

Aspectos morfofisiológicos da goiabeira cultivar Paluma

Márcio Cleber de Medeiros Corrêa^{1*}, Renato de Mello Prado¹, William Natale¹, Antonio Decarlos Neto² e Marcos Antonio Camacho da Silva¹

¹Departamento de Solos e Adubos, Universidade Estadual Paulista, Campus Jaboticabal, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900 Jaboticabal, São Paulo, Brasil. ²Departamento de Produção Vegetal, Universidade Estadual Paulista, Campus Jaboticabal, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14.884-900 Jaboticabal, São Paulo, Brasil.
*Autor para correspondência. e-mail: cleber-marcio@ig.com.br

RESUMO. Com o objetivo de caracterizar aspectos morfofisiológicos da goiabeira 'Paluma', coletou-se, no final do período de colheita, todas as folhas de um quadrante da copa de 3 plantas representativas de um pomar comercial (espaçamento: 7x5m). Determinaram-se o número de folhas e a área foliar do quadrante, o diâmetro da copa e a produtividade do pomar. A partir desses dados foram estimados a área média de uma folha (AF), a área foliar total da planta (AFP), o número de folhas total da planta (NFP) e foram calculados o índice de área foliar (IAF) e a "eficiência produtiva" da planta (produção de frutos por planta/AFP). Obteve-se AFP=151,2m², AF=40,9cm², IAF=6,7, produtividade=323,7kg por planta e "eficiência produtiva" de 0,467 e 3,054m² de área foliar necessários para produzir 1kg de fruto, na base fresca e seca, respectivamente. Pode-se concluir que a goiabeira 'Paluma' é uma planta de elevada "eficiência produtiva", quando comparada a outras espécies.

Palavras-chave: IAF, frutífera perene, eficiência produtiva, *Psidium guajava*.

ABSTRACT. Morphophysiological aspects of guava tree cultivar Paluma. In order to characterize morphophysiological aspects of guava tree 'Paluma', all the leaves of a quadrant of the canopy were collected from three plants representative of a commercial orchard (spaced: 7x5m). At the end of the harvest period, the number of leaves and the leaf area of the quadrant, the diameter of the canopy and the productivity of the orchard were determined. These data were used to estimate mean leaf area (LA), total plant leaf area (PLA), total number of leaves per plant (NLP), leaf area index (LAI), and plant "productive efficiency" (fruit production per plant/PLA). PLA was 151.2m², LA 40.9cm², LAI 6.7, productivity 323.7kg per plant, and "productive efficiency" of 0.467 and 3.054m² leaf area were necessary to produce 1kg fruit on a fresh and dry base, respectively. We may conclude that the 'Paluma' guava tree is a plant with high "productive efficiency" compared with others species.

Key words: LAI, perennial fruit tree, productive efficiency, *Psidium guajava*.

Introdução

A goiabeira (*Psidium guajava* L., família Myrtaceae) tem origem nas áreas tropicais americanas, ocorrendo de forma natural desde o México até o Sul do Brasil, sendo atualmente cultivada em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo (Pereira, 1995). No Brasil, a cultura apresenta grande importância socioeconômica, com expansão especialmente no estado de São Paulo, tanto para consumo de mesa quanto para industrialização.

A goiabeira é considerada uma planta rústica e pouco exigente em solo (Pereira e Martinez Júnior, 1986), e apesar de não ter grande porte, possui elevada capacidade produtiva (60-100 t.ha⁻¹),

segundo Natale *et al.* (1996), quando comparada a outras frutíferas.

Uma das maneiras de avaliar o potencial de desenvolvimento e a produção de uma cultura, os quais estão diretamente relacionados à eficiência de utilização da energia solar incidente sobre a planta, através do processo de fotossíntese, é por meio do "índice de área foliar" (IAF), que é a razão entre a área das folhas da planta e a área da projeção da copa (Lucchesi, 1987).

Embora não considere a distribuição das folhas no interior da copa, o IAF é um dos parâmetros biofísicos mais importantes para a caracterização da arquitetura das plantas, por computar a quantidade total de folhas na área de solo coberta pela vegetação

(Watson, 1952, citado por Antonelli e Campbellini, 1996), estimando a densidade da copa.

