

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL  
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA  
CURSO DE AGRONOMIA

**COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS PARA A  
ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR DA SOJA**

**Acadêmico: Willams Ferreira Souza Barbosa**

**Orientador: Dr. Fábio Steiner**

Cassilândia-MS

Junho/2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL  
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA  
CURSO DE AGRONOMIA

**COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS PARA A  
ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR DA SOJA**

**Acadêmico: Willams Ferreira Souza Barbosa**

**Orientador: Dr. Fábio Steiner**

“Trabalho apresentado como parte das exigências do Curso de Agronomia para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo”.

Cassilândia-MS  
Junho de 2016



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL  
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA  
CURSO DE AGRONOMIA

### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO:

“ COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS PARA A  
ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR DA SOJA ”

ACADÊMICO (A): **Willams Ferreira Souza Barbosa**

ORIENTADOR (A): **Prof. Dr. Fábio Steiner**

**APROVADO** pela comissão examinadora em vinte e três de junho de 2016.

Eliana Duarte Cardoso

Profa. Dra. Eliana Duarte Cardoso

Tz Z

Prof. Dr. Tiago Zoz

Fábio Steiner

Prof. Dr. Fábio Steiner - Orientador

## EPÍGRAFE

“Alguns homens vêem as coisas como são, e dizem ‘Por quê?’ Eu sonho com as coisas que nunca foram e digo ‘Por que não?’”

(Geroge Bernard Shaw)

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a minha família que esteve sempre ao meu lado me apoiando em todos os momentos, sendo meu ponto de apoio com quem sempre pude contar. A minha mãe e meu pai por me insentivar a esta sempre procurando o melhor caminho, assim como pela educação que me passaram, o que contribuiu para a formação do meu caráter e da pessoa que sou hoje, muito abrigado.

A minha esposa que esta sempre ao meu lado independente da situação, me apoiando e ajudando nas minhas decisões para que eu pudesse concluir meu trajeto na minha vida academica.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente á Deus, por ter me possibilitado estar próximo de tantas pessoas que fizeram e sempre farão parte da minha vida.

Aos meus amigos Paulo Henrique, Michel, Rafael, Leandro, Paulo, Karina e Geany pela amizade e por todo apoio, amigos com quem sempre pude contar.

Ao Prof Dr. Fábio Steiner e Profa. Dra. Eliana Duarte Cardoso, pela orientação paciência, e por todos os ensinamentos transmitidos.

Aos professores, por todo conhecimento transmitido, pela paciência em lecionar e pelos aconselhamentos e experiência de vida.

Aos funcionários da UEMS, por toda ajuda durante todos esses anos, em experimento a campo.

À XI TURMA DA AGRONOMIA UEMS CASSILÂNDIA, por toda amizade e conquista que tivemos juntos.

À todas as pessoas que passaram pela minha vida e que, contribuíram na minha formação. MUITO OBRIGADO!

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE APÊNDICES.....	VIII
RESUMO.....	IIX
ABSTRACT .....	X
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	4
2.1. Obtenção das folhas .....	4
2.2. Mensuração da área foliar.....	4
2.3. Análises estatísticas.....	7
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	8
4. CONCLUSÃO .....	15
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16
FIGURAS DO APÊNDICE.....	18

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1. Ilustração dos folíolos íntegros (A) e folíolos danificados por ataque de doenças e de pragas (B) de plantas de soja [*Glycine max* L. (Merrill.), cv. Potência]. UEMS. Cassilândia-MS, 2016. .... 5
- FIGURA 2. Mensuração do comprimento e da largura de um folíolo danificado de soja [*Glycine max* L. (Merrill.), cv. Potência]. UEMS. Cassilândia-MS, 2016. ... 6
- FIGURA 3. Modelos de regressão linear simples da área foliar (cm<sup>2</sup>) determinada por meio do método integrador de área foliar LI-COR modelo LI 3100 (referência) em função do comprimento (C), da largura (L) e do produto comprimento vezes largura (C × L) como variáveis independentes (x) e coeficiente de determinação, com base em 100 folíolos íntegros (A, C e E) e danificados (B, D e F) de soja [*Glycine max* L. (Merrill.)]. UEMS. Cassilândia-MS, 2016..... 11
- FIGURA 4. Relação entre os valores de área foliar determinada por meio do método integrador de área foliar LI-COR modelo LI 3100 (referência) e a área foliar estimada em função do método das dimensões foliares, utilizando as medidas de comprimento (A e B), largura (C e D) e o produto comprimento vezes largura (E e F) em 100 folíolos íntegros (A, C e E) e danificados (B, D e F) de soja [*Glycine max* L. (Merrill.)]. UEMS. Cassilândia-MS, 2016. 13
- FIGURA 5. Relação entre a os valores de área foliar determinada por meio do método integrador de área foliar LI-COR modelo LI 3100 (referência) e a área foliar estimada pelos métodos dos discos foliares (A e B) e análise de fotos digitais utilizando o software Auto CAD (C e D) em 100 folíolos íntegros (A e C) e danificados (B e D) de soja [*Glycine max* L. (Merrill.)]. UEMS. Cassilândia-MS, 2016..... 14



## LISTA DE APÊNDICES

- APÊNDICE 1. Homogeneização do solo coletado e aplicação do corretivo de solo e da adubação. UEMS. Cassilândia-MS, 2016. .... 17
- APÊNDICE 2. Vasos completos com solo cobertos posteriormente com lona plástica, para esperar o corretivo do solo reagir antes de implantar a cultura. UEMS. Cassilândia-MS, 2016. .... 17
- APÊNDICE 3. Identificação com etiqueta numeradas para cada folíolo avaliado, sendo as etiquetas numeradas de 1 a 100. UEMS. Cassilândia-MS, 2016. 17
- APÊNDICE 4. Balança de precisão empregada na pesagem dos discos foliares para mensuração de massa de disco e obtenção da área do folíolo analisado. UEMS. Cassilândia-MS, 2016. .... 17
- APÊNDICE 5. Imagem gerada pelo software AutoCAD®, em que é possível observar os polígonos gerados em volta do folíolo analisado e as linhas verticais e horizontais representando largura e comprimento da folha. UEMS. Cassilândia-MS, 2016. .... 17
- APÊNDICE 6. Registrando o folíolo da soja com a utilização de uma câmera fotográfica, fotos registradas com auxílio de um papel milimetrado e uma régua graduada, para se ter uma escala de referência no momento das avaliações. UEMS. Cassilândia-MS, 2016. .... 17

# COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS PARA A ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR DA SOJA

Willams Ferreira Souza Barbosa & Fábio Steiner

## RESUMO

A área foliar é importante na mensuração do crescimento de uma cultura, e pode ser determinada por métodos diretos ou indiretos e destrutivos ou não destrutivos. Objetivou-se avaliar a eficiência de diferentes métodos de análise de área foliar, para a mensuração da área foliar da cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill.] em duas situações distintas: folíolos íntegros e folíolos danificados. Foram avaliados três métodos para a estimativa da área foliar da soja comparados com o método integrador de área foliar LI-COR<sup>®</sup>, utilizado como referência neste estudo. Os outros métodos testados para a estimativa da área foliar foram: i) método das dimensões foliares, utilizando as medidas de comprimento, largura e o produto do comprimento vezes a largura; ii) método dos discos foliares; e, iii) método de análise de fotos digitais utilizando o software AutoCAD<sup>®</sup>. Em todos os métodos as estimativas de área foliar foram realizadas em 100 folíolos íntegros (limbo foliar intacto) e 100 folíolos danificados (limbo foliar danificado por ataques de insetos ou danos físicos), provenientes do experimento de casa-de-vegetação. Nas estimativas realizadas em folíolos íntegros, tanto pelo método de dimensões foliares como no de imagem digital, notou-se excelente correlação com as medidas obtidas pelo método LI-COR<sup>®</sup> ( $r = 0,9952$  e  $r = 0,9904$  respectivamente). O modelo de regressão linear simples da área foliar obtida por meio do método integrador de área foliar LI-COR<sup>®</sup> ( $\hat{y} = 0,162 + 0,656 (C \times L)$ ;  $R^2 = 0,981$ ) em função do produto comprimento vezes largura é adequado para estimar a área foliar de folíolos de soja íntegros. Para folíolos danificados, o método de imagem digital utilizando o software AutoCAD<sup>®</sup> revelou coeficiente de correlação um pouco superior aos métodos de dimensões foliares e discos foliares. O método de análise de imagem digital utilizando o software AutoCAD<sup>®</sup> pode substituir o método integrador de área foliar LI-COR<sup>®</sup>, usado como referência, com vantagens de custo inferior e precisão semelhante.

