

# RETENÇÃO DE LÍQUIDO PELAS FOLHAS DO CAFEIEIRO E ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR A PARTIR DE DIMENSÕES LINEARES

Felipe Thomaz da CAMARA<sup>1</sup>, E-mail: felipetdacamara@yahoo.com.br; Ana Paula FERNANDES<sup>2</sup>; Elias Almeida SILVA<sup>2</sup>; José Luiz SANTOS<sup>3</sup>; Marcelo da Costa FERREIRA<sup>4</sup>; Afonso LOPES<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo, Doutorando, Depto. de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal – SP, Bolsista da CAPES; <sup>2</sup>Eng. Agrônomo, Mestrando, Departamento de Fitossanidade, UNESP/Jaboticabal – SP; <sup>3</sup>Biólogo, Mestrando, Departamento de Fitossanidade, UNESP/Jaboticabal – SP; <sup>4</sup>Eng. Agrônomo, Prof. Assistente Doutor, Departamento de Fitossanidade, UNESP/Jaboticabal/SP; <sup>5</sup> Eng. Agrícola, Prof. Adjunto, Depto. de Engenharia Rural, FCAV/UNESP, Jaboticabal - SP.

## Resumo:

O presente trabalho teve por objetivo determinar as equações e os fatores de correção que melhor descrevem a relação entre as dimensões lineares (comprimento e largura máximos) e a área da folha do cafeeiro por dois métodos (Integrador e Gravimétrico), e a máxima quantidade de líquido que as folhas podem reter. Foram utilizados três líquidos de aplicação (água; água + 0,1% de adjuvante e água + 0,5% de adjuvante). Utilizou-se um integrador modelo LI 3100 da marca LI-COR (Nebraska) e para o método gravimétrico foi utilizada a relação entre a massa e a área de um quadrado de papel (com área conhecida) com a massa e a área do desenho da folha do cafeeiro no mesmo tipo de papel. Para medir a largura e o comprimento da folha utilizou-se uma régua graduada de 20 cm. Os resultados evidenciaram melhor correlação da área foliar com o produto da largura pelo comprimento máximos da folha. A retenção máxima de líquidos pela folha ocorreu quando utilizou-se apenas água na aplicação.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, fator de correção, líquido pulverizado.

## RETENTION OF LIQUID FOR LEAVES OF THE COFFEE PLANTS AND LEAF AREA ESTIMATION USING LINEAR DIMENSIONS

### Abstract:

The present work had for objective to determine the equations and the factors of correction that better describe the relation between the linear dimensions (maximum length and width) and the leaf area of the coffee plants determined for two methods (Integrator and Gravimetric), and the maximum amount of liquid that the leaves can hold back using three liquids of application (water; water + 0,1% of adjuvant and water + 0,5% of adjuvant). Was used an integrator model LI 3100 of the mark LI-COR (Nebraska) and for the gravimetric method the relation between the mass and the area of a square of paper (with known area) with the mass and the area of the drawing of the leaf of the coffee plant in the same type of paper used. For measure the width and the length of the leaf was used a graduated ruler of 20 cm. The results had evidenced the best correlation of the leaf area with the product of the width for the length maximum of the leaf. The maximum retention of liquids for the leaf occurred when water in the application was used.

Key words: *Coffea arabica*, correction factor, sprayed liquid.

## Introdução

Para se obter um bom controle de pragas, doenças e plantas daninhas, é necessário um conhecimento multidisciplinar, para se compreender a complexidade dos fatores intrínsecos que podem conduzir a resultados negativos. Em função disto, o conhecimento do comportamento do equipamento de pulverização utilizado, o comportamento das pragas, doenças e plantas daninhas, juntamente com o tipo de formulação e ingrediente ativo dos produtos fitossanitários, devem ser conhecidos para se obter um bom controle (Pereira, 1987).

Segundo Matuo (1987), tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários consiste no uso de todos os conhecimentos científicos para colocar o ingrediente ativo no alvo, na menor quantidade possível, evitando contaminação de outras áreas e de forma econômica.

