



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

CAMPUS CERRO LARGO

CURSO DE AGRONOMIA

DISCIPLINA DE TCC II

LIDIANA DA SILVA WELTER

ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR EM GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO

CERRO LARGO

2023

LIDIANA DA SILVA WELTER

ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR EM GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO

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

Orientador: Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons

CERRO LARGO

2023

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Welter, Lidiana da Silva ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR EM GENÓTIPOS
DE MORANGUEIRO / Lidiana da Silva Welter. -- 2023.
35 f.:il.

Orientador: Dr. Sidinei Zwick Radons

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em
Agronomia, Cerro Largo, RS, 2023.

I. Radons, Sidinei Zwick, orient. II. Universidade
Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os dados
fornecidos pelo(a) autor(a).

LIDIANA DA SILVA WELTER

ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR EM GENÓTIPOS DE MORANGUEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal de Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 10/02/2023.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons – UFFS
Orientador



Prof. Dr. Tiago Silveira Ferrera – UFFS
Avaliador



Dr. Odair José Schmitt - UFFS
Avaliador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela proteção, força, por sempre andar de mãos dadas comigo e por colocar em meu caminho pessoas especiais e de bom coração, que me apoiam independentemente da situação.

A minha família pelo amor incondicional, apoio, incentivo e paciência. Não existem palavras que consiga expressar todo o meu sentimento de gratidão. Em especial à minha mãe Ana, por ser minha âncora, minha base e inspiração, e ao pai Nelmo, por todo suporte e compreensão. Nós conseguimos!

Aos meus amigos pelo entendimento dos momentos de ausência, pelo companheirismo e parceria nessa caminhada. Em especial à Eduarda Kreutz e toda a sua família pela ajuda, cuidado e amparo.

Aos professores, agradeço pelos ensinamentos compartilhados, em especial ao meu Professor Orientador Sidinei Zwick Radons, pela disponibilidade, paciência e pelos ensinamentos além da graduação.

Aos parceiros da SCH Morangos e Embrapa, agradeço a disponibilidade dos materiais e auxílio durante o desenvolvimento do trabalho.

Digo aos recém-formados que não basta estudar na escola. Tem que conhecer a vida, os problemas, a miséria e estar pronto a participar, a compreender a vida. O homem tem que se interessar pelas coisas, literatura, filosofia, história... não para ser intelectual, mas para ter uma ideia da vida, que tem que ser vivida com solidariedade, senão não adianta. (Oscar Niemayer, 1907-2012)

RESUMO

O morangueiro (*Fragaria x ananassa*) teve sua origem na Europa, porém, hoje é cultivado no mundo todo, e devido às suas características nutricionais, sabor e aroma, é uma das frutas mais exploradas no Brasil. O morango apresenta grande importância socioeconômica devido ao número considerável de produtores em suas variadas escalas produtivas, gerando emprego para um grande número de trabalhadores do campo. O índice de área foliar é um parâmetro biofísico que, além de estar relacionada ao processo fotossintético, é bastante utilizado em estudos fisiológicos envolvendo análise de crescimento, transpiração, e em pesquisas para quantificar danos causados por pragas e doenças foliares. O objetivo desse trabalho foi obter modelos matemáticos para a estimativa não destrutiva da área foliar de diferentes genótipos de morango, a partir das dimensões lineares das folhas, comprimento do trifólio (CT), largura do trifólio (LT), produto do comprimento do trifólio x largura do trifólio (CT x LT) e largura do folíolo central (LFC). Para avaliar o desempenho dos modelos, as estatísticas usadas foram a raiz quadrada do quadrado médio do erro (RQME) e o coeficiente de determinação da regressão (R^2). Através dos dados, foram obtidos 4 modelos para estimar a área foliar do morango, que apresentaram coeficientes de determinação elevados. Quanto maior o valor de R^2 e menor o valor do RQME, maior é a precisão do modelo. O modelo que utilizou o CT x LT como variável independente apresentou valor de R^2 superior aos modelos que utilizaram apenas uma das dimensões, LT ou CT, indicando que a estimativa da área foliar de morango pelo produto das dimensões lineares, CT x LT, é a mais adequada em relação às outras variáveis utilizadas, em todos os genótipos testados.

Palavras-chave: Genótipos. *Fragaria x ananassa* Duch. Área foliar. Modelos matemáticos.

ABSTRACT

The strawberry (*Fragaria x ananassa*) originated in Europe, but today it is cultivated worldwide, and due to its nutritional characteristics, flavor and aroma, it is one of the most exploited fruits in Brazil. Strawberry has great socioeconomic importance due to the considerable number of producers in its various production scales, generating employment for a large number of field workers. The leaf area index is a biophysical parameter that, besides being related to the photosynthetic process, is widely used in physiological studies involving growth analysis, transpiration, and in research to quantify damage caused by pests and leaf diseases. The objective of this work was to obtain mathematical models for the non-destructive estimation of the leaf area of different strawberry genotypes, based on the linear dimensions of the leaves, trefoil length, trefoil width, the product of trefoil length x trefoil width and central leaflet width. To evaluate the performance of the models, the statistics used was the root mean square of error (RQME) and the regression determination coefficient (R^2). Using the data, 4 models were obtained to estimate the strawberry leaf area, which presented high determination coefficients, $R^2 > 0.70$. The higher the R^2 value and the lower the RQME value, the higher the accuracy of the model. The model that used the CT x LT as independent variable presented higher R^2 value than the models that used only one of the dimensions, LT or CT, indicating that the estimation of the strawberry leaf area by the product of the linear dimensions, CT x LT, is the most adequate in relation to the other variables used, in all the genotypes tested.

Key words: Genotypes. *Fragaria x ananassa* Duch. Leaf area. Mathematical models.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mensuração do comprimento e largura do trifólio de morango	20
Figura 2- Sistema de análise de imagem de folha WinDIAS 3	21
Figura 3- Relação da área foliar (cm ²) do morangueiro, genótipo BRS22DC, com as dimensões da largura do trifólio (A), comprimento do trifólio (B), produto da largura e do comprimento do trifólio (C) e largura do folíolo central (D)	23
Figura 4- Relação da área foliar estimada e a correlação com a área foliar observada (cm ²) do morangueiro, genótipo BRS22DC, através das dimensões da largura do trifólio (A), comprimento do trifólio (B), produto da largura e do comprimento do trifólio (C) e largura do folíolo central (D).....	24
Figura 5- Relação da área foliar (cm ²) do morangueiro, genótipo BRS25DC, com as dimensões da largura do trifólio (A), comprimento do trifólio (B), produto da largura e do comprimento do trifólio (C) e largura do folíolo central (D).	25
Figura 6- Relação da área foliar estimada e com a área foliar observada (cm ²) do morangueiro, genótipo BRS25DC, através das dimensões da largura do trifólio (A), comprimento do trifólio (B), produto da largura e do comprimento do trifólio (C) e largura do folíolo central (D).....	26
Figura 7- Relação da área foliar (cm ²) do morangueiro, genótipo BRS25DC, com as dimensões da largura do trifólio (A), comprimento do trifólio (B), produto da largura e do comprimento do trifólio (C) e largura do folíolo central (D).	27
Figura 8- Relação da área foliar estimada e com a área foliar observada (cm ²) do morangueiro, genótipo Pircinque, através das dimensões da largura do trifólio (A), comprimento do trifólio (B), produto da largura e do comprimento do trifólio (C) e largura do folíolo central (D).....	28

LISTA DE ABREVIATURAS

CT – Comprimento do Trifólio

LT – Largura do Trifólio

LFC - Largura do Folíolo Central

RQME – Quadrado Médio do Erro

R^2 – Coeficiente de determinação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1. Morangueiro.....	14
2.2. Área foliar.....	16
2.3. Métodos de estimativa de área foliar	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1 Seleção 2015-35-22.....	22
4.2 Genótipo BRS25DC	24
4.3 Genótipo Pircinque.....	26
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

O morangueiro (*Fragaria x ananassa*) teve sua origem na Europa, porém, hoje é cultivado no mundo todo, e devido às suas características nutricionais, sabor e aroma é uma das frutas mais exploradas no Brasil. Segundo dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), o Brasil possui uma área de 5.279 hectares cultivados com morango, e uma produção de cerca de 218.881 toneladas (ANTUNES, BONOW, 2021). Um dos fatores associados à crescente exploração da cultura foi a adoção de novos sistemas de produção que atenuam o trabalho do produtor e aumentam a rentabilidade econômica, além do prestígio dos brasileiros pela fruta, que oferece aspecto e sabor inigualáveis. (ANTUNES, et. al., 2016).

