	4,64	0,56
LI	19,95	1,45	16,34	7,79	2,09	2,22	20,36	9,00	66,76	105,90	19,23
LS	21,05	1,51	17,24	8,33	2,27	2,38	24,04	10,20	78,04	126,90	21,77
E	2,70	2,04	2,67	3,33	4,03	3,59	8,29	6,28	7,80	9,02	6,21
CV	3,78	2,85	3,73	4,65	5,64	5,02	11,59	8,78	10,90	12,61	8,68
30 Plantas											
$\hat{m}$	19,85	1,49	16,68	7,46	2,02	2,07	22,20	11,20	71,90	103,30	21,10
$s^2$	0,46	0,00	0,38	0,12	0,01	0,01	1,73	0,84	61,21	131,34	2,99
s	0,68	0,03	0,62	0,34	0,11	0,09	1,32	0,92	7,82	11,46	1,73
s( $\hat{m}$ )	0,21	0,01	0,20	0,11	0,04	0,03	0,42	0,29	2,47	3,62	0,55
LI	19,37	1,47	16,24	7,22	1,94	2,00	21,26	10,54	66,30	95,10	19,86
LS	20,33	1,51	17,12	7,70	2,10	2,14	23,14	11,86	77,50	111,50	22,34
E	2,44	1,52	2,66	3,27	4,02	3,28	4,24	5,87	7,78	7,94	5,86
CV	3,41	2,12	3,72	4,57	5,62	4,58	5,93	8,20	10,88	11,09	8,19
40 Plantas											
$\hat{m}$	20,45	1,49	17,20	7,54	2,07	2,20	20,90	10,70	83,10	115,20	21,40
$s^2$	0,47	0,00	0,41	0,12	0,01	0,01	1,43	0,46	48,32	76,40	1,38
s	0,68	0,03	0,64	0,34	0,11	0,09	1,20	0,67	6,95	8,74	1,17
s( $\hat{m}$ )	0,22	0,01	0,20	0,11	0,03	0,03	0,38	0,21	2,20	2,76	0,37
LI	19,96	1,47	16,74	7,30	1,99	2,13	20,04	10,22	78,13	108,95	20,56
LS	20,94	1,51	17,66	7,78	2,15	2,27	21,76	11,18	88,07	121,45	22,24
E	2,39	1,52	2,65	3,23	3,66	3,07	4,10	4,51	5,98	5,43	3,92
CV	3,34	2,12	3,71	4,52	5,12	4,29	5,73	6,31	8,37	7,59	5,48
50 Plantas											
$\hat{m}$	20,25	1,49	16,96	7,74	2,09	2,24	21,10	11,50	88,00	115,90	21,80
$s^2$	0,23	0,00	0,39	0,11	0,01	0,01	0,99	0,50	53,33	46,32	0,62
s	0,47	0,03	0,63	0,34	0,09	0,08	0,99	0,71	7,30	6,81	0,79
s( $\hat{m}$ )	0,15	0,01	0,20	0,11	0,03	0,03	0,31	0,22	2,31	2,15	0,25
LI	19,91	1,47	16,51	7,50	2,03	2,18	20,39	10,99	82,78	111,03	21,24
LS	20,59	1,51	17,41	7,98	2,15	2,30	21,81	12,01	93,22	120,77	22,36
E	1,68	1,52	2,65	3,12	3,00	2,69	3,37	4,40	5,94	4,20	2,59
CV	2,34	2,12	3,70	4,36	4,19	3,76	4,71	6,15	8,30	5,87	3,62

\*  $\hat{m}$  – estimativa da média amostral;  $s^2$  – variância; s – desvio padrão; s( $\hat{m}$ ) – erro padrão da média; LI – limite inferior; LS – limite superior da distribuição t de Student a 5% de probabilidade; E – porcentagem de erro em relação à média e CV – coeficiente de variação

