



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS DE CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA**

LANA BRUNA DE OLIVEIRA ENGERS

ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR EM GENÓTIPOS DE GIRASSOL

**CERRO LARGO-RS
2016**

LANA BRUNA DE OLIVEIRA ENGERS

ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR EM GENÓTIPOS DE GIRASSOL

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
2016**

DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação

Engers, Lana Bruna de Oliveira
Estimativa da área foliar em genótipos de girassol/
Lana Bruna de Oliveira Engers. -- 2016.
42 f.:il.

Orientador: Sidinei Zwick Radons.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Agronomia (Agroecologia) - BACHARELADO, , Cerro Largo,
RS, 2016.

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

LANA BRUNA DE OLIVEIRA ENGERS

ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR EM GENÓTIPOS DE GIRASSOL

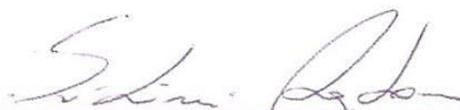
Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons.

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

25/11/16

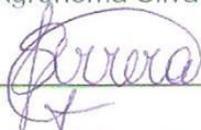
BANCA EXAMINADORA



Prof° Dr. Sidinei Zwick Radons



Eng. Agrônoma Silvane Isabel Brand



Prof° Dr. Tiago Silveira Ferrera.

Dedico o meu TCC para todos aqueles que fizeram do meu sonho, real, me proporcionando forças para que eu não desistisse de ir atrás do que eu buscava para minha vida. Muitos obstáculos foram impostos para mim durante esses últimos anos, mas graças a vocês eu não fraquejei. Obrigado por tudo família, namorado, professores, amigos e colegas.

AGRADECIMENTOS

Nenhuma batalha é vencida sozinha. No decorrer desta luta algumas pessoas estiveram ao meu lado e percorreram comigo este caminho como verdadeiros soldados, me estimulando para que conquistasse essa vitória.

É difícil agradecer todas as pessoas que de algum modo, tanto nos momentos serenos e/ou apreensivos, fizeram ou fazem parte da minha vida, por isso de forma geral agradeço a todos de coração.

Primeiramente agradeço a Deus por me guiar em todos os momentos, pela força concedida durante esses 5 anos nessa jornada, também pelas vezes em que me escutou a reclamar que nada daria certo.

Agradeço aos meus pais, Miria e Jandir, pois sempre me apoiaram fazendo com que oportunidade se concretizasse e me acompanhando no encerramento de mais uma caminhada da minha vida. Que doaram seu tempo, sem medir esforços me auxiliando a desenvolver este experimento. Sem a compreensão, ajuda e confiança de vocês nada disso seria possível hoje. A vocês expresseo o meu maior agradecimento.

Agradeço aos meus irmãos Jara e Alan, que mesmo entre brigas, estavam sempre à disposição a me ajudar nas atividades, me acompanhando desde o início e também companhias de carpidas e roçadas em pleno sol escaldante.

Ao meu namorado Roger, por toda paciência, compreensão, carinho e amor, e por me ajudar muitas vezes nesse trabalho. Também quero agradecer os seus ensinamentos durante nessa jornada. Você foi à pessoa que compartilhou comigo os momentos de angustias e tristezas. E agora, como diversas outras vezes, compartilho contigo essa minha alegria.

Por último, mas não menos importante, agradeço todos meus professores durante esses 5 anos pelos conhecimentos transmitidos, mas em especial ao meu Orientador Sidinei, pela atenção, disponibilidade, amizade, pela contribuição para minha vida acadêmica e pela ajuda na realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA a todos vocês!

“O fruto de um trabalho de amor atinge sua plenitude na colheita, e esta chega sempre no seu tempo certo”. (Autor desconhecido)

RESUMO

A área foliar é considerada um critério indicativo de produtividade. Com base nisso, existem métodos de fácil execução, não destrutivos e rápidos, que possibilitam estimar essa área foliar com precisão, assim possuindo alto grau de importância, devido possibilitar a observação e a avaliação do crescimento das plantas em condições de campo durante todo ciclo. Nesse presente trabalho, objetivou-se estimar a área foliar de cinco genótipos de girassol, em função das medidas lineares realizadas do limbo foliar e métodos destrutivos do número de folhas por planta. O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal Fronteira Sul no período de outubro/2015 a fevereiro/2016. As áreas dos limbos foliares foram determinadas por método direto e foram mensurados a partir do comprimento ao longo da nervura principal e a largura de forma perpendicular à inserção do limbo no pecíolo. Para área total, além do método direto, foi utilizado um método destrutivo em que as folhas foram cortadas em discos, obtendo regressões para os genótipos e concluindo que o melhor modelo é o que utiliza o produto das dimensões lineares, porém os modelos que utilizam somente a largura são satisfatórios além de reduzir o tempo de trabalho.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L. Fenometria. Modelagem.

