



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

CAMPUS DE CERRO LARGO

CURSO DE AGRONOMIA

CLEITON MIGUEL HANUS

MODELOS PARA ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR DE *Physalis peruviana*

CERRO LARGO-RS

2018

CLEITON MIGUEL HANUS

MODELOS PARA ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR DE *Physalis peruviana*

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons

Cerro Largo-RS

2018

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Hanus, Cleiton Miguel
Modelos para Estimativa de Área Foliar de *Physalis*
peruviana / Cleiton Miguel Hanus. -- 2018.
39 f.:il.

Orientador: Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons .
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Agronomia, Cerro Largo, RS , 2018.

1. *Physalis peruviana* L. . 2. Fenometria. 3.
Modelagem. I. , Sidinei Zwick Radons, orient. II.
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

CLEITON MIGUEL HANUS

MODELOS PARA ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR DE *Physalis peruviana*

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

27 / 11 / 2018

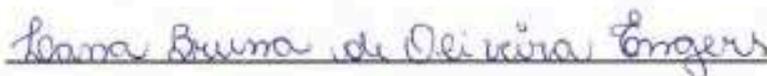
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons



Prof. Dra. Tatiane Chassot



Eng. Agrônoma Lana Bruna De Oliveira Engers

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me guiar durante toda esta jornada, sempre me dando forças para que nunca desistisse de meus objetivos mesmo nos momentos onde tudo parecia complicado, tornando possível superar todas as dificuldades.

Também quero agradecer aos meus pais Miguel Hanus e Neiva Odete Tonin Hanus, meus irmãos Élcio Nilmar Hanus e Airton Dalmir Hanus pelo carinho, incentivo e apoio incondicional recebido durante estes 5 anos da jornada.

Aos meus colegas e amigos Adriel da Silva Alves, Fernando Minks e Anderson Pavanelo por me ajudarem nas muitas medições de folhas e capinas realizadas durante a condução do meu trabalho de conclusão de curso.

Agradeço também aos professores pelo conhecimento transmitido nas mais diferentes áreas que contribuíram para minha formação e me ajudaram a crescer como profissional. Dentre estes quero agradecer de forma especial ao meu professor orientador Sidinei Radons pela sua disponibilidade, atenção, apoio e confiança depositada em mim para realização deste trabalho.

Por fim, agradeço a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a concretização deste sonho. Meu muito obrigado a todos vocês.

“A única maneira de fazer um bom trabalho é amando o que você faz. Se ainda não encontrou, continue procurando. Não se desespere. Assim como no amor, você saberá quando tiver encontrado.”

Steve Jobs

RESUMO

A área foliar é um dos principais parâmetros de crescimento das plantas, sendo diretamente relacionada com a produtividade da cultura. Existem vários métodos para determinação da área foliar, dentre eles se destacam os não destrutivos que são de fácil execução e precisos, por possibilitar o acompanhamento da cultura durante todo seu ciclo e desenvolvimento. Portanto, neste trabalho objetivou-se obter modelos matemáticos que possibilitem determinar a área foliar por meio de mensuração do comprimento e largura das folhas da *Physalis peruviana*. O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Cerro Largo no período de 24 de julho de 2017 a 21 de fevereiro de 2018. Os dados coletados durante o experimento foram analisados utilizando o software Excel[®]. Para determinar a área foliar foi utilizado o método direto onde se realizou a mensuração do comprimento da folha desde o início do pecíolo até o fim da nervura central e a maior largura da folha perpendicular à nervura central. Ainda para obtenção das regressões utilizou-se o método destrutivo, onde as folhas foram cortadas em círculos, concluindo que o melhor modelo é o que utiliza a medida da largura das folhas.

Palavras-chave: *Physalis peruviana* L. Fenometria. Modelagem.

ABSTRACT

The leaf area is one of the main growth parameters of the plants, being directly related to the productivity of the crop. Based on this, there are several methods to determine the leaf area, among them the non-destructive ones that are easy to perform and precise, because they allow the monitoring of the crop throughout its cycle and development. Therefore, the objective of this work was to obtain mathematical models to determine the leaf area by measuring the length and width of leaves of *Physalis peruviana*. The experiment was carried out in the experimental area of the Federal University of Fronteira Sul, Campus Cerro Largo from July 24, 2017 to February 21, 2018. To determine the leaf area was used the direct method where the measurement of the length of the leaf from the beginning of the petiole to the end of the central vein and the largest width of the leaf perpendicular to the central vein. In order to obtain the regressions, the destructive method was used, where the leaves were cut in circles, concluding that the best model is the one that uses the width measurement of the leaves.

Keywords: *Physalis peruviana* L. Phenometry. Modeling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo logístico de ampla aplicação em processos biológicos, dentre estes o crescimento da área foliar e o acúmulo de biomassa das plantas.....	21
Figura 2 - Práticas desenvolvidas durante o ciclo da cultura (A- Capina das plantas daninhas; B- Tutoramento dos ramos da planta).	25
Figura 3 - Sinalização das plantas amostradas para mensuração da área foliar.	26
Figura 4 - Mensuração do comprimento (A) e da largura (B) das folhas de <i>Physalis peruviana</i>	26
Figura 5 - (A- Seleção de folhas de diferentes tamanhos; B- Folha de <i>Physalis peruviana</i> cortadas em discos; C- Envelopes com os discos e restos de folhas em estufa a 50 °C para secagem; D- Pesagem da massa de matéria seca dos discos e restos de folhas).	27
Figura 6 - Regressões entre área foliar (cm ²) e comprimento (A), largura (B) e produto das dimensões lineares (C) da <i>P. peruviana</i>	30
Figura 7 - Relação entre valores observados e estimados por regressões obtidas por meio do comprimento (A), largura (B) e produto das dimensões lineares (C) de folhas da <i>P. peruviana</i>	31
Figura 8 - Relação entre o número de folhas por planta e os dias após o transplante (DAT) da <i>P. peruviana</i>	32
Figura 9 - Relação entre o índice de área foliar (m ² m ⁻²) e os dias após o transplante (DAT) da <i>P. peruviana</i>	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Modelos de regressão para mensuração de área foliar da espécie <i>Physalis peruviana</i> , baseados no comprimento, largura e o seu produto e coeficientes de determinação, raiz quadrada média do erro, desvio médio e desvio padrão.....	29
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS

t ha⁻¹ : Toneladas por hectare

Kg : Quilograma

µg : Micrograma

m² : Metro quadrado

cm² : Centímetro quadrado

LISTA DE SIGLAS

AF : Área foliar

CEAGESP : Companhia de entrepostos e armazéns gerais de São Paulo

IAF : Índice de área foliar

KCL : Cloreto de potássio

NPK : Nitrogênio fósforo potássio

N : Nitrogênio

° C : Grau centígrado

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 <i>Physalis peruviana</i>	16
2.2 MERCADO DA FISALIS.....	19
2.3 ÁREA FOLIAR	20
2.4 MÉTODOS DE ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR	22
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5. CONCLUSÕES	34
REFERÊNCIAS.....	35

1. INTRODUÇÃO

No momento, um dos gêneros que mais vem sendo estudado é o *Physalis*, destacando-se a espécie *Physalis peruviana* L., popularmente conhecida como fisalis. Motivo este por se apresentar como uma ótima fonte de alimentação, seja *in natura* ou por meio do processamento em doces, sucos, iogurtes. É uma importante fonte de vitaminas A e C, ferro, fósforo e ainda apresenta várias propriedades medicinais ao organismo (MUNIZ; MOLINA; MUNIZ, J., 2015).

Além do mais, esta fruta demonstra alto potencial de renda, por se enquadrar no grupo de espécies de frutas finas, juntamente com outras como o mirtilo, framboesa, cereja, amora-preta e pitaya, sendo muito apreciadas no mercado exterior dos países ricos (RODRIGUEZ et al., 2013).

Tal espécie apresenta como local de origem o País do Peru, tendo como maior produtor mundial a Colômbia com uma área de aproximadamente 800 a 1000 hectares que produzem em torno de 11.500 kg por ano, sendo que aproximadamente 50% de sua produção é voltada para a exportação, principalmente para à Alemanha e os Países Baixos (MAZORRA et al., 2006).

A outra parte da produção são os frutos que não atingem um padrão de tamanho ideal para exportação e por conta disto permanecem no país para utilização em produtos desidratados (CASTRO; RODRIGUEZ; VARGAS, 2008). Na Colômbia estima-se ter a maior área de cultivo da planta no mundo com aproximadamente 800 a 1000 hectares, produzindo entre 15 a 28 t ha⁻¹ (MIRANDA, 2004).