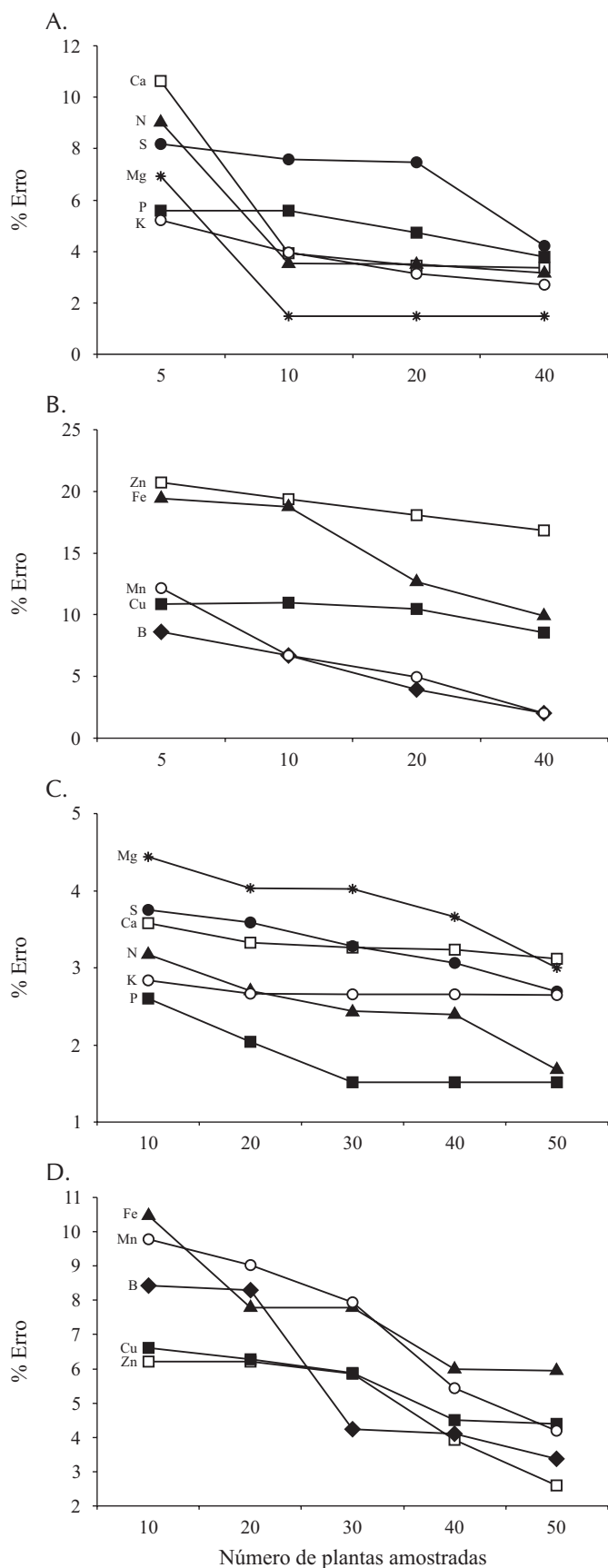
cada um dos quatro pontos cardeais em 10 plantas e para os micronutrientes, no mínimo, 20 plantas, pois considerando o Fe, a amostra deverá ser de pelo menos, 30 plantas.

Para a macieira, Holland et al. (1967) consideram aceitável um erro de 20%, quando se coletam 100 folhas provenientes de cinco árvores, erro este que provocaria uma amplitude de variação de 0,22; 0,01; 0,17; 0,18 e 0,03% nos teores foliares de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente.

Mead (1984) considera, para *Pinus radiata*, um erro acei-

tável entre 5 e 10% para a maioria dos macronutrientes e o Cu mas, para o Ca e os demais micronutrientes, é norma que se tenha erros maiores, decorrentes do maior coeficiente de variação entre árvores. Knight (1978) considera que grande parte da discrepância nos teores foliares em *Pinus* está associada à diferença clonal, embora esta grandeza variasse menos de 2% para o Ca e 48% para o B.

Madgwick (1964) observou, em florestas, que os maiores teores foliares e as maiores variações de nutrientes ocorrem



**Figura 1.** Porcentagem do erro amostral em função do número de plantas amostradas por talhão homogêneo, em pomar adulto de goiabeiras (c.v. Paluma), não irrigado para macro (A) e micronutrientes (B) e irrigado para macro (C) e micronutrientes (D)

em árvores sombreadas; entretanto, há menor amplitude de variação de nutrientes entre árvores dominantes e co-dominantes, provavelmente por estas não estarem sombreadas (Lowry & Avard, 1969). De maneira geral, para o diagnóstico foliar Mead (1984) recomenda coletar amostras em 20 árvores, sejam elas dominantes ou co-dominantes, em florestas de eucalipto.