ABSTRACT

The leaf area is considered a criterion indicative of productivity. Based on this, methods are easy to perform, non-destructive and fast, which make it possible to estimate this leaf area with precision, thus having high degree of importance, due to enable the observation and evaluation of plant growth in field conditions during the entire cycle. In this present work, the objective was to estimate the leaf area of five genotypes of sunflower in function of the linear measures taken from limbo, and the number of leaves per plant. The experiment was conducted at the experimental area of the Federal University Border South in the period from October 2015 to February 2016. The areas of the limbos, the leaf were determined by direct method and were measured from the length along the main fitting and the width perpendicular to the insertion of limbo in the petiole. For the total area, in addition to the direct method, has been used a destructive method in which the sheets were cut into disks, obtaining regressions for the genotypes and concluded that the best model is the one that uses the product of the linear dimensions, but the models that use only the width are satisfactory in addition to reducing the working time.

Key-words: *Helianthus annuus* L. Phenology. Modeling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Atividades desenvolvidas durante o experimento. (A - demarcação das linhas de semeadura; B - semeadura densa; C - desbaste; D - marcação da planta a ser observada.).	24
Figura 2 - Mensuração do comprimento do limbo foliar do girassol com uma régua graduada.	25
Figura 3 - Atividades desenvolvidas durante o experimento. (A – Folha de girassol cortada em discos; B – Secagem dos discos e dos restos das folhas em estufa à 50°C; C – Pesagem da matéria seca em balança eletrônica).	26
Figura 4 - Regressões entre área foliar (cm ²) e comprimento (A), largura (B) e produto das dimensões lineares (C) do girassol, do genótipo Aguará 6.	29
Figura 5 - Relação da AF estimada e a correlação com a AF observada por meio das dimensões lineares e observada por folha (cm ²) do girassol, genótipo Aguará 6.	30
Figura 6 - Regressões entre área foliar (cm ²) e comprimento (A), largura (B) e produto das dimensões lineares (C) do girassol, do genótipo Confeiteiro 51.	31
Figura 7 - Relação da AF estimada e a correlação com a AF observada por meio das dimensões lineares e observada por folha (cm ²) do girassol, genótipo Confeiteiro 51.	32
Figura 8 - Regressões entre área foliar (cm ²) e comprimento (A), largura (B) e produto das dimensões lineares (C) do girassol, do genótipo ADV5544.	33
Figura 9 - Relação da AF estimada e a correlação com a AF observada por meio das dimensões lineares e observada por folha (cm ²) do girassol, genótipo ADV5544.	34
Figura 10 - Regressões entre área foliar (cm ²) e comprimento (A), largura (B) e produto das dimensões lineares (C) do girassol, do genótipo Hélio 250.	35
Figura 11 - Relação da AF estimada e a correlação com a AF observada por meio das dimensões lineares e observada por folha (cm ²) do girassol, genótipo Hélio 250.	36
Figura 12 - Regressões entre área foliar (cm ²) e comprimento (A), largura (B) e produto das dimensões lineares (C) do girassol, do genótipo SUNOIL 333.	37
Figura 13 - Relação da AF estimada e a correlação com a AF observada por meio das dimensões lineares e observada por folha (cm ²) do girassol, genótipo SUNOIL 333.	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Modelos de regressão para estimativa de área foliar para cinco genótipos de girassol, com base no comprimento, largura e o produto e seus respectivos coeficientes de determinação, raiz quadrada média do erro, desvio médio e desvio padrão.	27
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS

cm - centímetros

ha - hectares

kg - quilogramas

m - metros

m² - metros quadrados

mg - miligrama

LISTA DE SIGLAS

AF Área Foliar

ATD Área Total dos Discos

C Comprimento

C x L Produto do Comprimento e da Largura

CONAB Companhia Nacional do Abastecimento

DF Distrito Federal

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations

IAF Índice da Área Foliar

L Largura

MSD Massa Seca dos Discos

MST Massa Seca Total

N Nitrogênio

PAR Radiação Fotossinteticamente Ativa

RQMerro Raiz Quadrada Média do Erro

RS Rio Grande do Sul

R² Coeficiente de Correlação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 Girassol	17
2.2 Área Foliar	20
2.3 Métodos De Estimativa De Área Foliar	21
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5. CONCLUSÕES	39
6. REFERÊNCIAS	40

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, dentre as oleaginosas, a cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) é a cultura que mais vem crescendo e ganhando destaque no cenário brasileiro e mundial. O Brasil tem aumentado gradativamente a área semeada com girassol nos últimos anos, atingindo aproximadamente 145 mil hectares na safra 2013/2014 (CONAB, 2014). O principal motivo da expansão no uso dessa cultura é a crescente demanda por óleos vegetais.

Esses óleos, após processados, podem ser utilizados, na alimentação humana ou de fonte de energia para motores movidos a biodiesel. No caso do uso na alimentação humana, o óleo de girassol se sobressai como um produto de elevada qualidade nutricional (RADONS, 2010). Ainda se destaca devido à sua ampla adaptabilidade (resistência à seca, ao frio e ao calor), podendo se constituir então uma alternativa adicional para cultivo.