No Brasil, a produção ainda é relativamente baixa devido a combinação de vários fatores, principalmente pelo restrito conhecimento das condições nutricionais do solo sobre a planta. Por não haver recomendações nutricionais para a cultura utiliza-se as recomendações do tomate, por se tratar de uma planta da mesma família da fisalis. Além disso, outros fatores como os fitossanitários e ambientais acarretam na baixa produção (IANCKIEVICZ et al., 2013).

Entretanto, pode-se encontrar algumas pequenas plantações desta fruta nas regiões do Norte e do Nordeste brasileiro, sendo bem menos frequente nas regiões Sul e Sudeste. Por conta disto, nestas localidades a fruta acaba sendo comercializada com um valor mais elevado, uma vez que a produção brasileira não

conseguindo atender o mercado, necessitando assim realizar a importação da fruta (RODRIGUES et al., 2009).

Desse modo, uma alternativa para possibilitar o avanço da cultura encontra-se nas medições de área foliar onde se pode avaliar o estado fisiológico das plantas, sendo que a mesma está diretamente relacionada à produtividade da cultura. Pois quanto maior for a área foliar maior será a produção de fotoassimilados que conseqüentemente irão proporcionar uma maior quantidade de energia disponível à planta para utilizar no seu ciclo produtivo (MORAES et al., 2013).

Dessa forma, objetivou-se neste trabalho obter modelos matemáticos que possibilitem determinar a área foliar, por meio de mensurações do comprimento e largura das folhas da espécie *P. peruviana*.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Physalis peruviana*

A *physalis* (*Physalis peruviana* L.) é uma planta da ordem Solanales e família *Solanaceae*. O gênero deriva do grego “*physa*” que significa bexiga ou bolha, nome este que reporta ao cálice, estrutura que acomoda em seu interior os frutos (TOMASSINI et al., 2000).

Este gênero vem provocando algumas confusões dentro da literatura por conta da ampla diversidade de nomes comuns atribuídos a *Physalis*, dependendo do local onde é encontrada, por exemplo, na Colômbia atribui-se o nome de uchuva, no Japão designa-se hosuki, nos países que falam a língua inglesa é conhecida por Goldenberry e no Brasil é popularmente chamada de camapum e joá-de-capote (MUNIZ, 2011).

A mesma apresenta crescimento arbustivo, além de ser considerada uma espécie herbácea e perene, mas sendo conduzida em muitas plantações comerciais de forma anual. A partir do seu segundo ano ocorre a redução da produção bem como da qualidade dos frutos, chegando a atingir até 2 metros de altura (RUFATO et al., 2010).

Apresenta de 8 a 12 nós, sendo que em cada nó produtivo nascem duas gemas, uma tornando florífera e a outra vegetativa, além disto, seu período de floração ocorre em torno de 3 dias onde predomina a alogamia, apresentando também uma grande facilidade de polinização pelo vento e insetos além da autopolinização (LAGOS et al., 2008). Apresenta potencial produtivo de dois quilos em cada planta por safra anual (CAMACHO, 2000).

Segundo Miranda (2004), a necessidade hídrica requerida pela *Physalis* encontra-se de 1000 a 1800 mm durante todo o ciclo da cultura, sendo que em torno de 800 mm são necessários durante o crescimento e ainda, necessita da umidade relativa próxima de 70 a 80 % durante este período.

Além disto, outra necessidade requerida pela cultura é de aproximadamente 1500 a 2000 horas de luz por ano para a produção de frutas com alta qualidade, sendo assim, a temperatura e a luz têm relação importante com tamanho, cor, conteúdo nutricional, sabor e tempo de maturação dos frutos (RUFATO et al., 2008).

Seu ótimo crescimento e desenvolvimento ocorrem em áreas com altitude de 800 a 3500 metros e que apresentam temperaturas em torno de 8 a 20 °C. Dessa forma, temperaturas extremas acabam prejudicando a planta levando a um grande abortamento de flores comprometendo a produção. Já as temperaturas baixas podem impedir o desenvolvimento da planta, chegando a causar sua morte quando ocorrem geadas fortes (ANGULO, 2003).

Para seu desenvolvimento, o tipo de solo ideal para cultivo é o arenoso-argiloso, com pH entre 5,5 a 6,8, com altos teores de material orgânico e que apresentam boa drenagem, assim contribuindo para a diminuição do encharcamento do solo devido à grande sensibilidade apresentada pela planta. Ainda, recomenda-se evitar a implantação da cultura em solos que tiveram a cultura antecessora sendo *solanaceae*, interrompendo assim a continuidade do ciclo de doenças de solo (RUFATO et al., 2008).

Por conta da cultura ainda estar em desenvolvimento no Brasil, pouco se conhece a respeito da recomendação de adubação que seja específica para a mesma, dessa forma, vem se adotando a recomendação com base na cultura do tomateiro, o qual apresenta a mesma família da *fisalis* (MUNIZ et al., 2011).

Outro fator importante a ser ressaltado são as pragas, uma vez que estas apresentam grande capacidade de acarretar danos, dentre elas as principais que prejudicam a cultura são praticamente as mesmas descritas para as outras espécies da família *Solanaceae*. Segundo Fischer et al., (2005), elas podem ser divididas em pragas de solo na qual predomina a *Spodoptera sp.*, *Agrotis sp.*, e *Feltia sp.* Já as pragas que atacam as folhas são a *Liriomyza sp.*, *Epitrix cucumeris*, *Aphys sp.*, *Myzus sp.*, *Frankliniella sp.* e *Trialeurodes vaporariorum* e por final as pragas das frutas são a *Aculops sp.* e *Heliothis sp.*

Por não existir inseticidas registrados para realizar as pulverizações nesta cultura para o controle destes insetos existe a necessidade de realizar o controle das mesmas por meio do manejo integrado de pragas (MIP), com a utilização de práticas corretas de cultivo (MUNIZ et al., 2010).

A *fisalis* apresenta um crescimento fortemente ramificado, por conta disto tem-se a dificuldade de manter todas as hastes da planta eretas, sendo então necessário realizar o tutoramento dos galhos (FISCHER; LÜDDERS, 2002).

Existem vários tipos de sistemas de tutoramento que podem ser utilizados na cultura da *fisalis*, sendo que estes apresentam grande semelhança aos utilizados na

cultura do tomateiro. Além do mais, alguns acabam não sendo muito utilizados devido a limitações encontradas como a excessiva utilização de madeira e grande quantidade de fios empregados para a fixação de estacas (MIRANDA, 2004). Sendo assim, os principais métodos utilizados são o de espaldeira autônoma, método de tutoramento “em X” e o método de tutoramento “em V” (RUFATO et al., 2008).

Outra prática requerida pela cultura é a realização da poda, que melhora a qualidade dos frutos, além de melhorias na arquitetura da planta e melhor eficiência do sistema de tutoramento (VILLEGAS, 2009).

Ainda em relação a poda, Miranda (2004) descreve a existência de quatro tipos de podas, sendo a primeira a poda de formação na qual se faz a retirada de brotos mal posicionados. O segundo tipo de poda é a de manutenção, onde se elimina os ramos mais longos que não produzem ou que estão dispostos em uma direção desfavorável ao cultivo. Outro tipo de poda é a sanitária na qual remove-se os ramos que apresentam qualquer tipo de doença ou praga que possa causar prejuízos as plantas. E o último tipo é a poda de renovação que se utiliza com fins de renovar a cultura por inteira por meio do corte próximo ao solo.

A *Physalis* apresenta uma série de propriedades medicinais dentre elas a diurética, antiasmática, antisséptica, atuação no fortalecimento do nervo óptico, tratamento de afecções da garganta e fornecimento de albumina para os rins (RAMADAN; MÖRSEL, 2004). Também propriedades que atuam como antioxidantes, evitando danos peroxidativos em microssomas hepáticos e hepatócitos (WANG; LIN-SHIAU; LIN, 1999).

Além destes, outros autores também encontraram outras propriedades como, por exemplo, WU et al., (2004) que descreveram a existência de efeitos anticancerígenos no extrato de *Physalis*, além das diversas vitaminas e sais minerais presentes. Do mesmo modo, Ramadan; Mörsel, (2004) perceberam propriedades antiúlceras, além de uma eficiente capacidade de redução na taxa de colesterol.

Outra propriedade que recebe destaque na *Physalis* está relacionada à grande quantidade de carotenóides na fruta, estes são responsáveis por proporcionarem benefícios no combate a doenças relacionadas ao envelhecimento. Sendo assim, a fruta apresenta cerca de 81,93 a 115,3 μg β -carotenos g^{-1} , uma vez que comparados a cenoura e ao tomate que são consideradas espécies com altos

teores destes compostos apresentam quantidades médias de 33 μg β -carotenos g^{-1} e 32 μg β -carotenos g^{-1} , respectivamente (RODRIGUES-AMAYA et al, 2008).

