

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE ÁREA FOLIAR EM *Chrysobalanus icaco* L.

Jorge Luis Xavier Lins Cunha

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido UFERSA
E-mail: cunhajlx@gmail.com

Paula Gracielly Morais Lima do Nascimento

Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido UFERSA
E-mail: paula_gracielly@hotmail.com

Hélida Campos de Mesquita

Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido UFERSA
E-mail: helida_campos25@yahoo.com.br

Marcio Gledson Oliveira da Silva

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido UFERSA
E-mail: marcio_gledson@yahoo.com.br

Jeferson Luiz Dallabona Dombroski

Professor do Departamento de Ciências Vegetais-DCV- Universidade Federal Rural do Semi-Árido UFERSA
E-mail: jerfeld@oi.com.br

Ítalo Nunes Silva

Tecnólogo em Irrigação e Drenagem, Mestrando em Fitotecnia, UFERSA, Mossoró/RN
E-mail: italonunessilva@gmail.com

RESUMO - Com o objetivo de avaliar seis métodos para determinação da área foliar em guajurú (*Chrysobalanus icaco* L.), realizou-se um experimento na biofábrica da Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), em Mossoró-RN. Para a realização deste experimento foram coletadas aleatoriamente, 30 folhas de plantas nativas do litoral alagoano. Coletadas as folhas, a área foliar foi obtida pelos seguintes métodos: Dimensões lineares (Comprimento X Largura); discos foliares; imagem digital (scanner); integrador de área foliar (AM 300), quadrados (1cm x 1cm) e massa fresca. Os métodos do integrador de área portátil e dos quadrados foram os que apresentaram maior eficiência, seguido do método dos discos, já o comprimento x largura e a massa fresca das folhas não foram precisos na determinação da área foliar.

Palavras-chave: guajurú, determinação, fruta nativa.

COMPARISON OF METHODS OF LEAF AREA IN CHRYSOBALANUS ICACO *Chrysobalanus icaco* L.

ABSTRACT - Aiming to evaluate six methods for determining leaf area in *Chrysobalanus icaco* L., there was an experiment in biofactory Rural Federal University of Semi-arid (UFERSA) in Mossoró-RN. To perform this experiment were randomly collected, 30 leaves of plants native to the coast of Alagoas. Collected leaves, leaf area was obtained by the following methods: linear dimensions (length X width), leaf discs, digital imaging (scanner), a leaf area meter (AM 300), squares (1cm x 1cm) and fresh pasta. The methods of integrating mobile and area of squares presented the highest efficiency, followed by the method of discs, since the length x width, and fresh weight of leaves were not accurate in determining the leaf area.

Keywords: guajurú, determination, native fruit.

INTRODUÇÃO

No Brasil, diversas espécies frutíferas silvestres apresentam um bom potencial para exploração comercial. Dentre estas espécies, destaca-se o Guajurú (*Chrysobalanus icaco* L.), encontrado ao longo do litoral, nas praias marítimas e em terrenos arenosos nas margens de rios e lagos de água salina (SANTANA; SILVA, 2000). São comumente utilizados como tira gosto pelos

pescadores em todo o litoral, e devido ao seu potencial frutífero (para consumo "in natura" ou industrialização), ornamental ou florestal (SANCHOTENE, 1989; MIELKE *et al.*, 1990; RASEIRA; RASEIRA, 1989), vem realizando trabalhos com o objetivo de viabilizar o seu cultivo econômico.

O Guajurú (*Chrysobalanus icaco* L.), também conhecido como "ameixa do coco", "icaco", "agirú", é um arbusto sempre-verde, médias ou, raramente, sai de uma árvore pequena com ronda Scortum, verde escuro, de forma oval (BARBOSA *et al.*, 2006). A espécie é nativa das zonas costeiras da Flórida Sul, Bahamas e através do Caribe. Ele também é encontrado através da América Central e do Sul, incluindo México, Equador e Brasil Setentrional, bem como África tropical (LITTLE *et al.*, 1974).