Igualmente, o morangueiro apresenta grande importância socioeconômica devido ao número de produtores em suas variadas escalas produtivas, gerando emprego para um expressivo número de operários do campo (MADAIL, 2016). Além do mais, a maioria das áreas cultivadas com a fruta são em propriedades de agricultura familiar, contribuindo com o desenvolvimento das regiões em que se encontram e gerando maior renda para as famílias, além de garantir a permanência do homem no campo (SCHÜLLER, et. al., 2021).

A produção mundial de morangos em 2020 era estimada em 8,861 milhões de toneladas, com 84.668 hectares de área colhida. A China é o maior produtor mundial, com aproximadamente 127.171 hectares cultivados e 3.327 milhões de toneladas produzidas em 2020 (FAOSTAT, 2022), seguido de Polônia e Rússia.

A produção brasileira de morangos em 2020 foi de 218,281 toneladas, em uma área de 5,279 hectares, deixando o Brasil em sétimo lugar entre os maiores produtores, e o maior produtor da América do Sul (FAOSTAT, 2022).

Apesar do clima favorável à produção de morangos, a produtividade brasileira ainda pode melhorar muito quando comparada aos principais produtores mundiais. Os Estados Unidos, por exemplo, obtêm uma produtividade média de 60,7 toneladas por hectare. O Brasil, por sua vez, tem produtividade média de 41,5 toneladas por hectare (FAOSTAT, 2022). Entre as razões para a baixa produtividade estão as cultivares utilizadas, que têm origem estrangeira e carecem de adaptabilidade climática e edáfica, que acabam limitando seu potencial de produção (GRIEBLER, 2022).

Minas Gerais é o estado com maior produção do fruto, 120 mil toneladas, já o Rio Grande do Sul é o terceiro maior produtor, com aproximadamente 26 mil toneladas produzidas (ANTUNES, et. al., 2021). No Estado o plantio é realizado de março a julho (EMBRAPA, 2021), e a época de colheita varia de 60 a 80 dias após o plantio, quando as mudas começam a frutificar (SENAR, 2021).

Atualmente no mercado as principais cultivares encontradas dividem-se em cultivares de dias curtos (DC), e dias neutros (DN). As cultivares de dias curtos tem sua indução floral favorecida em fotoperíodos menores de 12 horas, em contrapartida sob condições de fotoperíodo longo emitem estolões, sendo essa uma característica de grande relevância para os produtores de mudas comerciais, já as cultivares de dias neutros são insensíveis ao fotoperíodo, ou seja, elas florescem independente do comprimento do dia (BECKER, 2017). As principais cultivares utilizadas no Brasil são provenientes de programas de melhoramento dos Estados Unidos e Espanha (FAGHERAZZI, 2012; MOLINA, 2016), e importadas principalmente da Argentina e Chile. Dentre as cultivares mais utilizadas comercialmente destaca-se Camarosa, Oso Grande e Pircinque classificadas como plantas de “dia curto”, Albion e San Andreas como plantas de “dia neutro” (FAGHERAZZI, 2017). Para garantir a rentabilidade da cultura, a escolha do material genético, bem como o destino da produção, são fatores decisivos para que o produtor obtenha alta produtividade associado a redução nos custos e garantia de retorno financeiro (ANTUNES, 2016).

Um dos critérios utilizados para estimar a produção de uma cultura é o índice de área foliar, uma vez que, a sua correta determinação durante o ciclo da cultura possibilita modelar o crescimento e o desenvolvimento da planta, e em consequência, a produtividade e a produção total da cultura (LOPES, 2007). O índice de área foliar é o parâmetro fisiológico mais utilizado na análise de crescimento das plantas, e em modelos de simulação da produtividade (ROSA, et. al., 2013).

O uso eficaz da radiação solar pelas plantas está relacionado a absorção da radiação fotossinteticamente ativa pela área foliar da mesma, e essa absorção depende de diversos fatores, como altura da planta, estrutura do dossel, geometria, tamanho e arranjo das folhas e época do ano (ENGERS, 2016 apud RAMOS et. al., 2008).

A medida do índice de área foliar pode ser feita com métodos destrutivos e não destrutivos (BORDIGNON, et. al., 2017). Os métodos destrutivos são mais simples (MALAGI, 2010 apud SOMMER; LANG, 1994), porém demandam mais tempo

(MALAGI, 2010 apud LOPES, et. al.,2014), além de que, devido à destruição da área foliar, impossibilita o acompanhamento do crescimento e a expansão foliar da cultura até o final do seu ciclo (MALAGI, 2010).

Os métodos não destrutivos são classificados em diretos e indiretos (MALAGI, 2010 apud MABROUK; CARBONNEAU, 1996), e em geral são rápidos, precisos, e os resultados são expressos de imediato. São caracterizados pelo uso de modelos matemáticos, geralmente equações de regressão, para expressar relações entre fatores, por exemplo, área foliar e medições lineares de folhas. Entretanto, possuem um alto custo de aquisição (MALAGI, 2010).

Esse trabalho tem como objetivo obter modelos matemáticos para a estimativa não destrutiva da área foliar de diferentes cultivares de morango, a partir das dimensões lineares das folhas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Morangueiro

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duchesne) é uma angiosperma dicotiledônea pertencente à ordem *Rosales* e à família *Rosaceae*, é uma planta herbácea, possui porte rasteiro ou ereto, com altura variando de 15 a 30 centímetros (ANTUNES, et. al., 2016 apud GALLETTA, 1990). O cultivo é bianual e de produção contínua, ou seja, no inverno e no verão (EMATER, 2021), e além do morango, frutos como maçã, framboesa, amora e pêssego também fazem parte dessa família.

O verdadeiro fruto do morangueiro é o aquênio, aquelas “sementinhas”, por esse motivo o morango é considerado um pseudofruto, porque a parte succulenta que consumimos não é originada do ovário, e sim de outro órgão da planta (SILVA, et al., 2007).

Inicialmente o morangueiro foi utilizado para fins ornamentais e medicinais em jardins europeus e no início do século XVIII, em um jardim botânico na França, plantou-se *Fragaria virginiana* (macho), originário dos EUA, e próximo a ele plantou-se *Fragaria chiloensis* (feminino), com origem no Chile. Propositalmente ou não, este cruzamento criou híbridos cultivados até hoje.

Não são encontrados registros oficiais da data de introdução do morangueiro no Brasil. Porém, informações extraoficiais sugerem que tenha sido por volta de 1950, no sul do Estado de Minas Gerais, no município de Estiva.

Já a expansão do cultivo se deu por volta de 1980, com a inserção de novas cultivares e adaptação de tecnologias de produção, resultado dos esforços de órgãos de pesquisa da cadeia produtiva do morango. Consequentemente, os índices de produtividade aumentaram, provocando interesse nos produtores. Igualmente, aconteceu com as tecnologias de comunicação, que fizeram com que hábitos, preferências e exigências dos consumidores se igualassem, impulsionando a melhoria do sistema de produção do morango no país. Por sua grande diversidade climática, o Brasil tem potencial para produção de morango em quase todos os meses do ano (FAGHERAZZI, 2012).

Os principais estados produtores de morango no Brasil são Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul, e conforme levantamento realizado pela Emater/RS-

Ascar e Embrapa, o Rio Grande do Sul possui uma área de 552 hectares cultivados com morangueiro, resultando em uma produção de 26.650 mil toneladas e uma produtividade de 48 t/ha (ANUÁRIO HF, 2021). Embora superior a produtividade da China (26 t/ha), a produção gaúcha se encontra abaixo do potencial da cultura, que é estimada em 60 t/ha. O que influencia essa baixa produtividade é a falta de cultivares melhoradas e adaptadas para o clima do Brasil, dado que, a maior parte das mudas implantadas são oriundas do Chile e Argentina (FAGHERAZZI, 2017).

O morangueiro tem boa adaptabilidade ao clima temperado, subtropical ou tropical, sendo o clima temperado o mais favorável à espécie. Mesmo podendo ser cultivado em diferentes clima e solos, alguns fatores são limitantes à produção de morangos, como por exemplo altas temperaturas, longos períodos de chuvas, e incidência de doenças. Longos períodos com chuva aumentam a umidade na planta, favorecendo a aparição de doenças fúngicas que prejudicam a produção, bem como a morte de flores e a formação de frutos pequenos e de má aparência (SENAR, 2019).

Dos fatores limitantes à produção, ligados aos aspectos climáticos, o principal fator que limita e que define as condições para que uma região se torne apta ao cultivo do morangueiro, é a temperatura e a disponibilidade hídrica. As condições ideais para o morangueiro se dá em clima temperado e subtropical, sendo a faixa de temperatura de 13 a 26°C condição ótima para a floração e frutificação. Sob temperaturas constantes, acima de 28°C ocorre inibição da floração e abaixo de 3°C o risco de danos por geadas. Portanto, é fundamental verificar essas condições para tomada de decisão pelo cultivo do morangueiro em determinado local (BECKMANN *et al.*, 2012).

