



Medição da Área Foliar de *Anacardium Occidentale* L. baseada em Processamento Digital de Imagens

Tiffany Jaira Raiol Matos¹, Glenda Quaresma Ramos², Robert Saraiva Matos³, Henrique Duarte da Fonseca Filho⁴

Resumo

As medidas de área foliar assumem um grande significado no estudo de crescimento de plantas. Considerando a ausência de trabalhos realizados com a folha de *Anacardium occidentale* L., conhecido como cajueiro, este trabalho tem como objetivo avaliar possíveis diferenças na área de folhas desta espécie usando oitenta folhas com diferentes formas e tamanhos. O programa usado para o processamento digital das imagens e aferição das áreas foliares foi o Image J. O experimento mostrou que os valores variaram entre $4,65165 \pm 2,52448$ a $117,1385 \pm 19,52513$ cm², sugerindo que as folhas jovens possuem áreas foliares mais uniformes e semelhantes do que as folhas mais maduras.

Palavras-Chave: Folhas, cajueiro, imagens digitais, Image J.

Measurement of the Foliar Area *Anacardium Occidentale* L. Based on Digital Image Processing

The measuring of leaf area assumes a great significance in plant growth studies. Taking into account the absence of works performed with *Anacardium occidentale* L. leaf, also known as cajueiro, this work aims to evaluate possible differences in the leaf area of this species using eighty leaves with different shapes and sizes, that were collected and selected. The software used for digital image processing and leaf area calculation was Image J. Experiments showed that the values ranging between $4,65165 \pm 2,52448$ e $117,1385 \pm 19,52513$ cm², suggesting that young leaves have a more uniform and similar leaf area than the more mature leaves.

Key-words: Leaves, cashew tree, digital images, Image J.

¹ Aluna de iniciação científica, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Federal do Amapá, 68903-419 - Macapá - AP, Brasil. tiffany_jar@outlook.com

² Aluna de doutorado, Programa de Pós Graduação em Medicina Tropical, Fundação de Medicina Tropical, Universidade Estadual do Amazonas, 69040-000- Manaus, AM, Brazil. gq.ramos@hotmail.com

³ Professor Assistente I, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Federal do Amapá, 68903-419 - Macapá - AP, Brazil, robert_fisic@unifap.br

⁴ Professor Adjunto IV, Departamento de Física, Universidade Federal do Amazonas, 69077-000 - Manaus - AM, Brazil, hdfilho@ufam.edu.br (autor correspondente).



1. Introdução

O estudo das espécies vegetais utiliza-se de vários parâmetros para quantificação e mensurações que contribuam na demonstração de resultados concretos destes estudos. Dentre esses parâmetros destaca-se o conhecimento da área foliar que, segundo Benincasa (1988), é de fundamental importância, sendo levado em consideração como parâmetro de avaliação no crescimento e produtividade do vegetal.

A determinação da área foliar é um parâmetro que pode ser utilizado como um indicativo da produtividade, fornecendo dados a respeito do processo fotossintético que depende da interceptação da energia luminosa pela folha (FAVARIN et al., 2002), sendo também de grande importância, folha e não folha, e integra os elementos que pertencem à mesma categoria (ADAMI et al., 2007).

O *Anacardium occidentale* L. é conhecido popularmente como cajueiro. Pertence a família Anacardiaceae que reúne cerca de 70 gêneros, dentre eles o gênero *Anacardium* (MABBERLEY, 1997). O cajueiro, cuja castanha possui grande valor no mercado internacional de alimentos, possui inúmeros usos na indústria de plásticos e de resinas (PAIVA; GARRUTI; SILVA NETO, 2000). É uma árvore que alcança até 15 m de altura e tem um tronco grosso e tortuoso; o fruto é do tipo aquênio reniforme pendente de um receptáculo carnoso e aromático, de grande valor na produção de sucos (FERNANDES, 1993). Considerando-se a importância do cajueiro no que diz respeito à produção de cultivares para a obtenção de produtos comerciais, entende-se a grande necessidade de estudos básicos em relação à espécie e, neste aspecto utiliza-se de vários parâmetros para quantificação de mensurações que contribuam na demonstração de resultados concretos destes estudos.