Para aplicações em culturas perenes, como é o caso do café, as pulverizações são realizadas em alto volume procurando cobrir toda a superfície foliar das plantas, o que acaba resultando em perdas por escorrimento, devido ao excesso de calda aplicada, uma vez que esta é maior do que a máxima retenção de líquido pelas folhas da planta. Em função disto, é de suma importância conhecer a área foliar das plantas para determinar a quantidade máxima que elas podem reter de calda nesta superfície, evitando perdas de água e produto fitossanitário.

Existem vários métodos de determinação da área foliar, dentre os quais podem-se destacar alguns destrutivos, como o gravimétrico e o planimétrico, e os não-destrutivos, como a relação entre as dimensões lineares da folha (comprimento e largura), método de contagem de quadrados preenchidos pelo contorno das folhas, planimetria fotoelétrica, planimetria fotográfica fotoelétrica, planimetria com radiação, fotografia hemisférica e outros (Kvet & Marshall, 1971).

Segundo Araújo et al. (2005), os métodos destrutivos possuem o inconveniente de necessitar de várias amostras, o que pode dificultar sua utilização em alguns casos de amostras reduzidas, enquanto que métodos não-destrutivos,

principalmente com uso de equipamentos modernos e precisos possuem alto custo de aquisição. Sendo assim, o método da relação entre as dimensões lineares das folhas consiste em modo prático e barato.

O presente trabalho teve por objetivo determinar as equações e os fatores de correção que melhor descrevem a relação entre as dimensões lineares (comprimento e largura máximos) e a área da folha do cafeeiro determinada por dois métodos e a máxima quantidade de líquido que as folhas podem reter utilizando três líquidos de aplicação.

## Material e Métodos

O trabalho foi conduzido em outubro de 2006 em laboratório do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal – UNESP, constando de dois experimentos: 1º - determinação do fator de correção (FC) e da equação de regressão linear para estimar a área foliar do cafeeiro (*coffea arabica*) por intermédio de medidas lineares do limbo foliar; 2º - máxima retenção de líquido pelas folhas do cafeeiro.

Foram coletadas dezoito folhas de tamanho pequeno de cafeeiro (colhida nas extremidades dos ramos) com o objetivo de avaliar a área e a retenção foliar. As condições ambientais no momento de realização do experimento foram: Temperatura do ar de 27,3 a 28,6°C e Umidade relativa do ar de 59 a 61%.

No primeiro experimento a área foliar foi medida por dois métodos (Integrador e Gravimétrico) com o objetivo de correlacionar estas áreas foliares com as dimensões lineares da folha, ou seja, a largura, o comprimento e o produto dos dois, obtendo com isto o Fator de Correção e a equação de regressão linear.

Para o método do integrador foi utilizado um equipamento eletrônico que fornecia os dados de área foliar diretamente em cm<sup>2</sup>, modelo LI 3100 da marca LI-COR (LI-COR Inc., Lincoln, Nebraska).

Para o método gravimétrico foi utilizada a relação entre a massa de um quadrado de papel com área de 100 cm<sup>2</sup>, com a massa do desenho da folha do cafeeiro no mesmo tipo de papel. A área foliar foi determinada pela equação 1:

$$AF = (M * Af) / m \quad (1)$$

em que,

AF: Área foliar, cm<sup>2</sup>;  
M: Massa do desenho da folha, g;  
Af: Área do quadrado de papel, cm<sup>2</sup>, e  
m: Massa do quadrado de papel, g.

O comprimento e a largura máxima de cada folha foi medido com o auxílio de uma régua graduada de 20 cm, posicionando a mesma na posição de maior comprimento e maior largura do limbo foliar.

O fator de correção (FC) foi calculado a partir da equação 2:

$$FC = AFx / (L * C) \quad (2)$$

em que,

AFx: Área foliar determinada pelo método do Integrador ou Gravimétrico, cm<sup>2</sup>;  
L: Largura máxima da folha, cm, e  
C: Comprimento máximo da folha, cm.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, constando de dois tratamentos com 18 repetições, sendo utilizadas folhas distintas para cada repetição. Os tratamentos utilizados para determinar a área foliar real para cálculo do fator de correção e das equações de regressão linear foram: T1 – Integrador; e T2 – Gravimétrico, com o objetivo de estimar a área foliar por intermédio de medidas do limbo foliar.

