

Comparação de métodos de estimativa de área foliar em morangueiro¹

André Ricardo Zeist², João Ronaldo Freitas de Oliveira³, Renato Barros de Lima Filho⁴, Maria

Ligia de Souza Silva⁵, Juliano Tadeu Vilela de Resende⁶

Resumo – A quantificação da área foliar em plantas é uma ferramenta utilizada em análises do seu crescimento, permitindo inferir sobre importantes parâmetros do desenvolvimento vegetal. Com isso, objetivou-se comparar medidas de estimativa de área foliar em morangueiro, obtidas por oito métodos, sendo esses destrutivos ou não destrutivos. Como método padrão, para obtenção da área foliar real, utilizou-se um digitalizador de imagens (Scanner), avaliando-se a precisão dos métodos de estimativa de área foliar do produto do comprimento x largura da folha, somatório do produto obtido entre o comprimento x largura dos folíolos, integradores de área foliar portátil e de bancada, dos quadrados, massa fresca e seca dos discos foliares. Os dados dos métodos avaliados, em comparação ao método padrão, foram submetidos à análise de correlação linear simples, determinando-se os coeficientes de determinação (R^2) e correlação (r), que foi testado pelo teste de t . Exceto o método do integrador de área foliar portátil, todos os métodos de estimativa de área foliar avaliados, quando comparados ao método padrão apresentaram precisão, podendo ser utilizados assim na estimativa da área foliar em morangueiro.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa* Duch. Mensuração foliar.

Comparison of methods for estimating leaf area in strawberry

Abstract – The quantification of the plant leaf area is a tool used in the analysis of plant growth, enabling infer important parameters of plant development. Thus, the objective was to compare methods of estimating leaf area (LA), both destructive and non destructive in strawberry. As the standard method for obtaining the leaf area, used a scanner images (Scanner), evaluating the accuracy of methods for estimating leaf area of the product of length x width of the sheet, the sum of the product of the length x width of leaflets, leaf area integrators portable and bench, squares, fresh and dry weight of leaf discs. The data of the methods evaluated in comparison to the standard method, were analyzed by simple linear correlation, determining the coefficients of determination (R^2) and correlation (r), which has been tested by t test. Except for the method of integrating portable leaf area, all methods for estimating leaf area evaluated, when compared to standard method showed accuracy and can thus be used to estimate leaf area in strawberry.

Key words: *Fragaria x ananassa* Duch. Measurement leaf.

¹ Manuscrito recebido em 17/07/2014 e aceito para publicação em 06/10/2014.

² Eng. Agr. Mestrando do programa de pós-graduação em Agronomia, Produção Vegetal. Campus Cedeteg, Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, 85040-080, Guarapuava – PR, Brasil. (42) 98363823, andre.zeist@bol.com.br

³ Doutorando do programa de pós-graduação em Agronomia, Produção Vegetal. Campus Cedeteg, Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Guarapuava – PR, Brasil. joaoroliveira@yahoo.com.br

⁴ Acadêmico do curso de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Campus Cedeteg, Guarapuava – PR, Brasil. renatinho_barros@yahoo.com.br

⁵ Prof. Dr. Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras – UFLA, Campus Universitário, 37200-000, Lavras, MG, Brasil. mlsousi@hotmail.com

⁶ Eng. Agr., Prof. Dr. Universidade Estadual do Centro Oeste, UNICENTRO, Campus CEDETEG, Guarapuava, PR, Brasil. jresende@unicentro.br

Introdução

A cultura do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.), devido a sua capacidade de adaptação às condições edafoclimáticas, é cultivado em uma ampla distribuição geográfica (MORALES et al., 2012). A produção de morangos nos últimos anos se expandiu, sendo cultivado principalmente em pequenas propriedades rurais (WITTER et al., 2012).

A quantificação da área foliar em plantas é uma ferramenta utilizada em análises do crescimento vegetal (CUNHA et al., 2010). A folha é o órgão de interceptação de luz para a fotossíntese (LUCENA et al., 2011), essencial para a produção de carboidratos, lipídeos e proteínas pela planta (COELHO JÚNIOR et al., 2010). A precisa determinação da área foliar, permite, então, uma boa inferência sobre o potencial fotossintético (LIMA et al., 2008; BRITO et al., 2011), estimativa da transpiração (COELHO FILHO et al., 2005), na determinação de danos bióticos e abióticos, em aspectos relacionados à espaçamentos, aplicação de defensivos, reprodução, desenvolvimento e exigência nutricional e hídrica (DOMBROSKI et al., 2010; SILVA et al., 2011), além de ser amplamente conhecida por ser um parâmetro indicativo de produtividade.