O cultivo do morango pode ser feito de forma convencional no solo, em canteiros, com o plantio de março a julho no RS e com o uso de mulching ou cobertura plástica (EMBRAPA, 2021), hidropônico em tubos de polietileno, recheados com substrato e irrigadas com a solução hidropônica ou semi-hidropônico com uso de fertirrigação (BORTOLOZZO, 2007), com produção o ano inteiro. Normalmente a cultura é praticada por pequenos produtores baseados na agricultura familiar utilizando mão de obra familiar, e a maior parte da produção é destinada ao mercado *in natura*. (DIAS *et. al.*, 2007 apud GRIEBLER, 2021).

Na culinária, o morango proporciona um sabor adocicado e levemente ácido à doces, bolos, sorvetes, tortas, geleias e também bebidas, como sucos e drinks, além de dar um sabor especial às saladas. Por sua cor vermelha brilhante, odor envolvente, textura macia e sabor levemente acidificado, é uma das frutas mais apreciadas no

mundo. O sabor característico é proveniente do balanço entre os açúcares, ácidos e substâncias aromáticas especiais. No morango, predominam o ácido cítrico (0,64 - 1,15%) e, dentre os açúcares, a glicose e a frutose (4,5%). O morango apresenta altas concentrações de substâncias antioxidantes, como o ácido ascórbico (vitamina C) e o ácido elágico (ATKINSON et al., 2006 apud GIMÉNEZ et. al., 2011). A vitamina C encontra-se em concentrações próximas a 60 mg/100 g (GIMÉNEZ et. al., 2011).

2.2. Área foliar

O índice de área foliar (IAF) é definido como a área total da face das folhas por unidade de sombra da copa projetada perpendicular à superfície (CARVALHO, 2017 apud (WATSON, 1947; ASNER; SCURLOCK; HICKE, 2003). O IAF é um parâmetro biofísico utilizado na análise de crescimento das plantas, e que tem influência sobre alguns processos como, fotossíntese, transpiração e balanço da radiação da superfície (CARVALHO, 2017).

Além de estar relacionada ao processo fotossintético, a área foliar é bastante utilizada em estudos fisiológicos envolvendo análise de crescimento, transpiração, e em pesquisas para quantificar danos causados por pragas e doenças foliares (RODRIGUES; ALMEIDA, 2016). Da mesma forma, é muito utilizada para estimar a perda de água da planta, já que a folha é o principal órgão relacionado ao processo transpiratório, responsável pelas trocas gasosas com o ambiente, e também de grande valia na avaliação de tratos culturais, como poda, espaçamento, adubação, irrigação e aplicação de defensivos (RODRIGUES; ALMEIDA, 2016 apud PEREIRA, et. al., 1997).

As folhas do morangueiro são trifoliadas, cada trifólio com um próprio pecíolo, unidas a um pecíolo principal, as quais variam em forma, espessura, textura e pilosidade segundo cada cultivar (MOLINA, 2016).

O número total e a área das folhas do morangueiro estão relacionados com a produção de frutos. Ou seja, uma redução na área foliar, causada por doenças ou fatores ambientais adversos, tem efeito direto na produtividade (RONQUE, 1998 apud VIGNOLO, 2016). Porém, Antunes e Bonow (2021) citam que, o objetivo do programa de melhoramento genético de morangueiro da Embrapa, é desenvolver cultivares com características de elevada qualidade dos frutos e conservação pós-colheita, alta

produtividade, resistentes a pragas, doenças e que sejam adaptadas às diferentes condições climáticas e de cultivo do Brasil. Os autores ainda ressaltam que, para atingir esse objetivo a Embrapa vem trabalhando em parceria com produtores rurais, no intuito de avaliar o desempenho das seleções estudadas para possível uso comercial, em diferentes regiões do País.

Na cultura do morangueiro, a análise de crescimento foliar é dificultada pela anatomia da folha, que é composta por três folíolos e com margens denteadas. No entanto, a estimativa da área foliar é de interesse da pesquisa agrônômica e atualmente existem vários métodos para se estimar área foliar, porém, a precisão dos métodos varia conforme anatomia foliar, que é diferente para cada espécie e até mesmo cultivares (BOSCO et. al., 2012; SILVA et al., 2012 apud ZEIST, 2014).

Por fim, a importância de se avaliar o índice de área foliar se dá pela relação entre estado fisiológico da planta e a produtividade da mesma, além de ajudar a descrever características estruturais do dossel das plantas. Além disso, esse índice viabiliza tomadas de decisão em relação ao manejo adequado da planta, podendo ser determinado por métodos distintos.

2.3. Métodos de estimativa de área foliar

Atualmente existem vários métodos para estimar o IAF, dentre eles se destaca os destrutivos e os não destrutivos.

Os métodos destrutivos são aqueles em que se faz necessário coletar as folhas e passá-las em um aparelho que contém um scanner de alta resolução, que mensura o comprimento, largura, perímetro, proporção e fator de forma da folha. Esse método é mais prático e rápido quando comparado a métodos não destrutivos, todavia, necessita maior número de amostras, o que pode comprometer o experimento. Além disso, esses aparelhos medidores possuem um elevado custo de obtenção, tornando seu uso restrito (SOUZA et. al., 2012 apud ZEIST, 2022).

Entre os métodos destrutivos de baixo valor de aquisição, está o de discos foliares, onde a área foliar é mensurada através de discos de tamanho conhecido e do peso do restante da folha (HUERTA, 1962 apud LIMA, et. al., 2012 apud RODRIGUES; ALMEIDA, 2016). Sousa (2012) recomendou o método pois, pode-se

colher a planta, coletar os discos logo após a colheita e leva-los ao laboratório, sem a preocupação com a perda de água da folha, já que o método pode ser utilizado também com o material seco (SOUSA, 2012 apud RODRIGUES; ALMEIDA, 2016).

Os não destrutivos são aqueles em que não é necessário a retirada de partes da planta, preservando o rigor da planta, permitindo que as avaliações na mesma planta continuem durante todo o ciclo de desenvolvimento, reduzindo o erro experimental nas condições de campo (ZUCOLOTO et. al., 2008 apud ENGERS, 2016).

Os métodos não destrutivos são classificados em diretos e indiretos. Os métodos diretos são rápidos, precisos e os resultados são expressos imediatamente (BINDI et al., 1997; OLLAT et al., 1998; COHEN et al., 2000; DOBROWSKI et al., 2002 apud MALAGI, 2010), porém seu uso é restrito devido aos altos custos de aquisição (OLIVEIRA, et. al., 2002 apud MALAGI, 2002). Já os métodos não destrutivos indiretos são definidos por relações entre fatores, por exemplo, área foliar e medições lineares feitas em folhas. Essa relação é expressa através de modelos matemáticos, geralmente equações de regressão (MALAGI, 2010).

Em um experimento realizado em 2013 por ZEIST et. al., foram colhidas aleatoriamente 30 folhas de morangueiros do cultivar Albion para avaliação do melhor método de análise de área foliar em morangueiros. Foram avaliados o método do integrador de área foliar portátil, método de integrador de área foliar de bancada, método dos quadrados, método da massa fresca dos discos foliares e método da massa seca dos discos foliares, e como padrão, para obtenção da área foliar real, foi utilizado um digitalizador de imagens (Scanner) acoplado a um computador.

Os métodos produto do comprimento e largura da folha, somatório do produto do comprimento e largura dos folíolos, do integrador de área foliar portátil e os quadrados foram classificados como métodos não destrutivos, enquanto que o integrador de área foliar de bancada, de massa seca e de massa fresca denominados métodos destrutivos de análise de área foliar, pois é necessário que se colete parte ou o total da planta para a análise (ZEIST, et. al., 2014)

Com o resultado do experimento concluiu-se que, os métodos não destrutivos dos quadrados e o somatório do produto do comprimento x largura dos folíolos foram os que mais se aproximaram do método padrão utilizado para estimativa da área foliar em morangueiros e que todos os métodos avaliados, com exceção do método

integrador de área foliar portátil, são aceitáveis para estimativa de área foliar em morangueiro (ZEIST, et al., 2014).