Palavras-chave: *Glycine max* L; Imagem digital; Area meter; Discos foliares; Dimensões foliares, Software AutoCAD<sup>®</sup>.

# COMPARISON OF METHODS FOR ESTIMATING THE LEAF AREA OF SOYBEAN

## ABSTRACT

Leaf area is important to measure the growth of a culture, and can be determined by direct or indirect, destructive or non-destructive methods. This study aimed to evaluate the efficiency of different methods of leaf area analysis to measure leaf area of soybean in two different situations [*Glycine max* ( L. ) Merrill . ] Leaflets intact and damaged leaflets. Three methods were evaluated to estimate the soybean leaf area compared with the method of integrating leaf area LI-COR<sup>®</sup> used as reference in this study. The other methods tested for estimating the leaf area were: i) the method of leaf dimensions, using the measurements of length, width and length of the product times the width; ii) leaf disc method; and, iii) digital photo analysis method using AutoCAD<sup>®</sup> software. In all methods of leaf area estimates were made in 100 leaflets intact (leaf blade intact) and 100 damaged leaves (leaf blade damaged by insect or physical damage attacks) from the house, a greenhouse experiment. The estimates made in leaflets complete, both the method of leaf dimensions as in digital imaging, it was noted excellent correlation with the measurements obtained by LI-COR<sup>®</sup> method ( $r = 0.9952$  and  $r = 0.9904$ , respectively). The simple linear regression model of leaf area obtained by integrating the method of leaf area LI-COR<sup>®</sup> ( $\hat{y} = 0.162 + 0.656 (L \times W)$ ;  $R^2 = 0.981$ ) according to the product length times width is adequate to estimate the leaf area of intact soybean leaflets. For damaged leaflets, digital imaging method using AutoCAD<sup>®</sup> software revealed correlation coefficient slightly higher than the methods of leaf size and leaf discs. The digital image analysis method using the AutoCAD software integrator may replace the method of leaf area LI-COR<sup>®</sup> used as a reference, with advantages of lower cost and similar accuracy.

**Key words:** *Glycine max* L; Digital image; Area meter; Leaf discs; Leaf dimensions, Software AutoCAD<sup>®</sup>.

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento e a produtividade das plantas estão ligados diretamente ao processo fotossintético. Esse processo ao converter moléculas simples de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) em carboidratos, resulta na entrada de energia livre no ambiente, permitindo, assim, que os organismos vivos possam manter sua organização estrutural, seu crescimento e funções vitais (KERBAUY, 2013). Sendo a folha o principal órgão envolvido no processo fotossintético nas plantas, atuando também na transpiração e nas trocas gasosas (PEREIRA et al., 1997; TAIZ; ZEIGER, 2013).

O índice de área foliar (IAF) é a relação funcional existente entre a área foliar e a área do terreno ocupada pela cultura (FAVARIN et al., 2002). O processo fotossintético depende da interceptação da luz e sua conversão em energia química, portanto, o IAF pode ser considerado um parâmetro indicativo de produtividade das culturas (FAVARIN et al., 2002) e é uma medida necessária para a maioria dos estudos agrônômicos e fisiológicos envolvendo crescimento vegetal (BLANCO; FOLEGATTI, 2003; TAIZ; ZEIGER, 2013). Além disso, o conhecimento do IAF pode ser útil na avaliação de várias práticas culturais como densidade de semeadura, adubação, irrigação, realização de poda e aplicação de defensivos (FAVARIN et al., 2002; TAVARES-JUNIOR et al., 2002).

A determinação da área foliar é muito importante para os estudos agrônômicos, pois alguns parâmetros como razão de área foliar (RAF) e taxa assimilatória líquida (TAL) são obtidos através de estimativa de área foliar (FONSECA; CONDÉ, 1994). A mensuração da área foliar pode ser realizada por métodos diretos ou indiretos e destrutivos ou não destrutivos. Os métodos indiretos são baseados na correlação conhecida entre a variável medida e a área foliar. Coelho-Filho et al. (2005) estudaram a correlação entre variáveis biométricas e área foliar em plantas de citros e indicaram a viabilidade da utilização de diâmetro de caule e ramos para estimativa de área foliar de forma rápida, simples e não destrutiva, aplicável a campo.

Os métodos diretos utilizam medidas realizadas diretamente nas folhas. Barros et al. (1973) reportaram que a relação entre a área real e o produto do comprimento pela largura máxima gera o termo denominado “fator de correção”, o qual estima a área foliar real de qualquer outra folha da mesma espécie, ao ser multiplicado pelo produto de suas dimensões lineares (BARROS et al., 1973). Os métodos destrutivos

exigem a retirada da folha, o que muitas vezes não é possível devido à limitação do número de plantas na parcela experimental. Nos métodos não destrutivos as medidas são tomadas na planta, sem necessidade de remoção de estruturas, preservando sua integridade e permitindo a continuidade das medidas na mesma planta (ADAMI et al., 2008).

Apesar de existirem vários métodos de determinação de área foliar, em geral, são utilizados apenas dois métodos: o método das dimensões foliares e o método integrador de área foliar LI-COR<sup>®</sup>. O medidor automático LI-COR<sup>®</sup>, normalmente utilizado como referência, estima a área foliar pelo princípio de células de grade de área conhecida (LI-COR 3100, 1996). No entanto, este método é destrutivo e o equipamento tem custo elevado, o que torna o método oneroso. Além disso, no Brasil não possui lugares especializados em realizar a manutenção e a assistência técnica desse equipamento (GODOY et al., 2007). Segundo Guimarães et al. (2010), é preferível a utilização de métodos para determinação da área foliar que não prejudiquem a folha. Por sua vez, o método das dimensões foliares (C x L) baseia-se na relação entre a área foliar real e parâmetros dimensionais do limbo foliar - comprimento (C) e largura (L) máximos. O método das dimensões foliares é amplamente empregado no campo devido a sua facilidade de aplicação e possibilidade de aplicação não destrutiva (GONÇALVES et al, 2002; BORGHEZAN et al, 2010; CARGNELUTTI-FILHO et al., 2012).

No entanto, Monteiro et al. (2005) constataram que a mensuração da área foliar do algodoeiro, utilizando o método da pesagem dos discos foliares, foi a mais eficiente em comparação ao método das dimensões foliares. Além disso, deve ser ressaltado que a precisão do método das dimensões foliares pode ser prejudicada quando o limbo foliar das folhas encontram-se danificados, seja por danos físicos ou por ataque de pragas. Portanto, pesquisas que visam avaliar a eficiência e a praticidade de novos métodos para a estimativa da área foliar são de extrema importância para os estudos agrônômicos e fisiológicos envolvendo crescimento vegetal.