A área foliar representa o aparato de interceptação de luz para a fotossíntese e é uma característica utilizada em análises do crescimento vegetal. Sua avaliação durante todo o ciclo da cultura é de extrema importância para que se possa modelar o crescimento e o desenvolvimento da planta e, em consequência, a produtividade e a produção total da cultura (TERUEL, 1995). A partir da estimativa da área foliar é possível chegar a algumas variáveis ecofisiológicas como razão de área foliar, taxa assimilatória líquida, taxa de crescimento foliar relativo, entre outras, que permitem inferir sobre eficiência fotossintética, padrões de crescimento e desenvolvimento e quantificação de variações no crescimento das plantas devido a diferenças genéticas ou ambientais (FONSECA; CONDÉ, 1994).

Existem inúmeras possibilidades para se determinar a área foliar e normalmente é utilizada a técnica destrutiva para medir a área da folha (Bianco *et al.*, 2002), no entanto, a busca de métodos fáceis de serem executados, rápidos e não-destrutivos que estimem a área foliar com precisão torna-se importante para avaliar o crescimento das plantas nas condições de campo. Segundo NORMAN; CAMPBELL (1989), o uso de medidores automáticos e a medida a partir das dimensões da folha ou

a partir das relações de peso da mesma constituem-se em métodos que podem ser utilizados para a determinação da área foliar.

Entre os métodos não-destrutivos estão aqueles que estimam a área foliar verdadeira através de medidas lineares tomadas nas folhas (comprimento x maior largura); através da equação de regressão linear entre as medidas lineares tomadas na folha e um método padrão, realizado em laboratório (BARROS *et al.*, 1973; PINTO *et al.*, 1979) ou através de um fator de correção (K), calculado através do quociente entre o somatório das áreas calculadas pelo método padrão e o somatório das áreas calculadas pelas medidas lineares das folhas (BARROS *et al.* 1973).

Entre os métodos destrutivos ou de laboratório estão o método dos discos foliares, onde a área foliar real é estimada através de vazadores com área conhecida e do peso do restante da folha; o método da pesagem das silhuetas, onde é feita a comparação entre o peso de uma área conhecida de papel com densidade definida e os pesos das silhuetas das folhas sobre os mesmos e o método da medição direta, realizada com uso de medidores automáticos de área foliar (automatic area meter) ou planímetro (HUERTA, 1962; PINTO *et al.*, 1979; REIS; MÜLLER, 1979; LUCCHESI, 1984; BENINCASA, 1988).

O uso de imagens digitalizadas para medida da área foliar é uma alternativa aos métodos citados. Entretanto, a dificuldades deste método e a necessidade de um programa computacional (software) capaz de processar a imagem e calcular a área desejada, uma vez que estes geralmente são de custo elevado (GODOY *et al.*, 2007). Além do mais os resultados obtidos por este método devem ser comparados a um método tradicional de determinação da área foliar (EINHARDT; FERREIRA, 2008).

O objetivo deste trabalho foi comparar medidas de área foliar, obtidas por diferentes métodos, tanto destrutivos como não-destrutivos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na biofabrica da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizado na cidade de Mossoró. Com base na amostra de 30 folhas coletadas aleatoriamente de plantas de guajuru do litoral Alagoano, estimou-se a área foliar utilizando-se cinco métodos, para verificar a exatidão dos mesmos.

Todas as folhas foram numeradas para não ocorrer erro de amostragem. Os métodos utilizados foram:

- Método do comprimento x largura – Utilizando-se a medição do comprimento (C) e largura (L)

das folhas individualmente, utilizando uma régua graduada em milímetros. O comprimento correspondeu à distância entre a base distal do pecíolo e a extremidade do folíolo terminal, assim como a largura à distância do limbo entre os dois maiores folíolos adjacentes, ambos expressos em centímetro (cm).