A Rússia tem grande destaque na produção mundial, com 5,1 milhões de toneladas (FAO, 2014), seguido da Ucrânia, da Argentina e da China. Em relação à produtividade o grande destaque é Israel 3,1 mil toneladas por hectare, seguida da Suíça e da Áustria.

A produção brasileira de girassol, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2015) atingiu a 110 mil toneladas na safra 2012/2013, comparada a safra 1997/1998 com 15,8 mil toneladas, teve um aumento significativo na produção, mesmo com esse aumento, ainda há falta de um zoneamento agroclimático e fitossanitário, além da assistência técnica ser pouco capacitada.

Embora a produção tenha crescimento constantemente, nota-se que esse incremento, não se deve majoritariamente ao aumento da produtividade. Isso pode ser afirmado, uma vez que nos últimos 15 anos a produtividade tenha aumentado em torno de 20%, porém, nesse mesmo período a área plantada teve um incremento de mais de 5,6 vezes. É o Mato Grosso, o estado com maior produção da oleaginosa (CONAB, 2015), porém na safra 2014/2015, houve uma queda de 11% na produção do grão no estado, totalizando a 180 mil toneladas, devido o alto preço do dólar.

O Rio Grande do Sul se destaca na produção da região sul e é o quarto estado de maior produção da planta com quatro toneladas produzidas. No estado gaúcho o plantio de safra é realizado entre os meses de agosto a outubro, sendo a

colheita concentrada nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. Porém há um decréscimo na produção desde a safra 2005/2006, a qual foi registrada 30 mil toneladas e na safra de 2012/2013 chegou apenas 4 mil toneladas, isso devido concorrência direta com a produção de soja, a qual tem maior valor comercial.

Para assegurar a rentabilidade da cultura, a escolha ideal do material genético é fator decisivo, levando as condições edafoclimáticas da localidade produtoras (PAES, et al., 2009). Nesse sentido, para que o produtor consiga obter valores de produtividade elevados e que esses estejam associados a reduções nos custos de produção, e que possa ser garantido o retorno financeiro da atividade agrícola. Para tanto, à utilização de um genótipo melhor adaptado para a região, o qual consiga suprir suas necessidades, garantindo com que expresse de melhor forma seu potencial genético, extraindo água, nutrientes e radiações solares necessárias para seu desenvolvimento. Além disso, suporte a influência dos fatores abióticos, como a temperatura do ar, precipitação pluviométrica e fotoperíodo, os quais estão diretamente ligados à produtividade.

A medida da área foliar é importante e pode auxiliar a avaliação do estado fisiológico da planta, sendo considerado um parâmetro indicativo de produção, necessitando medições precisas para compreender a relação entre o crescimento da planta e o ambiente.

Esse trabalho tem como objetivo determinar modelos matemáticos que permitam estimar a área foliar, a partir das mensurações do comprimento e da largura das folhas de cinco genótipos diferentes de girassol disponíveis na região noroeste do Rio Grande do Sul.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Girassol

O girassol (*Helianthus annuus L.*) é uma dicotiledônea anual, pertencente à ordem Asterales e família Asteraceae. O gênero deriva do grego *helios*, que significa sol, e de *anthus*, flor, ou seja, "flor do sol", que pratica o movimento do heliotropismo, isto é, acompanha o movimento do sol, do nascente ao poente (CAVASIN JUNIOR, 2001).

Em virtude desse movimento, na crença católica, o girassol é considerado um dos símbolos da Páscoa, pois assim como para sobreviver, a planta precisa ter sua corola voltada para o sol, segundo os cristãos, os seres humanos devem estar voltados para o Sol-Cristo garantindo a luz e a felicidade. (JUNQUEIRA, 2016).

O girassol, segundo apontam os estudos, teve a sua domesticação ocorrida principalmente, na região do México e sudoeste dos EUA, como também há relatos de sua origem no Peru (LEITE, AMORIM 2002). Contudo, podendo ser encontrado por todo continente americano devido à disseminação feita pelos nativos que ali habitavam, os quais selecionavam plantas com apenas uma haste, usando as plantas com propósitos alimentícios, além de medicinais e decorativos por sua beleza (CASTRO e FARIAS, 2005).

A partir disso, foi disseminando para o mundo como planta ornamental, aonde na Rússia, no século XVI, primeira vez foi descrito como planta comercial. Após passar pelo melhoramento no continente europeu, por volta de 1880, o girassol é reintroduzido nos EUA, por fazendeiros americanos. Primeiramente, seu uso foi designado como planta forrageira e posteriormente como oleaginosa, com o subsídio da introdução de genótipos com bom rendimento e com alto teor de óleo. (CASTRO e FARIAS, 2005).