Para a cultura do morangueiro em relação à estimativa da área foliar, são encontradas informações apenas de medições utilizando-se o comprimento e largura de folíolos (PIRES et al., 1999). Sendo que atualmente são inúmeras as possibilidades existentes para se determinar a área foliar (NASCIMENTO et al., 2002; SILVA et al., 2013). Atualmente a área foliar pode ser medida ou estimada por métodos destrutivos e não destrutivos, diretos ou indiretos (FIDELES FILHO et al., 2010; AQUINO et al., 2011; SILVA et al., 2013).

Os métodos diretos são aqueles que são realizadas medições diretas nas folhas, enquanto que os métodos indiretos tem sua fundamentação na correlação conhecida entre uma variável avaliada e a área foliar (SOUZA et al., 2012). Enquanto os métodos diretos, na sua maioria, são destrutivos e demorados, precisando realizar colheita de plantas ou parte de plantas, os métodos indiretos estimam a área foliar a partir de uma determinada variável independente (TOEBE et al., 2010). Os métodos destrutivos baseiam-se em colheitas destrutivas de amostras de plantas e da medição da sua área foliar real no laboratório com auxílio de medidores de área

foliar (FIDELES FILHO et al., 2010). Enquanto, que nos métodos não destrutivos, as medições são realizadas na planta, sem necessidade da destruição e remoção de estruturas (COELHO FILHO et al., 2012). Na cultura do morangueiro, a análise de crescimento foliar é dificultada pela anatomia foliar, que é composta por três folíolos pilosos com margens denteadas. No entanto, a área foliar é de interesse da pesquisa agrária e atualmente existem vários métodos para se estimar a área foliar, tendo em vista que a precisão dos mesmos é variável (BOSCO et al., 2012; SILVA et al., 2013).

Tendo em vista que a precisão do método de estimativa de área foliar depende da anatomia foliar, que é em maioria diferenciada de acordo com cada espécie, ou até mesmo cultivar. O presente trabalho teve como objetivo comparar medidas de estimativa de área foliar em morangueiro, obtidas por oito métodos, sendo estes destrutivos ou não destrutivos.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no ano agrícola de 2013, no laboratório de Fisiologia Vegetal do departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, localizada no município de Guarapuava, PR, localização aproximada de: latitude 25° 41' S, longitude 51°38' O e altitude de 1100 m. O clima do local segundo a classificação de Köppen é definido como Cfb (Subtropical mesotérmico úmido), temperado, sem estação seca definida, com verão quente e inverno moderado (WREGE et al., 2011).

Para execução do experimento, foram coletadas da área experimental do setor de Olericultura após a segunda florada aleatoriamente trinta folhas sadias, ao acaso, em diferentes posições de plantas de morangueiro, cultivar Albion. No campo as plantas foram conduzidas em sistema de túneis plásticos com 0,8 m de altura na parte central, canteiros de 1,0 m de largura por 0,25 m de altura, utilizadas três linhas, espaçadas as plantas entre linhas e entre plantas por 0,30 m, em solo Latossolo Bruno Distroférrico típico. Os canteiros foram revestidos com filme de polietileno preto, sendo a irrigação realizada por sistema de gotejamento, de acordo com a necessidade hídrica da cultura.

As folhas foram colhidas aleatoriamente dentro do campo de produção com auxílio de uma tesoura, acondicionadas em bandejas plásticas e encaminhadas ao laboratório. Todas as

folhas foram enumeradas na face abaxial para não ocorrer erro de amostragem, realizando-se o experimento em delineamento inteiramente casualizado, constituindo cada folha de uma repetição. Avaliando-se a precisão de métodos de mensuração de área foliar (AF), destrutivos e não destrutivos. Como método padrão, para obtenção da área foliar real, utilizou-se um digitalizador de imagens (Scanner), acoplado a um microcomputador, onde foram digitalizadas as folhas, e as imagens digitais foram manuseadas conforme realizado por Jadoski et al. (2012) utilizado o Software ImageJ® (Powerful Image Analysis). Com base na imagem que o software captura de todos os folíolos de uma folha completa e por meio de procedimentos de contraste de cores e de comparação com uma escala real presente (5 x 5 cm), foi calculado a área total real da folha (cm²) (Figura 1).