2.2 MERCADO DA FISALIS

No Brasil, os primeiros registros do cultivo foram realizados na estação experimental Santa Luzia no estado de São Paulo com o início dos estudos no ano de 1999. Neste local, ocorre a produção de aproximadamente 2 a 3 toneladas anuais que são destinadas ao comércio de frutas finas da capital paulista, onde é comercializada entre 12 a 16 dólares o Kg da fruta (CHAVES, 2006).

Já no Rio Grande do Sul o cultivo da *P. peruviana* ainda é muito restrito, mas vem sendo ampliado aos poucos principalmente nas cidades de Áurea, Roca Sales, Santa Maria, Vacaria e Carazinho e também em ocorre em algumas cidades de Santa Catarina como, por exemplo, Fraiburgo e Lages (LIMA, 2009).

Além do mais, esta planta apresenta alto potencial para uma nova alternativa de produção na região Sul do país, havendo a possibilidade de se tornar exportadora desta fruta, uma vez que os municípios de maior produção de fisalis na Colômbia (Silvana, Subia e Granada) são locais que apresentam o clima moderadamente frio semelhante ao encontrado nas regiões Sul do Brasil.

Estas regiões colombianas conseguem produzir frutos durante todos os meses do ano, porém apresentam dificuldades de manter um padrão de normas internacionais, bem como, o intervalo de maior demanda da fruta pelos Países Europeus e Americanos (CEDEÑO; MONTENEGRO, 2004).

Apesar de esta cultura ter um alto valor agregado, ainda existe a necessidade de solucionar alguns entraves para se firmar no mercado nacional. Dentre eles, o baixo conhecimento das práticas de manejo com a cultura, alta mão de obra necessária e fatores logísticos desde o momento da colheita até o seu acomodamento no mercado (MUNIZ, 2011).

Outro fator potencial da cultura a ser explorado e que auxilia a promover sua viabilidade é que além da comercialização dos frutos, também pode-se realizar a comercialização do cálice da planta, devido ser muito utilizado em decorações de festas por apresentar um formato de balão que recobre a fruta, tornando-se um arranjo (RUFATO et al., 2010).

Aos poucos percebe-se uma maior aceitação desta fruta por parte do consumidor, devido ao conhecimento de suas propriedades e benefícios proporcionados, dessa forma seu consumo vem aumentando. Isto é evidenciado por Watanabe e Oliveira (2014), que relatam que o volume da comercialização da fisalis na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) vem aumentando consideravelmente, partindo de 2.533 kg/ano em 2007, chegando a 31.353 kg/ano em 2012, apresentando tendência de continuar aumentando no decorrer dos próximos anos.

2.3 ÁREA FOLIAR

As folhas são consideradas o principal órgão responsável por realizar a fotossíntese e as trocas gasosas entre o ambiente e a planta. Sendo assim, para que ocorra a fotossíntese é necessária a interceptação da radiação solar pelas folhas para que as mesmas façam a conversão em energia química. Dessa forma, é importante realizar o quanto mais precisamente a mensuração da área foliar (AF) para compreender a interação entre planta-ambiente (MALDANER et al., 2009).

Schmidt et al. (2014) abordam a importância da determinação da área foliar por ser uma importante ferramenta para analisar a intensidade da transpiração, taxa assimilatória líquida, razão de área foliar, área foliar específica e do índice de área foliar, assim como possibilitar a mensuração dos danos acarretados por pragas e doenças foliares.

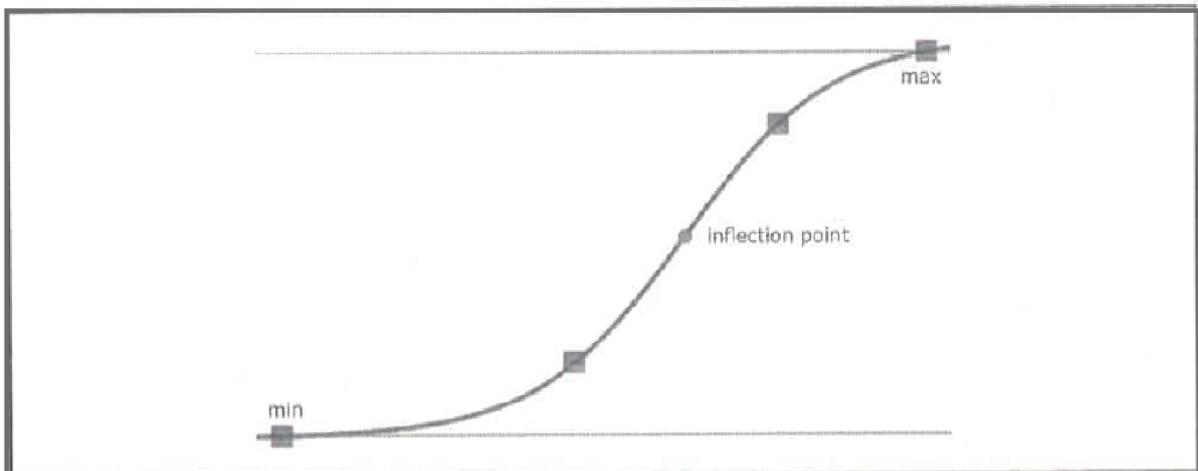
Dentre os vários parâmetros biofísicos podemos citar o índice de área foliar (IAF) como sendo um dos mais importantes que, por meio de modelos matemáticos possibilitam a medição do crescimento das plantas (BIANCO; PITELLI; PERECIN, 1983). Por conta disto, realizar a estimativa é de extrema importância, devido à arquitetura da copa e os efeitos da interceptação da radiação solar pela folhas, pois interferem na produção e na composição nutricional dos frutos (MARACAJÁ et al., 2008).

Segundo García (2002), o IAF normalmente é expresso em $m^2.m^{-2}$ e corresponde a área da superfície das folhas por unidade de superfície de solo. Deste modo, o mesmo apresenta um aumento juntamente com o crescimento das plantas, devido ao incremento no número de folhas bem como em tamanho. Além do mais, cada população de plantas apresenta um padrão de crescimento que é dependente

da idade e das condições de crescimento das plantas, como por exemplo, o fornecimento de água e nutrientes além do regime térmico. Dessa forma, se não ocorrer nenhuma limitação à evolução do IAF a mesma apresenta seu ajuste pelo acúmulo de graus-dia ao longo de seu ciclo produtivo (BERGAMASCHI; BERGONCI, 2017).

Além do mais, os processos biológicos seguem um modelo de resposta ao tempo e aos fatores de crescimento. Este modelo pode ser usado na evolução da área foliar e no acúmulo de biomassa, independente se a planta em estudo estiver isolada, em população ou comunidade de plantas. Esta evolução ocorre primeiramente com um crescimento inicial muito lento, o qual permanece aumentando até uma determinada taxa máxima, sendo esta conhecida por inflection point. Após este ponto de inflexão, a taxa de crescimento começa a diminuir até chegar a zero, quando a planta se estabiliza atingindo seu nível máximo (figura 1) (BERGAMASCHI; BERGONCI, 2017).

Figura 1 - Modelo logístico de ampla aplicação em processos biológicos, dentre estes o crescimento da área foliar e o acúmulo de biomassa das plantas.



Fonte: BERGAMASCHI; BERGONCI (2017).

Quando ocorre o aumento no índice de área foliar, conseqüentemente surgem novas camadas de folhas na parte superior do dossel da planta. À medida que isto acontece, acaba-se aumentando o sombreamento das camadas mais inferiores, por conta disto, a fotossíntese se mantém em nível máximo, mas estas folhas inferiores passam a ter um metabolismo negativo, ou seja, as folhas gastam mais energia do que produzem (BERGAMASCHI; BERGONCI, 2017).

Sendo assim, estas folhas inferiores acabam senescendo e a área foliar acaba se estabilizando, fenômeno este conhecido como índice-teto de área foliar. Mas, se a planta continuar seu crescimento além do índice-teto o aumento de biomassa não ocorrerá nas folhas, mas sim em partes da planta que não apresentam a função fotossintética como os talos e raízes (BERGAMASCHI; BERGONCI, 2017).