No continente sul-americano chegou primeiro à Argentina, no século XIX, por meio dos imigrantes judeus russos. Depois, teve a sua expansão para outros países da América do Sul como o Brasil, Uruguai, Chile, Paraguai e Bolívia (DAL AGNOL et al., 2005).

No Brasil, foi introduzido pelo meado do final do século XIX, por intermédio dos primeiros colonos europeus que se fixaram aqui no sul e que inicialmente,

consumiam suas sementes torradas e fabricavam um “chá”. A partir do início do século XX, diversas vezes, eram às tentativas de difundir seu cultivo nas diferentes regiões do país (PELEGRINI, 1985).

Na década de 1960 em São Paulo, conforme descrito por UNGARO (1982, apud. GOZOLA, et. al., 2012) após grandes pesquisas a sua utilização, houve o estímulo ao cultivo, pelos órgãos de governo e pelas fabricas de óleos vegetais. Porém, devido à falta de mercado e tecnologia às condições brasileiras, ocorreu um insucesso do projeto, causando prejuízos aos produtores e o não estabelecimento da cultura.

Os primeiros cultivos comerciais ocorreram então no Rio Grande do Sul, porém novamente não obtiveram sucesso, pela falta de adaptação dos genótipos e pela competição com a área de soja (GOZZOLA et. al., 2012).

O girassol pode ser utilizado em diversas finalidades como: flor ornamental, girassol de confeito em substituição as amêndoas em geral, grãos in natura e farelo (ração) para alimentação de aves, suínos e bovinos, forragem e silagem. Também pode ser consumido na alimentação humana in natura, tostado, salgado e envasado. Como a maioria das espécies cultivadas, a planta de girassol proporciona diversas opções de uso, sendo mais tradicional o consumo do fruto in natura para alimentação de aves (PELEGRINI, 1985).

Sabe-se que a questão da produtividade do girassol ainda é um dos fatores que impedem maiores avanços da cadeia, não obstante que os aumentos de produção nos últimos anos, são em grande parte graças aos aumentos da área plantada no Brasil e em menor importância devido aos avanços de produtividade (CONAB, 2015).

Dentre os entraves que fazem com que a produtividade ainda seja um gargalo na cadeia é a falta de conhecimento das características dos genótipos bem como sua adaptação às diferentes regiões de plantio, condizendo com Backes (2008), em que o autor argumenta haver poucas informações disponíveis sobre genótipos adaptados e apropriados para as diferentes regiões.

Apesar disso, tem seu cultivo em todas as regiões tropicais, subtropicais e temperadas do globo terrestre, ocupando uma área cultivada mundial de aproximadamente 18 milhões de hectares, a qual se concentra principalmente nos países do leste da Europa, Rússia, Argentina, China, Estados Unidos e Canadá.

Atualmente é a quarta oleaginosa em produção e a quinta em área cultivada no mundo (EMBRAPA, 2000).

O Brasil tem aumentado gradativamente sua área semeada com girassol nos últimos 20 anos. Segundo Gomes (2005), em 1997 foram aproximadamente 11 mil hectares, aumentando para 45 mil ha em 2002, e, conforme dados da CONAB (2014), na safra 2006/2007 foram 75,4 mil hectares, enquanto na safra 2013/2014 foram 145,7 mil hectares. Também tem sido crescente a demanda pelo óleo de girassol no planeta nos últimos anos, aumentando em torno de 1,8% ao ano, enquanto a demanda brasileira tem aumentado em torno de 10% ao ano. Para suprir essa demanda o Brasil importa óleo de outros países, principalmente da Argentina, existindo espaço para maior expansão do agronegócio do girassol (UNGARO et al., 2009).

A produtividade média de aquênios de girassol registrada no Brasil nos últimos tempos tem oscilado ao redor dos 1460 kg ha⁻¹ a 1597 kg ha⁻¹ (CONAB, 2015). Esse valor é consideravelmente menor do que os valores registrados em ensaios de campo, tanto no Brasil quanto em outros países. Pereyra-Irujo e Aguirrezábal (2007) descrevem que a produtividade de aquênios de girassol pode ultrapassar 5500 kg ha⁻¹ no sul da Argentina.

No Centro-Oeste do Brasil, no município de Planaltina/DF, Grunvald et al. (2008), obtiveram uma produtividade máxima de 4571 kg ha⁻¹ em experimento realizado na safra de 2006/2007. Já Porto et al. (2007) relatam em seu estudo a obtenção de 3516 kg ha⁻¹ no município de Cruz Alta/RS, na safra de 2002/2003, enquanto que em Santa Maria/RS a produtividade de aquênios alcançou 4112 kg ha⁻¹ em experimento realizado no período de safra de 2008 (MALDANER, 2009).

Na cultura do girassol, os fatores climáticos estão diretamente ligados à produção resultante no final do ciclo. Na produção de matéria seca, além das características fenotípicas e ambientais, o caule é o componente que mais influencia no acúmulo de matéria seca (CASTIGLIONE, 1997).