- Método dos discos foliares - utilizando-se um vazador com área conhecida, foram destacados discos foliares das porções basal, mediana e apical do limbo foliar, evitando-se a amostragem da nervura central, conforme estudos de HUERTA (1962) e GOMIDE et al. (1977).. Através da área conhecida dos discos foliares destacados, do peso dos mesmos e do peso da folha, tomados através de uma balança analítica, foi estimada a área foliar total.
- Método do Scanner - Utilizou-se um digitalizador de imagens (Scanner), acoplado a um microcomputador, onde a imagem foi analisada pelo software Sigmascan® para a realização do cálculo da área, considerando somente os pontos pretos referentes aos folíolos ou discos.
- Método do integrador de área portátil - A área foliar individual foi lida com um medidor de área modelo LI-Cor AM 300.
- Método dos quadrados – Utilizou-se quadrados desenhados de 1cm² em uma prancheta transparente, onde colocávamos por cima das folhas e contava o número de quadrados (acima de 50%) que a folha ocupava. Com a área conhecida de um quadrado fez-se a multiplicação pelo número de quadrados para obter a área total (Kvet e Marshall, 1971).
- Método da massa fresca - A massa das folhas foi definida como o peso das folhas medida em balança de precisão de 0,001 g, fazendo com que a área foliar fossem definidas de forma direta.

Os dados foram submetidos à análise de regressão. Para a escolha da equação que pudesse estimar a área foliar em função das dimensões foliares, procederam-se estudos de regressão utilizando o modelo linear $Y = ax$. O valor Y estima a área do limbo foliar em função de X , cujos valores foram determinados pela análise de imagens obtidas por escâner. Os cinco primeiros métodos avaliados foram comparados com o método de referência (escâner), com base no critério de coeficiente de determinação (R^2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os gráficos dos modelos de calibração, estabelecendo-se a relação entre o escaner (referência) com os demais métodos e o padrão de dispersão dos desvios observados em cada um dos métodos alternativos, são apresentados nas Figuras 1 a 5.

Comparando-se o método das dimensões lineares (comprimento x Largura) com o método padrão do Scanner, podemos verificar que o coeficiente de determinação de área foliar obtido foi de 0,76, com um ajuste não satisfatório dos pontos à reta, com o coeficiente de determinação ($R^2 = 0,7481$), demonstrando que o método não apresentou resultados satisfatórios na determinação da área foliar para esta espécie (Figura 1).

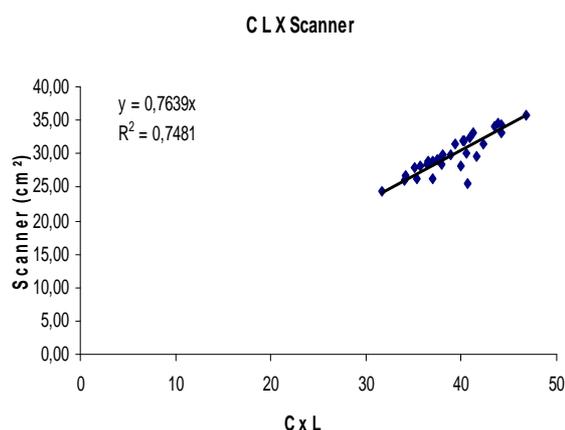


Figura 1: Representação gráfica da área foliar de (*Chrysobalanus icaco* L.) e da equação de regressão indicada para a estimativa da área foliar, em função do produto comprimento (C) pela largura (L) máxima do limbo foliar.

A execução do método ocorre sem dedicar muita atenção às diferenças de forma das folhas, somente as dimensões lineares, o que reduz a precisão. Segundo Monteiro et al., (2005) Isso reflete a limitação prática inerente ao método que é, na verdade, a maior desvantagem do seu uso, que é a dificuldade de se realizar medidas em um número grande de folhas ou plantas. Por outro lado, a vantagem desse método é sua possibilidade de uso com um mínimo de recursos, além de ser utilizado como método não destrutivo. A mudança de formato da folha até seu completo desenvolvimento é a explicação para o fato de os modelos lineares não apresentarem bom ajuste, mesmo quando incluem as duas dimensões (L e C) como variáveis independentes (MALDANER, 2009).