A área foliar total e o IAF podem variar com fatores endógenos (genótipo) e exógenos (ambiente, estação do ano, manejo do pomar, etc.) à planta. Além disso, diferenças na produção de cultivares da mesma espécie, ou de cultivar desenvolvendo-se sobre diferentes porta-enxertos, têm sido atribuídas à variação na área foliar e no IAF (Watson, 1968, citado por Pinto, 1979; Syvertsen *et al.*, 1988; Caruso *et al.*, 1997).

A área foliar da planta (AFP, somatório da área das folhas da planta), IAF e “eficiência produtiva” (EP, relação folha/produção) podem ser usadas para caracterizar a capacidade produtiva de determinado genótipo (Karikari, 1973; Alcântara *et al.*, 1991; Antonelli e Cappellini, 1996), bem como indicadoras da resposta das plantas às condições a que estão sendo submetidas (ambiente e manejo do pomar) (Leite *et al.*, 1997; Caruso *et al.*, 1997).

Normalmente, as plantas perenes formam copas densas em pouco tempo no campo. Nesse aspecto, um trabalho clássico com frutíferas perenes é o de Turrell (1961), desenvolvido na Califórnia com laranjeiras ‘Valência’. O autor determinou o número de folhas e a área foliar total por planta em árvores de 3 anos (16000 folhas e 34m²), 6 anos (37000 folhas e 59m²), 12 anos (93000 folhas e 146m²) e 29 anos (173000 folhas e 203m²) de idade. Entretanto, Davies e Albrigo (1994) ressaltam que tais valores podem mudar em função do ambiente.

O aumento do IAF reflete, até certo ponto, a maior interceptação da luz e a conseqüente maior atividade fotossintética e produção de biomassa. Porém, sob elevados valores de IAF, essa relação não se mantém, pois há um aumento do auto-sombreamento na copa, acarretando em decréscimo da taxa fotossintética média e da massa seca de frutos produzida por unidade de área foliar (Lucchesi, 1987; Caruso *et al.*, 1997).

A grandeza da área foliar fotossinteticamente ativa afeta, sobremaneira, a qualidade dos frutos (Fishler *et al.*, 1983). Em goiabeira, esse fato é relatado por Hoque, Azad e Hossaim (1989) e Amorim (1997), que verificaram aumento do comprimento, diâmetro, peso e relação polpa/miolo em frutos das cultivares Kazi Piara e Pirassununga Vermelha, em função do aumento do número de folhas suprimindo cada fruto.

Com medidas de AFP, IAF e EP, é possível avaliar efeitos ambientais e de manejo das culturas (Stone e Pereira, 1994), bem como efeitos genotípicos (Magalhães, 1979), subsidiando estudos de comparação de variedades.

Apesar de a cultura da goiabeira ter crescido sensivelmente em área no Estado de São Paulo e de a cultivar Paluma ser atualmente a mais cultivada em todo o País, não existem informações na literatura sobre a morfofisiologia dessa planta. Em vista do exposto, foi realizado um estudo com objetivo de caracterizar aspectos morfofisiológicos da goiabeira cv. Paluma, sob condições de cultivo comercial no município de Taquaritinga, Estado de São Paulo.

Material e métodos

O estudo foi desenvolvido em um pomar comercial de goiabeiras ‘Paluma’, com 10 anos de idade, situado no município de Taquaritinga-SP (21°24’S, 48°29’O e altitude de 521m). A distribuição das goiabeiras seguiu o espaçamento de 7m entre linhas e 5m entre árvores, em uma área considerada homogênea no que diz respeito às plantas (idade, porte), ao ambiente (Argissolo Vermelho-Amarelo) e ao manejo da cultura. O cultivo era destinado à produção de frutos para a indústria e de seu manejo constaram: poda anual de frutificação, entre os meses de junho e agosto, conforme procedimentos descritos por Piza Jr. (1994); adubação NPK em cobertura e, com B e Zn via foliar, nas formas preconizadas por Natale *et al.* (1996); prevenção e controle efetivo de pragas e doenças de acordo com as recomendações de Pereira (1995).