Com relação ao consumo de água, exigência hídrica fica em um total entre 600 e 1000 mm para o ciclo inteiro. Seu sistema radicular é pivotante, possuindo assim seu maior desenvolvimento inicial, do que a parte aérea da planta, explorando o solo, em busca de recursos hídricos e nutrientes. Devido essa capacidade

exploratória quando comparada com outras espécies produtoras de grãos, ela se sobressai as demais à característica de resistência de seca (CASTIGLIONE, 1997).

2.2 Área Foliar

O índice de área foliar (IAF) é um parâmetro biofísico considerado um dos mais importantes (BIANCO et al., 1983), utilizado para mensurar o crescimento das plantas através de modelos agronômicos desenvolvidos. Com isso, sua estimativa é de suma importância, uma vez que a arquitetura da copa e os efeitos da interceptação da radiação solar pela folhagem interferem na produção e na composição nutricional dos frutos (MARACAJÁ et al., 2008).

Através dos dados obtidos da variação do índice da área foliar ao longo do ciclo de uma cultura agrícola é possível estimar a capacidade ou a velocidade de desenvolvimento da parte aérea do vegetal (LOPES et al., 2004).

O aumento da área foliar propiciará um aumento na capacidade da planta de aproveitar a energia solar para a realização da fotossíntese. A radiação solar é fonte de energia para processos bioquímicos e fisiológicos nas plantas, pois é convertida e armazenada para usos posteriores, e, desta forma, pode ser utilizado como parâmetro para avaliar a produtividade (LEONG, 1980).

Porém, a eficiência do uso da radiação pelas plantas está relacionada à absorção da radiação fotossinteticamente ativa (PAR) pela área foliar das mesmas e essa absorção é dependente a diversos fatores além do índice de área foliar, depende da estrutura do dossel, geometria e tamanho de folhas, arranjo das plantas no campo, altura da planta, época do ano entre outros fatores (RAMOS et al., 2008).

No entanto, as folhas são as que mais contribuem para a redistribuição de assimilados para a produção de aquênios. Normalmente, plantas de girassol possuem de 20 a 35 folhas e, considerando-se ausência de restrições hídricas e ou nutricionais, uma planta de girassol pode chegar a apresentar até 1,3 m² de área foliar (AQUINO et al, 2011).

O girassol atinge área foliar máxima na antese e tem influência direta na produção final de aquênios, sendo esta reduzida se, por exemplo, houver sombreamento durante a iniciação floral, já que cessa o desenvolvimento das folhas e diminui a área foliar, refletindo em menor produção (MALDANER, 2009).

Portanto, esse fato mostra que a mensuração da área foliar é importante e pode auxiliar a avaliação do estado fisiológico de uma planta e pode ser considerado um dos parâmetros indicativos de produtividade (FAVARIN et al., 2002), necessitando medições precisas para compreender a interrelação entre o crescimento da planta e o ambiente.

2.3 Métodos De Estimativa De Área Foliar

A quantificação da área foliar pode ser classificada através de métodos destrutivos ou não destrutivos e diretos ou indiretos. Os métodos diretos são baseados em medidas realizadas diretamente nas folhas, enquanto os indiretos são baseados na correlação conhecida entre uma variável biométrica mensurável e área foliar real (FLUMIGNAN et al., 2008).

Os métodos destrutivos são aqueles que necessitam realizar a coleta das folhas e passá-las em um aparelho integrador de área foliar que possuem um scanner fotográfico já com os modelos matemáticos com dimensões lineares, é de mais praticidade quando comparado com o não destrutivo.

Entretanto, este método tem a problemática, de necessidade de maiores áreas de parcelas experimentais, assim ocasionando o comprometimento do experimento em estudo, (MALDANER, 2009). Além disso, os aparelhos integradores de área foliar são de uso bastante restrito, devido ao alto custo para sua obtenção.

Já os não destrutivos são aqueles que não necessitam da retirada de suas partes, preservando, assim, a sua integridade e permitindo a continuidade das avaliações na mesma planta durante o ciclo de desenvolvimento, reduzindo o erro experimental nas condições de campo (ZUCOLOTO et al., 2008).

Diversos estudos têm mostrado a viabilidade dos modelos matemáticos obtidos a partir de medições lineares do limbo (comprimento; largura), para estimar a área foliar. E dentro desta filosofia, um dos métodos mais utilizados é a obtenção de equações de regressão entre a área foliar real e parâmetros dimensionais lineares, pois para sua medição é necessário apenas uma régua graduada e a partir dele é possível obter-se uma boa precisão da medição.