Atualmente, câmeras digitais de alta definição são disponíveis no mercado a um custo acessível. Esses equipamentos são promissores para a estimativa da área foliar em condições de campo por serem portáteis, mais baratos que o aparelho LI-COR<sup>®</sup> e mais precisos que o método de dimensões foliares (GODOY et al., 2007; ADAMI et al., 2008), principalmente em situações nas quais os folíolos apresentam-

se danificados. Após o registro de imagens, a utilização de um programa de processamento de imagens possibilita a mensuração da área foliar. Adami et al. (2008) comparando o método da imagem digital associado ao software SPRING com o método de referência LI-COR<sup>®</sup>, concluíram que o método de imagem digital tem precisão semelhante ao método integrador de área foliar LI-COR<sup>®</sup>, com a vantagem do método de imagem digital ser mais barato. Avaliando diferentes tipos de câmeras digitais, Godoy et al. (2007) constataram que a câmera que possibilitou a melhor definição de imagem para o estudo foi a de 5.0 megapixel, obtendo-se a melhor resolução. Testando cinco métodos para a mensuração da área foliar, Lucena et al. (2011) verificaram que todos os métodos estudados (método dos quadrados, das dimensões foliares, do integrador de área foliar Area Meter (AM 300), dos discos foliares e análise de imagem digital) podem ser empregados na determinação de área foliar da aceroleira, sendo que o método mais eficiente foi o de integrador de área foliar Area Meter. No entanto, Pinto et al. (2008) ressaltaram que para definir um método de mensuração de área foliar deve-se levar em consideração as características do limbo foliar, pois cada espécie apresenta suas características.

Com base no exposto, o desenvolvimento de métodos alternativos a avaliação da área foliar, que sejam práticos, rápidos, de baixo custo e elevada precisão e exatidão, são extremamente importantes para as pesquisas na área de agricultura. Nesse contexto, a utilização do software de engenharia AutoCAD<sup>®</sup> (Autodesk Inc., San Rafael, CA, USA) torna-se um aliado na concretização desse objetivo, pois a área foliar pode ser mensurada com praticidade, rapidez, precisão e com baixo custo, em virtude de não precisar adquirir equipamentos e softwares de elevado custo. No entanto, não há estudos que avaliaram a precisão da determinação da área foliar com a utilização do software AutoCAD<sup>®</sup> no processamento das imagens digitais.

Neste estudo objetivou-se avaliar a eficiência de diferentes métodos de análise de área foliar, para a mensuração da área foliar da cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill.] em duas situações distintas: folíolos íntegros e folíolos danificados.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Obtenção das folhas

Para a obtenção das folhas, foi realizado um experimento com a cultura da soja em condições de casa-de-vegetação, na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Cassilândia – MS (51°48' de longitude W, 19°05' de latitude S e 470 m de altitude), no período de Outubro a Dezembro de 2015.

O experimento foi conduzido em vasos com capacidade de 5 L preenchidos com um Neossolo Quartzarênico (NQ) de textura arenosa (95 g kg<sup>-1</sup> de argila), coletado na camada superficial (0,0 a 0,20 m). Após coletado, o solo foi seco ao ar, destorroado, e passado em peneira de malha de 2 mm.

Após o período de incubação com calcário, o solo foi fertilizado com 100 mg dm<sup>-3</sup> de N (ureia), 200 mg dm<sup>-3</sup> de P (superfosfato simples), 100 mg dm<sup>-3</sup> de K (cloreto de potássio), 15 mg dm<sup>-3</sup> de S (sulfato de potássio), 5 mg dm<sup>-3</sup> de Cu (sulfato de cobre), 5 mg dm<sup>-3</sup> de Zn (sulfato de zinco), 1 mg dm<sup>-3</sup> de Mo (molibdato de amônio) e 2 mg dm<sup>-3</sup> de B (bórax). Em seguida, o solo foi acondicionado em 20 vasos plásticos e submetido ao cultivo da soja [*Glycine max* (L.) Merrill.].

Foram semeadas cinco sementes por vaso, e cinco dias após a emergência foi efetuado o desbaste, deixando duas plantas por vaso. A irrigação foi realizada diariamente visando manter o conteúdo relativo de água no solo próximo da capacidade de campo. As plantas de soja foram cultivadas por um período de 42 dias, ocasião, então, as folhas foram coletadas para a estimativa da área foliar. Após coletadas, as amostras de folhas foram levadas ao laboratório, e, em seguida, numeradas com etiquetas coladas no centro dos folíolos.

### 2.2. Mensuração da área foliar

Foram avaliados três métodos para a estimativa da área foliar da soja comparados com o método integrador de área foliar LI-COR<sup>®</sup>, utilizado como referência neste estudo. O método de referência LI-COR<sup>®</sup>, é um aparelho integrador de área, cuja teoria operacional baseia-se na estimativa da área foliar pelo princípio de células de grade de área conhecida, na superfície foliar (LI-COR 3100, 1996). Os outros métodos testados para a estimativa da área foliar foram: i) método das dimensões foliares, utilizando as medidas de comprimento (C), largura (L) e o produto

comprimento vezes largura (C x L); ii) método da pesagem dos discos foliares; e, iii) método de análise de fotos digitais utilizando o software AutoCAD® (Autodesk Inc., San Rafael, CA, USA).

Em todos os métodos as estimativas de área foliar foram realizadas em duas situações distintas: folíolos íntegros e folíolos danificados (Figura 1). Foram utilizados 100 folíolos totalmente expandidos e com limbo foliar intacto (folíolos íntegros) e 100 folíolos totalmente expandidas e com o limbo foliar danificado por ataques de insetos ou danos físicos (folíolos danificados), provenientes do experimento de casa-de-vegetação.

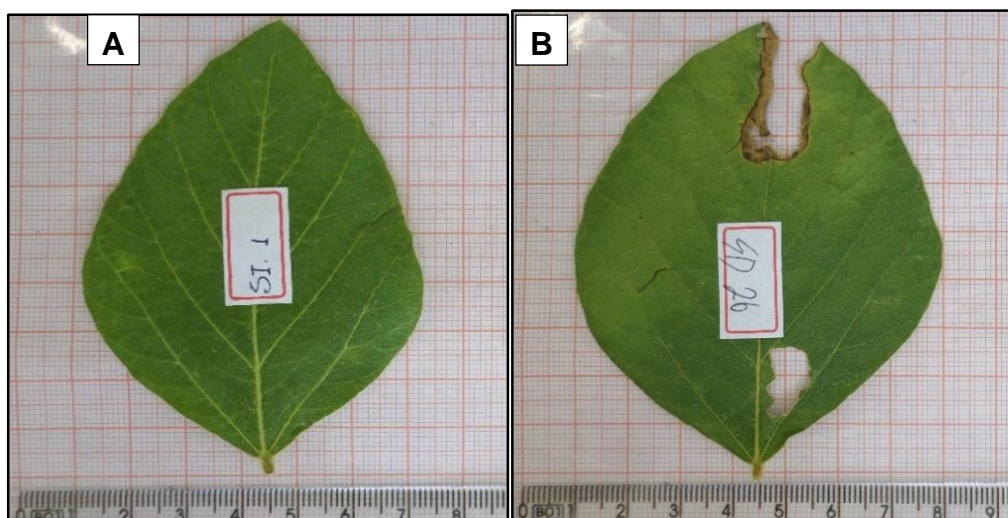


FIGURA 1. Ilustração dos folíolos íntegros (A) e folíolos danificados por ataque de doenças e de pragas (B) de plantas de soja [*Glycine max* L. (Merrill.), cv. Potência]. UEMS. Cassilândia-MS, 2016.