2.4 MÉTODOS DE ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR

A maioria dos métodos existentes para realizar a medição de área foliar apresentam boa precisão (BIANCO; PITELLI; CARVALHO, 2002), dentre estes existem métodos classificados em destrutivos ou não destrutivos e diretos ou indiretos. Para realizar a determinação com base nos métodos destrutivos é necessário retirar partes da planta, sendo assim necessário aumentar o número de parcelas para evitar ou diminuir o erro, para não ocasionar modificações no resultado do experimento. Já os métodos não destrutivos acabam conservando a integridade da planta, uma vez que não é necessária a retirada de nenhuma parte da planta para realizar as avaliações (FLUMIGNAN; ADAMI; FARIA, 2008).

Os métodos diretos consistem na mensuração diretamente na folha da planta, diferentemente do indireto no qual é fundamentado em cima de uma correlação conhecida entre uma variável biométrica mensurável e área foliar real (FLUMIGNAN; ADAMI; FARIA, 2008).

Para a realização da estimativa de área foliar são utilizados métodos que utilizam medidores eletrônicos e técnicas de planimetria (KVET; MARSHALL, 1971). No entanto, com a utilização da planimetria nem sempre se consegue medir todos os tipos de folhas, pois algumas apresentam bordas irregulares tornando o processo muito trabalhoso e demorado (GONÇALVES et al. 2002).

Para a determinação pelo método destrutivo utiliza-se o integrador de área foliar que trabalha na medição pelo princípio de células de grade de área conhecida, entretanto, o mesmo apresenta um elevado custo de aquisição tornando-se assim, bastante restrito e ainda apresenta o entrave de destruir a folha não permitindo mais seu estudo (FLUMIGNAN; ADAMI; FARIA, 2008). Entretanto, quando uma espécie apresenta folhas muito largas não é possível realizar as medições, devido limitação de leitura (SOUZA et al., 2012).

Outro método disponível é baseado na utilização de um scanner de mesa, sendo este considerado como o mais preciso, pois proporciona a melhor planificação e digitalização das folhas (menos sombras, luz controlada e ausência de erro de perspectiva), mas não é um método inteiramente automático (SOUZA et al., 2012).

Outro método destrutivo que emprega-se em trabalhos é o gravimétrico, onde é realizada uma comparação entre o peso de uma área conhecida de papel com densidade definida e entre os pesos das silhuetas das folhas sobre os mesmos (MIELKE et al., 1995).

Um equipamento utilizado no método não destrutivo que vem recebendo destaque e aparenta ser bastante promissor é o que se baseia na utilização de câmeras fotográficas digitais, devido às mesmas apresentam alta popularidade, baixo custo, serem portáteis e não destruírem a folha (FLUMIGNAN; ADAMI; FARIA, 2008). Além disto, apresentam a vantagem de ser mais precisa em comparações com os métodos de dimensões foliares e discos foliares quando as folhas se apresentam danificadas (ADAMI et al., 2008).

Outro método utilizado é por meio de discos foliares, entretanto necessita de grande mão de obra para sua execução por se tratar de um método muito tradicional, mas que em contrapartida consegue proporcionar uma ótima representação da realidade. Nesse método é estimada a área foliar por meio de vazadores que apresentam uma área conhecida e pela pesagem do restante da folha (SCHULZ et al., 2010).

Além do mais, a utilização de modelos para estimar a área foliar apresenta facilidade de manuseio, boa precisão, além de serem confiáveis e rápidos. O método envolve apenas medidas de comprimento e largura das folhas para após serem determinados os coeficientes de determinação que irão cruzar os dados de medidas lineares com os de área da folha, dispensando a utilização de medidores, assim, reduzindo o tempo de medição de folhas (GAMIELY et al., 1991).

Ademais, este tipo de estudo já foi realizado com uma vasta série de culturas, podendo citar dentre elas a berinjela (COSTA et al., 2007), meloeiro (NASCIMENTO et al., 2002), feijão-vagem (QUEIROGA et al., 2003), mandioca (BURGOS et al., 2010), girassol (ENGER, 2016), sendo que para a cultura da *P. peruviana* este trabalho ainda não foi realizado.

3. MATERIAL E MÉTODOS

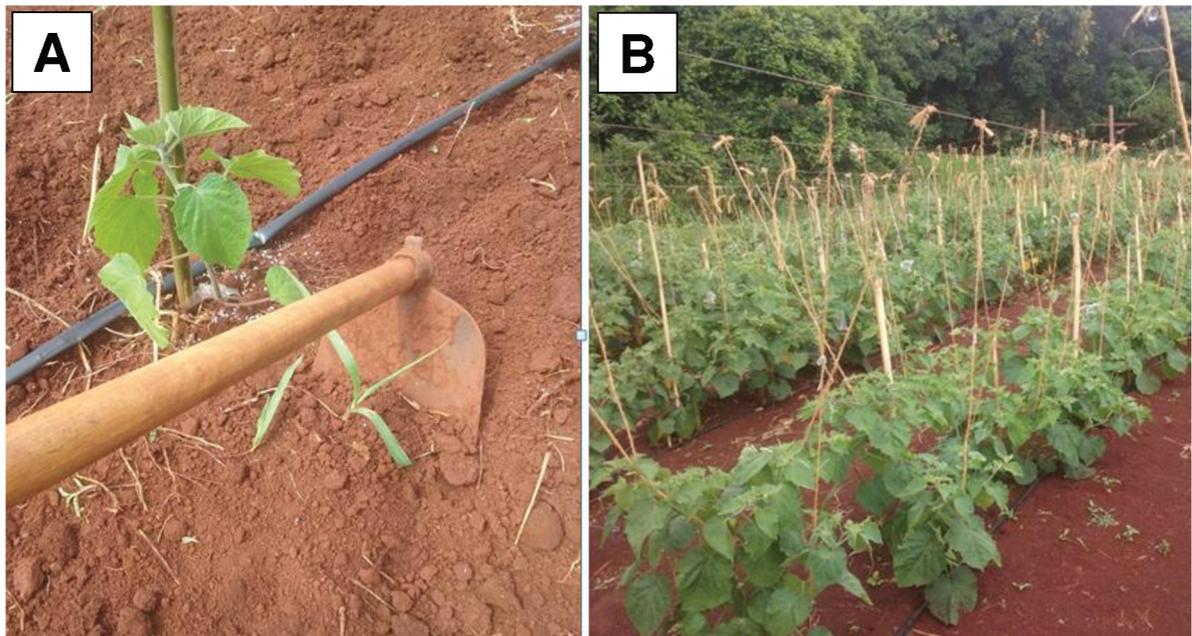
O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus Cerro Largo*, sob coordenadas geográficas de latitude 28°08'32"S e longitude 54°45'44"O. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima é classificado em Cfa, ou seja, é caracterizado como subtropical úmido, onde ocorrem verões quentes e não possui estação seca definida (ALVARES et al., 2014). O solo onde foi realizado o experimento é classificado como sendo Latossolo vermelho distroférico típico (EMBRAPA, 2006).

As mudas de *P. peruviana* foram obtidas por meio da semeadura em bandejas com substrato de húmus de cogumelo no dia 24 de julho de 2017. Após esta data, permaneceram dentro de uma estufa até o momento de seu transplante, que foi realizado no dia 22 de outubro de 2017, ou seja, 90 dias após o plantio (DAP). Para receber as mudas, o solo foi preparado de forma convencional, seguindo o espaçamento de 0,6 m entre plantas e 1,5 m entre linhas e implantado nestas dimensões um sistema de irrigação por gotejamento.

Também foi realizada a coleta de solo para proceder a análise de solo da área a ser cultivada, que apontou a necessidade de correção do solo, sendo então aplicado calcário em uma proporção de 2 ton. ha⁻¹, em relação a adubação de base utilizou-se a fórmula NPK 18.20.30 onde desta aplicou-se 200 kg ha⁻¹. Periodicamente foram realizadas adubações para repor os nutrientes exportados pela cultura, dessa forma no dia 15 de novembro de 2017 foi adicionado 200 kg ha⁻¹ da fórmula 18.20.30, no dia 20 de dezembro foi aplicado 150 kg ha⁻¹ de KCl e 30 kg ha⁻¹ de N no dia 15 de janeiro de 2018.

Durante o experimento realizou-se práticas culturais, sendo elas a capina manual e tutoramento dos ramos da planta (Figura 2).

Figura 2 - Práticas desenvolvidas durante o ciclo da cultura (A- Capina das plantas daninhas; B- Tutoramento dos ramos da planta).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a medição da área foliar primeiramente sorteou-se 4 plantas dentre todas as plantas do experimento sendo estas identificadas com um número de 1 a 4 (Figura 3). Após, com uma régua milimétrica, mensurou-se o seu comprimento entre o ponto de inserção do pecíolo no caule e a extremidade oposta da folha e também a maior largura perpendicular ao alinhamento da nervura central de todas as folhas destas quatro plantas (Figura 4). Essas medições foram realizadas do dia 29/11/2017 até 21/02/2017. Primeiramente, sendo realizadas semanalmente até o dia 10/01/2018 e após realizadas a cada duas semanas, devido ao início da estabilização da área foliar das plantas.