Sendo assim, esse estudo já foram feitos com diversas culturas como para o pepineiro (NIED et al., 2001), meloeiro (NASCIMENTO et al., 2002), berinjela (COSTA et al., 2007), feijão-vagem (QUEIROGA et al., 2003), mandioca (

BURGOS et al, 2010) e para o girassol foram desenvolvidas por ROUPHAEL et al. (2007) e MALDANER et al. (2009). No entanto, o formato das folhas de diferentes genótipos, os estádios fenológicos das medições, além dos diversos fatores ambientais, como pragas e ausência hídrica, pode interferir na precisão da estimativa da área foliar a partir das medidas lineares do limbo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, localizada no município de Cerro Largo, Rio Grande do Sul, Brasil. Esta área localiza-se aproximadamente 500 metros à oeste do Bloco "A" do Campus (latitude: 27°08' S; longitude: 54°45' O, altitude 258m). O clima regional é do tipo Cfa de acordo com a classificação de Köppen. Esse tipo de clima é caracterizado como subtropical úmido, ocorrendo verões quentes e não possuindo estação seca definida (MORENO, 1961). O solo na área experimental é classificado como latossolo vermelho distroférico típico (EMBRAPA, 2006).

A área experimental foi preparada sob sistema de plantio direto, usando uma semeadora como referência para demarcar as linhas (Figura 1) e após aberta às covas manualmente com o auxílio de uma enxada. Anterior a semeadura do experimento foi realizada a correção do pH do solo e a adubação mineral de base, realizada ao longo das fileiras de plantas. Ambas foram quantificadas com base em análise do solo da camada superficial de 0,20 m de profundidade, de acordo com as recomendações para a cultura. E após 30 dias da emergência (DAE) foi aplicado uma dose suplementar de nitrogênio de 50,0 kg de N ha⁻¹, seguindo as recomendações técnicas da cultura.

Foram utilizados 5 genótipos de girassol disponíveis na região, sendo eles: Confeiteiro 51 da Dow, ADV5544 da Celena, Sunoil 333 da Atlantica, Hélio 250 da Helianthi e Aguará 6 da Celena. A semeadura foi realizada de forma densa (3-4 sementes por cova), no dia 17 de outubro de 2015, com emergência constatada no dia 29 do mesmo mês, sendo realizado o desbaste em excesso de forma que ficasse uma planta por 0,33m (Figura 1).

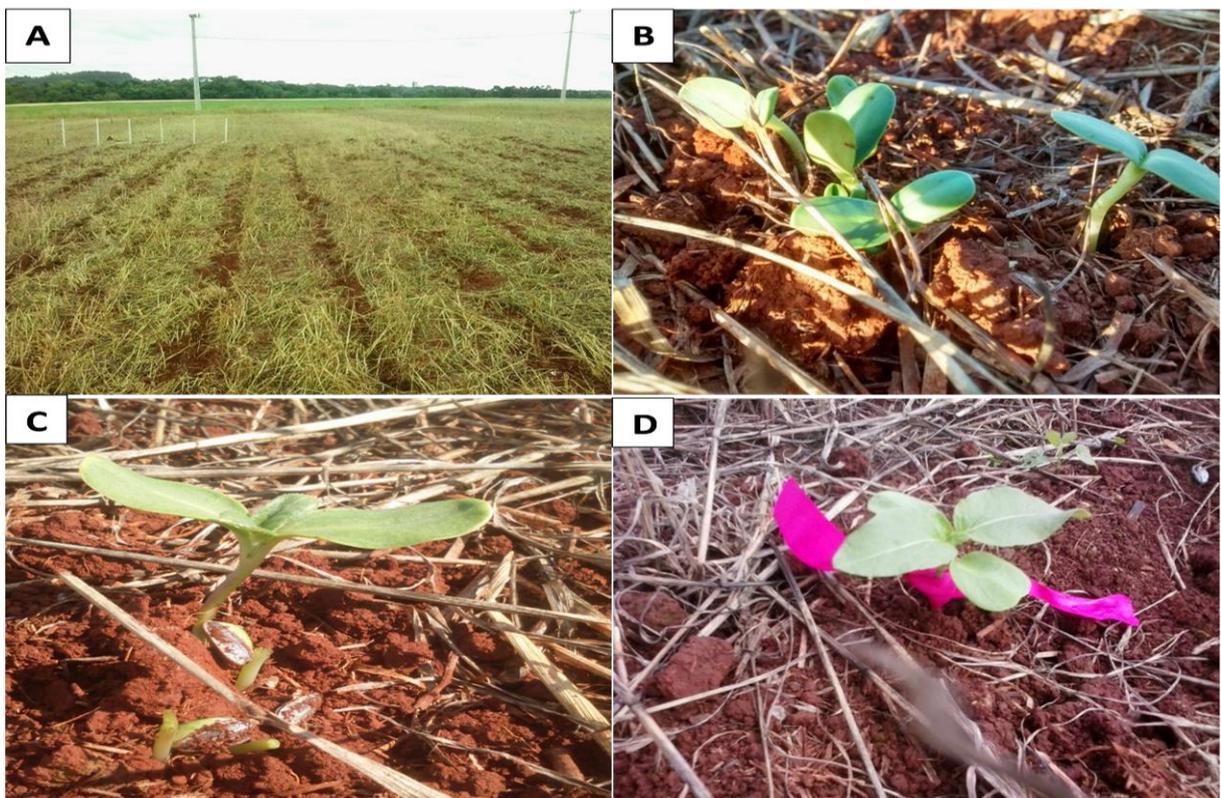
As plantas de girassol foram cultivadas no espaçamento de 0,70m entre fileiras e 0,33m entre plantas na fileira totalizando 43.290 plantas por hectare, conforme as recomendações técnicas da cultura. As plantas indesejáveis foram controladas de forma mecânica.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com cinco parcelas, onde cada parcela foi composta de vinte fileiras de plantas com 15 metros de comprimento, totalizando uma área de 225 m² parcela. Para fins de análise, as duas fileiras externas da parcela, além de 1,0 metros nas extremidades das demais