Por fim, esses estudos já foram feitos em diversas culturas, como café (SCHMILDT, et. al., 2014), sorgo (LESSA et al., 2018), goiabeira-serrana (SÁNCHEZ-MORA et al., 2019) e mandioca (GUIMARÃES et al, 2019). Entretanto, sabe-se que a diferença dos genótipos em relação ao formato das folhas, as condições climáticas, fatores ambientais, estádios fenológicos, pragas e doenças, são fatores que podem interferir na exatidão da estimativa da área foliar.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado através da retirada de 200 folhas fotossinteticamente ativas e não danificadas, de tamanhos variados, de 3 genótipos diferentes de morango. Para a geração dos modelos, foram utilizadas 200 folhas e para o teste dos modelos outras 200 folhas, totalizando 400 folhas medidas por cultivar, e 1200 folhas ao total.

As plantas foram obtidas junto aos produtores comerciais Darceli e Ilóvia Sturm Chassot, proprietários da SCH Morangos, localizada no município de Cerro Largo, região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, cujos proprietários possuem contrato de parceria com a Embrapa, sendo uma Unidade de Observação (U.O) das seleções avançadas de morangueiro.

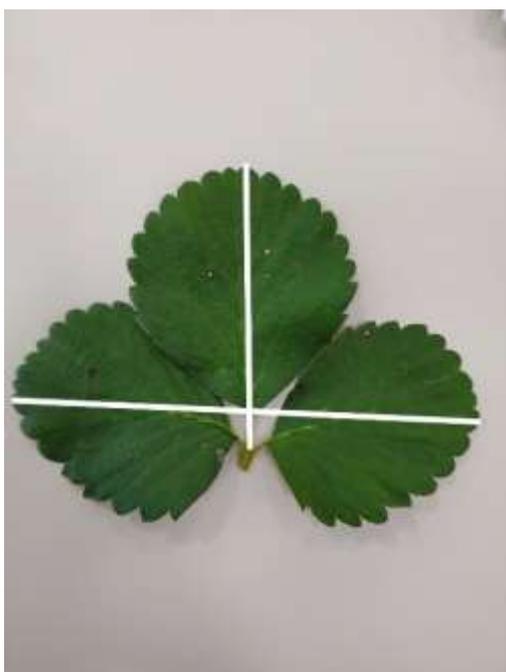
Os morangos foram produzidos sob sistema de cultivo protegido, em sistema aberto, fora do solo, empregando calhas com substrato orgânico comercial. Os genótipos utilizados foram BRS25DC, seleção 2015-35-22 e Pircinque.

A cultivar BRS25DC foi recentemente registrada, em 29 de setembro de 2022, conforme o Registro Nacional de Cultivares (RNC), e a seleção 2015-35-22 está em avançado processo para registro junto ao RNC, ambas tendo a Embrapa como mantenedor do registro. Já a cultivar Pircinque é uma cultivar protegida junto ao SNPC-MAPA, e foi obtida pelo programa de melhoramento genético conduzido pelo Conselho para a Pesquisa e a Experimentação na Agricultura – Unidade da Fruticultura de Forlì (CRA-FRF), entidade de pesquisa do governo italiano. Essa cultivar possui baixa exigência de horas de frio, precisa de menos nutrientes para se

desenvolver e é indicado para o cultivo orgânico. O resultado é um fruto de tamanho maior, mais saboroso, com maior concentração de açúcar, classificado como "superdoce", e que possui qualidade superior e manejo facilitado.

As folhas foram destacadas do restante da planta na inserção entre o limbo e o pecíolo, foram dispostas em uma mesa, onde em cada uma delas mediu-se o comprimento ao longo da nervura central e a maior largura, perpendicular à nervura central, utilizando-se uma régua graduada, ambos em centímetros (Figura 1).

Figura 1- Mensuração do comprimento e largura do trifólio de morango



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Após as medições do limbo foliar, as folhas passaram por um sistema de análise de imagem, WinDIAS 3 (Figura 2), acoplado a um computador, onde foram processadas e os dados arquivados, para posterior interpretação. Primeiramente passava-se o folíolo central e posteriormente o restante do trifólio, evitando assim a sobreposição dos folíolos.

Figura 2- Sistema de análise de imagem de folha WinDIAS 3



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Uma vez conhecida a área do limbo foliar, foi estabelecido sua relação com o Comprimento do Trifólio (CT), Largura do Trifólio (LT), produto Comprimento do Trifólio x Largura do Trifólio (CT x LT) e a Largura do Folíolo Central (LFC), com o ajuste de modelos matemáticos aos dados.

Após o ajuste do modelo usando Análise de Regressão é necessário avaliar quão bem o modelo se ajusta aos dados. Para avaliar o desempenho dos modelos, a estatística usada foi a raiz quadrada do quadrado médio do erro (RQME) calculada por (JANSSEN & HEUBERGER, 1995), onde $RQME = (\sum (s_i - o_i)^2 / N)^{0,5}$, em que “s” é o valor estimado, “o” é o valor observado e N é o número de observações. É desejável que o RQME seja o menor possível, pois quanto menor o RQME, melhor o modelo. Também foi realizada a comparação gráfica dos valores observados e estimados pelo modelo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

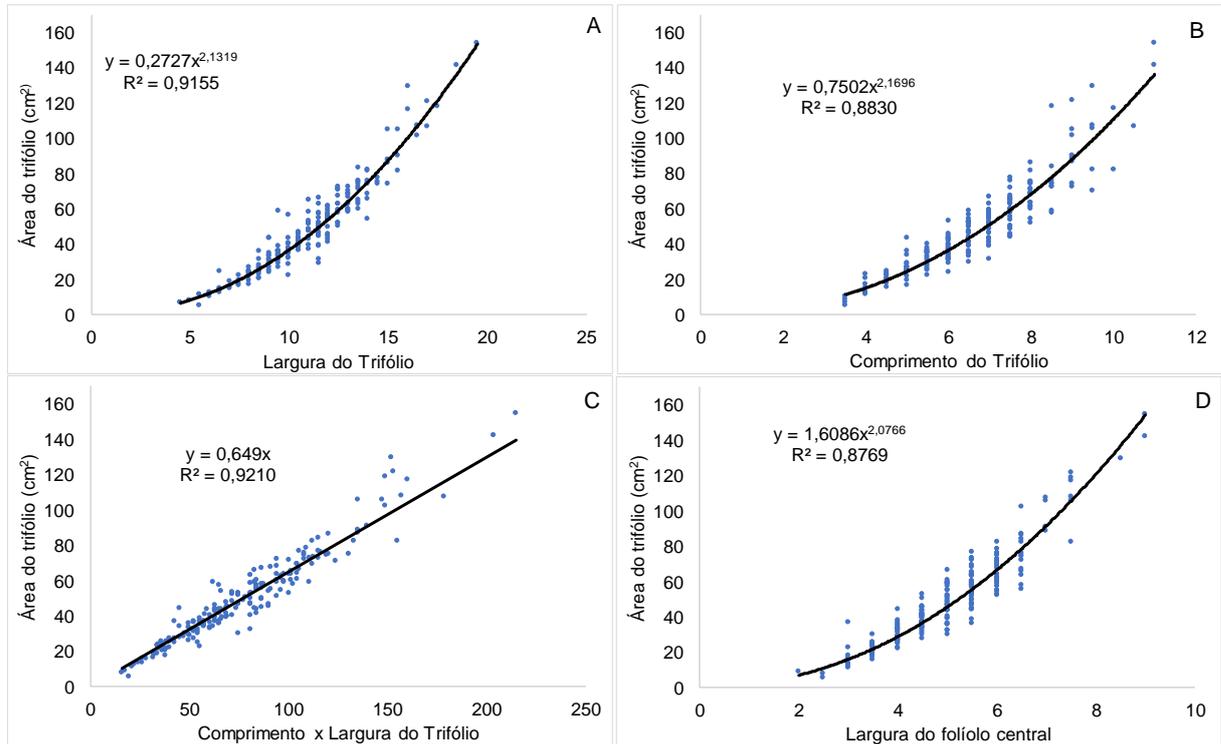
Foram obtidos 4 modelos para estimar a área foliar do morangueiro em cada cultivar, que apresentaram coeficientes de determinação elevados. O R^2 é uma medida estatística do quão próximo os dados estão da linha de regressão que foi ajustada, em resumo, é a porcentagem da variação da variável resposta, que é explicada por um modelo linear. Nesse caso, a variável em questão é a área foliar. O coeficiente de determinação está entre 0 e 1, onde 0 indica que o modelo não explica a variabilidade dos dados ao redor de sua média, e 1 indica que o modelo explica a variabilidade dos dados. Então, quanto maior o R^2 , melhor o modelo se ajusta aos dados.

Os modelos gerados para estimativa da área foliar a partir do produto da largura e do comprimento foram mais precisos que aqueles com base na largura do folíolo central, para todos os três genótipos. Igualmente, os modelos de estimativa do produto das dimensões lineares foram os que tiveram maior precisão, isso se dá devido a diferenças das cultivares com relação ao formato e ao tamanho da área foliar total da planta.