Por meio do método do produto do comprimento e largura da folha ($AF = C \times L$), realizou-se a medição do comprimento (C) e largura (L) das folhas individualmente, utilizando uma régua graduada em milímetros.

O comprimento correspondeu à maior distância (cm) entre a base distal do pecíolo e a extremidade do folíolo central, e a largura à maior distância (cm) no sentido perpendicular ao comprimento do folíolo central entre as extremidades do folíolo esquerdo e direito (Figura 2 A). Avaliou-se também por meio de medição com régua o método do somatório do produto obtido entre o comprimento e largura dos folíolos ($AF = F1(C \times L) + F2(C \times L) + F3(C \times L)$), onde foram realizadas medições do comprimento (C) e largura (L) dos três folíolos de cada folha. O comprimento correspondeu a maior distância (cm) entre a base distal do pecíolo e a extremidade de cada folíolo, e a largura a maior distância (cm) no sentido perpendicular ao comprimento da nervura principal, entre as extremidades de cada folíolo (Figura 2 B). Estimou-se também a área foliar por meio dos métodos:

- Método do integrador de área foliar portátil – A área foliar (cm²) foi obtida por meio de um medidor de área foliar portátil (Área Meter) LICOR®, modelo LI 3000C;

- Método do integrador de área foliar de bancada – A área foliar (cm²) foi obtida por meio de um medidor de área foliar (Área meter) LICOR®, modelo LI 3100C, instalado sobre bancada;

- Método dos quadrados – Utilizou-se quadrados desenhados de 0,25 cm² em uma

prancheta transparente, onde as folhas foram dispostas. A área foliar (AF) foi obtida por meio da soma da contagem do número de quadrados preenchidos nos três folíolos pelo contorno de cada folíolo (acima de 50%);

- Método da massa fresca dos discos foliares – Retirou-se discos foliares de diferentes posições dos folíolos, evitando-se retirar amostras da nervura central, por meio de um cilindro de 7,06858 cm². Tendo como base a pesagem da massa fresca dos discos e das folhas frescas em balança de precisão de 0,001 g, com relação à área dos discos, estimou-se indiretamente a área foliar (AF);

- Método da massa seca dos discos foliares – Procedimento semelhante ao realizado no método da massa fresca, no entanto, os discos foliares de área conhecida, foram colocados juntamente com as folhas acondicionados em estufa com circulação de ar a 64 °C durante 48 horas para a obtenção da matéria seca (g). Estimando-se a área foliar (AF) por meio da correlação entre o peso seco das folhas (g), peso médio dos discos foliares (g) e área foliar (cm²) dos discos.

Os métodos produto do comprimento e largura da folha, somatório do produto do comprimento e largura dos folíolos, do integrador de área foliar portátil e dos quadrados são enquadrados como métodos não destrutíveis, enquanto que os métodos integrador de área foliar de bancada, da massa fresca e massa seca dos discos foliares são métodos classificados como destrutíveis, por se basearem na coleta de parte ou total de uma planta para realização da estimativa da área foliar.

Os dados foram submetidos à análise de correlação linear simples, conforme realizado por Souza et al. (2012) para estimar o diagrama de dispersão que pudesse ajustar a área foliar conforme, em função das dimensões foliares, utilizando-se o modelo linear $Y = ax + b$. O valor “y” representa a variável dependente (método do scanner), em função de “x” que representa a variável independente (outros métodos), sendo que os demais fatores são consideradas constantes de ajuste agregadas ao referente modelo de equação. Para determinar o método mais eficiente de estimativa de área foliar (AF) em morangueiro, por meio do programa do programa estatístico ASSISTAT versão 7.6 Beta (SILVA, 2013), determinou-se o coeficiente de correlação (r), testado pelo teste de t, entre o método de referência (scanner), e os demais métodos avaliados.

Resultados e Discussão

Nas análises realizadas, por meio de regressão linear entre o método de estimativa de área foliar (AF) utilizado como padrão (Scanner), respectivamente eixo “y”, e os demais métodos avaliados, respectivamente eixo “x”, encontrou-se para todos os métodos, exceto método integrador de área foliar portátil, valores de coeficiente de determinação (R^2) $\geq 0,96$ (Figura 3). Demonstrando que houve estreita relação e linearidade para a estimativa da área foliar entre o método padrão e a maioria dos métodos testados. Indicando também que $\geq 96\%$ das variações observadas na área foliar foram explicadas por meio de equações linear obtidas.

