

MÉTODOS DE MENSURAÇÃO DE ÁREA FOLIAR PARA A CULTURA DA COUVE-FOLHA

M. G. B. Oliveira¹, P. C. Viana², B. S. Damasceno³, W. S. Carvalho⁴,
T. M. Soares⁵, T. A. D. Oliveira⁶

RESUMO: Objetivou-se com esse estudo comparar métodos de mensuração de área foliar, para a cultura da couve-folha. Avaliou-se a precisão de três métodos de mensuração considerando-se a folha como um todo e apenas o limbo. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e 42 repetições. Foram colhidas 42 folhas de couve aos 105 DAT, uma folha por planta, sendo, esta, a sexta folha totalmente expandida nas quais fazia-se as medidas de área foliar através de cada método. Os tratamentos corresponderam aos seguintes métodos: discos foliares, modelo matemático proposto a partir de medidas lineares e integrador de área foliar portátil tipo *scanner*, sendo, estes, comparados com o método padrão (*scanner*), conforme o coeficiente de correlação linear (r). O método do modelo matemático a partir de medidas lineares é mais preciso para a cultura da couve-folha, quando as medições são realizadas considerando o limbo e o pecíolo, por outro lado quando se considera apenas o limbo o método dos discos apresenta uma maior correlação em relação ao método padrão. Recomenda-se a utilização do método de medidas lineares uma vez que abrange toda a folha e pode ser considerado um método não destrutivo.

PALAVRAS-CHAVE: *Brassica oleracea* var. *acephala*, medidas lineares, modelo matemático

METHODS OF MEASUREMENT OF FOLIAR AREA FOR CULTURE OF CABBAGE

ABSTRACT: The objective of this study was to compare leaf area measurement methods for cabbage leaf culture. The accuracy of three methods of measurement was evaluated considering the leaf as a whole and only the limbus. A completely randomized design with three treatments

¹Acadêmico em Agronomia, UFRB, Caixa Postal 118, CEP 44380-000, Cruz das Almas, BA. Fone (75) 8161-3668. Email: mateugerardi@gmail.com;

²Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFRB-Cruz das Almas-Bahia. Email: paulinhatmgm@hotmail.com;

³Acadêmica em Agronomia, UFRB-Cruz das Almas-Bahia. Email: beatrizd001@hotmail.com;

⁴Acadêmica em Agronomia, UFRB-Cruz das Almas-Bahia. Email: weylacarvalho@hotmail.com;

⁵Prof. Doutor, NEAS/CCAAB/UFRB. Cruz das Almas-Bahia. Email: talesmiler@gmail.com;

⁶Acadêmica em Agronomia, UFRB-Cruz das Almas-Bahia. Email: taiseoliveira85@gmail.com.

and 42 replications was used. A total of 42 leaves of cabbage were harvested at 105 DAT, one leaf per plant, being the sixth leaf fully expanded in which leaf area measurements were made through each method. The treatments corresponded to the following methods: leaf discs, mathematical model proposed from linear measurements and portable leaf area integrator type scanner, being these, compared to the standard method (scanner), according to linear correlation coefficient (r). The method of the mathematical model from linear measurements is more precise for the culture of the leaf kale, when the measurements are made considering the limbus and the petiole, on the other hand when considering only the limbo the method of the discs presents a higher correlation In relation to the standard method. It is recommended to use the linear measures method as it covers the entire sheet and can be considered a non-destructive method.

KEYWORDS: *Brassica oleracea* var. *Acephala*, linear measurements, mathematical model

INTRODUÇÃO

A couve-folha (*Brassica oleracea* var. *acephala*) tem como característica, caule rígido e eficaz na sustentação da planta, emitindo novas folhas seguidamente. Essas por sua vez, possuem limbo bem desenvolvido e arredondado, com um longo pecíolo e nervuras acentuadas (Filgueira, 2003).