O clima da região é do tipo Cwa, de acordo com a classificação de Köppen, com precipitação pluviométrica em torno de 1350mm por ano.

Para a coleta de dados, escolheu-se 3 plantas representativas do pomar, as quais foram marcadas com auxílio de barbantes esticados sob a copa, um na direção da linha de plantio e o outro na direção ortogonal à linha de plantio, passando rente ao tronco de forma a dividir a copa em 4 quadrantes. Então, escolheu-se aleatoriamente um dos quadrantes de cada uma das 3 plantas e coletou-se todas as folhas, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas ao laboratório para as avaliações morfofisiológicas. A coleta das folhas foi realizada antes do término do período de produção de frutos, que ocorreu entre março e abril. As árvores escolhidas apresentavam a folhagem distribuída de forma equilibrada na copa, em torno do tronco, condição essa bastante comum no pomar avaliado.

Com auxílio de um aparelho integrador de áreas portátil LI-COR modelo LI-3000A, mediu-se a área foliar do quadrante amostrado e o comprimento médio das folhas (CF). Além disso, determinou-se: o número de folhas por quadrante da planta (NFQ);

o diâmetro da copa (DC), média de duas medidas perpendiculares e a produtividade do talhão, obtida através da colheita e pesagem dos frutos de 90 plantas. Essas avaliações foram adaptadas de Jahn (1979) e Caruso *et al.* (1997).

A partir desses dados, foi estimada a área foliar por planta (AFP), o número de folhas por planta (NFP) e foram calculados a área média de uma folha (AF), o índice de área foliar (IAF - área foliar de uma planta por unidade de área ocupada pela mesma) e a eficiência produtiva da planta (EP), razão entre a área foliar (AFP) e a massa de frutos produzidos (fresca e seca), adaptado de Caruso *et al.* (1997) e Leite *et al.* (1997).

Com base nas médias para as 3 plantas avaliadas foi determinado o coeficiente de variação para as características CF, AFP, NFP e AF.

Resultados e discussão

A tabela 1 apresenta a área foliar média por planta (AFP), número de folhas por planta (NFP), comprimento (CF) e área (AF) médios por folha, das goiabeiras cv. Paluma com 10 anos de idade.

Pode-se observar que a área foliar média por planta foi de 151,2m², comparativamente maior que a de pessegueiros com 4 anos de idade ou nectarineiras com 9 anos, as quais oscilaram entre 28m² e 53m² de área foliar por planta (Caruso *et al.*, 1997). Também eucaliptos, aos 3 anos de idade apresentaram área foliar menor, 47,2m² (Leite *et al.*, 1997). Entretanto, foi semelhante à área de 146,1m², apresentada por laranjeira 'Valência' com 12 anos, desenvolvendo-se na Califórnia-EUA (Turrell, 1961).

A área média por folha (AF) foi de 40,9cm² (Tabela 1), comparativamente menor que os 52,6cm² observados por Amorim (1997) em goiabeira cv. Pirassununga Vermelha com 21 anos de idade e os 53,9cm² relatados por Pinto (1979) para goiabeiras com 7 anos, propagadas através de sementes, com polinização aberta. Dada a precisão dos métodos utilizados para a determinação da área em ambos os trabalhos, "medidor de área" e "método da fotocópia", respectivamente, a diferença notada é atribuída a possíveis diferenças de técnicas de amostragem ou de genótipo. Cabe salientar que no presente estudo considerou-se o par de folhas pequenas localizado na base dos ramos, o que não ocorreu nos trabalhos citados.

O número total de folhas (NFP) observado na goiabeira, ao redor de 37 mil por planta (Tabela 1), mostrou-se bem inferior à quantidade de folhas observadas em árvores de laranjeira 'Valência' com 12 anos de idade, cerca de 93 mil folhas (Turrell,

1961). Como já comentado, a área foliar total por planta foi semelhante para essas duas culturas. Dessa forma, a diferença no número de folhas por planta reflete uma diferença no tamanho das mesmas; enquanto as folhas de laranjeira 'Valência' apresentaram 6,8cm de comprimento (Turrell, 1961), as folhas de goiabeira 'Paluma' apresentaram um comprimento médio (CF) de 11,7cm (Tabela 1).