Aplicando-se teste de t, para a variável coeficiente de relação (r) obtido por meio da correlação simples entre o método padrão e os demais métodos avaliados, houve significância para ambos os métodos avaliados, exceto para o método integrador de área foliar portátil, onde os valores de r foram $\geq 0,98$ (Figura 3). Sendo que os métodos não destrutíveis, somatório do produto do comprimento pela largura dos folíolos e dos quadrados foram os que apresentaram o maior coeficiente de relação (r) $\geq 0,99$, respectivamente Figura 3 A, B e C.

As equações obtidas, por meio do modelo de regressão linear, do método padrão de estimativa de área foliar (AF) real correlacionado com os demais métodos de estimativa de área avaliados, permitem o ajuste dos valores de acordo com a equação matemática obtida para cada método. Onde as funções da regressão são equações que estão demonstrando a relação existente entre os dois conjuntos de valores (LIMA et al., 2008). Permitindo assim, a área foliar em alguns casos pode ser estimada utilizando-se apenas parâmetros dimensionais de folhas.

Quando avaliados separadamente os métodos destrutíveis de estimativa da área foliar, encontrou-se a maior aproximação por meio do integrador de área foliar de bancada, em relação ao método de estimativa padrão (scanner) $r=0,9893$ (Figura 3 E). Os valores obtidos do coeficiente de correlação para quando empregados os métodos dos discos foliares, por meio da massa fresca e massa seca, $r=0,98$, para ambos (Figura 3 F e G) apesar de inferiores à maioria dos métodos de estimativa de área foliar avaliados e quando comparados ao método padrão, apresentaram resultados satisfatórios, tendo em fato que o método dos discos foliares superestima a área foliar.

Carvalho et al. (2012), ao avaliar métodos de estimativa da área foliar em cambuizeiro, em comparação ao método padrão (Scanner), obteve para o método dos discos foliares resultados considerados como satisfatório para o autor, com $R^2 = 0,85$, dando importância ao método por apresentar uma maior praticidade de execução. No entanto, apesar de ser um método bastante prático e tradicional, este método é considerado trabalhoso (ADAMI et al., 2008).

A grande desvantagem dos métodos destrutivos, da massa fresca e seca dos discos foliares e do integrador de área foliar LI 3100C, está relacionada ao fato que estes apresentam o inconveniente de necessitar uma maior área das parcelas experimentais, haja visto que as folhas das plantas serão coletadas para a estimativa da área foliar em diferentes épocas durante o experimento (LIMA et al., 2008; AQUINO et al., 2011). No entanto, quando existir disponibilidade de folhas para coleta, como para o caso do morangueiro, apresentam a vantagem de estimar a área foliar de maneira rápida e precisa. Os integradores ópticos de área foliar, como os utilizados no presente trabalho, apesar de serem considerados aparelhos bastante precisos, exceto para quando não utilizados para folhas que limitam a leitura, no entanto por não ser fabricados no Brasil, são muito caros e de difícil manutenção (GODOY et al., 2007).

A baixa aproximação obtida por meio do integrador de área foliar portátil (Figura 3 D) em relação ao método de estimativa padrão (scanner) para o presente trabalho, representa que apesar do método permitir a avaliação da área foliar diretamente em campo (SILVA et al., 2011), apresenta a desvantagem de não ser recomendado para utilização na estimativa da área foliar, de culturas que apresentam limbo foliar com grandes dimensões (DOMBROSKI et al., 2010), como é o caso das folhas do morangueiro.

Utilizado o integrador de área foliar portátil (LIMA et al. 2012) compararam métodos de estimativa de área foliar, em jabuticaba, encontraram os melhores resultados da aproximação da área foliar real com o método do integrador portátil. Os resultados encontrados pelos autores comprova que aumenta a precisão da estimativa da área foliar obtida pelo método, quando utilizado para plantas que apresentam o limbo foliar de menor tamanho. Uma elevada aproximação do método padrão obtida por meio dos métodos não destrutíveis das dimensões do produto comprimento x largura da folha e somatório do produto do comprimento x largura

dos folíolos, $r \geq 98$ são extremamente favoráveis. Tendo em vista que os métodos são de baixo custo, práticos, não destrutivos, sem necessidade da colheita de folhas para mensuração da área foliar.