A produção da couve-folha tem um valor econômico de grande expressão no Estado de São Paulo, de tal forma que esta Região é considerada uma das maiores produtoras de couve-folha do país. No ano de 2006, o Estado de São Paulo produziu 1.200 ha de couve-folha, passando a 1.424 ha em 2007, produzindo 26,7 e 28,8 toneladas por hectare, respectivamente (Camargo et al., 2008). Uma característica importante a ser destacada é que a área foliar é, também, o produto de interesse econômico da cultura da couve-folha, constituindo-se em importante parâmetro para quantificar a sua produção.

Em termos de produtividade, a fotossíntese é um fator extremamente importante e dependente da interceptação da energia luminosa, que por sua vez depende do índice de área foliar (IAF), que emite a relação entre a área das folhas e a área ocupada pela planta (Rouphael et al., 2007; Maldaner et al., 2009). A área foliar tem sua importância por ser uma variável de crescimento indicativa da produtividade, visto que o processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e sua conversão em energia química, sendo este um processo que ocorre diretamente na folha (Taiz & Zeiger, 2013).

Há muitas formas de medir-se a área foliar de uma cultura, mas a maioria são inadequadas por tornar-se destrutivas ou serem dependentes de aparelhos encontrados em laboratórios, além de exigirem uma mão de obra excessiva (Lucena et al., 2011).

As relações determinadas entre certas medidas lineares da folha e sua área, ou usando integradores de área portáteis, são alguns dos métodos mais utilizados na determinação da área foliar de cultivos agrícolas (Sbrissia & Silva, 2008). Esses instrumentos não são fabricados no Brasil, por isso possuem um preço elevado, e manutenção dificultada. Outro impasse é o fato de alguns desses equipamentos terem dimensões que acabam por limitar a leitura em folhas maiores (Godoy et al., 2007).

Alguns estudos vêm mostrando a viabilidade em mensurar a área foliar através de medidas lineares do limbo no desenvolvimento das culturas (Rouphael et al., 2007; Ramos et al., 2008).

Avaliar o desenvolvimento da área foliar, serve de investigação no que diz respeito a adaptação a novos ambientes, tratamentos culturais, efeitos de manejo e ataques de doenças (Monteiro et al., 2005), além disso, trata-se de uma importante medida morfológica para avaliação e acompanhamento do crescimento vegetal, onde essa está diretamente ligada a produção de matéria seca das plantas. Baseado no exposto, objetiva-se com esse estudo comparar métodos de mensuração de área foliar, para a cultura da couve-folha.

MATERIAL E MÉTODOS

As folhas de couve utilizadas no experimento foram coletadas em plantas da área experimental do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB, na cidade de Cruz das Almas-BA, cujas coordenadas geográficas são 12°40'19" de latitude Sul, 39°06'23" de longitude Oeste e altitude de 225 m. Segundo a classificação de Köppen, com a então modificação proposta por Alvares et al. (2013), o clima é tipo tropical quente e úmido (Af), em que, praticamente não há estação seca.

As plantas utilizadas para coleta, estavam sendo cultivadas em sistema hidropônico do tipo NFT, em ambiente protegido. A coleta ocorreu aos 105 dias após o transplântio (DAT), foram colhidas 42 folhas, sendo uma folha por planta. A folha escolhida correspondia a 6ª folha totalmente expandida, em que se realizou as medidas de área foliar através de cada método, considerando a folha como um todo e apenas o limbo. A sexta folha expandida foi escolhida para fins de padronização na avaliação, pois esta folha segundo Azevedo et al. (2016), sempre

apresenta grau de desenvolvimento similar na maioria dos genótipos de couve. A cultivar utilizada foi a 'Top Bunch' da SAKATA.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e 42 repetições. Os tratamentos foram formados pelos seguintes métodos de mensuração de área foliar: discos foliares, modelo matemático proposto a partir de medidas lineares e integrador de área foliar portátil tipo *scanner* modelo CI-202, todos os métodos foram comparados com o método padrão (*scanner*), conforme o coeficiente de correlação linear (r).