fileiras, foram consideradas bordaduras da parcela, em que não foram realizadas observações.

Ao longo do ciclo, foram realizadas semanalmente observações fenométricas como dimensão e número de folhas, área foliar e altura de plantas, na qual foram marcadas três plantas por parcela, (Figura 1).

Figura 1 - Atividades desenvolvidas durante o experimento. (A - demarcação das linhas de semeadura; B - semeadura densa; C - desbaste; D - marcação da planta a ser observada.).



Fonte: Elaborado pelo Autor.

As seguintes variáveis de desenvolvimento do girassol foram determinadas obedecendo de Schneiter e Miller (1981) e Fagundes et al. (2007):

- ❖ data da emergência: considerada quando 50% das plantas estão visíveis acima da superfície do solo, foi realizada a contagem diária do número de plantas visíveis em cada parcela até a emergência de todas as plantas e posterior cálculo retroativo para determinar a data em que 50% das plantas estavam emergidas;

- ❖ emissão de folhas: o número de folhas visíveis na haste principal foi contado uma vez por semana em uma planta por parcela marcada com arame colorido, escolhida aleatoriamente na linha central de cada parcela logo após a emergência de todas as plantas, sendo que uma folha foi considerada quando o comprimento do limbo foliar for de no mínimo 4 cm (FAGUNDES et al., 2007);
- ❖ número final de folhas na haste principal: em uma planta por parcela foi contado o número final de folhas por ocasião da antese (esse dado é importante por estar diretamente relacionada com o ciclo e a eventual resposta fotoperiódica dos genótipos);

O método padrão para avaliação da AF, em que foram coletadas 200 folhas fotossinteticamente ativas e não danificadas de diferentes tamanhos de forma aleatória na parcela, na inserção entre o limbo e o pecíolo da planta. Em cada folha, mediram-se comprimento ao longo da nervura central, considerando-se a distância desde o ápice da folha até a inserção do limbo com o pecíolo, e a maior largura perpendicular ao alinhamento da nervura central, ambos em cm, utilizando-se uma régua graduada em milímetros, conforme a Figura 2.

Figura 2 - Mensuração do comprimento do limbo foliar do girassol com uma régua graduada.



Fonte: Elaborado pelo autor.

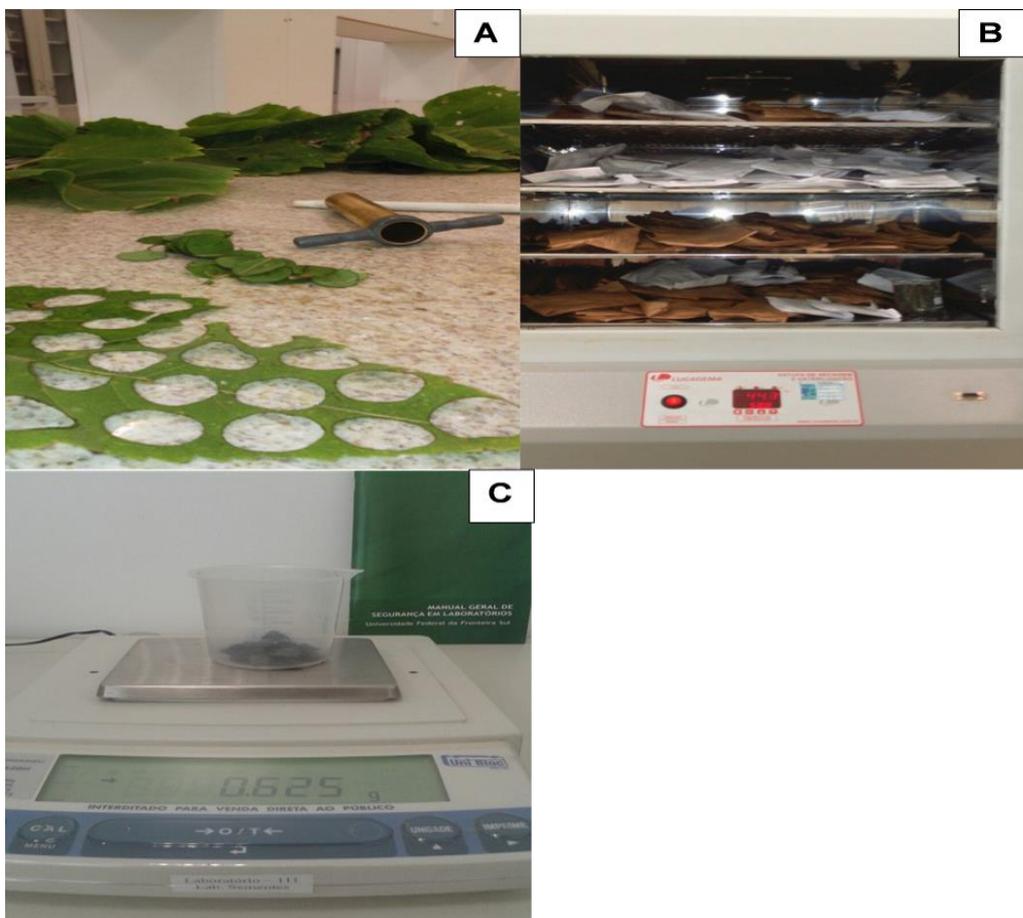
Com auxílio de um cortador com diâmetro de 1,47cm, obteve-se o número máximo possível de discos do limbo, incluindo as nervuras. As amostras dos discos e o restante da folha foram acondicionados e identificados separadamente em sacos de papel e levados à estufa de secagem, sob a temperatura de 50°C, até peso constante, conforme a Figura 3.