O método não destrutivo, dos quadrados de estimativa da área foliar, também apresentou por meio da correlação simples, em comparação ao método padrão resultados relevantes, $r = 0,9933$. Sendo o método que melhor se aproximou do método padrão. No entanto, são poucos os trabalhos de mensuração da área foliar que revelam a eficiência do método, devido ao fato da demanda de tempo gasto para a execução do mesmo, além de quando se trata principalmente de avaliações em um grande volume de material, necessitar de um elevado número de pessoas para efetivação do processo (LUCENA et al., 2011).

A importância de se utilizar um método não destrutivo refere-se à possibilidade de acompanhar o crescimento e a expansão foliar de uma mesma planta durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura (QUEIROZ et al., 2013). Sendo que quando se realiza estudos dos fenômenos ecofisiológicos, se requer para acompanhamento do crescimento vegetativo métodos não destrutivos para estimativa da área foliar (SILVA et al., 2002).

Tendo em vista que para o presente trabalho obteve-se para os métodos não destrutíveis, dos quadrados e somatório do produto do comprimento x largura dos folíolos, os melhores resultados para a variável coeficiente de relação (r), em comparação ao método padrão. Ressalta-se que o método de estimativa de área por meio do somatório do produto do comprimento x largura dos folíolos é um método fácil de ser executado, rápido e não destrutivo, possibilitando inclusive avaliações repetitivas em uma mesma planta, preservando a integridade do vegetal, tornando-se o método uma favorável opção para estimativa da área foliar em morangueiro.

Coelho Júnior et al. (2010) ao realizarem a caracterização topográfica de folíolos de morangueiro, encontraram entre diferentes cultivares divergências na área foliar, tamanho de folíolos, comprimento de nervura e declividade foliar. O que demonstra que para o caso do morangueiro a precisão dos métodos de estimativa de área foliar pode variar de acordo com a cultivar. Devido ao fato que a precisão do método de estimativa de área foliar altera-se conforme as características morfológicas da folha.

Conclusões

Os métodos não destrutíveis dos quadrados e somatório do produto do comprimento x largura dos folíolos foram os que melhor apresentaram aproximação do padrão utilizado como referencial para estimativa de área foliar em morangueiro, com maior coeficiente de correlação;

Todos os métodos avaliados para estimar a área foliar em morangueiro, exceto método do integrador de área foliar portátil, apresentaram estreita relação e linearidade para a estimativa da área foliar quando comparados ao método padrão;

Todos os métodos avaliados, exceto método do integrador de área foliar portátil, são aceitáveis para estimativa da área foliar em morangueiro.

Referências

- ADAMI, M.; HASTENREITER, F. A.; FLUMIGNAN, D. L. et al. Estimativa de área de folíolos de soja usando imagens digitais e dimensões foliares. **Bragantia**, v. 67, n. 4, p. 1053-1058, 2008.
- AQUINO, L. A.; SANTOS JÚNIOR, V. C.; GUERRA, J. V. S. et al. Estimativa da área foliar do girassol por método não destrutivo. **Bragantia**, v. 70, n. 4, p. 832-836, 2011.
- BOSCO, L. C.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. S. et al. Seleção de modelos de regressão para estimar a área foliar de macieiras Royal Gala e Fuji Suprema sob tela antigranizo e em céu aberto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 2, p. 504-514, 2012.
- BRITO, C. H. de; SILVEIRA, D. L. S.; BRANDÃO, A. M. et al. Redução de área foliar em milho em região tropical no Brasil e os efeitos em caracteres agrônômicos. **Interciência**, v. 36, n. 4, p. 291-295, 2011.
- CARVALHO, D. R.; NASCIMENTO, P. G. M. L.; SILVA, M. G. O. et al. Comparação de métodos para estimativa da área foliar do *Myrciaria tenella* O. Berg. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 8, n. 4, p. 1-6, 2012.
- COELHO FILHO, M. A.; ANGELOCCI, L. R.; VASCONCELOS, M. R. B. et al. Estimativa da