Inicialmente, determinou-se a área foliar utilizando o método de medidas lineares, que consistia na realização de medidas de comprimento e largura da folha de couve com o auxílio de uma régua milimetrada. As medidas foram feitas considerando toda a folha e apenas o limbo. Quando as medições foram realizadas na folha como um todo, o comprimento era medido do ápice da folha até o pecíolo, e a largura considerando-se a parte mais larga do limbo. Quando as medições foram feitas considerando-se apenas o limbo o comprimento foi medido desde a inserção do pecíolo na lamina até o ápice da folha, e a largura (maior largura do limbo foliar). A área foliar foi calculada conforme equação sugerida por Marcolini et al. (2005), para a mesma cultivar utilizada nesse estudo Eq. (1):

$$AF = -91,06 + 22,4073 \times L \quad (1)$$

Em que:

AF - área foliar estimada, cm²;

L - maior largura do limbo foliar.

Em seguida foi utilizado o método do integrador de área foliar, com o uso do medidor de área foliar portátil modelo CI-202. O aparelho possui um *scanner* laser de alta resolução, junto a um microcomputador, que registra os valores de área de forma imediata. Este tratamento foi considerado como o padrão, para comparação com os outros métodos.

Por último utilizou-se o método dos discos foliares, que consistiu na utilização de um vazador com área de 1,76 cm². Foram retirados 20 discos nas folhas frescas, contendo apenas nervuras finas, nas porções basal e apical, e nas partes medianas das folhas de cada planta. As folhas e os discos foram acondicionados em sacos de papel, levados a estufa a 65°C, por 24 horas, e depois pesados separadamente, em balança analítica. A área foliar foi estimada de acordo com o proposto por Souza et al. (2012), através da Eq. (2):

$$AF = \frac{[MSF + MSD] \times AD \times N}{MSD} \quad (2)$$

Em que:

AF - área foliar estimada, cm²;

MSF - massa de matéria seca das folhas sem os discos, g;

MSD - massa de matéria seca dos discos, g;

AD - área conhecida do disco retirado da folha 1,76 cm²;

N - número de discos retirados.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de correlação linear simples. Os métodos avaliados foram comparados com o método de referência (*scanner*), com base no critério de coeficiente de correlação (r). O método considerado mais preciso para a determinação da área foliar da couve-folha foi o que apresentou maior coeficiente de correlação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas diferenças entre os métodos avaliados. Na Figura 1 está representada a correlação da área foliar da folha inteira de couve hidropônica (*Brassica oleracea* var. *acephala*) determinada pelos métodos de mensuração envolvendo medidas lineares, discos foliares e *scanner*. Foi possível observar que o método de medidas lineares foi mais preciso que o método dos discos foliares, apresentando coeficiente de correlação igual a 0,705 e 0,547 respectivamente, quando comparados ao método padrão (*scanner*).

O método das medidas lineares pode ter se sobressaído em relação ao método dos discos foliares, pelo fato de que o método dos discos foliares subestima a área foliar da couve-folha quando considera a folha com um todo. Isso ocorre por que os discos são retirados apenas em áreas do limbo foliar e o fato da cultivar de couve-folha utilizada nesse estudo ter um pecíolo grosso e longo acaba subestimando os valores e área foliar, uma vez que o pecíolo também incrementa a massa das folhas.

Souza et al. (2012) em estudo sobre comparação de métodos de mensuração de área foliar para a cultura da melancia, obtiveram resultados diferentes dos obtidos no presente estudo, uma vez que consideraram o método dos discos como o mais apropriado para obtenção da área foliar da melancieira, devido esse método ter apresentado maior coeficiente de correlação quando comparado ao método padrão. Sugere-se portanto, que o tipos de métodos devem ser testados para diferentes culturas, e com base nos resultados obtidos, direcionar o método mais adequado para cada uma delas.