4.1 Seleção 2015-35-22

A Figura 3 ilustra as regressões da área foliar em relação a largura (A), o comprimento (B), ao produto das dimensões lineares (C) e a largura do folíolo central (D) da seleção 2015-35-22, podendo-se observar que os coeficientes de determinação foram todos superiores a 0,80, mas o modelo CT x LT (C) foi o mais satisfatório, com 0,9210.

Figura 3- Relação da área foliar (cm²) do morangueiro, da seleção 2015-35-22, com as dimensões da largura do trifólio (A), comprimento do trifólio (B), produto da largura e do comprimento do trifólio (C) e largura do folíolo central (D)



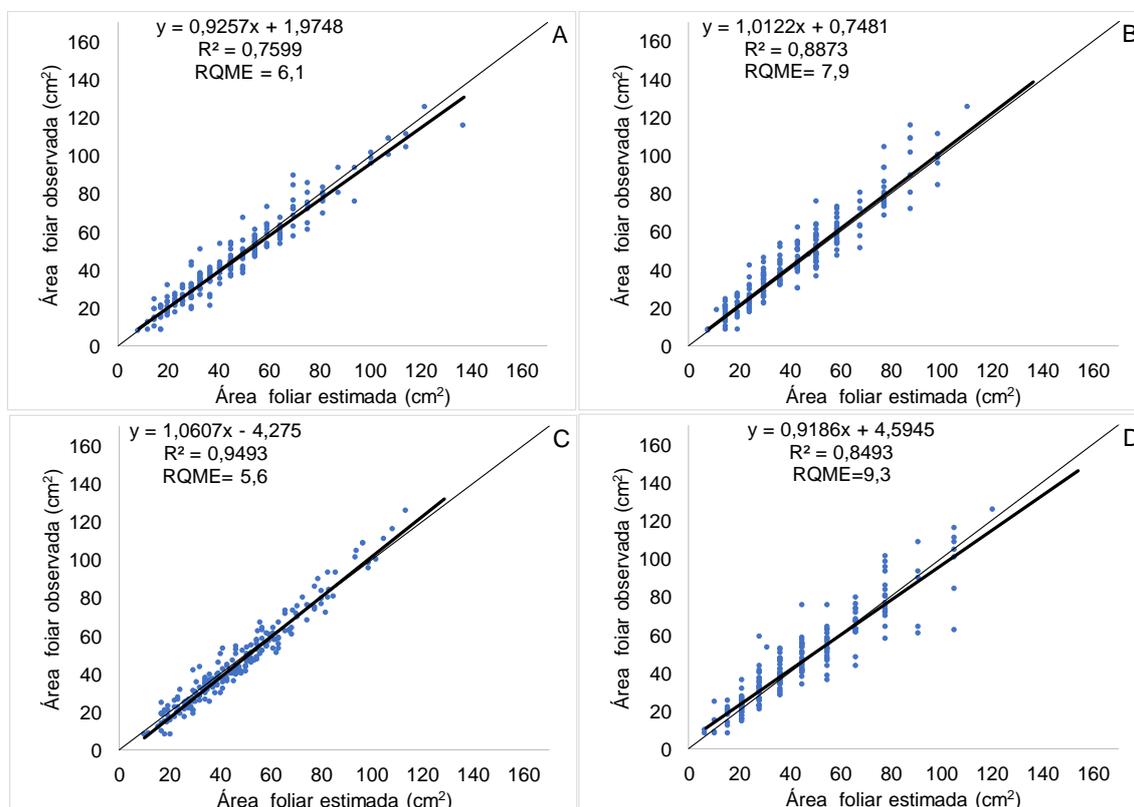
R² = coeficiente de determinação da regressão

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A Figura 4 ilustra as regressões da área foliar estimada com a observada, nos quatro modelos, os quais também tiveram $R^2 > 0,70$. Verifica-se que há uma superestimação dos dados no modelo LT (A) a partir dos 60 cm². Já no modelo CT (B) ocorre uma leve subestimação de valores e um quase perfeito ajustamento no modelo. No modelo CT x LT (C), ocorre uma leve superestimação até os 20 cm² e uma discreta subestimação a partir dos 80 cm². Por fim, no modelo LFC (D) há uma pequena subestimação dos dados até os 20 cm² e uma superestimação a partir dos 80 cm². Porém, o modelo CT x LT (C) teve o maior valor do coeficiente de determinação, 0,9493, concluindo ser o melhor modelo para esse genótipo.

Para a Seleção 2015-35-22, o RQME de menor valor foi no modelo CT x LT (5,6cm²) e o maior no modelo LFC (9,3 cm²), e em relação ao coeficiente de determinação (R²), o modelo mais preciso foi o modelo CT x LT (C).

Figura 4- Relação da área foliar estimada e a correlação com a área foliar observada (cm²) do morangueiro, seleção 2015-35-22, através das dimensões da largura do trifólio (A), comprimento do trifólio (B), produto da largura e do comprimento do trifólio (C) e largura do folíolo central (D).



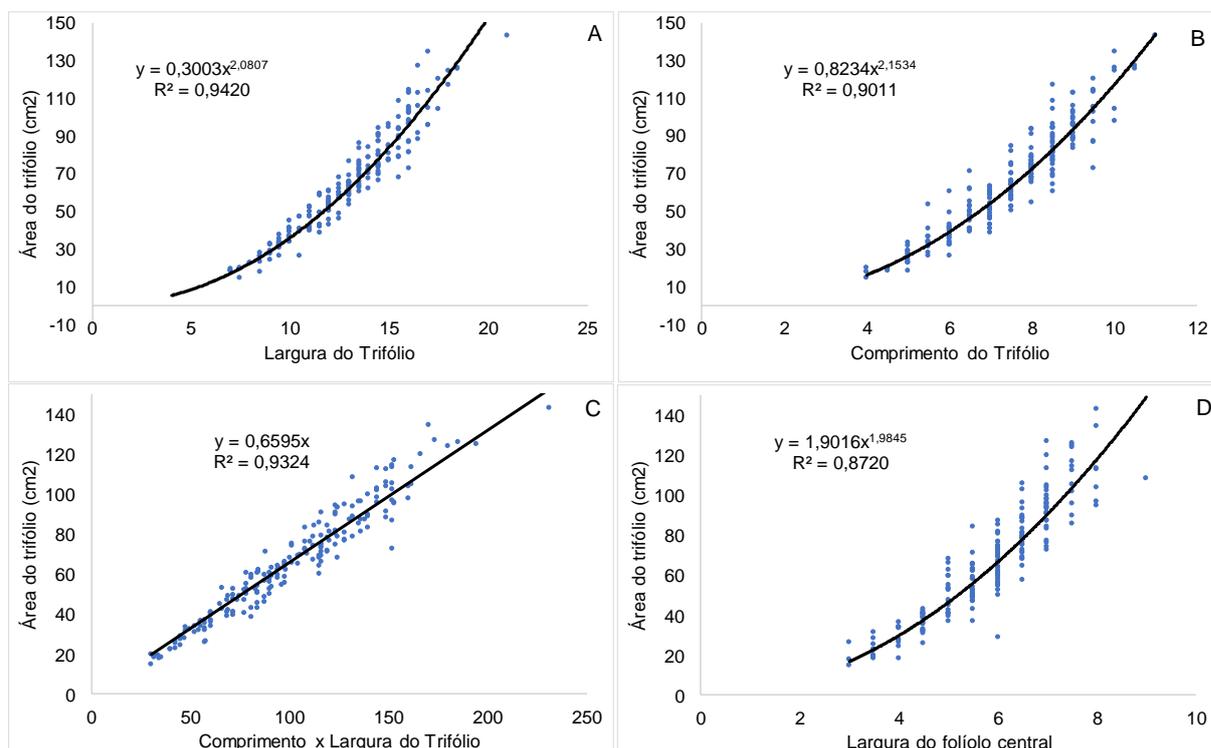
R² = coeficiente de determinação da regressão; RQME = raiz do quadrado médio do erro.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4.2 Genótipo BRS25DC

A Figura 5 ilustra as regressões dos quatro modelos (CT, LT, CT x LT e LFC) do genótipo BRS25DC, onde observa-se que os coeficientes de determinação foram todos superiores a 0,80, e que o modelo L (A) foi o mais satisfatório, com R² = 0,9420.

Figura 5- Relação da área foliar (cm²) do morangueiro, genótipo BRS25DC, com as dimensões da largura do trifólio (A), comprimento do trifólio (B), produto da largura e do comprimento do trifólio (C) e largura do folíolo central (D).