Por outro lado, o comprimento de folhas observado no presente estudo para a cv. Paluma foi semelhante ao das folhas da goiabeira 'Pirassununga Vermelha', 11,4cm (Amorim, 1997), havendo diferença no formato das mesmas.

Tabela 1. Área foliar média por planta, número de folhas por planta, comprimento e área médios por folha, em pomar adulto de goiabeira cv. Paluma, em Taquaritinga, Estado de São Paulo.

Repetições	Área foliar média por planta (m ²)	Número de folhas por planta	Comprimento médio por folha (cm)	Área média por folha (cm ²)
Planta 1	164,9	35272	12,57	46,8
Planta 2	141,6	39285	10,72	35,9
Planta 3	147,3	36584	11,81	40,1
Média	151,2	37047	11,7	40,9
CV (%)	8,0	5,5	7,9	13,4

O IAF observado para a goiabeira cv. Paluma foi 6,7 (Tabela 2), considerado elevado, analogamente ao que ocorre com citros crescendo sob condições adequadas de cultivo, cujo IAF pode atingir valores de 9 a 11, dependendo do porta-enxerto utilizado (Syvertsen *et al.*, 1988). Há relatos na literatura de índices de área foliar considerados ideais para determinadas culturas como, por exemplo, o valor de 3,2 tido como ótimo para a soja; 5 para o milho; 6 a 8,8 para o trigo; 4 a 7 para o arroz (Yoshida, 1972, citado por Lucchesi, 1987). Não há, porém, informações para goiabeiras.

Conforme Lloyd e Howie (1989), laranjeiras 'Washington Navel' desenvolvendo-se sob condições climáticas do tipo Mediterrâneo, na Austrália, com grande variação na produção, e IAF entre dois e quatro apresentaram eficiência produtiva de 0,44m² de folha necessários para produzir um quilograma de fruto fresco. Syvertsen (1999) relatou uma menor eficiência produtiva em tangerineiras, 0,91m².kg⁻¹, entretanto, maior do que a eficiência verificada em toranjeiras, 2,22m² de folhas por quilograma de fruto fresco produzido (Fishler *et al.*, 1983) e em laranjeira 'Valência' com 12 anos de idade, 2,3m².kg⁻¹ (Turrell, 1961).

Caruso *et al.* (1997), trabalhando com pessegueiros 'Flordaprince' enxertados sobre dois diferentes porta-enxertos, GF 667 (*Prunus persica* x *Prunus amygdalus*) e MrS 2/5 (*Prunus cerasifera* polinização livre), verificaram área foliar de 28 e

53m² por planta, IAF de 2,5 e 4,6 e, eficiência produtiva de 2,26 a 3,14m² de folha por kg de fruto produzido, na combinação mais vigorosa ('Flordaprince'/GF 667) e menos vigorosa ('Flordaprince'/MsR 2/5), respectivamente, 4 anos após a enxertia.

Nos resultados apresentados na Tabela 2, constata-se uma alta eficiência produtiva da goiabeira 'Paluma', 0,467m² de folhas por kg de frutos frescos produzidos, reflexo da elevada produtividade registrada no pomar, 92,5 t.ha⁻¹. Dessa forma, a goiabeira mostrou-se mais eficiente que as espécies arbóreas frutíferas supracitadas, exceto a laranja 'Washington Navel' na Austrália, desenvolvendo-se sob condições que talvez não retratem as condições de cultivo comercial, tendo-se em vista os baixos valores de IAF associados.

Tabela 2. Índice de área foliar, produção por planta e "eficiência produtiva" (ambas na base fresca e na base seca), em pomar adulto de goiabeira cv. Paluma, em Taquaritinga, Estado de São Paulo.