Com relação ao método dos discos foliares, foi verificado que o coeficiente de determinação de área foliar foi de 0,99, com um ajuste satisfatório dos pontos à reta, com o coeficiente de determinação ($R^2 = 0,9783$), como podemos verificar na figura 2, onde os pontos se adéquam perfeitamente a reta. No entanto, para a obtenção da área foliar é necessário multiplicar a área determinada pelo método dos discos por um fator de correção, o qual tem por finalidade reduzir erros devido à escolha desuniforme das folhas e ponto inadequado de amostragem, o que pode superestimar ou subestimar a área foliar. Segundo (Mielke et al., 1995) trabalhando com fruteiras nativas verificou que o método dos discos foliares subestimou as áreas foliares nas espécies em que foi testado. Já Huck & Bolas (1956), citado por HUERTA (1962), afirma que existe uma variação decrescente do peso da lâmina e da nervura central desde a base até o ápice. Desta forma, recomenda a observação do método a ser empregado, devido à variabilidade e de acordo com a espécie utilizada, as características morfológicas em estudo, devendo sempre ser comparado a outros métodos.

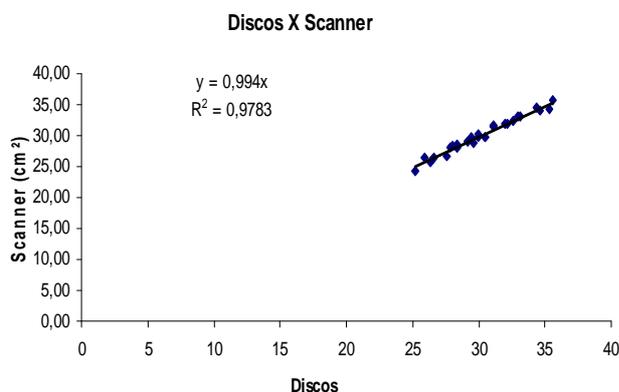


Figura 2: Representação gráfica da área foliar de (*Chrysobalanus icaco* L.) e da equação de regressão indicada para a estimativa da área foliar, em função dos discos foliares do limbo.

Já o método do integrador portátil apresentou excelente ajuste dos pontos a reta, com $R^2 = 0,97$ e coeficiente igual a 1, não precisando ser feita a correção do valor da área foliar para essa espécie (Figura 3). Utilizando-se o integrador de área foliar na cultura da laranja, Godoy et al., (2007), obteve uma excelente estimativa da área com esse método. Apesar de muito preciso, esse método apresenta certas desvantagens, como não poder ser utilizado quando se estima área em folhas de limbo com grandes dimensões, devido o tamanho do leitor do aparelho, além de ser um método destrutivo.

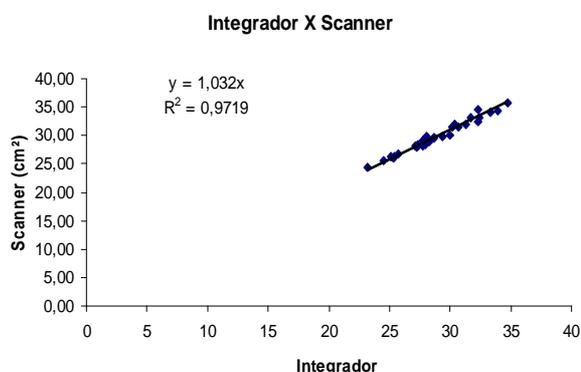


Figura 3: Representação gráfica da área foliar de (*Chrysobalanus icaco* L.) e da equação de regressão indicada para a estimativa da área foliar, em função do integrador portátil de área foliar.

O método dos quadrados não apresentou necessidade de correção da área foliar, pois o coeficiente foi igual a 1, porém o $R^2 = 0,84$, não apresentando um bom ajuste dos pontos a reta (Figura 4). Isso devido ao formato arredondado das folhas que não preenche uniformemente os quadrados. Outro motivo é a desuniformidade com relação ao tamanho das folhas e na área dos quadrados amostrados, pois quanto menor a área maior a precisão, já que a folha ocupava maior número de quadrados, sendo mais representativo da área real.