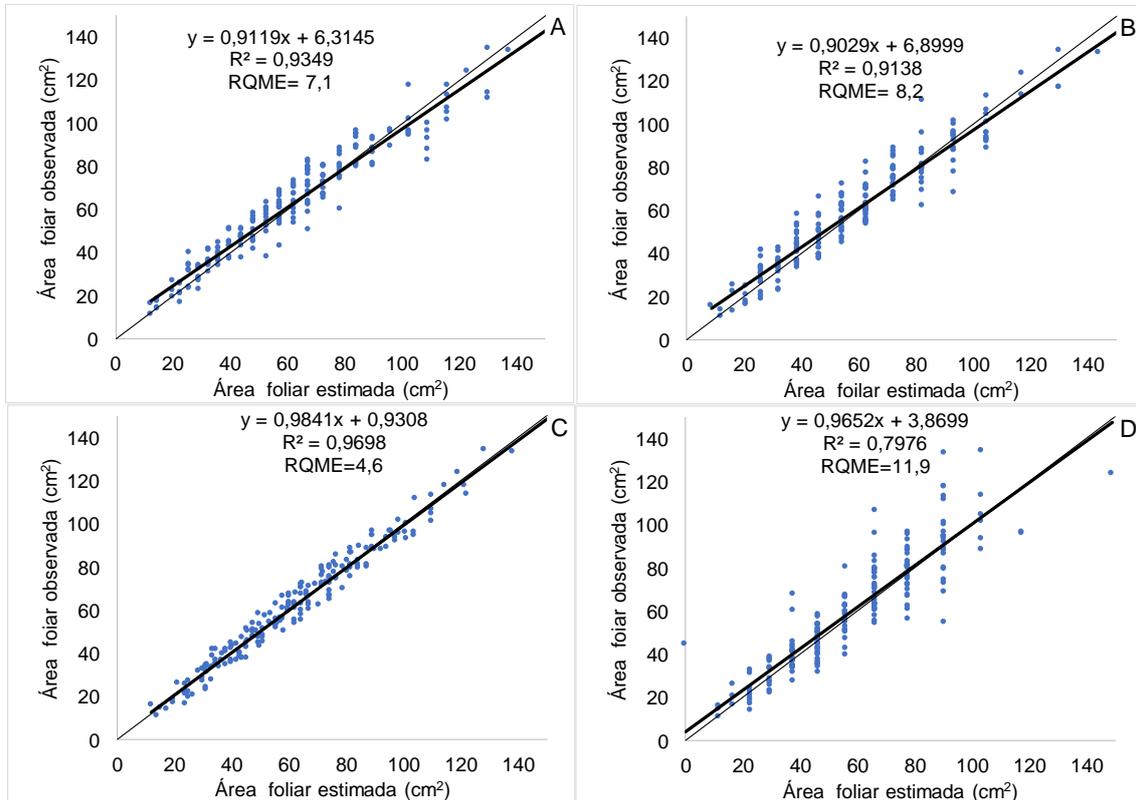
R^2 = coeficiente de determinação da regressão

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A figura 6 mostra as regressões da área foliar estimada com a observada do genótipo BRS25DC, também nos quatro modelos, os quais obtiveram $R^2 > 0,70$, onde igualmente se verifica uma superestimação no modelo CT (A) dos 20 cm² até os 40 cm² e uma subestimação a partir dos 60 cm². No modelo LT (B) se repete essas mesmas observações. Para o modelo CT x LT (C) há um quase perfeito ajuste do modelo. No modelo LFC (D), há uma subestimação dos dados até 60 cm². Por apresentar um maior valor de R^2 (0,9698), o modelo C provou ser o melhor modelo para esse genótipo.

No genótipo BRS25DC, o RQME de menor valor foi no modelo CT x LT (4,6cm²) e o maior no modelo LFC (11,9 cm²). Com relação ao coeficiente de determinação (R^2), o modelo mais preciso desse genótipo foi o modelo CT x LT (C).

Figura 6- Relação da área foliar estimada e com a área foliar observada (cm²) do morangueiro, genótipo BRS25DC, através das dimensões da largura do trifólio (A), comprimento do trifólio (B), produto da largura e do comprimento do trifólio (C) e largura do folíolo central (D).



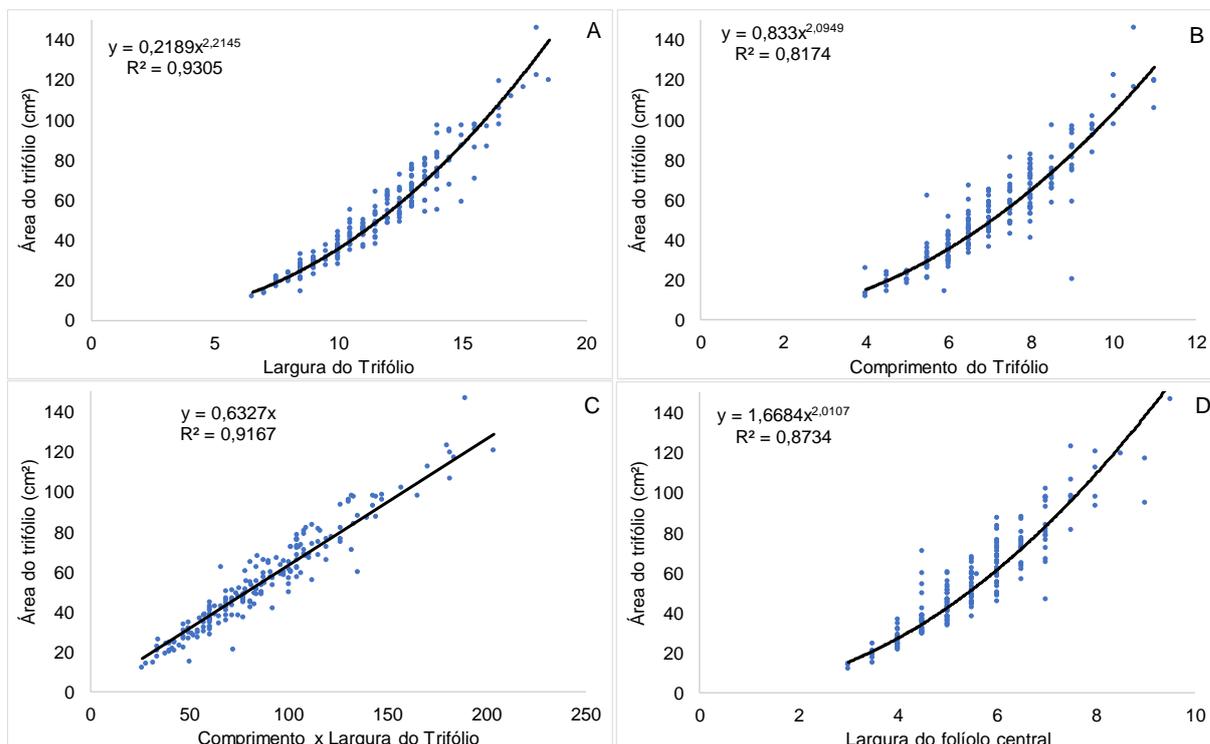
R² = coeficiente de determinação da regressão; RQME = raiz do quadrado médio do erro.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4.3 Genótipo Pircinque

A Figura 7 ilustra as regressões dos quatro modelos (LT, CT, CT x LT e LFC), onde observa que os coeficientes de determinação foram todos superiores a 0,80, mas, o modelo L (A) foi o mais satisfatório, com 0,9395.

Figura 7- Relação da área foliar (cm²) do morangueiro, genótipo BRS25DC, com as dimensões da largura do trifólio (A), comprimento do trifólio (B), produto da largura e do comprimento do trifólio (C) e largura do folíolo central (D).