Santos et al. (2014), em estudo de análise comparativa de métodos de determinação de área foliar em genótipos de cacau também observaram alta correlação entre o método de medidas lineares e o método do *scanner*. Bianco et al. (2003) relataram que o produto do comprimento e largura é a mais indicada para estimar a área foliar, pois sua utilização não altera significativamente a soma dos quadrados do resíduo e o coeficiente de determinação. Monteiro et al. (2005) concluíram que a área foliar do algodoeiro pode ser mensurada com excelente precisão e boa exatidão com este método, obtendo erros em torno de 10%.

A correlação da área foliar do limbo de couve-folha hidropônica (*Brassica oleracea* var. *acephala*) determinada pelos métodos de mensuração envolvendo medidas lineares, discos foliares e scanner, encontra-se na Figura 2. O método de discos foliares ($r=0,760$) foi ligeiramente superior ao método de medidas lineares ($r=0,175$), quando comparado ao método padrão (scanner). O que é justificável, uma vez que esse método é baseado em dados de massa de matéria seca da folha e é menos influenciado pela turgidez da folha.

Ao contrário do que foi encontrado nesse estudo para a cultura da couve-folha, Dombroski et al. (2010) para a cultura da pinha (*Annona squamosa* L.), verificou que o método de discos foliares foi o que apresentou menor coeficiente de determinação, ao ser comparados com os métodos de quadros, dimensões lineares, integrador de área foliar (AM 300) e imagem digital. Mais uma vez pode-se concluir que a precisão de um determinado método de medida de área foliar é variável quanto a cultura utilizada.

CONCLUSÕES

O método do modelo matemático a partir de medidas lineares é mais preciso para a cultura da couve-folha, quando as medições são realizadas considerando o limbo e o pecíolo, por outro lado quando se considera apenas o limbo o método dos discos apresenta uma maior correlação em relação ao método padrão. Recomenda-se a utilização do método de medidas lineares uma vez que abrange toda a folha e pode ser considerado um método não destrutivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil, *Meteorologische Zeitschrift*, V.22, n.6, 711–728, 2013.

AZEVEDO, A.M.; SEUS, R.; GOMES, C.L.; FREITAS, E.M.; CANDIDO, D.M.; SIVA, D.; J. H.; CARNEIRO, P.C.S. Correlações genotípicas e análise de trilha em famílias de meios-irmãos de couve de folhas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, V.51, n.1, p. 35–44, 2016.

BIANCO, S.; PITELLI, R.A.; PITELLI, A.M.C.M. Estimativa da área foliar de *Typha latifolia* usando dimensões lineares do limbo foliar. *Planta daninha*, V.21, n.2, 2003.

CAMARGO, A.N.M.M.P.; CAMARGO, F.P.; CAMARGO FILHO, W.P. Distribuição geográfica da produção de hortaliças no Estado de São Paulo: participação no País, concentração regional e evolução no período 1996-2006. *Informações Econômicas*. V. 38, p. 28-35, 2008.

DOMBROSKI, J. L. D. Rodrigues, G.S.O; BATISTA, T.M.V.; LOPES, W.A.R.; LUCENA, R.R.M. Análise comparativa de métodos de determinação de área foliar em pinha (*Annona squamosa* L.). *Revista Verde*, V.5, n.3, p. 188-194, 2010.

FILGUEIRA, F.A.R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2003. p. 274-294.

GODOY, L.J.G.; YANAGIWARA, R.S.; BÔAS, R. L. V.; BACKES, C.; LIMA, C.P. Análise da imagem digital para estimativa da área foliar em plantas de laranja "Pêra". *Revista Brasileira de Fruticultura*, V.29, n.3, 2007.

LUCENA, R.R.M.; BATISTA, T.M.V.; DOMBROSKI, J.L.D.; LOPES, W.A.R.; RODRIGUES, G.S.O. Medição de área foliar de aceroleira. *Revista Caatinga*, V.24, n. 2, p. 40-45, 2011.