Figura 3 - Sinalização das plantas amostradas para mensuração da área foliar.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 4 - Mensuração do comprimento (A) e da largura (B) das folhas de *Physalis peruviana*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a estimativa de área foliar pelo método destrutivo foram coletadas 220 folhas dos mais variados tamanhos. Para cada folha foi feita a mensuração de comprimento entre o ponto de inserção do pecíolo no caule e a extremidade oposta da folha e também a maior largura perpendicular ao alinhamento da nervura central.

Posteriormente, nestas folhas, foram realizados furos com um perfurador circular de área de 2,27 cm² buscando sempre obter o máximo de discos em cada limbo foliar. Após isto, foram colocados em um envelope foram colocados os discos

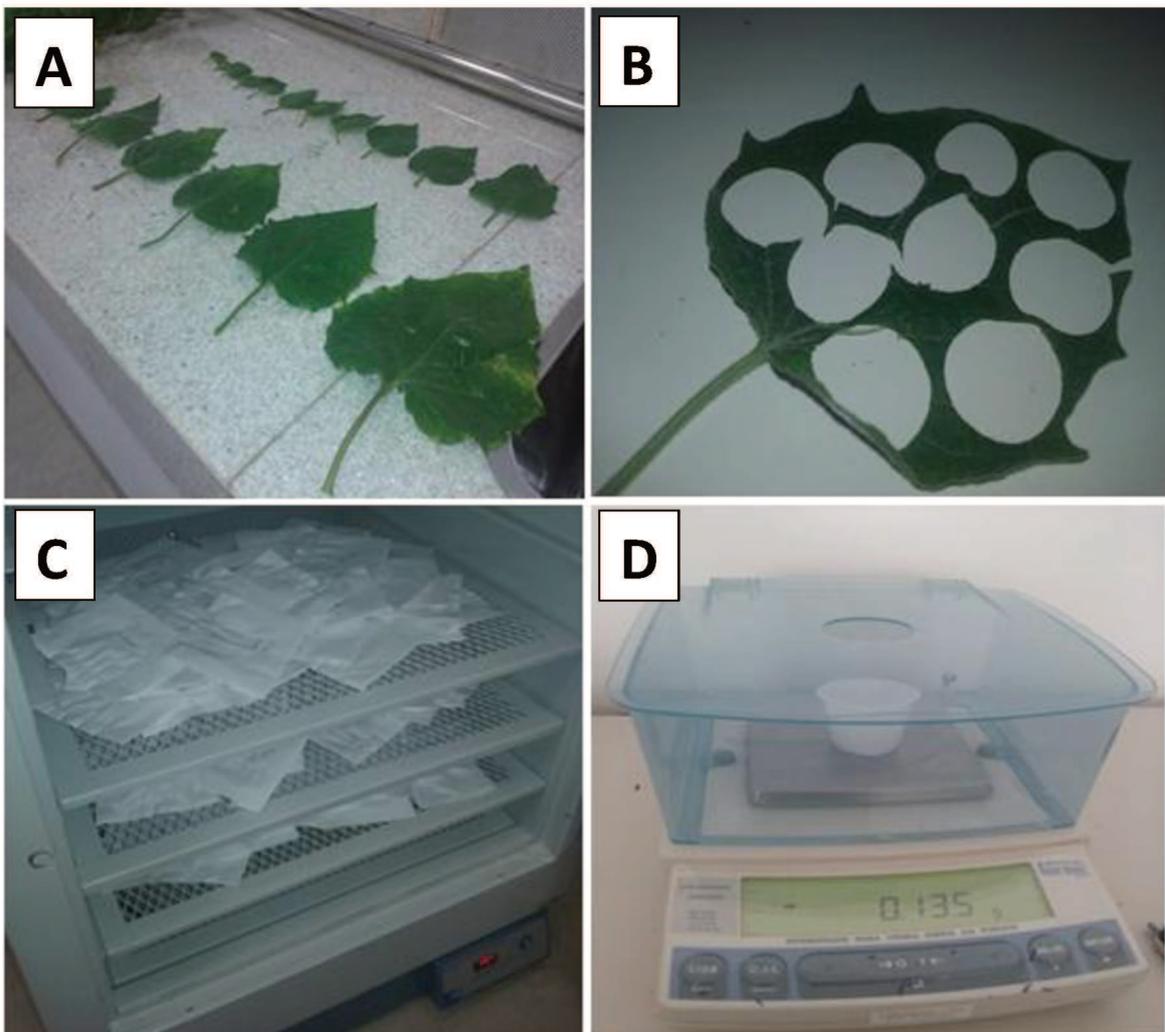
e em outro, o restante da folha, ainda sendo identificado cada envelope com a respectiva folha para que então fossem armazenados em uma estufa a uma temperatura de 50 °C até a estabilização da massa (Figura 5).

Após sua estabilização, determinou-se a massa de matéria seca dos discos e também do resto da folha com uma balança eletrônica de precisão (Figura 5). A área total de cada folha (AF), em cm², foi calculada por:

$$AF = MST * (ND * 2,2698) * MSD^{-1}$$

Em que: MSD é a massa seca dos discos, ND número total de discos e MST a massa seca total das folhas.

Figura 5 - (A- Seleção de folhas de diferentes tamanhos; B- Folha de *Physalis peruviana* cortadas em discos; C- Envelopes com os discos e restos de folhas em estufa a 50 °C para secagem; D- Pesagem da massa de matéria seca dos discos e restos de folhas).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Uma vez conhecida a área do limbo da folha, foi determinada sua relação com as dimensões lineares (C ou L) e seu produto (C*L), por meio do ajuste de modelos matemáticos aos dados, utilizando o software Excel[®].

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos dados experimentais foi possível estimar modelos matemáticos de área foliar para a espécie *P. peruviana* (Tabela 1).

Tabela 1 - Modelos de regressão para mensuração de área foliar da espécie *Physalis peruviana*, baseados no comprimento, largura e o seu produto e coeficientes de determinação, raiz quadrada média do erro, desvio médio e desvio padrão.

Modelo	R ²	RQME	Desvio Médio	Desvio Padrão
AF= 0,3586. C ^{1,8956}	0,955	69,8	-40,0	57,3
AF= 1,1036. L ^{1,8612}	0,976	71,4	-39,6	59,5
AF= 0,462. (CXL) + 0,377	0,956	72,0	-38,6	60,9

C = comprimento; L = largura; C*L = produto das dimensões lineares; R² = coeficiente de determinação da regressão; RQME = raiz quadrada do quadrado médio do erro; AF= área foliar (cm²).

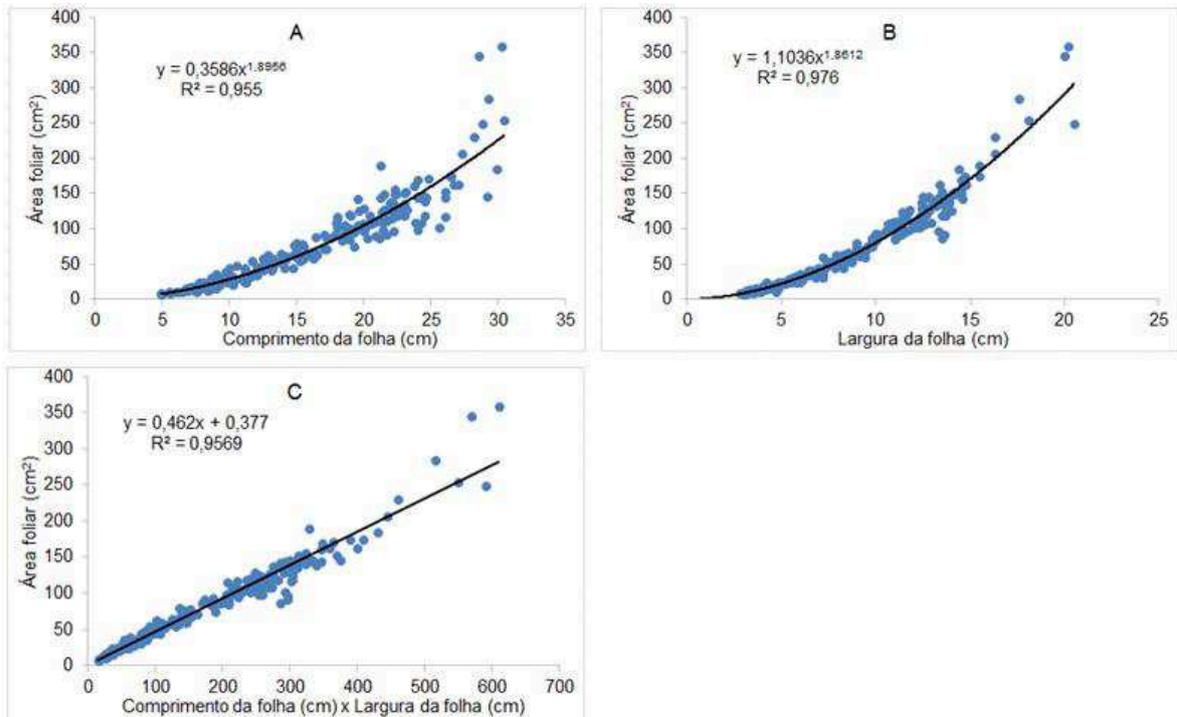
Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando os dados pode-se observar que os valores de desvio padrão apresentam um valor alto, isto remete-se a utilização de um grande número de folhas e de tamanhos diferentes durante o decorrer do estudo.