- área foliar de plantas de lima ácida 'Tahiti' usando métodos não-destrutivos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 163-167, 2005.
- _____; VILLA-NOVA, N. A.; ANGELOCCI, L. R. et al. Método para estimativa do IAF de árvores isoladas ou de plantações com dossel fechado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 5, p. 529-538, 2012.
- COELHO JÚNIOR, J. M.; RESENDE, L. V.; RESENDE, J. T. V. et al. Caracterização topográfica de folíolos medianos de cultivares de morangueiro sob altas temperaturas. **Revista Caatinga**, v. 3, n. 3, p. 13-18, 2010.
- CUNHA, J. L. X. L.; NASCIMENTO, P. G. M. L.; MESQUITA, H. C. et al. Comparação de métodos de área foliar em *Chrysobalanus icaco* L. ACSA. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 6, n. 3, p. 22-27, 2010.
- DOMBROSKI, J. L. D.; RODRIGUES, G. S. O.; BATISTA, T. M. V. et al. Análise comparativa de métodos de determinação de área foliar em pinha (*Annona Squamosa* L.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 3, p. 188-194, 2010.
- FIDELES FILHO, J.; BELTRÃO, N. E. M.; PEREIRA, A. S. Desenvolvimento de uma régua para medidas de área foliar do algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 7, p. 736-741, 2010.
- GODOY, L. J. G. de.; YANAGIWARA, R. S.; VILLAS-BÔAS, R. L. et al. Análise da imagem digital para estimativa da área foliar em plantas de laranja "Pêra". **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 420-424, 2007.
- JADOSKI, S. O.; LOPES, É. C.; MAGGI, M. F. et al. Método de determinação da área foliar da cultivar de batata Ágata a partir de dimensões lineares. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, supl.1, p. 2545-2554, 2012.
- LIMA, C. J. G. S.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F. de. et al. Modelos matemáticos para estimativa de área foliar de feijão caupi. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 1, p. 120-127, 2008.
- LIMA, M. F. P.; NASCIMENTO, P. G. M. L.; SILVA, M. G. O. et al. Comparação de métodos de área foliar em *Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 8, n. 1, p. 12-17, 2012.
- LUCENA, R. R. M.; BATISTA, T. M. V.; DOMBROSKI, J. L. D. et al. Medição de área foliar de aceroleira. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 40-45, 2011.
- MORALES, R. G. F.; FARIA, M. V.; RESENDE, J. T. V. et al. Produtividade do morangueiro em função da adubação orgânica complementar em cultivo protegido. **Ambiência**, v. 8, n. 1, p. 23-33, 2012.
- NASCIMENTO, I. B.; FARIAS, C. H. A.; SILVA, M. C. C. et al. Estimativa da área foliar do meloeiro. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 555-558, 2002.
- PIRES, R. C. de M.; FOLEGATTI, M. V.; PASSOS, F. A. Estimativa da área foliar de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, v. 17, n. 2, p. 86-90, 1999.
- QUEIROZ, J. E.; SILVA, G. H.; SOUZA NETO, A. G. Avaliação estatística da área foliar através de métodos de equações em duas espécies florestais. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 1, p. 146-153, 2013.
- SILVA, F. de A. S. **Assistat: Versão 7.6 beta**. DEAG-CTRN-UFCEG – atualizado em 05 de maio de 2013. Disponível em: <<http://www.assistat.com/>>. Acesso em: 5 out. 2013.
- SILVA, L. C.; SANTOS, J. W. dos.; BELTRÃO, N. E. de M. et al. Um método simples para se estimar área foliar de plantas de gergelim (*Sesamum indicum* L.). **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 6, n. 1, p. 491-496, 2002.
- SILVA, W. L.; COSTA, J. P. R.; CAPUTTI, G. P. et al. Medidas lineares do limbo foliar dos capins xaraés e massai para a estimativa da área foliar. **Biotemas**, v. 26, n. 3, p. 11-18, 2013.
- SILVA, W. Z.; BRINATE, S. V. B.; TOMAZ, M. A. et al. Métodos de estimativa de área foliar

em cafeeiro. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 746-759, 2011.

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

TOEBE, M.; LOPES, S. J.; STORCK, L. et al. Estimativa de plastocrono em cramebe. **Ciência Rural**, v. 40, n. 4, p. 793-799, 2010.

WITTER, S.; RADIN, B.; LISBOA, B. B. et al. Desempenho de cultivares de morango submetidas a diferentes tipos de polinização em cultivo protegido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 1, p. 58-65, 2012.

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C. et al. **Atlas climático da Região Sul do Brasil**: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. v. 1. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 336 p.