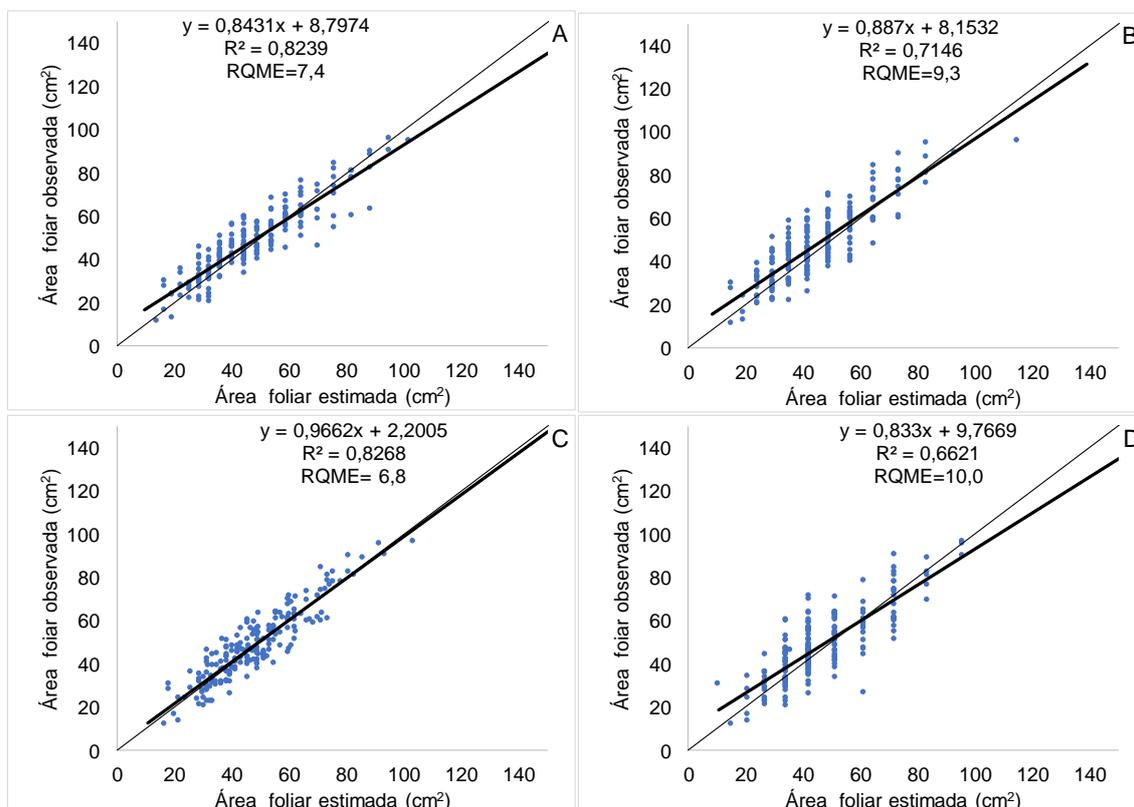
R² = coeficiente de determinação da regressão

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A Figura 8 mostra as regressões da área foliar estimada com a observada do mesmo genótipo, nos quatro modelos, os quais tiveram $R^2 > 0,70$, onde é possível observar que no modelo C (A) existe uma subestimação dos 20 cm² até os 40 cm² e uma superestimação dos 60 cm² em diante. No modelo L (B) igualmente há uma subestimação de valores dos 20 cm² até os 60 cm² e uma superestimação a partir dos 80 cm². No modelo C x L (C) ocorre o encaixe quase perfeito do modelo. No modelo LFC (D), ocorre uma subestimação dos 20 cm² até os 60 cm² e uma superestimação a partir de 80 cm². O modelo CT x LT foi o que teve o maior valor do coeficiente de determinação, de 0,8268, indicando ser esse o melhor modelo para esse genótipo.

No genótipo BRS25DC, o RQME de menor valor foi no modelo CT x LT (6,8cm²) e o maior no modelo LFC (10,0 cm²). Com relação ao coeficiente de determinação (R²), o modelo mais preciso desse genótipo foi o modelo CT x LT (C).

Figura 8- Relação da área foliar estimada e com a área foliar observada (cm²) do morangueiro, genótipo Pircinque, através das dimensões da largura do trifólio (A), comprimento do trifólio (B), produto da largura e do comprimento do trifólio (C) e largura do folíolo central (D).



R^2 = coeficiente de determinação da regressão; RQME = raiz do quadrado médio do erro.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Quanto maior o valor de R^2 e menor o valor do RQME, maior é a precisão do modelo. O modelo que utilizou o CT x LT como variável independente apresentou valor de R^2 superior aos modelos que utilizaram apenas uma das dimensões, LT ou CT, indicando que a estimativa da área foliar de morango pelo produto das dimensões lineares, CT x LT, é a mais adequada em relação às outras variáveis utilizadas.

Mesmo a precisão da estimativa de área foliar ser maior com o modelo utilizando o produto CT x LT, há um aumento no tempo gasto a campo para medição dessas variáveis. Os modelos que usam apenas uma das dimensões, CT ou LT, são mais adequados por reduzir à metade o número de medições (MALDANER et al., 2009).

Resultados semelhantes para a cultura do morangueiro foram encontrados por PIRES et. al., (1999) onde em cultivo a céu aberto o valor do coeficiente de determinação (R^2) foi sempre maior quando utilizada a média entre o comprimento e a largura como variável independente para estimativa da área dos folíolos. Como uma segunda opção, obteve-se melhor coeficiente de determinação o emprego da variável largura. Os autores também concluíram que a utilização do comprimento e da largura em conjunto estimaram melhor a área dos folíolos. Já em cultivo protegido os coeficientes de determinação foram maiores quando utilizada a largura ou a média entre o comprimento e a largura. O uso do variável comprimento resultou em menores valores de coeficientes de determinação nos dois ambientes de cultivo.

ZEIST et. al., (2014) também estimaram área foliar do morangueiro objetivando comparar medidas de estimativa de área foliar em morangueiro, por oito métodos destrutivos ou não destrutivos. Como método padrão, utilizou-se um digitalizador de imagens (Scanner), avaliando-se a precisão dos métodos do produto do comprimento x largura da folha, somatório do produto obtido entre o comprimento x largura dos folíolos, integradores de área foliar portátil e de bancada, dos quadrados, massa fresca e seca dos discos foliares. Os dados dos métodos avaliados, em comparação ao método padrão, foram submetidos à análise de correlação linear simples, determinando - se os coeficientes de determinação (R^2) e correlação (r), que foi testado pelo teste de t. Exceto o método do integrador de área foliar portátil, todos os métodos de estimativa de área foliar avaliados, quando comparados ao método padrão apresentaram precisão, podendo ser utilizados assim na estimativa da área foliar em morangueiro.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo linear, utilizando a largura e o comprimento do limbo foliar, foi o mais preciso e exato para estimar a área foliar de morangueiros, independentemente do genótipo.

Analisando a área foliar observada com a área foliar estimada, verifica-se que todos os modelos apresentaram resultados próximos a realidade, de forma que todos podem ser usados para estimar a área foliar com pertinente correlação entre a estimada e a observada. As equações tendem a superestimar o valor da área foliar, principalmente em folhas maiores.

Mesmo a precisão da estimativa de área foliar ser maior com o modelo utilizando o produto $CT \times LT$, há um aumento no tempo gasto a campo para medição dessas variáveis. Quando a mão de obra for escassa, o tempo gasto nas medições pode ser um empecilho, mas, caso a mão de obra não for um obstáculo, os resultados mostram que a maior precisão está no modelo utilizando o produto das variáveis.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, Luís Eduardo; BONOW, Sandro. **Anuário HF**, 2021.p. 87- 90. Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/222342/1/Antunes-Anuario-HF-2021-pag-87.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2022.

ANTUNES, Luís. Eduardo; REISSER JUNIOR, C.; BONOW, S. Morango: produção aumenta ano a ano. **Anuário Campo & Negócio HF**, p. 87-90, 2021.

ANTUNES, L. E C.; JÚNIOR, C. R; SCHWENGBER, J. E. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **MORANGUEIRO**. Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2016. 590 p. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1092843/morangueiro>>. Acesso em: 16 jun. 2022.

ANTUNES, Luís Eduardo. Brasil no pódio da produção de morangos. **Revista Campo&Negócios Hortifruti**. Uberlândia-MG, n. 8, maio, p. 36-37, 2018. Disponível em: < <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1092809>>. Acesso em 29 jun. 2022.

BASILIO, Leticia et. al. **Modelos matemáticos para estimativa de área foliar em videiras**.

Disponível em: <

https://convibra.org/congresso/res/uploads/pdf/artigo18580_20200832.pdf>. Acesso em 1 jul. 2022.

BECKER, Tais. Barbosa. **Produção de mudas de morangueiro fora do solo sob diferentes concentrações de nitrogênio nas matrizes e datas de plantio das mudas na região Sul do Rio Grande do Sul**. 2017. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017. Disponível em: < <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1093033>>. Acesso em: 12 fev. 2023.

BECKMANN, Márkilla Zunete *et al.* **ACÚMULO DE HORAS DE FRIO ENTRE 2 E 7 °C PARA CULTURA DO MORANGUEIRO EM PELOTAS, RS**. 2012. 2 f. Tese (Doutorado) - Curso de Meteorologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012. Disponível em:< <http://sbagro.org/files/biblioteca/997.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2022.