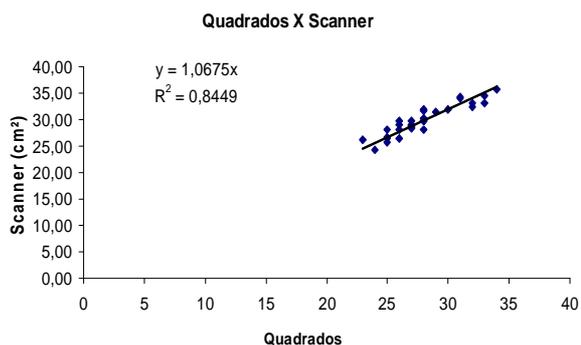


Figura 4: Representação gráfica da área foliar de (*Chrysobalanus icaco* L.) e da equação de regressão indicada para a estimativa da área foliar, em função dos quadrados de área conhecida.

A área foliar estimada de forma direta pela massa foi o método que apresentou o maior coeficiente (29,604) e o menor R^2 (0,2390), assim verificou-se que o método não foi eficiente na determinação da área foliar do Guajurú, já que é inviável estabelecer uma relação direta

entre massa e área foliar, o que compromete a precisão desse método (Figura 5). Poucos trabalhos utilizam a massa fresca para determinação da área foliar. Na cultura do algodoeiro, Monteiro et al. (2005), utilizando massa seca na determinação da área foliar, obteve resultados com ótima exatidão e precisão e erros inferiores a 2%, desde que as folhas fossem separadas por tipos, já que no algodão possui um dimorfismo foliar.

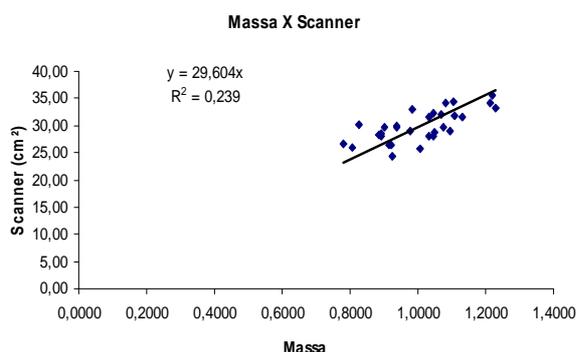


Figura 5: Representação gráfica da área foliar de (*Chrysobalanus icaco* L.) e da equação de regressão indicada para a estimativa da área foliar, em função da massa da folha.

Com relação à eficiência, observaram-se melhores resultados para os métodos do integrador portátil e dos quadrados, já que não necessitaram de fatores de correção, além dos R^2 apresentarem valores próximos a 1, o que comprova a precisão da área foliar obtida. Apesar de ter necessitado de correção, o método dos discos apresentou resultado satisfatório, com precisão semelhante aos métodos anteriores, além de apresentar uma maior praticidade de execução.

Analisando-se o método do comprimento X largura, observa-se que apesar de ser um método não destrutivo e de fácil execução, não apresenta boa precisão necessitando de um fator de correção, porém na indisponibilidade de métodos mais precisos este pode ser utilizado, desde que use o fator de correção. A massa não deve ser indicada como método de determinação da área foliar, já que apresenta baixa precisão.

CONCLUSÕES

Conclui-se que os métodos do integrador de área portátil e dos quadrados foram os que apresentaram maior eficiência, seguido do método dos discos, e que os métodos de comprimento x largura e a massa fresca das folhas não foram precisos na determinação da área foliar.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, W. L. R.; PERES, A.; GALLORI, S.; VINCIERI, F. F. Determinação de derivados de miricetina em *Chrysobalanus icaco* L. (Chrysobalanaceae) **Rev. bras. farmacogn.** vol.16 no.3 João Pessoa July/Sept. 2006.