Observa-se também que o menor valor de RQME ocorre no modelo C (69,8) e o maior ocorre no modelo C x L (72,0), da mesma forma no desvio padrão, onde obteve-se respectivamente 57,3 e 60,9. Em relação ao valor do desvio médio que é a medida da dispersão de uma amostra de dados em relação à sua média, o menor valor foi verificado no modelo C (-40,0) e o maior ocorreu no modelo C*L (-38,6). O modelo que mais se ajustou tendo assim um maior R² foi o L (0,976).

A Figura 6 apresenta as regressões da área foliar em relação ao comprimento (C), a largura (L) e ao produto da multiplicação do comprimento pela largura (C*L), onde todos os coeficientes de determinação (R²) apresentaram valores superiores a 0,95. O modelo L foi o mais satisfatório, apresentando 0,97 e sendo uma regressão com linha de tendência exponencial.

Figura 6 - Regressões entre área foliar (cm²) e comprimento (A), largura (B) e produto das dimensões lineares (C) da *P. peruviana*.

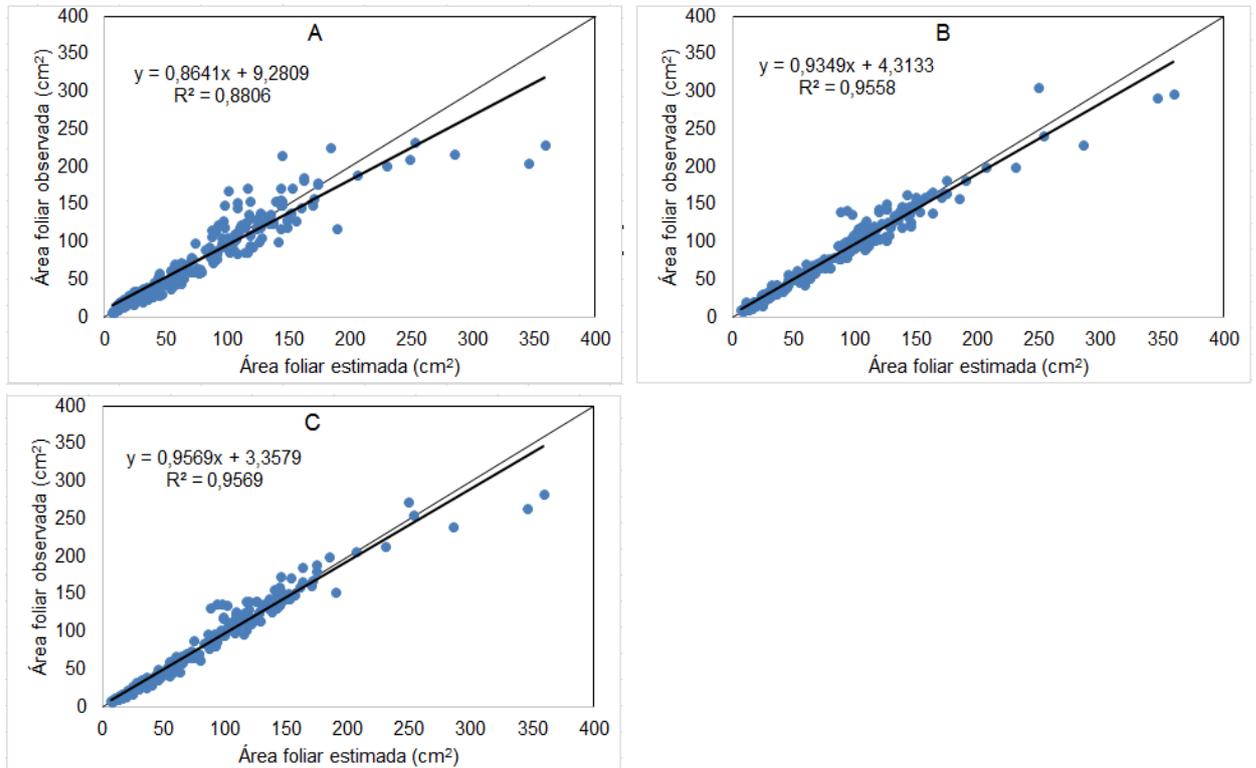


Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 7 são apresentadas as regressões de área foliar estimadas e também observadas nos três modelos obtidos. Nestes três modelos o R² apresentou valores maiores que 0,88 e também em ambos se verificou uma superestimação dos dados, sendo que no modelo do comprimento esta superestimação é maior em folhas maiores.

Ainda, observou-se que o modelo do produto das dimensões lineares (C x L) teve o maior valor de R², apresentando 0,9569, concluindo este como sendo o melhor modelo.

Figura 7 - Relação entre valores observados e estimados por regressões obtidas por meio do comprimento (A), largura (B) e produto das dimensões lineares (C) de folhas da *P. peruviana*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

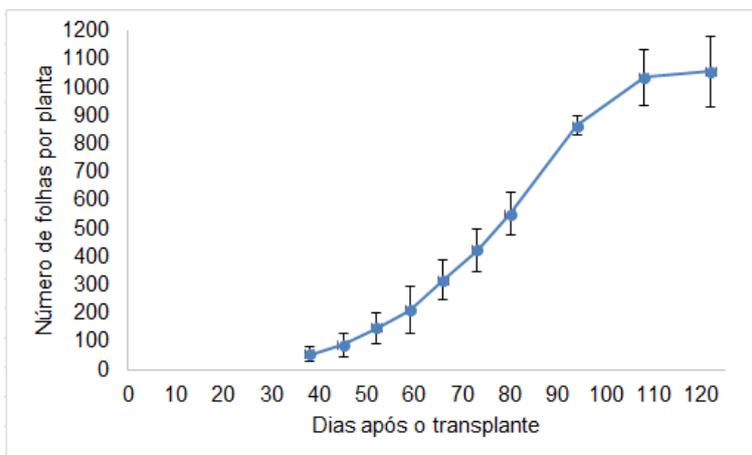
Segundo Janssen e Heuberger (1995), a precisão de um modelo pode ser analisada levando em conta o coeficiente de correlação (R^2) e o RQME, pois quanto maior for o valor de R^2 e menor for o valor de RQME maior será a precisão do modelo em estudo. Sendo assim, observa-se que o maior valor de R^2 foi encontrado no modelo que leva em conta a largura da folha (L), mas não apresenta o menor valor de RQME, sendo este encontrado nos cálculos do modelo C apresenta um valor bem próximo do RQME do modelo L.

O modelo que é o produto do C x L, apresenta um R^2 mais baixo do que no modelo L e também aponta o maior valor de RQME entre os modelos estudados. Além disso, esse modelo, acarreta em um maior tempo para coleta das dimensões em campo. Segundo Maldaner et al. (2009), modelos que utilizam apenas uma das dimensões, seja o comprimento ou largura, possibilitam a redução da metade das medições a serem realizadas no campo, conseguindo assim uma boa precisão e grande economia de tempo.

Dessa forma, em outros trabalhos como, por exemplo, de Aquino et. al (2011), que realizaram a estimativa de área foliar na cultura do girassol, conclui-se como sendo o modelo da largura o mais preciso. Da mesma forma, Filho et al. (2015) com a canola e Severino; Vale e Beltrão (2007) com pinhão-manso observaram que o modelo da largura apresentou elevados coeficientes de determinação.