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

MARCOLINI, M.W.; FILHO, A.B.C.; BARBOSA, J.C. Equações de regressão para a estimativa da área foliar de couve-folha. *Científica*, V.33, n.2, p.192-198, 2005.

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

RAMOS, A.; BOVI, M.L.A.; FOLEGATTI, M.V.; DIOTTO, A.V. Estimativas da área foliar e da biomassa aérea da pupunheira por meio de relações alométricas. *Horticultura Brasileira*, V.26, p.138-143, 2008.

ROUPHAEL, Y.; COLLA, G.; FANASCA, S.; KARAM, F. Leaf area estimation of sunflower leaves from simple linear measurements. *Photosynthetica*, V.45, p.306-308, 2007.

SANTOS, S.N.; DIGAN, R.C.; AGUILAR, M.A.G.; SOUZA, A.S.; PINTO, D.G.; MARINATO, C.S.; APINI, T.S. Análise comparativa de métodos de determinação de área foliar em genótipos de cacau. Biosci. J., V.30, n.1, p. 411-419, 2014.

SBRISSIA, A.F.; SILVA, S.C. Comparação de três métodos para estimativa do índice de área foliar em pastos de capim-marandu sob lotação contínua. Revista Brasileira de Zootecnia, V.37, n. 2, 212-220, 2008.

SOUZA, M.S.; ALVES, S.S.V.; DOMBROSKI, J.L.D.; FREITAS, J.D.B.; AROUCHA, E.M.M. Comparação de métodos de mensuração de área foliar para a cultura da melancia. Pesquisa Agropecuária Tropical, V.42, n.2, p. 241-245, 2012.

TAIZ, L, ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Artmed, Porto Alegre, BR. 918 p, 2013.