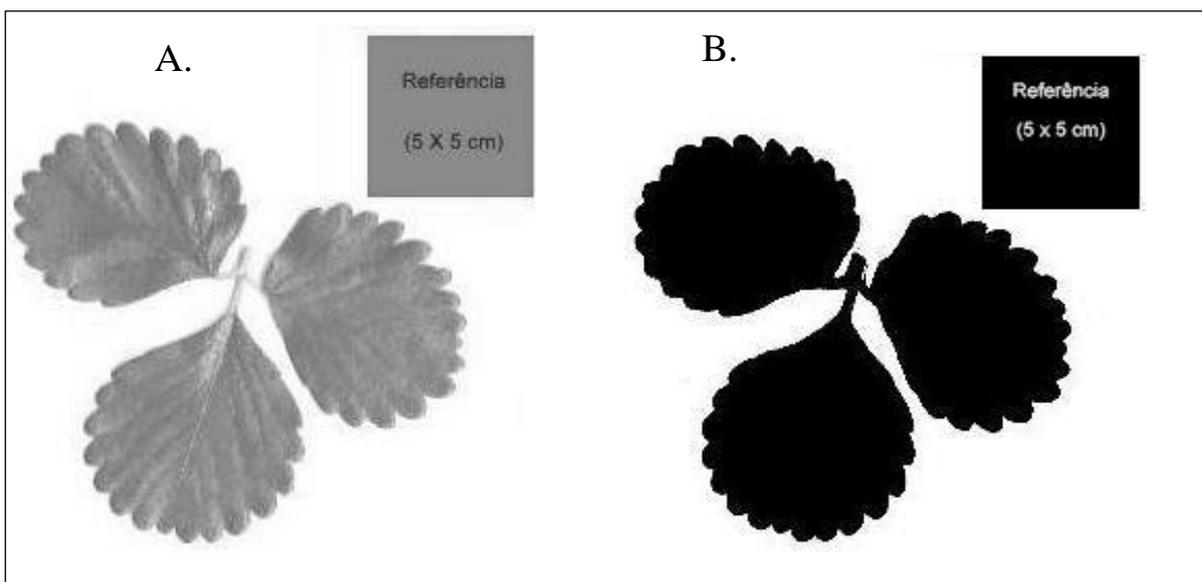


Figura 1 – Folha de uma de planta de morangueiro digitalizada juntamente com uma escala real (A) e imagem da folha contrastada em preto para facilitar a determinação da área foliar por meio software ImageJ (B), Guarapuava-PR, 2013.

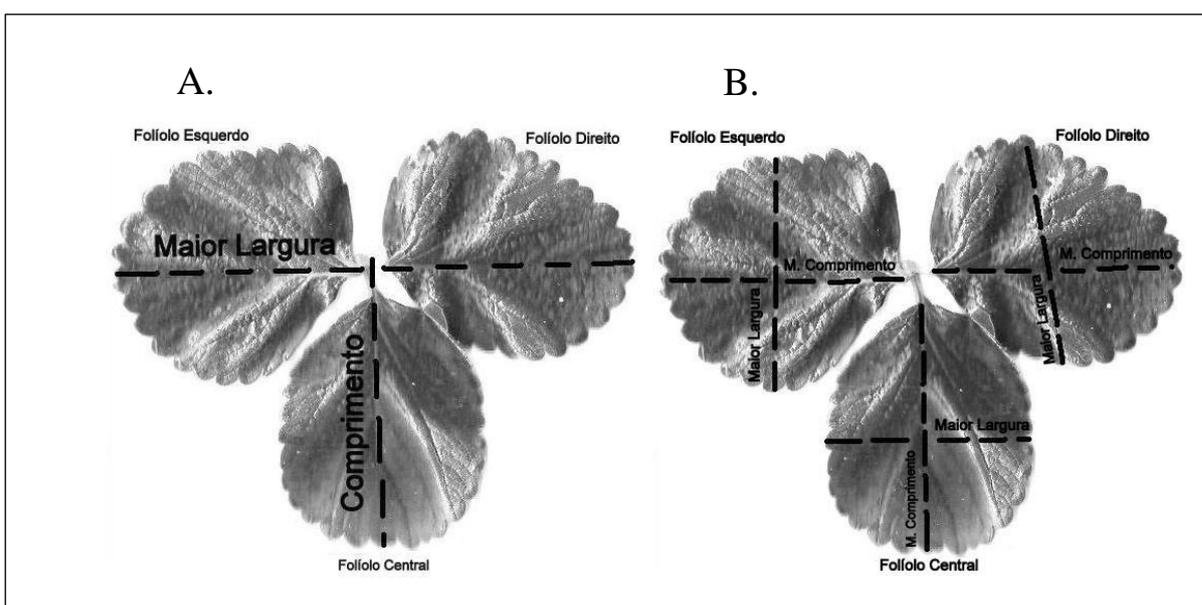


Figura 2 – Dimensões descritas para realização da estimativa da área foliar em morangueiro, método do produto do comprimento e largura da folha (A), método do somatório do produto obtido entre o comprimento e largura dos folíolos (B), Guarapuava-PR, 2013.