A área foliar tem grande influência na produção de colheitas, e é um ponto chave para o crescimento da produção e prática de reprodução de mudas. Assim, medir a área foliar de plantas, de forma precisa, tem grande importância para a agricultura moderna e tem sido comumente empregada em estudos agrônomicos e fisiológicos. O emprego de imagens digitalizadas em programas computacionais vem sendo usado, por exemplo, para estimar a área foliar em batata e tomate, por Suassuna et al. (2004) e maracujá (SUASSUNA,

importância para a aplicação de técnicas como poda, adubação e plantio (GASSEN e GASSEN, 2005). Através da determinação da área foliar pode-se obter também a quantificação dos danos causados por pragas e doenças (TAVARES-JR et al., 2002; BORKERT et al., 1994).

Atualmente a utilização de imagens digitais de alta definição para obtenção da área foliar pode ser realizada de modo rápido e simples, não exigindo aparelhos sofisticados. Geralmente são desenvolvidas relações matemáticas entre algumas dimensões das folhas e a área foliar total. A área é calculada com base na escala e na resolução em que foi obtida a fotografia, por meio de um *software* que estima a área de cada elemento que compõe a imagem, e divide a imagem em duas partes (SILVA NETO et al., 2004). Vários métodos têm sido utilizados para a medição da área foliar, normalmente com o emprego de medidores eletrônicos e técnicas de planimetria (KVET E MARSHALL 1971), os quais apresentam custos elevados e são complexos e de difícil acesso. Dessa forma, a medição da área foliar pode ser um importante parâmetro em estudos relacionados com morfologia, anatomia e fisiologia vegetal, pois permite a obtenção de um indicador fundamental para a compreensão das respostas da planta a fatores ambientais específicos.

Assim, tendo em vista a importância da relação entre a análise da área foliar e o uso de processamento digital de imagens, este trabalho teve como objetivo analisar, em diferentes etapas de crescimento das folhas, a área foliar de um cajueiro localizado no campus Marco Zero da Universidade Federal do Amapá, por meio do cálculo da área foliar através do processamento digital de imagens usando o *software* Image J. Este estudo é um indicador de grande importância que pode ser usado para investigar adaptação ecológica, competição com outras espécies e efeitos do manejo na agricultura, que pode estimar a produtividade de um ecossistema vegetal, seu crescimento e desenvolvimento das folhas.

Processamento de Imagem

As imagens digitais são representações de imagens tridimensionais para o meio bidimensional, limitadas por um grupo de valores que representam todos os seus pontos. As imagens digitais podem ser obtidas através de vários aparelhos como câmeras digitais, scanners,

aparelhos de raios-X, radares, entre outros dispositivos. Com base em Conci et al. (2008) as imagens digitais podem ser monocromáticas, multibandas ou coloridas, sendo armazenadas como uma série de dígitos binários: 0 (zero) e 1 (um). Esses dígitos podem ser representados como uma matriz de bits binários que se agrupam para formarem um pixel (elemento da imagem). Cada pixel representa uma intensidade de luz e uma tonalidade de cores. Ao agrupar os pixels, a imagem é formada (MACHADO; SOUKI, 2004). Quando se agrupam 8 bits, é possível representar 256 valores, gerando 1 byte.

Uma imagem pode ser definida como sendo uma matriz onde cada célula da matriz identifica um ponto na imagem e o valor de cada célula representa o nível de cinza da imagem naquele ponto (GONZALES E WOODS, 2000). De acordo com Marengoni e Stringhini (2009), técnicas de processamento de imagens se fazem necessárias para converter a imagem para um determinado formato ou ajustar seu tamanho ou mesmo para filtrar a imagem, retirando os ruídos resultantes do processo de aquisição. Segundo Conci et al. (2008) os algoritmos de processamento de imagens são eficazes em fases iniciais de aplicativos de análise de imagens. Tais algoritmos são utilizados para melhorar a imagem e ressaltar características necessárias para as próximas etapas do sistema. O princípio do processamento de imagens digitais é a transformação dos pixels originais em frequências que representam a distribuição dos tons de cinza da imagem em relação aos pixels (SILVA 2001), que é conhecida como histograma de cores. Este pode revelar várias informações sobre uma imagem. De maneira geral, se o histograma é estreito, pode-se dizer que a imagem é pouco visível, uma vez que a diferença entre os tons de cinza é pequena (FARIA 2010).

2. Material e Métodos

As folhas de caju foram coletadas na área da Universidade Federal do Amapá. Uma amostra foi preparada e depositada no Herbário Amapaense- HERBAM, localizado no IEPA (Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá), sob o registro de número 018684.