Admitindo-se aceitável um erro de 5 a 10%, conforme proposto por Rossetti (2002) para plantas arbóreas, e por Lamb (1976) para eucalipto, e Mead (1984) para florestas, a amostragem de 10 goiabeiras seria necessária para a análise dos macronutrientes em pomares não irrigados (Figura 1A) e irrigados (Figura 1C). Para os micronutrientes, seria imprescindível amostrar no mínimo 40 plantas e, se considerando o Fe e o Zn, a amostra deveria ser maior, a fim de manter o erro menor que 10% nos pomares não irrigados (Figura 1B); entretanto, quando se considera a irrigação pode-se reduzir a amostragem a 20 plantas (Figura 1D), as quais englobariam todos os micronutrientes com um erro de 5 a 10%.

Amplas variações nos teores foliares de Fe e Zn são comuns neste tipo de análise, também relatadas por Lamb (1976) em Eucalipto, em goiabeira por Dahiya & Joon (1995), e em Cacaueiro por Sodr e et al. (2001). Tais oscilações nas análises, especialmente em solos tropicais, podem ocorrer devido à alta quantidade de óxidos de ferro presentes no solo do pomar, além de pulverizações foliares à base de zinco, visto que o experimento foi realizado em área comercial.

## CONCLUSÕES

1. Em pomares não irrigados de goiabeira é necessário amostrar folhas em 40 plantas e se considerar o Fe e o Zn, a amostra deverá ser maior.
2. Em pomares irrigados de goiabeira, para as determinações químicas de macronutrientes folhas de 10 plantas seriam suficientes, considerando-se os micronutrientes porém seria oportuno amostrar 20 goiabeiras.

## LITERATURA CITADA

- Amijee, F.; Barraclough, P. B.; Tinker, P. B. Modeling phosphorus uptake and utilization by plants. In: Johansen, C.; Lee, K. K.; Sahrawat, K. L. (ed.) Phosphorus nutrition of grain legumes in the semi-arid tropics. Patancheru: ICRISAT, 1991. p.63-75.
- Andrioli, I.; Centurion, J. F.; Marques Júnior, J. Levantamento detalhado dos solos da Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1994. 19p. Relatório
- Barber, S. A. The role of root interception, mass-flow and diffusion in regulating the uptake of ions from soils. In: International Atomic Energy Agency (IAEA). Limiting steps in ion uptake by plants from soil. Vienna, 1966, p.39-45. (IAEA. Technical Report Series, 65)