**Método das dimensões foliares** – foram mensurados o comprimento do folíolo (C, em cm), a partir da inserção do pecíolo, e a largura do folíolo (L, em cm), determinada pela máxima medida perpendicular à nervura central, com régua milimetrada (Figura 2). Após, foi calculado o produto comprimento vezes largura dos folíolos (C x L, em cm<sup>2</sup>).



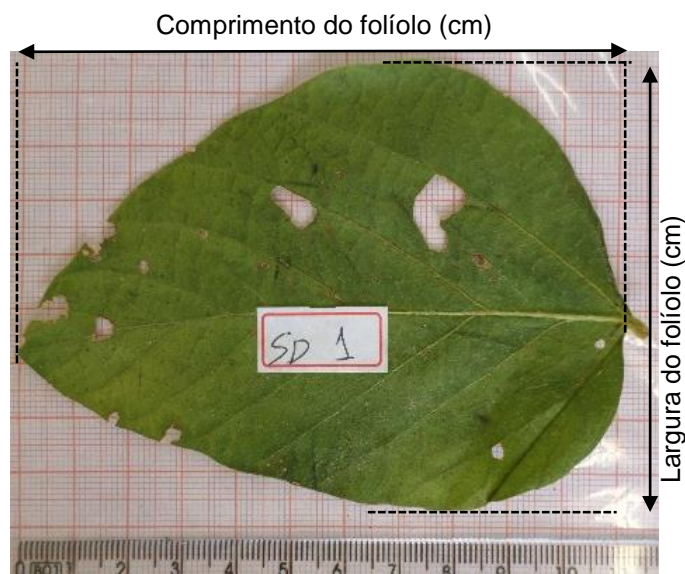


FIGURA 2. Mensuração do comprimento e da largura de um folíolo danificado de soja [*Glycine max* L. (Merrill.), cv. Potência]. UEMS. Cassilândia-MS, 2016.

Para a utilização do método das dimensões foliares, posteriormente, foram ajustados os modelos de regressão linear e os coeficientes de determinação entre área foliar real medida pelo integrador de área foliar LI-COR® e as medidas de comprimento (C), largura (L) e produto comprimento vezes largura (C x L) para os 100 folíolos íntegros e danificados.

**Método das análises de imagens digitais com o software AutoCAD®** – os mesmos folíolos foram colocados em cima de papel milimetrado e fotografados por meio de uma câmera fotográfica digital da marca Samsung, modelo ST150F (Samsung Electronics Co. Ltda.). Para a obtenção das imagens a câmera digital foi colocada em nível visando evitar qualquer distorção nas fotografias. As imagens (fotos) obtidas foram processadas com o auxílio do software AutoCAD® (Autodesk Inc., San Rafael, CA, EUA), para a determinação da área foliar com base na escala e na demarcação dos polígonos gerados após a sobreposição de todas as bordas dos folíolos. A área foliar (cm<sup>2</sup>) foi obtida somando-se todos os polígonos formados, após a demarcação das bordas dos folíolos íntegros e danificados. O software AutoCAD® (Autodesk Inc., San Rafael, CA, EUA) utilizado neste projeto é original e possui uma licença para a utilização por parte dos estudantes de Graduação.

**Medidor integrador de área foliar LI-COR®** – para a mensuração da área foliar pelo método LI-COR®, os folíolos de soja foram enviados para o Departamento de Agricultura, Faculdades de Ciências Agrônômica – FCA/UNESP, em Botucatu/SP

e as medidas foram realizadas em um aparelho da marca LI-COR<sup>®</sup>, modelo LI 3100 (LI-COR<sup>®</sup> Corporation, Lincoln, Nebraska, USA). Os folíolos passaram pelo aparelho, um a um, em ordem numérica, e os valores de área foliar retornados foram anotados em uma tabela. O mesmo procedimento foi utilizado para a mensuração da área foliar dos folíolos íntegros e danificados. Neste estudo o método LI-COR<sup>®</sup> foi utilizado como referência.

**Método da pesagem dos discos foliares** – utilizando-se um vazador com área conhecida de 2,88 cm<sup>2</sup>, foram destacados um disco foliar de a porção mediana do limbo foliar, evitando-se a amostragem da nervura central, conforme estudos de Gomide et al. (1977). Através da área conhecida dos discos foliares destacados, da massa seca dos mesmos e da massa seca total do folíolo, tomadas através de uma balança de precisão de 0,0001 g, foi estimada a área foliar dos folíolos.

### 2.3. Análises estatísticas

A partir dos dados de comprimento (C), largura (L), produto comprimento vezes largura (C x L) e da área foliar dos 100 folíolos íntegros e danificados, foram calculadas as medidas de tendência central e de variabilidade. Depois, modelou-se a área foliar real ( $\hat{Y}_1$ , em cm<sup>2</sup>) mensurada pelo integrador de área foliar LI-COR<sup>®</sup> em função do C, ou da L e/ou do C x L do folíolo, por meio dos modelos de regressão linear simples ( $\hat{Y}_1 = \beta_0 + \beta_1 + \epsilon_i$ ). O critério utilizado para a seleção dos modelos que melhor estimam a área foliar da soja em função do C, ou da L e/ou do CxL foi o coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) mais próximos de um.

Para a validação dos métodos das dimensões foliares, utilizando as medidas de C, ou da L e/ou do C x L, discos foliares e análise de imagens digitais utilizando o software Auto CAD<sup>®</sup> foram comparados, por meio da análise dos coeficientes de correlação linear de Pearson (r), com as medidas de área foliar obtida pelo método integrador de área foliar LI-COR<sup>®</sup> – método referência. O critério utilizado para a seleção do(s) método(s) que melhor estimam a área foliar de folíolos íntegros e danificados de soja em relação ao método LI-COR<sup>®</sup> (referência) foi a análise dos valores dos coeficientes de correlação linear de Pearson (r) mais próximos de um. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do aplicativo Microsoft Office Excel<sup>®</sup> (Microsoft Office 365<sup>TM</sup>).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As medidas de tendência central e da variabilidade dos dados para o comprimento (C), largura (L), produto comprimento vezes largura (C x L) dos 100 folíolos de soja íntegros e danificados são apresentadas na Tabela 1. Os valores do coeficiente de variação (CV) das dimensões foliares da soja apresentaram valores médios, variando de 15,28 a 35,20, com uma alta amplitude (Tabela 1). Segundo Cargnelutti-Filho et al. (2012), para a pesquisa um coeficiente de variação alto é importante para que se possa gerar modelos de estimativa de área foliar que permitam a sua utilização em cultivares com diferentes tamanhos de folhas.

TABELA 1. Mínimo, máximo, amplitude, média, mediana, 1º quartil, 3º quartil, desvio padrão e coeficiente de variação (CV), do comprimento (C), da largura (L), do produto do comprimento vezes largura (C x L) de 100 folíolos íntegros e danificados de soja [*Glycine max* L. (Merrill.)]. UEMS. Cassilândia-MS, 2016

Estatística	C (cm)		L (cm)		C x L (cm <sup>2</sup> )	
	Íntegros	Danificados	Íntegros	Danificados	Íntegros	Danificados
Mínimo	5,97	4,48	3,79	3,31	23,46	14,83
Máximo	12,42	11,50	8,95	8,67	111,16	93,42
Amplitude	6,45	7,02	5,16	5,36	87,70	78,59
Média	8,00	7,99	5,61	5,51	46,00	45,10
Mediana	7,79	8,11	5,49	5,38	43,15	43,10
1º. Quartil	7,10	7,12	4,95	4,66	35,82	33,26
3º. Quartil	8,53	8,96	6,04	6,24	51,98	54,96
Desvio padrão	1,22	1,33	1,04	1,10	16,19	15,71
CV	15,28	16,70	18,56	19,90	35,20	34,83

As medidas de tendência central e da variabilidade dos dados obtidos para a estimativa da área foliar por meio dos métodos das dimensões foliares, discos foliares, AutoCAD® e LI-COR® em folíolos de soja íntegros e danificados são apresentadas na Tabela 2. A ampla variabilidade da área foliar, verificada pela amplitude dos valores de da área foliar, aliada à elevada magnitude do coeficiente de variação (CV > 30%) para a maioria dos métodos (Tabela 2), é importante para a geração de modelos, pois permite sua utilização em folhas pequenas, médias e grandes (CARGNELUTTI-FILHO, 2012).