No segundo experimento, o de máxima retenção de líquido pelas folhas do cafeeiro, as folhas foram presas na posição vertical por meio de seus pecíolos a um suporte de aro de metal, apoiado sobre uma balança de prato superior, com precisão de 1 mg, com mostrador digital (Mettler PC440 – Delta Range).

As folhas colocadas lateralmente em relação a balança foram posicionadas dentro de um recipiente, no qual foram pulverizadas por meio de um bico hidráulico modelo TX 02, de jato cônico, até o líquido escorrer pela superfície da folha. Após isto, esperou-se alguns segundos até escorrer o excesso de calda e anotou-se o volume de calda retida na folha, sendo esta considerada a máxima quantidade de líquido que a folha consegue reter.

Para o cálculo da máxima retenção pelas folhas em função da área foliar, foliar obtida pelos dois métodos citados no experimento 1, utilizou-se a equação 3:

$$Rm = Vm / AFx \quad (3)$$

em que,

Rm: Retenção máxima de líquido pela folha, mL m<sup>-2</sup>;  
Vm: Volume máximo retido na folha, mL, e  
AFx: Área foliar determinada pelo método do Integrador ou Gravimétrico, m<sup>2</sup>.

O adjuvante utilizado no experimento foi o Haiten, que é um produto não siliconado, não iônico, com 200 g de polioxiétileno alquil fenol éster por Litro de produto comercial.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial 3 x 2, com seis repetições, em que o primeiro fator representa o líquido de aplicação (L1 – Água; L2 – Água mais 0,1% de adjuvante e L3 – Água mais 0,5% de adjuvante), e o segundo é o método de determinação da área foliar (M1 – Integrador e M2 – Gravimétrico).

Os resultados obtidos foram tabulados e submetidos a análise de variância e ao teste de comparação de médias de Tukey a 5% de probabilidade (Pimentel Gomes, 1987).

## Resultados e Discussão

Na Tabela 1, verifica-se que os dois métodos de estimativa de área foliar propiciaram fatores de correção semelhantes para folhas pequenas de cafeeiro, resultados semelhantes aos encontrados por SILVA & VOLPE (2005).

Tabela 1. Síntese da análise de variância e do teste de médias para o fator de correção (FC) para folhas pequenas de cafeeiro estimadas por meio de dois métodos.

Tratamento	FC
T1 – Integrador	0,70 A
T2 – Gravimétrico	0,72 A
DMS	0,04
CV%	8,53

DMS – Diferença mínima significativa, e

CV% - Coeficiente de variação.

Pela Tabela 2 nota-se que a correlação entre a área foliar e a largura e o comprimento das folhas foi muito pequena para os dois métodos, enquanto que a correlação com o produto da largura com o comprimento foi melhor, porém bem inferior do que o encontrado para outras culturas, como no caso da mangueira, em que Araújo et al. (2005) verificaram valores de correlação de 0,92 e 0,99 para as cultivares Tommy Atkins e Haden, respectivamente. Outro exemplo de melhor correlação foi encontrado por Bianco et al. (2003), que trabalhando com Taboa, uma planta daninha aquática, encontraram valores de correlação de 0,94.

Tabela 2. Equações de regressão linear entre a área foliar obtida por dois métodos e as dimensões lineares da folha de cafeeiro.

Método	Dimensões Lineares	Equações	R <sup>2</sup>
Integrador	Comprimento	$AF = 2,425 * C - 4,4144$	0,49
Integrador	Largura	$AF = 4,3379 * L - 1,8328$	0,74
Integrador	Comprimento x Largura	$AF = 0,6506 * C * L + 0,524$	0,84
Gravimétrico	Comprimento	$AF = 2,1904 * C - 3,058$	0,40
Gravimétrico	Largura	$AF = 4,0887 * L - 1,1013$	0,66
Gravimétrico	Comprimento x Largura	$AF = 0,6054 * C * L + 1,2065$	0,73

C – Comprimento máximo do limbo foliar, cm;

L – Largura máxima do limbo foliar, cm, e,

AF – Área foliar, cm<sup>2</sup>.