- Bataglia, O. C.; Furlani, A. M. C.; Teixeira, J. P. F.; Furlani, P. R.; Gallo, J. R. Métodos de análise química de plantas. Campinas: IAC, 1983. 48p. Boletim Técnico, 78
- Bernardo, S. Manual de irrigação. 6.ed., Viçosa: UFV/Imprensa Universitária, 2002. 656p.
- Dahiya, S. S.; Joon, M. S. Variation in mineral composition of leaves of guava cultivar L-49 as affected by sample size. *Crop Research*, v.9, p.121-122 1995.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Produção de Informações, 1999. 412p.
- Epstein, E.; Bloom, A. J. Nutrição mineral de plantas, princípios e perspectivas. Londrina: Planta, 2006. 86p.
- Holland, D. A.; Little, R. C.; Allen, M. e Dermott, W. Soil and leaf sampling in apple orchards. *Journal of Horticultural Science*, v.42, p.403-417, 1967.
- Knight, P. J. Fertilizer practice in New Zealand forest nurseries. *Journal Forest Science*, v.8, p.351-368, 1978.
- Lamb, D. Variations in the foliar concentrations of macro and micro elements in a fast-growing tropical eucalypt. *Plant and Soil*, v.45, p.477-492. 1976.
- Lopes, A. S.; Pavani, L. C.; Corá, J. E.; Zanini, J. R.; Miranda, H. A. Manejo da irrigação (tensiometria e balanço hídrico climatológico) para a cultura do feijoeiro em sistemas de cultivo direto e convencional. *Engenharia Agrícola*, v.24, p.89-100, 2004.
- Lowry, G. L.; Avard, P. M. Nutrient content of black spruce and jack pine needles: III. Seasonal variations and recommended sampling procedures. *Research Institute Canada*, v.10, 54p. 1969.
- Machado, C. C.; Prata Neto, I.; Coelho, R. D. Consumo de soluções de fertilizantes em plantas adultas de lima ácida ‘Tahiti’ sobre limão ‘Cravo’ nas condições de irrigação localizada. *Irriga*, v.9, p.235-247, 2004.
- Madwick, H. A. I. Variations in the chemical composition of red pine (*Pinus resinosa* Ait) leaves: A comparison of well grown and poorly grown trees. *Forestry*, v.37, p.87-94, 1964.
- Malavolta, E. Manual de nutrição de plantas. Piracicaba: Ceres, 2006. 638p.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319p.
- Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1995. 902p.
- Martinez, H. E. P.; Carvalho, J. G. de.; Souza, R. B. de. Diagnose Foliar. In: Ribeiro, A. C.; Guimarães, P. T. G.; Alvarez, V. H. (eds.) Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5.ed., Viçosa: UFV, 5ª aproximação, 1999. p.143-168.
- Mead, D. J. Diagnosis of nutrient deficiencies in plantations. In: Bowen, G. D.; Nambiar, E. K. (eds.) Nutrition of plantation forests. London: Academic Press. Cap.10, 1984. p.259-291.
- Miranda, N. O.; Oliveira, T. S.; Medeiros, J. F. de; Levien, S. L. A. Causas de variação em produtividade e qualidade do melão em um Latossolo Vermelho-Amarelo fertirrigado. *Ciência Rural*, v.36, p.487-493, 2006.
- Natale, W. Diagnose da nutrição nitrogenada e potássica em duas cultivares de goiabeira (*Psidium guajava* L.), durante três anos. Piracicaba: ESALQ/USP 1993, 150p. Tese Doutorado
- Natale, W.; Boaretto, A. E.; Coutinho, E. L. M. Nutrients foliar content for high productivity cultivars of guava in Brazil. *Acta Horticulturae*, v.594, p.383-386, 2001.
- Natale, W.; Coutinho, E. L. M.; Boaretto, A. E.; Banzatto, D. A. Influência da época de amostragem na composição química das folhas de goiabeira (*Psidium guajava* L.). *Revista de Agricultura*, v.69, p.247-255, 1994.
- Natale, W.; Coutinho, E. L. M.; Boaretto, A. E.; Pereira, F. M.; Modenese, S. H. Goiabeira: Calagem e adubação. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 22p.
- Novais, R. F.; Smyth T. J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa: UFV, 1999. 399p.
- Prado, R. M. Efeito da calagem no desenvolvimento, no estado nutricional e na produção de frutos da goiabeira e da caramboleira. Jaboticabal: UNESP 2003, 68p. Tese Doutorado.
- Quaggio, J. A.; Raij, B. van; Piza Jr., C. de T. In: Raij, B. van; Cantarella, H.; Quaggio, J. A.; Furlani, A. M. C. (ed.) Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed., Campinas: IAC, 1997, p.121-125. (Boletim Técnico, 100).
- Raij, B. van; Andrade, J. C.; Cantarella, H.; Quaggio, J. A. Análise química para avaliação da fertilidade de solo tropicais. Campinas: IAC, 2001. 285p.
- Raij, B. van; Cantarella, H.; Quaggio, J. A.; Furlani, A. M. C. (ed.) Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed., Campinas: IAC, 1997. p.121-125. Boletim Técnico, 100.
- Rossetti, A. G. Influência da área da parcela e do número de repetições na precisão de experimentos com arbóreas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, p.433-438, 2002.
- Rossetti, A. G.; Almeida, J. I. L. de; Parente, J. I. G.; Barros, L. de M. Tamanho ótimo de parcela para experimentos com cajueiro comum. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.13, p.117-122, 1991.
- Rossetti, A. G.; Barros, L. de M.; Almeida, J. I. L. de. Tamanho ótimo de parcelas para experimentos de campo com cajueiro anão precoce. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.31, p.843-852, 1996.
- Rozane, D. E.; Natale, W.; Prado, R. de M.; Barbosa, J. C. Amostragem para diagnose do estado nutricional de mangueiras. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.29, p.371-376, 2007.
- Rozane, D. E.; Oliveira, D. A.; Lírio, V. S. Importância econômica da cultura da goiabeira. In: Rozane, D. E.; Couto, F. A. D. (ed.) Cultura da goiabeira: Tecnologia e mercado. Viçosa: UFV, 2003. p.1-20.
- Sodré, G. A.; Marrocos, P. C. L.; Chepote, R. E.; Pacheco, R. G. Uso do desvio padrão para estimativa do tamanho da amostra de plantas de cacau (*Theobroma cacao* L.) em estudos de nutrição. *Agrotropica*, v.13, p.145-150, 2001.