TABELA 2. Mínimo, máximo, amplitude, media, mediana, 1º quartil, 3º quartil, desvio padrão e coeficiente de variação (CV), da área foliar (cm<sup>2</sup>) determinada por meio do método das dimensões foliares, discos foliares, análise de fotos digitais utilizando o software AutoCAD<sup>®</sup> e do método integrador de área foliar LI-COR<sup>®</sup> modelo LI 3100 (referência), em 100 folíolos íntegros e danificados de soja [*Glycine max* L. (Merrill.)]. UEMS. Cassilândia-MS, 2016

Estatística	Dimensões foliares (cm <sup>2</sup> )			Discos foliares (cm <sup>2</sup> )	AutoCAD <sup>®</sup> (cm <sup>2</sup> )	LI-COR <sup>®</sup> (cm <sup>2</sup> )
	C	L	C x L			
Folíolos íntegros						
Mínimo	13,60	15,55	15,55	15,30	15,35	14,76
Máximo	66,80	73,08	73,08	65,59	75,78	74,85
Amplitude	53,20	57,53	57,53	53,29	60,43	60,09
Média	30,34	30,34	30,34	28,77	31,52	30,34
Mediana	28,62	28,47	28,47	26,77	29,34	28,20
1º. Quartil	22,90	23,66	23,66	22,17	24,81	23,62
3º. Quartil	34,68	34,26	34,26	32,62	35,41	33,32
Desvio padrão	10,08	10,62	10,62	9,62	11,01	10,72
CV	33,22	35,01	35,38	33,43	34,93	35,35
Folíolos danificados						
Mínimo	6,70	10,90	11,07	10,87	9,92	9,92
Máximo	52,06	55,83	58,54	60,54	57,23	57,23
Amplitude	45,35	44,93	47,46	49,67	47,31	47,21
Média	29,34	29,34	29,35	33,35	29,34	29,34
Mediana	30,13	28,25	28,14	32,06	27,83	27,83
1º. Quartil	23,73	22,24	22,20	23,63	20,92	20,92
3º. Quartil	35,62	35,46	35,31	41,94	36,42	36,42
Desvio padrão	8,62	9,19	9,49	11,88	9,91	9,91
CV	29,38	31,34	32,32	35,61	33,79	33,79

Os modelos de regressão linear simples para a estimativa da área foliar da soja através do método das dimensões foliares em função da área foliar determinada pelo método LI-COR<sup>®</sup> são apresentados na Figura 1. Pode-se observar as variações existentes decorrentes dos métodos avaliados e das condições dos folíolos (íntegros e danificados), ocorrendo variação do coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) em função dessas variações. De maneira geral, os modelos lineares que relacionam a área foliar determinada por meio do método LI-COR<sup>®</sup> com o comprimento (C), ou com a largura (L) e/ou com o produto comprimento vezes largura (C x L) apresentaram elevados valores do coeficiente de determinação (R<sup>2</sup> ≥ 0,756) (Figura 3).

Os maiores coeficientes de determinação ( $R^2$ ) resultantes da regressão linear simples da área foliar estimado pelo método LI-COR<sup>®</sup> em função das dimensões foliares foram obtidos para o produto comprimento vezes largura ( $C \times L$ ), com valores variando de  $R^2 = 0,981$  para os folíolos íntegros (Figura 3E) e  $R^2 = 0,915$  para os folíolos danificados (Figura 3E). Valores superiores de modelos ajustados em função do produto comprimento vezes largura também foram encontrados nas plantas de pepino (BLANCO; FOLEGATTI, 2005), de *Curcuma alismatifolia* e *Curcuma zedoaria* (PINTO et al., 2008) e de nabo forrageiro (CARGNELUTTI-FILHO et al., 2012). Por sua vez, os menores valores dos coeficientes de determinação entre a área foliar estimada pelo método LI-COR<sup>®</sup> em função das dimensões foliares foram obtidos para o comprimento dos folíolos, com coeficientes variando de  $R^2 = 0,883$  para os folíolos íntegros (Figura 3A) e  $R^2 = 0,756$  para os folíolos danificados (Figura 3B).

Os maiores valores de coeficientes de determinação (melhor ajuste) das estimativas de área foliar indicam quais são os modelos mais adequados para a estimativa de área foliar da soja. Desta forma, o modelo de regressão linear simples da área foliar obtida por meio do método LI-COR<sup>®</sup> em função do produto comprimento vezes largura ( $\hat{y} = 0,162 + 0,656 (C \times L)$ ;  $R^2 = 0,981$ ), é adequado para estimar a área foliar de folíolos de soja íntegros (Figura 3E). Embora menos preciso, o modelo linear da área foliar obtida por meio do método integrador de área foliar LI-COR<sup>®</sup> ( $\hat{y} = 2,110 + 0,604 (C \times L)$ ;  $R^2 = 0,915$ ) em função do produto comprimento  $\times$  largura pode ser considerado adequado para estimar a área foliar de folíolos de soja danificados (Figura 3F).

Na prática, a mensuração do comprimento e da largura da folha é suficiente para estimar a área foliar que seria determinada por meio de métodos destrutivos, como o método LI-COR<sup>®</sup> e análise de fotos digitais. Esse resultado é importante, pois possibilita determinar a área foliar, com precisão, durante todo o ciclo da cultura, sem a necessidade de destruição das folhas. Resultados semelhantes foram observados por Cargnelutti-Filho et al. (2012), os quais concluíram que o modelo de potência da área foliar obtida por meio do método de fotos digitais em função do produto comprimento vezes largura ( $\hat{y} = 0,6843 (C \times L)^{0,9221}$ ;  $R^2 = 0,9862$ ), foi adequado para estimar a área foliar do nabo forrageiro. Adami et al. (2008) reportaram que o modelo de regressão linear entre área foliar real e o produto  $C \times L$  ( $\hat{y} = 0,7104 (C \times L)$ ;  $R^2 = 0,987$ ) foi adequado para estimar a área foliar da soja.