Índice de área foliar	Produção por planta		Eficiência produtiva	
	base fresca	base seca*	base fresca	base seca*
	(kg.planta ⁻¹)		(m ² .kg ⁻¹)	
6,7	323,7	49,5	0,467	3,054

*obtida com base no teor de umidade dos frutos, 84,7%, determinado em estufa (102-106°C).

Segundo Goldschmidt e Golomb (1982) e Syvertsen (1999), as folhas de citrus têm relativamente alta capacidade de absorção de luz solar. Entretanto, o IAF das plantas pode ser muito maior do que aquele requerido para absorver toda a radiação disponível. A área foliar extra, provavelmente, tem pequeno potencial de exportação de fotossintatos, podendo constituir-se em um importante compartimento de estocagem para carboidratos e nitrogênio.

A elevada produtividade obtida no pomar em estudo (Tabela 2) pode indicar, também, uma alta efetividade na absorção de luz e assimilação de CO₂ pelas folhas da goiabeira e que, provavelmente, o IAF relacionado a esse rendimento esteja próximo do ideal para que a planta expresse seu potencial produtivo, tendo-se em vista a média de produção da cultura no estado de São Paulo, 34 t.ha⁻¹, e no Brasil, 19 t.ha⁻¹ (Agrianual, 2002).

Considerando-se que, sob sistema de cultivo destinado à indústria, um fruto de 'Paluma' pesa em média 200g (Pereira, 1995), são necessários 0,117m² de folha para produzi-lo ou cerca de 29 folhas, numa relação folha:fruto 29:1.

Em goiabeiras da cultivar Pirassununga Vermelha, o peso dos frutos oscilou entre 119 e 178g, com a variação da relação folha:fruto de 6:1 a 42:1, através do raleio de frutos (Amorim, 1997). Na

Índia, Hoque et al. (1989) verificaram frutos de goiabeira 'Kazi Piara' com peso de 179g até 437g, conforme o nível de raleio de frutos efetuado, desde a ausência do raleio (14 folhas:fruto) até o correspondente a 125 folhas para cada fruto, respectivamente. Nota-se, assim, diferenças entre as cultivares quanto à quantidade de folhas necessária para produzir um fruto com determinada massa. Isso está relacionado ao ambiente, à morfologia e mesmo à eficiência produtiva das plantas.

Outro aspecto que merece destaque é que a superfície foliar das plantas cultivadas é, em muitas ocasiões, utilizada como interface para a complementação do suprimento de nutrientes necessários ao seu adequado desenvolvimento e produção, através da adubação foliar. Contudo, não obstante a elevada área de superfície foliar observada nas goiabeiras 'Paluma', adubações foliares não são necessariamente bem sucedidas (Natale et al., 1999), provavelmente devido à completa ausência de estômatos na superfície adaxial das folhas (Moro et al., 1999).

Conclusão

A goiabeira cultivar Paluma apresentou área foliar por planta de 151,2m², índice de área foliar (IAF) de 6,7 e "eficiência produtiva" de 0,467 e 3,054m² de área foliar necessários para produzir 1kg de fruto, na base fresca e seca, respectivamente.

Referências

- AGRIANUAL. *Anuário da agricultura brasileira*. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2002.
- ALCÂNTARA, V. B. et al. Algumas medidas morfofisiológicas em seis cultivares de *Panicum maximum* Jacq. *Rev. Agric.*, Piracicaba, v.66, n.1, p.47-63, 1991.
- AMORIM, D. A. *Efeito do tamanho da fonte, em brotações frutíferas de goiabeiras (Psidium guajava L.), no crescimento e na qualidade dos frutos produzidos na entressafra*. 1997. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.
- ANTONELLI, M.; CAPPELLINI, P. Relationship between LAI and tree architecture in peach tree genotypes differing for habit. *Acta Hort.*, Avignon, n.416, p.155-161, 1996.
- CARUSO, T. et al. Rootstock influences seasonal dry matter and carbohydrate content and partitioning in above-ground components of 'Flordaprince' peach trees. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, Alexandria, v.122, n.5, p.673-679, 1997.
- DAVIES, F. S.; ALBRIGO, L. G. Environmental constraints on growth, development and physiology of citrus. In: DAVIES, F. S.; ALBRIGO, L. G. (Ed.). *Citrus*. Wallingford: CAB International, 1994. p.52-82.
- FISHLER, M. et al. Leaf area and size on girdled grapefruit