Ainda analisando os dados experimentais de emissão de folhas foi possível traçar uma curva de crescimento na qual se verificou aumento no número de folhas das plantas, onde se observou uma emissão de folhas com crescimento exponencial desde as primeiras medições até atingir seu pico de 1056 folhas em aproximadamente 120 dias após o transplante (DAT). A partir de então, a emissão de folhas se estabilizou por conta das primeiras folhas emitidas chegarem a sua senescência (Figura 8)

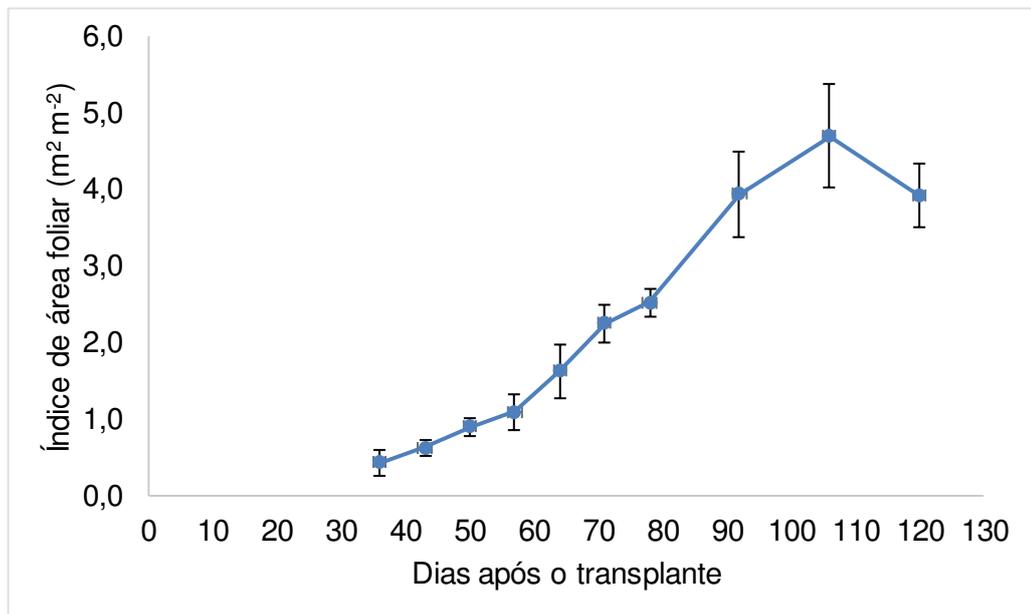
Figura 8 - Relação entre o número de folhas por planta e os dias após o transplante (DAT) da *P. peruviana*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação ao índice de área foliar (IAF) da *P. peruviana*, esta apresentou aumento no índice até 108 dias após o transplante com valor de $4,70 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ (Figura 9). Após, começou a diminuir devido ao grande sombreamento das folhas inferiores que passaram a ter metabolismo negativo por conta da falta de radiação, levando assim a senescência destas e a estabilização do número de folhas.

Figura 9 - Relação entre o índice de área foliar ($\text{m}^2 \text{m}^{-2}$) e os dias após o transplante (DAT) da *P. peruviana*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5. CONCLUSÕES

Todos os modelos estudados apresentam valores de estimativa de área foliar próximos, sendo que o modelo que tem como variável independente a largura apresentou o maior coeficiente de correlação, dessa forma recomenda-se a utilização deste modelo.

As plantas de *Physalis peruviana*, nas condições estudadas, atingiram uma média de 1056 folhas por planta e índice de área foliar de $4,70 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$.

REFERÊNCIAS

- ADAMI, M.; HASTENREITER, F. A.; FLUMIGNAN, D. L.; FARIA, R. T. Estimativa de área de folíolos de soja usando imagens digitais e dimensões foliares. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 4, Oct./Dec. 2008. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052008000400030>. Acesso em: 23 abr. 2018.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Mapa de classificação climática de Koeppen no Brasil. **Meteorologische Zeitschrift**, Gebrüder Borntraeger, Stuttgart Vol. 22, No. 6, 711-728, 2014.
- ANGULO, R. Frutas exóticas de clima frio. Bogotá: **Curso Bayer Cropscience S.A.** 2003. p. 24-47.
- AQUINO, L. A.; JÚNIOR, V. C. S.; GUERRA, J. V. S.; COSTA, M. M. Estimativa da área foliar do girassol por método não destrutivo. **Bragantia**, vol.70, no.4, Campinas, 2011. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052011000400015&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 20 abr. 2018.
- BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I. As plantas e o clima, princípios e aplicações. 352 f. Guaíba: **Agrolivros**, 2017.
- BIANCO, S.; PITELLI, R. A.; CARVALHO, L. B. Estimativa da área foliar de *Cissampelos glaberrima* L. usando dimensões lineares do limbo foliar. **Planta Daninha**, v. 20, n. 3, p. 353-356, 2002.
- BIANCO, S.; PITELLI, R. A.; PERECIN, D. Métodos para estimativa de foliar de plantas daninhas. *Wissadula subpeltata* (kuntze) Fries. **Planta daninha**, Viçosa, v.6, n.1, p.21-24, 1983.
- BURGOS, A. M.; AVANZA; M. M.; BALBI, C. N., J. PRAUSE, J. A. ARGÜELLO. Modelos para a estimativa não destrutiva da área foliar de duas cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na Argentina. **Agriscientia** vol.27 no.1 Córdoba ene./jun. 2010. Disponível em: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-298X2010000100007. Acesso em 30 de outubro de 2016.
- CAMACHO, G. **Processamento**. FLÓREZ, V. J.; FISCHER, G.; SORA, A. D. Produção, pós colheita e exportação do uchuva (*Physalis peruviana* L.). 1. ed. Santafé de Bogotá, Colombia. 2000. Cap.11. p.129- 146.
- CASTRO, A.; RODRIGUEZ, L.; VARGAS, E. Gooseberry seca (*Physalis peruviana* L.) com pré tratamento de desidratação osmótica. **Vitae - Revista da faculdade de Química Farmacêutica**, Medellín, v. 15, n. 2, p. 226- 231, 2008.

CEDEÑO, M. M.; MONTENEGRO, D. M. **Plano de exportação, logística e comercialização de uchuva para o mercado dos Estados Unidos para árvores frutíferas S.C.I. LTDA.** 2004. 134 f. Monografia (Graduação) - Faculdade de Engenharia, Pontifícia Universidade Javeriana, Bogotá, 2004.

CHAVES, A. C. Propagação e avaliação fenológica de *Physalis sp* na região de Pelotas, RS. 65 p. **Universidade Federal de Pelotas**, Pelotas, RGS. 2006.

COSTA, M. da. et al. **Modelos de determinação não destrutiva da área foliar da berinjela cultivada em estufa plástica.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju - SE. Anais... Aracaju: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2007.

ENGERS, L. B. de O. **Estimativa da área foliar em genótipos de girassol.** 2016. 42 f. Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Agronomia (Agroecologia) - Bacharelado, Cerro Largo, RS, 2016.

EMBRAPA, Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília: Embrapa - SPI; Rio de Janeiro: Embrapa - Solos, 2006. 306 p.

FILHO, A. C.; TOEBE, M.; ALVES, B. M.; BURIN, C.; KLEINPAUL, J. A. Estimativa da área foliar de canola por dimensões foliares. **Bragantia**, vol.74, no.2, Campinas, Apr./June, 2015. Disponível em:<
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052015000200139#B001>. Acesso em: 15 set. 2018.

FISCHER, G.; LÜDDERS, P. Efeito da altitude no crescimento e desenvolvimento vegetativo da groselha-do-cabo (*Physalis peruviana L.*). **Revista Comalfi**, Bogotá, v. 29, n. 1 p. 1-10, 2002.

FISCHER, G.; MIRANDA, D.; PIEDRAHÍTA, W.; ROMERO, J. Avanços no cultivo, pós-colheita e exportação da groselha do cabo *P. peruviana L.* na Colômbia. Bogotá: **Universidade Nacional da Colômbia**, Faculdade de Agronomia, 222 p. 2005.

FLUMIGNAN, D. L.; ADAMI, M.; FARIA, R. T. Área foliar de folhas íntegras e danificadas de cafeeiro determinada por dimensões foliares e imagem digital. **Coffee Science**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 1-6, jan./jun. 2008. Disponível em:<<http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/67/134>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

GAMIELY, S. et al. Um método rápido e não destrutivo para estimar a área foliar das cebolas. **Hort Science**, university of Georgia, Athens, v.26, p.206, 1991.

GARCÍA, A. G. **Modelos para area foliar, fitomassa e extração de nutrientes na cultura do arroz.** 2002. 112 f. Tese (doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

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**, Lavras, v.26, n.3, p.500-504, 2002.