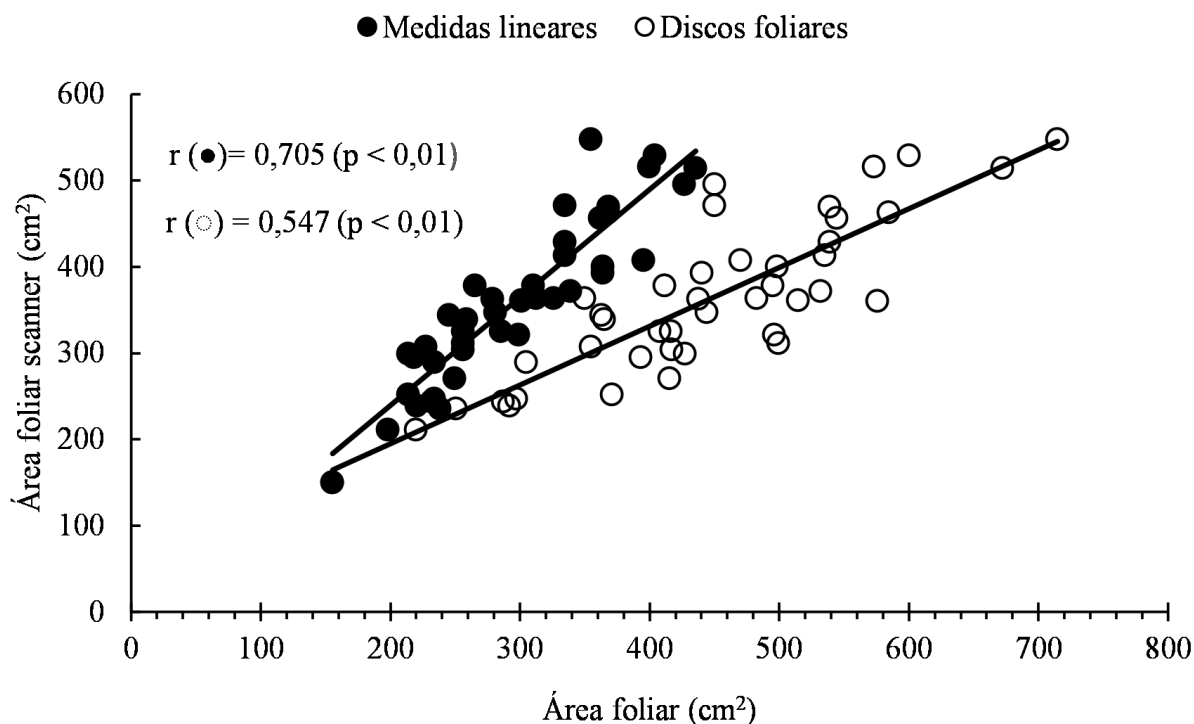


Figura 1. Correlação da área foliar da folha inteira de couve hidropônica (*Brassica oleracea* var. *acephala*) determinada pelos métodos de mensuração envolvendo medidas lineares, discos foliares e scanner

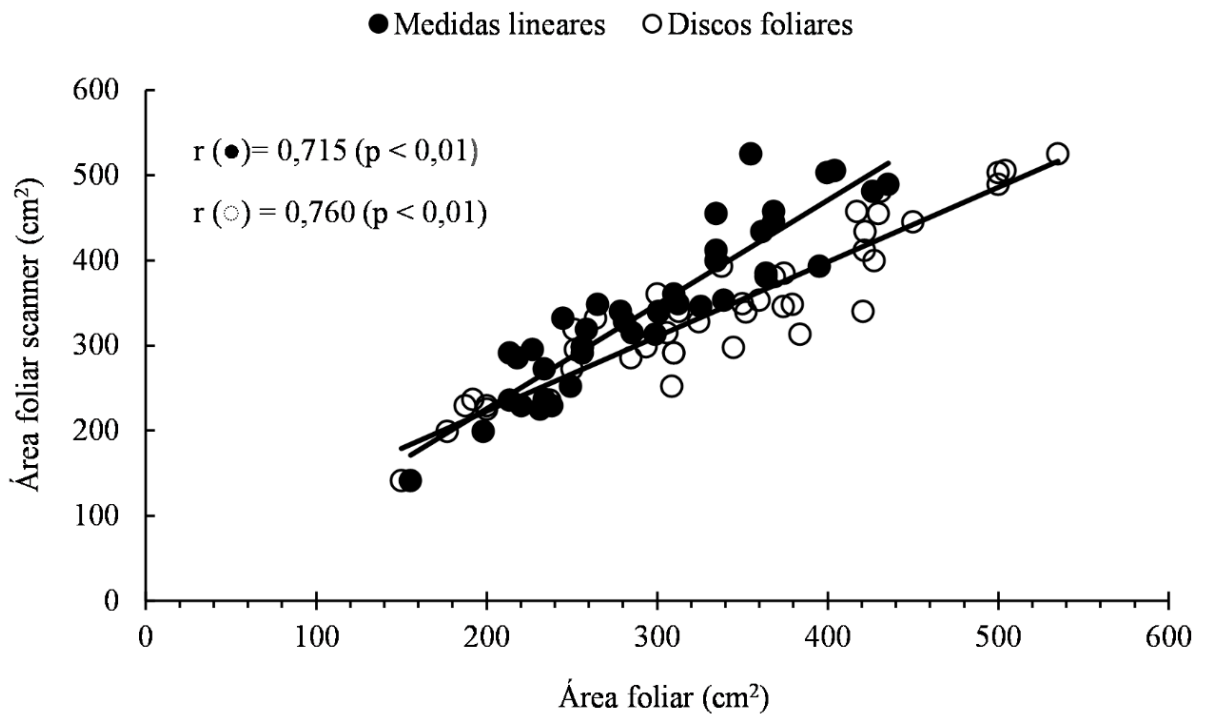


Figura 2. Correlação da área foliar do limbo de couve-folha hidropônica (*Brassica oleracea* var. *acephala*) determinada pelos métodos de mensuração envolvendo medidas lineares, discos foliares e scanner