BARROS, R.S.; MAESTRI, M.; VIEIRA, J.; BRAGA FILHO, L.J. Determinação da área foliar em café (*Coffea arabica* L. cv. 'Bourbon Amarelo'). **Revista Ceres**, Viçosa, v.20, n.107, p.44-52, 1973.

BENINCASA, M.M.P. **Análise do crescimento de plantas.** Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42p.

BIANCO S; PITELLI RA; CARVALHO LB. 2002. Estimativa da área foliar de Cissampelos glaberrima usando dimensões lineares do limbo foliar. **Planta Daninha**, 20: 353-356.

EINHARDT, Patrícia Milech¹; FERREIRA, Otoniel Geter Lauz². Validação de um método digital para determinação de área foliar. XVII Congresso de iniciação científica e X encontro de Pós-Graduação. Conhecimentos sem Fronteiras. **Anais.** Novembro de 2008. Pelotas/RS

FONSECA, C. E. L. DA & CONDÉ, R. DE C.C. Estimativa da Área Foliar em mudas de Mangabeira (*Hancornia speciosa* Gom.). **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, 29(4): 593-599, 1994.

GODOY, L. J. G. de; YANAGIWARA, R. S.; BÔAS, R. L. V.; BACKES, C.; LIMA, C. P. de. Análise da imagem digital para estimativa da área foliar em plantas de laranja "Pêra". **Rev. Bras. Frutic.** vol.29 no.3 Jaboticabal 2007.

HUERTA, A.S. Comparación de métodos de laboratorio y de campo para el área del café. **Cenicafé.** Chinchiná, v.13, n.1, p.33-42. 1962.

KVET, J.; MARSHAL, J.K. Assessment of leaf area and other assimilating plant surfaces. In: CATZK, J.; JARVIS, P. G. (Ed.). **Plant photosynthetic production: manual of methods.** The Hague: Junk, 1971. p. 517-575.

LUCCHESI. A.A. Utilização prática da análise de crescimento vegetal. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**. Piracicaba, v.41. p.181-202. 1984.

REIS, G. G. & MULLER, M. W. **Análise de crescimento de plantas na mensuração do crescimento.** Belém: CPATU, 1979. 35p.

SANTANA, L. M.; SILVA, A. F. Características do solo do litoral onde ocorre o Guajurú (*Chrysobalanus icaco* L.) e os teores de N, P, K e Na nos órgãos desta espécie. **Revista Ceres**, 47 (270): 169-179, 2000. (a)

NORMAN, J.M.; CAMPBELL, G.S. Canopy structure. In: PEARCY, R.W.; EHLERINGER, J.R.; MOONEY, H.A.; RUNDEL, P.W. **Plant physiological ecology** - field methods and instrumentation. London: Chapman and Hall, 1989. p.301-325.

PINTO, A.C.Q.; HOSTALACIO, S.; GOMIDE, M.B.; OLIVEIRA, L.E.M. Comparação de métodos de determinação da área foliar na cultura da goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Ciência e Prática**, Lavras, v.3, n.1, p.58-62, 1979.

TERUEL, D.A. Modelagem do índice de área foliar de cana-de-açúcar em diferentes regimes hídricos. Piracicaba, ESALQ, 1995, 93 p (**Tese mestrado**)

MALDANER, I. C.; HELDWEIN, A. B.; LOOSE, L. H. ; LUCAS, D. D. P.; GUSE, F. I.; BORTOLUZZI, M. P. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**. Santa Maria-RS v.39, n.5, p.1356-1361. 2009.

MIELKE, M.S.; HOFFMANN, A; ENDRES, L.; FACHINELLO, J.C. Comparação de métodos de laboratório e de campo para a estimativa da área foliar em fruteiras silvestres. **Sci. Agric.**, Piracicaba, p. 85-88. 1995.

MONTEIRO, J. E. B. A.; SENTELHAS, P. C.; CHIAVEGATO, E. J.; GUISELINI C.; SANTIAGO, A. V.; PRELA, A. Estimação da área foliar do algodoeiro por meio de dimensões e massa das folhas. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.1, p.15-24, 2005.