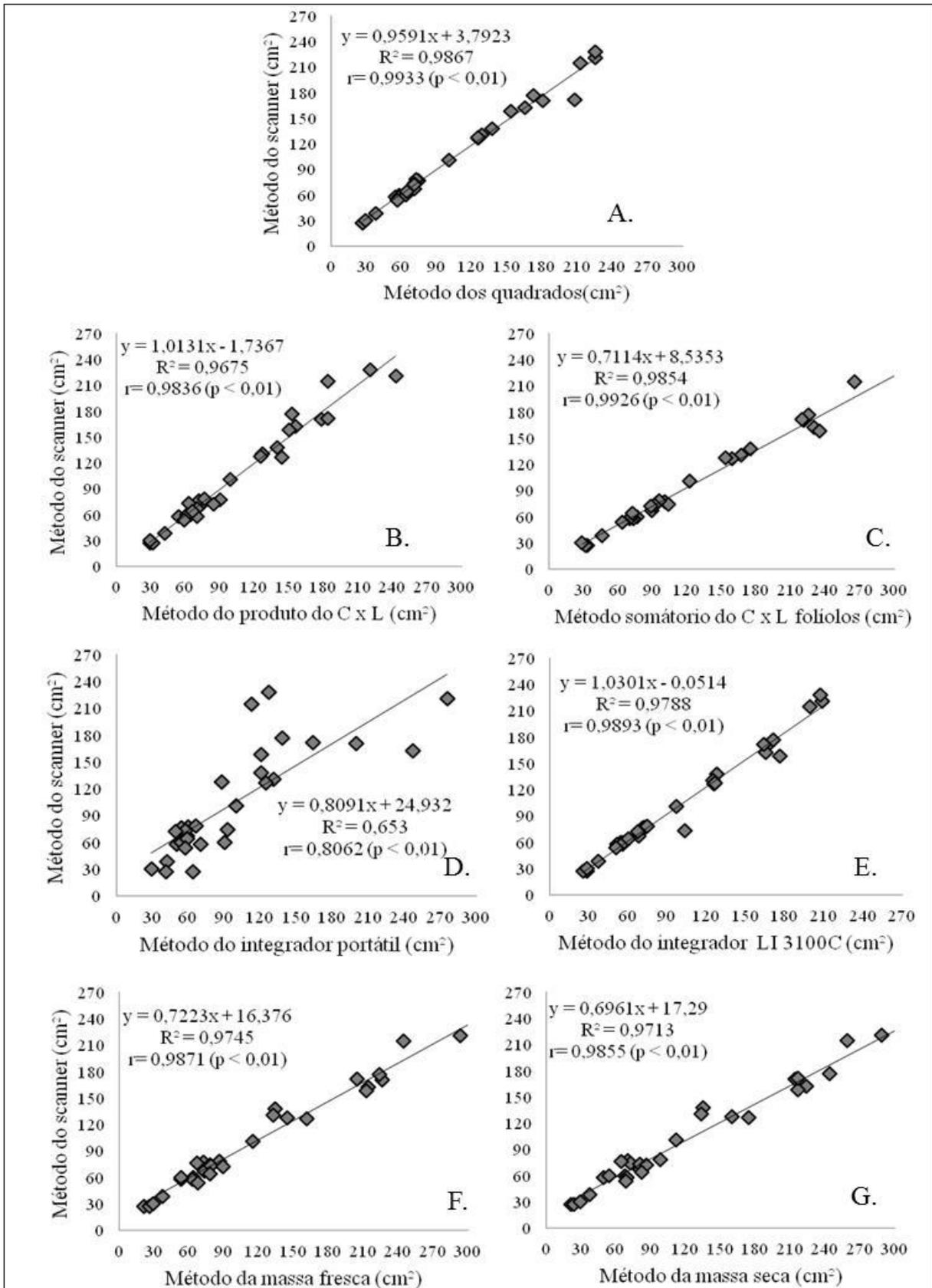


Figura 3 – Coeficiente de determinação (R²) e correlação (r) e equações de ajuste da área foliar de morangueiro estimada pelos métodos dos quadrados (A), produto do C x L da folha (B), somatório do produto do C x L dos folíolos (C), integradores de área foliar portátil (D) e de bancada (E), da massa fresca (F) e seca dos discos foliares (G), Guarapuava-PR, 2013.