- branches. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, Alexandria, v.108, n.2, p.218-221, 1983.
- GOLDSCHMIDT, E. E.; GOLOMB, A. The carbohydrate balance of alternate bearing citrus trees and the significance for reserves for flowering and fruiting. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, Alexandria, v.107, n.2, p.206-208, 1982.
- HOQUE, A. *et al.* Effect of leaf-fruit ratio on size, yield and quality of fruits of guava (*Psidium guajava* L.) cv. Kazi Piara. *Thai J. Agric. Sci.*, Cambridge, v.22, n.4, p.374-353, 1989.
- JAHN, O. L. Penetration of photosynthetically active radiation as a measurement of canopy density of citrus trees. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, Alexandria, v.104, n.4, p.557-560, 1979.
- KARIKARI, S. K. Estimation of leaf area in papaya (*Carica papaya*) from leaf measurements. *Trop. Agric.*, Trinidad, v.50, n.4, p.346, 1973.
- LEITE, F. P. *et al.* Crescimento de *Eucalyptus grandis* em diferentes densidades populacionais. *Revista Árvore*, Viçosa, v.21, n.3, p.313-321, 1997.
- LLOYD, J.; HOWIE, H. Response of orchard 'Washington Navel' orange, *Citrus sinensis* (L.) Osbeck to saline irrigation water. I: Canopy characteristics and seasonal patterns in leaf osmotic potential, carbohydrates and ion concentrations. *Aust. J. Agric. Res.*, Melbourne, v.40, n.2, p.359-369, 1989.
- LUCCHESI, A. A. Fatores da produção vegetal. In: CASTRO, P. R. C. *et al.* *Eco-fisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p.1-12.
- MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, J.G. *Fisiologia vegetal*, 1979. v.1, p.331-350.
- MÔRO, F. V. *et al.* Relationships between leaf morphology and efficiency of foliar application of nutrients in guava (*Psidium guajava* L.). *Acta Microsc.*, Caracas, v.8, n.2, p.33-36, 1999.
- NATALE, W. *et al.* Absorption et redistribution de ³²P appliqué sur feuille de goyavier. *Fruits*, Montpellier, v.54, n.1, p.23-29, 1999.
- NATALE, W. *et al.* *Goiabeira: calagem e adubação*. Jaboticabal: Funep, 1996.
- PEREIRA, F. M. *Cultura da goiabeira*. Jaboticabal: Funep, 1995.
- PEREIRA, F. M.; MARTINEZ JUNIOR, M. *Goiabas para industrialização*. Jaboticabal: Legis Summa, 1986.
- PINTO, A. C. Q. Comparação de métodos de determinação da área foliar em goiabeira (*Psidium guajava* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5., 1979, Pelotas. *Anais...* Pelotas: SBF, 1979. p.246-252.
- PIZA Jr., C. T. *A poda da goiabeira de mesa*. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1994. 30p. (Boletim Técnico, 222).
- STONE, L. F.; PEREIRA, A. L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão: efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar no crescimento, desenvolvimento radicular e consumo d'água do arroz. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 29, n. 7, p.1577-1592, 1994.
- SYVERTSEN, J. P. Physiological determinants of citrus tree growth and development. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FRUTICULTURA, 1, 1999, Botucatu. *Palestra...* Botucatu: Unesp. 1999. p.123-160.
- SYVERTSEN, J. P. *et al.* Salinity and drought stress effects on foliar ion concentrations, water relations and photosynthetic characteristics of orchard citrus. *Aust. J. Agric. Res.*, Melbourne, v.39, n.4, p.619-626, 1988.
- TURRELL, F.M. Growth of the photosynthesis area of citrus. *Bot. Gaz.*, Chicago, v.122, n.3, p.284-298, 1961.

Received on February 21, 2003.

Accepted on October 16, 2003.