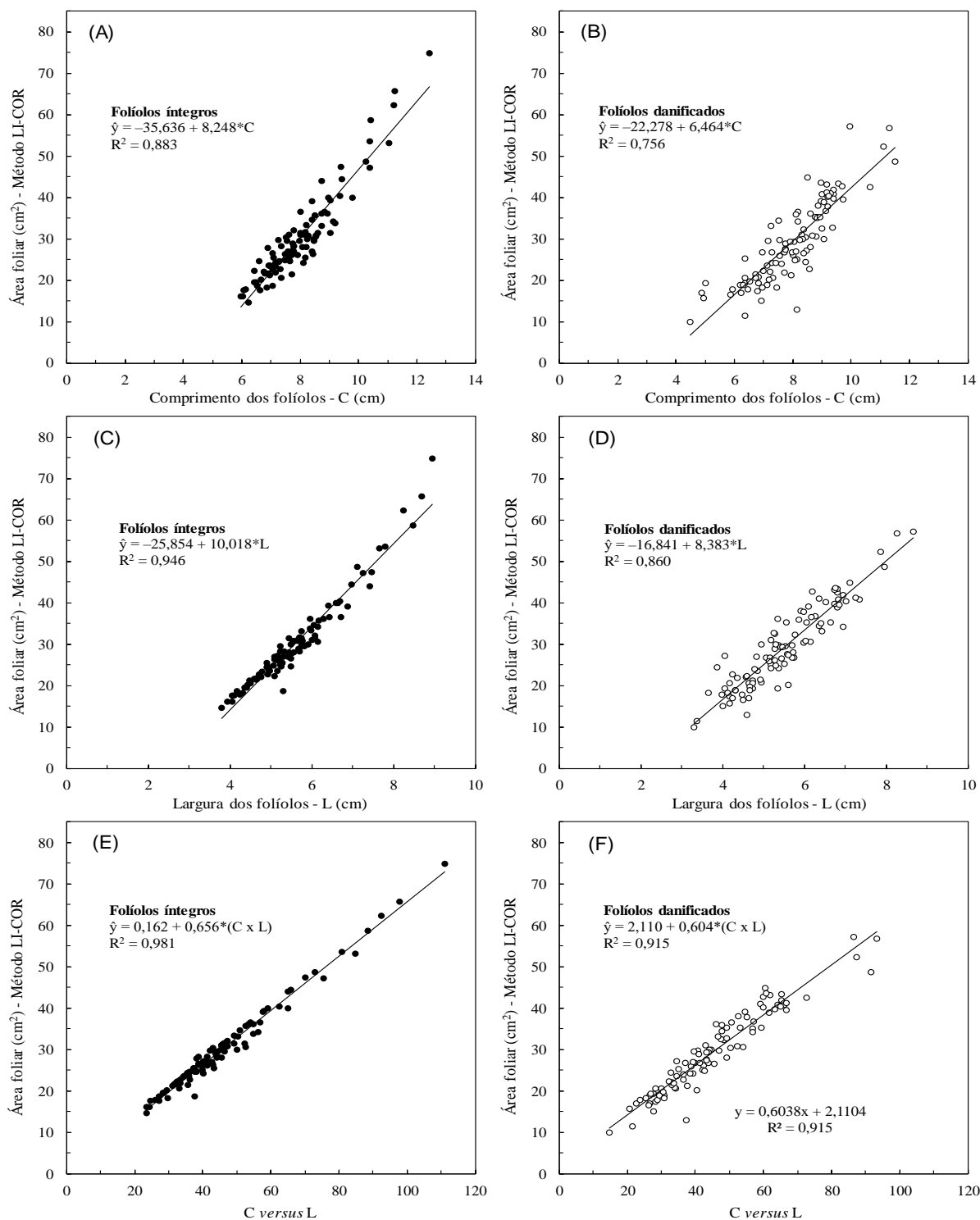


FIGURA 3. Modelos de regressão linear simples da área foliar (cm<sup>2</sup>) determinada por meio do método integrador de área foliar LI-COR<sup>®</sup> modelo LI 3100 (referência) em função do comprimento (C), da largura (L) e do produto comprimento vezes largura (C x L) como variáveis independentes (x) e coeficiente de determinação, com base em 100 folículos íntegros (A, C e E) e danificados (B, D e F) de soja [*Glycine max* L. (Merrill.)]. UEMS. Cassilândia-MS, 2016.

A relação e seus respectivos coeficientes de correlação entre a área foliar determinada por meio do método integrador de área foliar LI-COR<sup>®</sup> e a área foliar estimada em função do C, ou da L e/ou do C x L em folíolos íntegros e danificados de soja são apresentados na Figura 4. No método das dimensões foliares, a utilização do produto comprimento vezes largura (C x L) método de imagem digital permitiu excelentes medidas de área foliar, como pode ser observado pela proximidade dos pontos à reta 1:1 (Figuras 4E e 4F). Os coeficientes de correlação (r) obtidos para a relação entre a área foliar estimada pelo método LI-COR<sup>®</sup> em função do C x L em folíolos de soja íntegros e danificados foram de  $r = 0,9904$  ( $p < 0,01$ ) e de  $r = 0,9566$  ( $p < 0,01$ ), respectivamente. De modo similar, Schmildt et al. (2014) também constataram os maiores coeficientes de correlação para a relação área foliar real e o produto do C x L em folhas de cafeeiro. Lucena et al. (2011) verificam que as estimativas de área foliar empregando dimensões foliares determinadas pelo produto do comprimento vezes largura resultou em uma estimativa satisfatória em folhas de aceroleira.

Os menores valores dos coeficientes de correlação linear de Pearson obtidos para as dimensões foliares empregando a avaliação individual do comprimento (C) ou largura (L) nos folíolos danificados de soja já eram esperados, uma vez que a análise segue um padrão linear que leva em consideração as extremidades dos folíolos, desconsiderando os eventuais danos existentes no mesmo, o que responde a alta variância nos valores do coeficiente de correlação. Diferentemente do método das dimensões foliares o método LI-COR<sup>®</sup> leva em consideração toda a superfície do limbo foliar. Resultados semelhantes foram reportados por Adami et al. (2008), os quais comparando diferentes métodos para a mensuração da área foliar concluíram que a estimativa da área foliar com utilização das dimensões de comprimento ou largura dos folíolos de soja foi ineficiência para folíolos danificados.

Desta forma verifica-se que o método de determinação de área foliar por dimensões lineares pode ser um método que apresenta resultados satisfatórios em avaliação de área foliar da soja. Este método pode ser adequado ou não para a estimativa da área foliar dependendo da cultura, das dimensões da folha (folíolo) e do estado em que o limbo foliar se apresenta.