Os dados foram obtidos por meio de fotografias de 80 folhas de um cajueiro. Nesta etapa, estas folhas foram separadas em quatro classes, de acordo com o tamanho, baseada em uma

primeira análise visual logo após terem sido retiradas da árvore. Cada classe contabilizou 20 folhas. Para a captura de imagens foi utilizada uma câmera da marca Samsung, modelo S860, com 8,1 megapixels. Como tentativa de controlar o ambiente e aplicar o mesmo fundo para todas as fotografias, cada imagem foi obtida posicionando a folha de cajueiro sob uma folha de papel A4 de cor branca. A figura 1 mostra uma das folhas analisadas sobre uma folha A4.



Figura 1 - Foto de uma folha de cajueiro sobre uma folha de papel A4.

Algoritmo

Primeiramente, no *software* Image J foi necessário configurar a unidade de medida e, para isso, foi usada uma folha de papel A4, cujas dimensões são conhecidas, num processo chamado de calibração. Em seguida, a imagem foi segmentada com o intuito de selecionar apenas a região desejada após a conversão da imagem em tons de cinza e aplicando um limiar específico. A região de interesse é então binarizada transformando a imagem em preto e branco. Possíveis pontos na região da imagem que contém a folha que não foram detectados são incluídos através de operações de erosão e abertura, assim como defeitos que possam ter nas bordas da folha.

3. Resultados e Discussão

Com base nos valores de área foliar e os respectivos desvios-padrão encontrados após processamento e análise das imagens das folhas, estas foram classificadas em 4 classes de tamanho P (pequena), M (média), G (grande), EG (extra-grande), conforme mostrado na tabela 1. Estas classes de tamanho estão ligadas a idade das folhas, onde as folhas pequenas são as mais jovens e as extra-grandes são as mais maduras.

Tabela 1 - Valores médios e desvio padrão da área foliar das quatro classes analisadas.

Classe	Área foliar	Desvio-padrão
P	4,65165	2,52448
M	23,70975	5,03739
G	50,5608	8,51868
EG	117,1385	19,52513

Uma maior margem de erro é observada na classe em que foram alocadas as maiores folhas em função da variabilidade no formato das mesmas, conforme pode ser verificado no gráfico da figura 2. Analisando a curva obtida, pode-se inferir um ajuste polinomial de grau 3, destacado no gráfico através da curva tracejada. O polinômio que ajusta a curva é dado pela equação 1:

$$y(x) = 5,32228x^3 - 28,03723x^2 + 65,91379x - 38,5472 \quad (1)$$

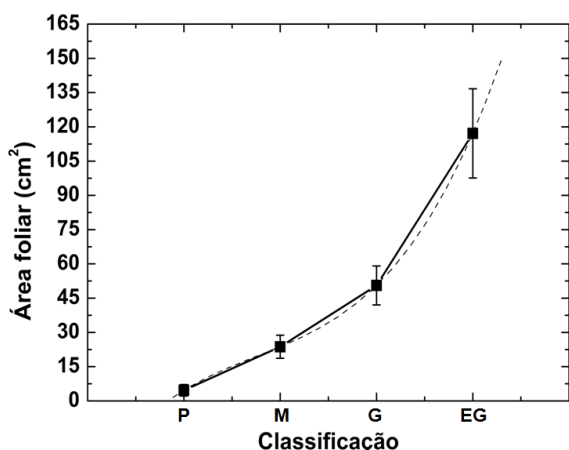


Figura 2 - Gráfico da área das folhas em função da classe.

Observa-se no gráfico da figura 2 que folhas pequenas (que são as folhas mais jovens) possuem uma maior similaridade tanto no formato quanto no tamanho, ao passo que conforme o tamanho da folha aumenta (ou seja, a folha vai amadurecendo), o erro da medida também aumenta, apresentando folhas com formatos mais variados.

Laboratórios que não são trabalham especificamente com análise de crescimento de plantas e/ou medidas foliares ou mesmo que tem carência de equipamentos mais específicos para estes fins, a proposta sugerida neste trabalho é muito útil. O processo testado aqui possui poucas restrições e o usuário necessita apenas de uma câmera digital e tomar uma imagem da folha com um pano de fundo constante (folha A4 branca). As

fotos devem ser carregadas no Image J (que podem estar em vários formatos tais como TIFF ou JPEG) e não há a necessidade de usar uma régua ou outro equipamento de medida, pois as dimensões da folha A4 são conhecidas.