Observa-se na Tabela 3 que a retenção máxima de líquido pelas folhas do cafeeiro ocorreu quando se utilizou apenas água como líquido de aplicação. Tal fato ocorreu devido ao adjuvante diminuir a tensão superficial da água com eficiência. Segundo Montório et al. (2005) o adjuvante Haiten juntamente com outros não siliconados alcançou as menores tensões mínimas e os maiores coeficientes de eficácia, o que pode explicar porque a adição de 0,5% de adjuvante não diferiu na máxima retenção de calda pelas folhas do tratamento com apenas 0,1% de adjuvante.

Tabela 3. Síntese da análise de variância e do teste de médias para a Retenção máxima de líquido pelas folhas do cafeeiro.

Fatores	Retenção máxima
	mL m <sup>-2</sup>
Líquido (L)	
L1 – água	167 A
L2 – água +0,1% de adjuvante	97 B
L3 – água +0,5% de adjuvante	88 B
Método (M)	
M1 – Integrador	106 B
M2 – Gravitacional	105 B
C.V.%	31,52

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade;

\*\* : significativo a 1% de probabilidade (P<0,01);

NS : não significativo;

C.V.%: coeficiente de variação.

Na Tabela 3 observa-se que os métodos de análise da área foliares propiciaram valores semelhantes de retenção máxima nas folhas, em função dos dois métodos terem determinado valores semelhantes de área foliar.

Verifica-se ainda um alto coeficiente de variação que pode ser explicado devido a alta variabilidade da área foliar entre as amostras, apesar de todas serem de tamanho pequeno, proporcionando com isto valores diferentes de máxima retenção pelas folhas, que segundo Matuo & Baba (1981), as folhas menores retém, proporcionalmente, maiores quantidades de líquido.

## Conclusões

O fator de correção para determinar a área foliar por meio de dimensões lineares, para folhas de pequeno porte de cafeeiro, foi de 0,70 e de 0,72 quando utilizou-se os métodos do integrador e gravimétrico, respectivamente, para determinar a área foliar real.

As equações de regressão linear apresentaram coeficiente de correlação baixo, não sendo indicadas para cálculo da área foliar de folhas pequenas de cafeeiro.

A utilização de adjuvante diminuiu a quantidade máxima de líquido que as folhas podem reter, o que contribui para uma redução no volume de calda utilizado em pulverizações na cultura do cafeeiro.

## Referências Bibliográficas

- Araújo, E.C.E.; Dos Santos, E.P.; Prado, C.H.B.A. (2005) Estimativa da área foliar da mangueira (*Mangifera indica* L.) cvs. Tommy Atkins e Haden, utilizando dimensões lineares. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 27:308-309.
- Bianco, S.; Pitelli, R.A.; Pitelli, A.M.C.M. (2003) Estimativa da área foliar de *Typha latifolia* usando dimensões lineares do limbo foliar. *Planta Daninha*, 21:257-261.
- Kvet, J.; Marshall, J.K. (1971) Assesment of leaf área and other assimilating plant surfaces. In: Sesták, Z.; Èatsky, J.; Jarvis, P.G. *Plant photosyntetic production: manual of methods*, p. 517-555.
- Matuo, T.; Baba, K.J. (1981) Retenção de líquido pelas folhas de citrus em pulverização a alto volume. *Científica*, 9:97-104.
- Matuo, T. (1987) Enfoque multidisciplinar da tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. In: Matuo, T.; Ferreira, M.E.; Carvalho, R.P.L.; Tamaki, T. *Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas*. Jaboticabal, FUNEP, p.3-11.
- Montório, G.A.; Velini, E.D.; Maciel, C.D.G.; Montório, T. (2005) Eficiência dos surfatantes de uso agrícola na redução da tensão superficial. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 4:8-22.
- Pereira, J.L. (1987) Tecnologia de aplicação de defensivos – fatores intrínsecos. In: Matuo, T.; Ferreira, M.E.; Carvalho, R.P.L.; Tamaki, T. *Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas*. Jaboticabal, FUNEP, p.13-40.
- Pimentel Gomes, F. (1987) *A estatística moderna na agropecuária*. Piracicaba, ABPF. 162p.
- Silva, W.J.; Volpe, C.A. (2005) Crescimento do fruto do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cv. Acaiá, cp 474/19 e suas relações com variáveis meteorológicas em dois sistemas de plantio, no cerrado de Uberaba-MG. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 13:292-302.