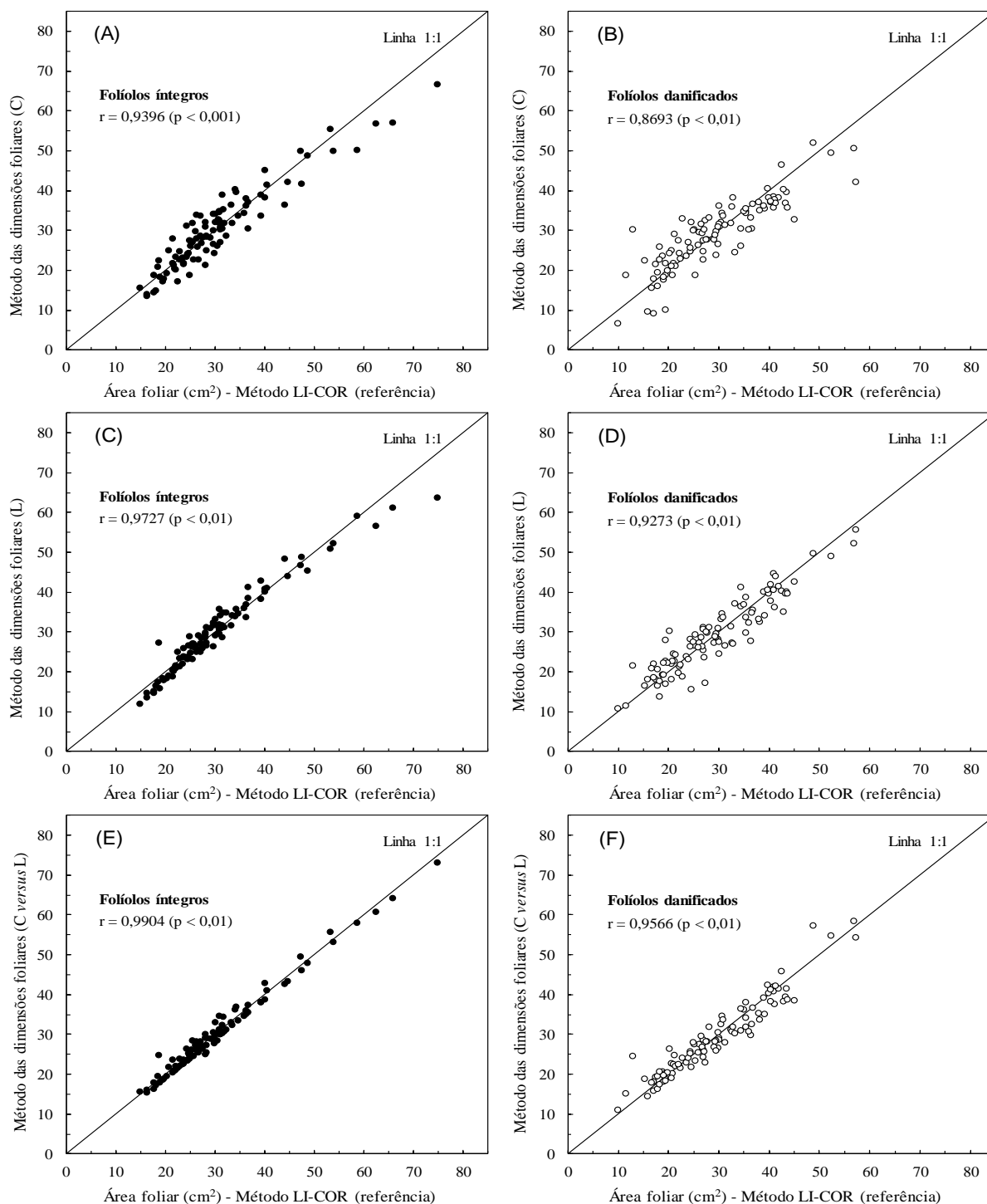


FIGURA 4. Relação entre os valores de área foliar determinada por meio do método integrador de área foliar LI-COR® modelo LI 3100 (referência) e a área foliar estimada em função do método das dimensões foliares, utilizando as medidas de comprimento (A e B), largura (C e D) e o produto comprimento vezes largura (E e F) em 100 folíolos íntegros (A, C e E) e danificados (B, D e F) de soja [*Glycine max* L. (Merrill.)]. UEMS. Cassilândia-MS, 2016.

A relação e seus respectivos coeficientes de correlação entre a área foliar determinada por meio do método integrador de área foliar LI-COR® e a área foliar



estimada em função do método dos discos foliares e da análise de fotos digitais utilizando o software AutoCAD® em folíolos íntegros e danificados de soja são apresentados na Figura 5. O método de análise de imagem digital utilizando o software AutoCAD® permitiu excelentes medidas de área foliar, como pode ser observado pela proximidade dos pontos à reta 1:1 (Figuras 5C e 5D). Os coeficientes de correlação (r) obtidos para a relação entre a área foliar estimada pelo método LI-COR® e o método AutoCAD® em folíolos íntegros e danificados de soja foram de  $r = 0,9952$  ( $p < 0,01$ ) e de  $r = 0,9857$  ( $p < 0,01$ ), respectivamente. Estes resultados indicam que este método possui uma excelente precisão.

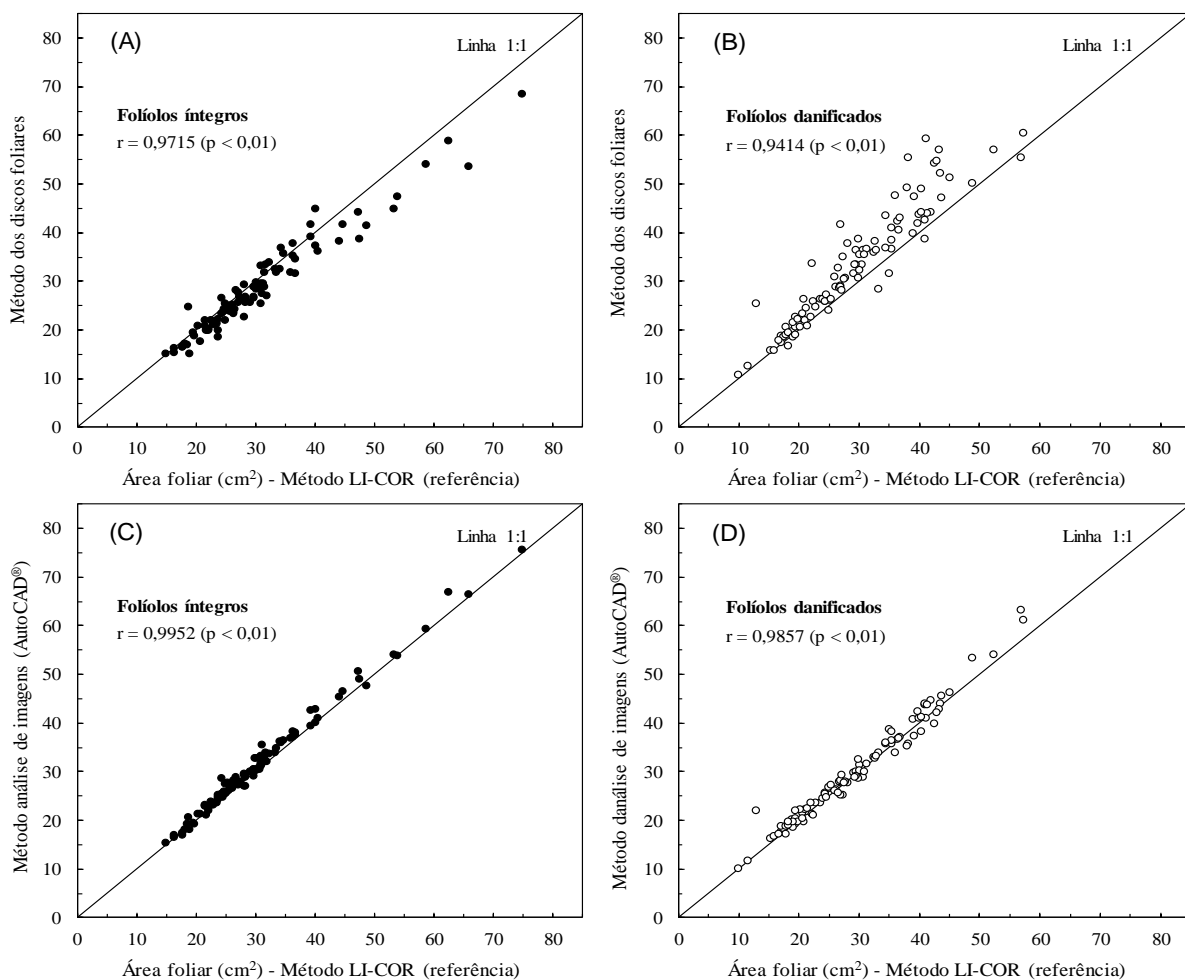


FIGURA 5. Relação entre a os valores de área foliar determinada por meio do método integrador de área foliar LI-COR® modelo LI 3100 (referência) e a área foliar estimada pelos métodos dos discos foliares (A e B) e análise de fotos digitais utilizando o software Auto CAD® (C e D) em 100 folíolos íntegros (A e C) e danificados (B e D) de soja [*Glycine max* L. (Merrill.)]. UEMS. Cassilândia-MS, 2016.