4. Conclusão

Com o objetivo de medir a área foliar do cajueiro, um processamento de imagem através do programa Image J foi realizado neste trabalho. A metodologia levou em consideração aspectos de remoção de ruído (e.g., sombra, objetos indesejáveis, etc.) e reconstrução do contorno da folha usando conceitos de geometria computacional, gerando a área desejada. Dividida em quatro classes por tamanho, observou-se um comportamento polinomial no que se refere as áreas de cada classe, de acordo com a idade das folhas. Ao comparar árvores de uma mesma espécie que crescem em regiões diferentes, pode-se inferir a adaptação da planta, seu crescimento, produtividade e o desenvolvimento das folhas.

Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. O(s) autor(es) e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

Referências

- ADAMI, M.; HASTENREITER, F. A.; FLUMIGNAN, D. L.; FARIA, R. T. Estimativa de área foliar de soja usando imagens digitais e dimensões foliares. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, INPE, p 9-14, 2007.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 41p.
- BORKERT, C. M.; YORINORI, J. T.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; ALMEIDA, Á. M. R.; FERREIRA, L. P.; SFREDO, G. J. Seja o doutor da sua soja - pragas: diagnóstico e controle. **Informações Agrônomicas**, n. 66, p. 7-8, 1994.
- CONCI, A.; AZEVEDO, E.; LETA, F. R. **Computação Gráfica: Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Campus, 2008. 362p.



FARIA, D. Análise e Processamento de Imagem. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto/FEUP, 2010.

FAVARIN, J. L.; DOURADO-NETO, D., GARCÍA, A. G.; NOVA, N. A. V.; FAVARIN, M. G. G. V. Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol. 37, n. 6, p. 769–773, 2002.

FERNANDES, L., MESQUITA, A. M. *Anacardium occidentale* (cashew) pollen with allergic bronchial asthma. **The Journal of allergic and clinical immunology**, v. 95, n 2, 1993.

GASSEN, F. R.; GASSEN, D. N. **Doenças Foliares em Soja**, 1st ed. Aldeia Norte, 2005.

GONZALES, R.; WOODS, R.C.E. **Processamento de Imagens**. São Paulo: Editora Edgar Blücher LTDA. 2000. 528p.

KVET, J., ONDOK, J.P., NECAS J. & JARVIS, P.G. Methods of growth analysis. In: SESTAK, Z., CATSKY, J. & JARVIS, P.G. (Eds.). **Plant photosynthetic production: manual of methods**. The Hague: N. V. Publishers, 1971.

MABBERLEY, D. J. **The plant book**. A portable dictionary of the vascular plants. Ed. Cambridge: Cambridge University Press, p. 858, 1997. 858p.

MACHADO, A. W.; SOUKI, B. Q. Simplificando a obtenção e a utilização de imagens digitais scanners e câmeras digitais. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v. 9, n. 4, p. 133–156, 2004. doi.org/10.1590/S1415-54192004000400012.

MARENGONI, Maurício. STRINGHINI, Denise. Tutorial: Introdução à Visão Computacional

Usando Open Cv. 2009. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/rita/article/view/rita_v16_n1_p125> (Acesso em: 26/06/2015).

PAIVA, F.F.A.; GARRUTI, D.S.; SILVA NETO, R.M. Aproveitamento industrial do caju. Fortaleza: EMBRAPA, CNTPAT/SEBRAE/CE, 2000. 88p.

SILVA, L.C.; SANTOS, J.W.; VIEIRA, D.J.; BELTRÃO, N.E.M.; ALVES, J.; JERÔNIMO, J. F. Um método simples para se estimar área foliar de plantas de gergelim (*Sesamum indicum*). **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**. Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 491-496, 2002.

SILVA, A. M. e. Curso Processamento digital de imagens de satélite. Outubro 2001. Acessado em 26 de junho de 2015. Disponível em: <www.cartografia.org.br> (Acesso em: 26/06/2015).

SUASSUNA, N. D.; MAFFIA, L.A.; MIZUBUTI, E.S.G. Aggressiveness and host specificity of brazilian isolates of *Phytophthora infestans*. **Plant Pathology**, v. 53, p. 405-413. 2004. doi.org/10.1111/j.1365-3059.2004.01043.x.

SUASSUNA, T. M. F. **Seleção em maracujá-amarelo para resistência ao cretamento bacteriano**. 2004. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa/UFV: Viçosa, 2004. 55p.

TAVARES-JR., J. E.; FAVARIN, J. L.; DOURADO-NETO; MAIA, D. A. H. N.; FAZUOLI, L. C.; BERNARDES, M. S. Análise comparativa de métodos de estimativa de área foliar em cafeeiro, **Bragantia**, vol. 61, n. 2, p. 199–203, 2002.