BORDIGNON, Alex Júnior. et. al. Desempenho entre métodos de medida de índice de área foliar na cultura da soja. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEROLOGIA; SIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. 2017, Petrolina, Juazeiro. **Anais eletrônico** agrometeorologia na solução de problemas multiescala, Petrolina, 2017.

BORTOLOZZO, Adriane Regina, et. al. **Produção de morangos no sistema semihidropônico**. 2007, Bento Gonçalves, 2 ed. 24 p. Disponível em: < <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/541435>>. Acesso em 2 jun. 2022.

BOSCO, Leosane Cristina. et. al. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 34, n. 2, p. 504-514, Junho 2012. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000200024>>. Acesso em: 12 fev. 2023.

CARVALHO, Thayslan Renato, et. al. **Revista Conexão: Ciências e Tecnologia**. Fortaleza -CE, v. 11, n. 1, p. 35 - 42, mar. 2017. Disponível em: < <http://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/1070>>. Acesso em 23 mai. 2022.

DIAS, Mário Sérgio, et. al. Produção de morangos em regiões não tradicionais. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte- MG, v.28 n.236, p. 24-33, jan./fev. 2007. Disponível em: < <http://www.epamig.br/download/informe-agropecuario-236-morango-conquistando-novas-fronteiras-2006/?wpdmdl=2452&refresh=62c9aa25bd00e1657383461>>. Acesso em 9 jul. 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Morango**. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/morango/producao/tratos-culturais>>. Acesso em: 2 jul. 2022.

ENGERS, Lana. **Estimativa de área foliar em genótipos de girassol**. 2016, 43 f. TCC- Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2016. Disponível em: < <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/915> >. Acesso em 15 jun. 2022.

FAGHERAZZI, Antonio. Felipe. **Adaptabilidade de novas cultivares e seleções de morangueiro para o Planalto Sul Catarinense**. 2017. 147 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Curso de Produção Vegetal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2017.

FAGHERAZZI, Antonio Felipe et. al. Novos genótipos de morangos italianos com potencial de cultivo no Brasil. In. XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2012. 5p. Bento Gonçalves- RS, 2012. **Anais eletrônicos**, Bento Gonçalves, 2012. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/70036/1/15.pdf>>. Acesso em 18 jun. 2022.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organisation **Statistics Database**. 2022. Disponível em: < <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> >. Acesso em: 3 jun. 2022.

GIMÉNEZ, Gustavo. et al. Avaliação de genótipos de morangueiro quanto à qualidade e potencial de armazenamento. **Revista Ceres**. Viçosa. Minas Gerais, v. 58, n.5, p. 542-547, set/out, 2011. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2011000500002>>. Acesso em : 12 fev. 2023

GUIMARÃES, Miguel Julio Machado et. al. Modelos matemáticos para a estimativa da área foliar de mandioca. **Revista de Ciências Agrárias**. v. 62, 2019. Disponível em: < <https://ajaes.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/3015/1565>>. Acesso em 3 jul. 2022.

INSTITUTO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Boletim** informativo. Emater/RS - Ascar. 2021.

LESSA, Bruno França da Trindade; SILVA, Tatiana Maria; DUTRA, Alek Sandro; OLIVEIRA, Alexandre Bosco. MODELOS MATEMÁTICOS PARA A ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR TOTAL EM SORGO SACARINO. **Energia na agricultura**, v. 33, n. 2, p. 175–182, abr./jun. 2018. Disponível em: <<https://revistas.fca.unesp.br/index.php/energia/article/view/2967>>. Acesso em: 10 jul. 2022.

LOPES, Sidinei et. al. **Área foliar e número de flores de nastúrcio sob duas densidades de plantio**. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/hb/a/3hHwWxJQ9SkkLcdfQW4h5Jk/?lang=pt>>. Acesso 20 jun. 2022.

MADAIL, João Carlos. Panorama Econômico. In. ANTUNES, Luis Eduardo. et. al. **Morangueiro**. 1 ed. Brasília-DF, 2016, p. 17. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/179724/1/Luis-Eduardo-MORANGUEIRO-miolo.pdf>>. Acesso em: 1 jul. 2022.

MALAGI, Gustavo, et. al. Método não destrutivo para determinação da área foliar da videira, cultivar BRS- Violeta. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal – SP, v. 32, p. 1250-1254, Dezembro 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbf/a/4r6rbt9TLFf3jVczDJ4MbGR/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 7 jul. 2022.

MALDANER, Ivan Carlos *et al.* Modelos de determinação não destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1356-1361, set. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009000500008>. Acesso em: 3 ago. 2022.

MOLINA, Anyela. **A cultura do Morangueiro (Fragaria x ananassa Duch) no Estado de Santa Catarina**: Sistemas de produção e riscos climáticos. 2016. 195f. Dissertação(Mestrado)- Curso de Recursos Genéticos Vegetais. Universidade Federal de Santa Catarina- SC, Florianópolis, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/169228/342144.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 16 jun. 2022.

PIRES, Regina Célia de M; FOLEGATTI, Marcos. Vinícius.; PASSOS, Francisco. A. Estimativa da área foliar de morangueiro. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v.17, n. 2, p.86-90, julho, 1999. Disponível em:<<https://www.scielo.br/j/hb/a/93mnHtPYxJGL8Xf9yH9ZfPm/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 1 fev. 2023.

PISSINATO, Amábili et. al. Avaliação de métodos não destrutivos para a estimativa da área foliar de genótipos de citros. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21. 2015, Natal. **Anais eletrônicos** frutas: saúde, inovação e responsabilidade. Natal, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/33504/1/pdf2327-Id27226.pdf>>. Acesso em 8 jul. 2022.

QUINATO, Éricka; DEGÁSPARI, Cláudia Helena; VILELA, Regina Maria. Aspectos nutricionais e funcionais do morango. **Revista Visão Acadêmica**. Curitiba, v.8, n.1, p. 1-15. Jan./Jun. 2007.

RODRIGUES, Anderson Rodrigo Veron; ALMEIDA, Kênia Teixeira. **Crescimento inicial de mudas de *Ormosia arborea* sob diferentes níveis de luz**. 2016. 23f. TCC - Curso de Agronomia. Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados-MS, 2016. Disponível em: < <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/3962>>. Acesso em 11. Jul. 2022.

ROSA, Hamilton et. al. Crescimento vegetativo e produtivo de duas cultivares de morango sob épocas de plantio em ambiente subtropical. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza- CE, v.44, p. 604- 613, jul./set. 2013. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S1806-66902013000300024> >. Acesso em 20 jun. 2022.

SÁNCHEZ-MORA, Fernando David et. al. Modelos matemáticos para a estimativa da área foliar de cultivares brasileiros de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*). **Agropecuária Catarinense**, v. 32, n. 3, p. 89-94, 2019. Disponível em: < <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/RAC/article/view/463>> . Acesso em: 10 jul. 2022.

SCHMILDT, Edilson Romais; AMARAL, José Augusto Teixeira; SCHMILDT, Omar; SANTOS, Jeangelis Silva. **Coffee Science, Lavras**, v. 9, n. 2, p. 155-167, abr./jun. 2014. Disponível em: < <http://www.sbicafe.ufv.br:80/handle/123456789/8025>> . Acesso em 8 jul. 2022.

SCHÜLLER, Meline; SOARES, Alisson Augusto; CASTRO, Briane; FERREIRA, Bruna. CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES FAMILIARES COM PRODUÇÃO DE MORANGOS EM SANTANA DO LIVRAMENTO - RS. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 13, n. 3, 16 nov. 2021. Disponível em: < <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/110618>>. Acesso em 10 jun. 2022.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Olericultura, cultivo do morango**. Brasília, 2019. 83 p. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/238_Olericultura-cultivo-do-morango.pdf>. Acesso em 19 jun. 2022.

SILVA, A. F.; DIAS, M. S. C.; MARO, L. A. C. Botânica e fisiologia do morangueiro. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 236, p. 7-13, 2007.

VIGNOLO, Gerson et. al. Origem e Botânica. In ANTUNES, Luiz Eduardo. Et. al. **Morangueiro**. 1 ed. Brasília- DF, 2016. 590 p. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/179724/1/Luis-Eduardo-MORANGUEIRO-miolo.pdf> >. Acesso em: 11 jun. 2022.

ZEIST, A. R.; DE OLIVEIRA, J. R. F.; DE LIMA FILHO, R. B.; SILVA, M. L. DE S.; DE RESENDE, J. T. V. Comparação de métodos de estimativa de área foliar em morangueiro. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 20, n. 1/2, p. 33-40, 31 dez. 2014. Disponível em: <

https://www.researchgate.net/publication/301298228_Comparacao_de_metodos_de_estimativa_de_area_foliar_em_morangueiro>. Acesso em 19 jun. 2022.