IANCKIEVICZ, A.; TAKAHASHI, H. W.; FREGONEZI, G. A. F.; RODINI, F. K. Produção e desenvolvimento da cultura de *Physalis* L. submetida a diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.3, p.438-444, mar, 2013. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/cr/v43n3/a8913cr5750.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

JANSSEN, P. H. M.; HEUBERGER, P. S. C. Calibração de modelos orientados a processos. **Modelagem Ecológica**, v.83, p.55-56, 1995.

KVET, J.; MARSHALL, J. K. Avaliação da área foliar e outras superfícies da planta assimiladora. Em: CATZK, J.; JARVIS, P. G. Produção fotossintética de plantas: **manual de métodos**. The Hague: Junho, 1971. p. 517-575.

LAGOS, T. C. B.; VALEJO, F. A. C.; CRIOLLO, H. E.; MUÑOZ, J. E. F. Biología reprodutiva da uchuva. **Acta Agronómica Colombiana**, Palmira, v. 57, n.2, p.81-87, 2008.

LIMA, C. S. M. **Fenologia, sistemas de tutoramento e produção de Physalis peruviana na região de Pelotas, RS**. 2009. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Fruticultura de Clima Temperado. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. - Pelotas, 2009.

MALDANER, I. C.; HELDWEINII, A. B.; LOOSE, L. H.; LUCAS, D. D. P.; GUSE, F. I.; BORTOLUZZI, M. P. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**, v.39, n.5, ago, 2009. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n5/a221cr1343.pdf>>. Acesso em: 3 abr. 2018.

MARACAJÁ, P. B.; MADALENA, J. A. S.; ARAÚJO, E.; LIMA, B. G; LINHARES, P. C. F. Estimativa de Área Foliar de Juazeiro por Dimensões Lineares do Limbo Foliar. **Revista Verde**, v.3, n.4, p.1-5, 2008.

MAZORRA, F. M.; QUINTANA, A. P.; MIRANDA, D.; FISCHER, G.; MARTHA VALENCIA, M. C. Aspectos anatômicos da formação e crescimento do fruto de groselha *Physalis peruviana* (Solanaceae). **Acta Biológica Colombiana**, vol.11, n.1, pg.69-81. 2006. Disponível em:<<http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v11n1/v11n1a06.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

MIELKE, M. S.; HOFFMANN, A.; ENDRES, L.; FACHINELLO, J. C. Comparação de métodos de laboratório e de campo para estimativa da área foliar em fruteiras silvestres. **Scientia agricola**, v. 52, n. 1, p. 82-88, 1995.

MIRANDA, D. **Informes de visitas de assessoria técnica a fazendas produtoras de uchuva (*Physalis peruviana* L.) na Sabana de Bogotá e Antioquia.** Bogotá: Facultad de Agronomía, Universidade Nacional da Colômbia, 35 p., 2004.

MORAES, L. de; SANTOS, R. K.; WISSER, T. Z.; KRUPPEK, R. A. Avaliação da área foliar a partir de medidas lineares simples de cinco espécies vegetais sob diferentes condições de luminosidade. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p. 381-387, out./dez. 2013. Disponível em:<<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewFile/2413/1221>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

MUNIZ, J.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L.; PELIZZA, T. R.; RUFATO, A. DE R.; MACEDO, T. A. Cultivo de *Physalis peruviana* L.: uma nova alternativa para pequenos produtores. **Jornal da Fruta**, Lages, Ano XVIII, n. 228, p. 22, 2010. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782014000600002&lng=en&nrm=iso&tlng=en>. Acesso em: 3 abr. 2018.

MUNIZ, J.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L. PELIZZA, T. R.; MARCHI, T.; DUARTE, A. E.; LIMA, A. P. F.; GARANHANI, F. Sistemas de condução para o cultivo de *Physalis* no Planalto Catarinense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 3. p. 830-838, 2011. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v33n3/aop07911.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

MUNIZ, J.; MOLINA, A. R.; JAISON MUNIZ, J. *Physalis*: Panorama produtivo e econômico no Brasil. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, vol.33, no.2, Apr./June 2015. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362015000200023>. Acesso em: 20 abr. 2018.

NASCIMENTO, I. B.; Farias, C. H. A.; Silva, M. C. C.; Medeiros, J. F.; Sobrinho, J. E.; Negreiros, M. Z. Estimativa da área foliar do meloeiro. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.4, p.555-558, 2002. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362002000400009>. Acesso em: 30 de outubro de 2016.

QUEIROGA, J. L.; ROMANO, E. D. U.; SOUZA, J. R. P.; MIGLIORANZA, E. Estimativa da área foliar do feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) por meio da largura máxima do folíolo central. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.1, p.64-68, 2003. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362003000100013&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 30 de outubro de 2016.

RAMADAN, M. F.; MÖRSEL, J. T. Goldenberry: uma nova fonte de frutos de bioativos lipossolúveis. **Information**, New York, v. 15, p. 130-131, Aug. 2004.

RODRIGUES-AMAYA, D.; KIMURA, M.; GODOY, H.T.; AMAYA-FARFAN, J. Banco de dados brasileiro atualizado sobre carotenóides de alimentos: Fatores que afetam a composição dos carotenóides. **Journal of Food Composition and Analysis**, Roma, v.21, p.445-463, 2008.

RODRIGUES, E.; ROCKENBACH, I. I.; CATANEO, C.; GONZAGA, L. V.; CHAVES, E. S.; FETT, R. Minerais e ácidos graxos essenciais da fruta exótica *Physalis peruviana* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. vol.29 no.3 Campinas, julho / setembro, 2009. Disponível

em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612009000300029>. Acesso em: 19 abr. 2018.

RODRIGUES, F. A.; PENONI, E. S.; SOARES, J. D. R.; SILVA, R. A. L.; PASQUAL, M. Caracterização fenológica e produtividade de *Physalis peruviana* cultivada em casa de vegetação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 6, p. 1771-1777, Nov./Dec. 2013.

RUFATO, A. R.; RUFATO, L.; LIMA, C. S. M.; MUNIZ, J. A cultura da *Physalis*: pequenas frutas. **Fruticultura**, 2010.

RUFATO, L.; RUFATO, A. de R.; SCHLEMPER, C.; LIMA, C. S. M.; KRETZSCHMAR, A. A. **Aspectos técnicos da cultura da *Physalis***. Lages: CAV / UDESC; Pelotas: UFPel, 100 p., 2008.

SCHMILDT, E. R.; AMARAL, J. A. T.; SCHMILDT, O.; SANTOSET, J. S. Análise comparativa de equações para estimativa da área foliar em cafeeiros. **Coffee Science**, v. 9, n. 2, p. 155-167, 2014.

SCHULZ, D. G.; FEY, R.; ISTCHUK, A. N.; HERZOG, N. F. M.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C. Comparação entre métodos para estimativa de área foliar em *Jatropha curcas* L. em diferentes tamanhos de folhas. **Unioeste**, Campus Marechal Cândido Rondon, 2010.

SEVERINO, L. S., VALE, L. S., BELTRÃO, N. E. M. Método simples para medição da área foliar do pinhão-mansão. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, edição 11, 9-14, 2007.

SOUZA, M. S.; ALVES, S. S. V.; DOMBROSKI, J. L. D.; FREITAS, J. D. B.; AROUCHA, E. M. M. Comparação de métodos de mensuração de área foliar para a cultura da melancia. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 241-245, abr./jun. 2012. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/pat/v42n2/16.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

TOMASSINI, T. C. B.; BARBI, N. S.; RIBEIRO, I. M.; XAVIER, D. C. D. Gênero *Physalis*: uma revisão sobre vitaesteróides. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 47-57, 2000. Disponível em:< http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422000000100011&script=sci_abstract&tlng=es>. Acesso em: 5 abr. 2018.

VILLEGAS, I. C. O cultivo de groselha (*Physalis peruviana*). **Sector agropecuario**. San José, Costa Rica, p. 1-5, 2009.

WANG, I. K.; LIN-SHIAU, S. Y.; LIN, J. K. Indução de apoptose por apigenina e flavonóides relacionados através da liberação de citocromo c e ativação de caspase-9 e caspase-3 em células leucêmicas HL-LA. **European Journal of Cancer**, London, V.35, n.10. 1999.

WATANABE, H. S.; OLIVEIRA, S. L. de;. Comercialização de frutas exóticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal. vol.36, no.1, Jan./Mar. 2014. Disponível em:< http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452014000100005>. Acesso em: 5 abr. 2018.

WU, S. J.; NG, L. T.; CHEN, C. H.; LIN, D. L.; WANG, S. S.; LIN, C. C. Atividade de antiespatoma dos extratos de *Physalis angulata* e *P. peruviana* e seus efeitos sobre a apoptose em células humanas Hep G2. **Life Sciences**, Elmsford, v.74. 2004.