É possível notar na Figura 5B, que os resultados obtidos para a estimativa da área foliar pelo método dos discos foliares em folíolos de soja danificados foram superestimados em comparação ao método LI-COR<sup>®</sup>, sendo assim pode se concluir que houve uma divergência se comparado ao coeficiente de correlação dos folíolos íntegros que apresentou  $r = 0,9715$ , resultado muito próximo dos demais métodos apresentados.

Lucena et al. (2011) ao realizar avaliações comparando diferentes métodos de determinação de área foliar, pode afirmar que ao utilizar o método de discos foliares em folhas da aceroleira seus resultados foram superestimados o que necessitaria de uma correção dos valores obtidos, corroborando com os resultados obtidos neste estudo para os folíolos danificados. No entanto, este comportamento não foi observado para os folíolos de soja íntegros (Figura 5A).

Os métodos que apresentaram melhor coeficiente de correlação com o LI-COR<sup>®</sup> (método referência), foi o método de análise de imagem digital com software AutoCAD<sup>®</sup>, seguido do método das dimensões foliares utilizando os valores do produto comprimento x largura (C x L). Ambos os métodos, tanto para folíolos íntegros quanto para os folíolos danificados, apresentaram coeficiente de correlação maior que  $r = 0,95$  (Figuras 4 e 5).

De modo geral, todos os três métodos testados para a estimativa da área foliar apresentaram valores satisfatórios, podendo ser empregados para análise de área foliar da soja, havendo poucas variações entre os métodos quando comparados aos resultados dos folíolos íntegros, no entanto, para os folíolos danificados os métodos com melhores resultados foram os métodos das dimensões foliares com a utilização dos valores do produto comprimento vezes largura e o método de análise de fotos digitais utilizando o software AutoCAD<sup>®</sup>.

#### **4. CONCLUSÃO**

Nas estimativas realizadas em folíolos íntegros, tanto pelo método de dimensões foliares como no de imagem digital, notou-se excelente correlação com as medidas obtidas pelo método LI-COR<sup>®</sup> ( $r = 0,9952$  e  $r = 0,9904$  respectivamente).

O método de análise de imagem digital utilizando o software AutoCAD<sup>®</sup> pode substituir o método integrador de área foliar LI-COR<sup>®</sup>, usado como referência, com

vantagens de custo inferior e precisão semelhante. No entanto todos os métodos avaliados apresentaram resultados satisfatórios, ficando a critério do pesquisador escolher o método a ser utilizado.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMI, M; HASTENREITER, F. A; FLUMIGNAN, D. T; FARIA, R. T. Estimativa de área de foliar de soja usando imagens digitais e dimensões foliares. **Bragantia**, v.67, n.4, p.1053-1058, 2008.

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

BLANCO, F.F.; FOLEGATTI, M.V. A new method for estimating the leaf area index of cucumber and tomato plants. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.4, p.666-669, 2003.

BLANCO, F.F.; FOLEGATTI, M.V. Estimation of leaf area for greenhouse cucumber by linear measurements under salinity and grafting. **Scientia Agricola**, v.62, p.305-309, 2005.

BORGHEZAN, M; GAVIOLI, O; PIT, F. A; SILVA, A. L. Modelos matemáticos para a estimativa da área foliar de variedades de videira à campo (*Vitis vinifera* L.). **Ciência Téc. Vitiv.** v.25 n.1, 2010.

CARGNELUTTI-FILHO, A.; TOEBE, M.; BURIN, C.; FICK, A. L.; CASAROTTO, G. Estimativa da área foliar de nabo forrageiro em função de dimensões foliares. **Bragantia**, v. 71, n. 1, p.47-51, 2012.

COELHO FILHO, M.A.; ANGELOCCI, L.R.; VASCONCELOS, M.R.B.; COELHO, E.F. Estimativa da área foliar de plantas de lima acida 'tahiti' usando métodos não-destrutivos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n1, p.163-167, 2005.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 628p.

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

FONSECA, C. E. L.; CONDÉ, R. C. C. Estimativa da área foliar em mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gom.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n.4, p. 593-599, 1994.

GODOY, L. J. G; YANAGIWARA, R. S; VILLAS BÔAS, R. L; BACKES, C; LIMA, C. P. Estimativa da área foliar de *Ipomoea hederifolia* e *Ipomoea nil* roth. usando dimensões lineares do limbo foliar. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 325-329, 2007.

GONÇALVES C.A.A., CHALFUN N.N.J., REGINA M.A., ALVARENGA A.A., SOUZA M.T., ABRAHÃO E. Estimativa de área foliar da videira (*Vitis labrusca* l. cv. folha de figo) sobre diferentes porta enxertos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 3, p. 500-504, 2002.

GUIMARÃES, M. J. M; COELHO FILHO, M. A; OLIVEIRA, V. V. M; GOMES JUNIOR, F. A; XAVIER, C. S; OLIVEIRA, U. S. Avaliação de métodos destrutivos e não-destrutivos para a estimativa da área foliar de variedades de mandioca. JORNADA CIENTÍFICA EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, 4., 2010, Cruz das Almas. [Anais...]. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. (Embrapa Mandioca e Fruticultura.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2. Ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, P.82-130, 2013.

LI-COR. **LI 3100 area meter instruction manual**. Lincoln: LI-COR, 1996. 34p.

LUCENA, R. R. M; BATISTA, T. M.V; DOMBROSKI, J. L. D. D; LOPES, W. A. R; RODRIGUES, G. S. O. Medição de área foliar de aceroleira. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 40-44 45, 2011.

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

PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, R. **Evapotranspiração**. Piracicaba: FEALQ/ESALQ/USP, 1997. 70p.

PINTO, A. C. R; GRAZIANO, T. T; BARBOSA, J. C; LASMAR, F. B. Modelos para estimativa da área foliar de *Curcuma alismatifolia* e *Curcuma zedoaria*. **Bragantia**, v.67, n.2, p.549-552, 2008.

SCHMILDT, E. R; DO AMARAL, J. A. T; SCHMILDT, O; SANTOS, J. S. ANÁLISE COMPARATIVA DE EQUAÇÕES PARA ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR EM CAFEEIROS. **Coffee Science**, v. 9, n. 2, p. 155-167, abr./jun. 2014.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p

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

WILLMOTT, C. F. **On the validation of models**. Physical Geography, v. 2, n. 2, p. 184-194, 1981.

## FIGURAS DO APÊNDICE



APÊNDICE 1. Homogeneização do solo coletado e aplicação do corretivo de solo e da adubação. UEMS. Cassilândia-MS, 2016.



APÊNDICE 2. Vasos completos com solo cobertos posteriormente com lona plástica, para esperar o corretivo do solo reagir antes de implantar a cultura. UEMS. Cassilândia-MS, 2016.



APÊNDICE 3. Identificação com etiqueta numeradas para cada folíolo avaliado, sendo as etiquetas numeradas de 1 a 100. UEMS. Cassilândia-MS, 2016.



APÊNDICE 4. Balança de precisão empregada na pesagem dos discos foliares para mensuração de massa de disco e obtenção da área do folíolo analisado. UEMS. Cassilândia-MS, 2016.



APÊNDICE 5. Imagem gerada pelo software AutoCAD®, em que é possível observar os polígonos gerados em volta do folíolo analisado e as linhas verticais e horizontais representando largura e comprimento da folha. UEMS. Cassilândia-MS, 2016.



APÊNDICE 6. Registrando o folíolo da soja com a utilização de uma câmera fotográfica, fotos registradas com auxílio de um papel milimetrado e uma régua graduada, para se ter uma escala de referência no momento das avaliações. UEMS. Cassilândia-MS, 2016.