A massa de matéria seca das duas partes foi determinada com auxílio de uma balança eletrônica com resolução de 1 mg e precisão de 5 mg. Então, a área total de cada folha (AF), em cm², foi calculada por:

$$AF = MST * ATD * MSD^{-1}$$

Em que MSD é a massa seca dos discos, ATD área total dos discos e MST a massa seca total das folhas.

Figura 3 - Atividades desenvolvidas durante o experimento. (A – Folha de girassol cortada em discos; B – Secagem dos discos e dos restos das folhas em estufa à 50°C; C – Pesagem da matéria seca em balança eletrônica).



Fonte: Elaborada pelo autor.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio dos dados coletados foi possível estimar cinco modelos de área foliar de genótipos de girassol, apresentados abaixo na Tabela 1, bem como seus respectivos valores de Comprimento (C), Largura (L) e C x L, do limbo foliar, o Coeficiente de Determinação da regressão (R^2), a Raiz Quadrada do Quadrado Médio do Erro (RQME), o Desvio Médio (DM) e o Desvio Padrão (DesvPad). Pode-se observar um alto desvio padrão, devido à utilização de um número grande de folhas, assim como na colheita, o uso de variados tamanhos das mesmas.

Tabela 1: Modelos de regressão para estimativa de área foliar para cinco genótipos de girassol, com base no comprimento, largura e o produto e seus respectivos coeficientes de determinação, raiz quadrada média do erro, desvio médio e desvio padrão.

Genótipo	Modelo	R^2	RQME	Desvio Médio	Desvio Padrão
Aguará 6	0,1357 . C ^{2,5756}	0,9169	19,09	-0,62	19,13
	1,751 . L ^{1,6452}	0,9837	9,06	-0,42	9,07
	0,6714 . (CxL) ^{1,3243}	0,9759	9,17	-0,02	9,19
Confeiteiro 51	0,1339 . C ^{2,2033}	0,7969	33,87	-3,1	33,81
	1,0659 . L ^{1,5652}	0,8641	30,65	-2,7	30,61
	0,3633 . (CxL) ^{0,9533}	0,8711	30,48	-2,02	30,49
ADV5544	0,22292 . C ^{2,1045}	0,777	25,52	-2,53	25,46
	1,418 . L ^{1,527}	0,8462	20,84	-2,04	20,79
	0,5414 . (CxL) ^{0,918}	0,8476	20,85	-1,89	20,82
Hélio 250	0,0,086 . C ^{2,353}	0,8388	30,21	-3,74	30,06
	1,3005 . L ^{1,4908}	0,8693	28,05	-3,74	27,87
	0,3464 . (CxL) ^{0,9614}	0,9033	25,86	-2,83	25,77
SUNOIL 333	0,2199 . C ^{2,1249}	0,8279	30,53	-3,48	30,40
	2,584 . L ^{1,3341}	0,8437	29,49	-4,23	29,26
	0,7434 . (CxL) ^{0,8724}	0,8916	24,61	-3,03	24,49

C = comprimento; L = largura; C x L = produto das dimensões lineares; R^2 = coeficiente de determinação da regressão; RQME = raiz quadrada média do erro.

Fonte: Elaborado pelo autor.

No genótipo Aguará 6, o RQME menor valor foi no modelo L (9,06), e o maior no modelo C (19,09), assim como no desvio padrão com os respectivos valores 9,07 e 19,13. Já o valor do desvio médio, que é uma medida da dispersão de uma amostra de dados em relação à sua média, o menor valor é no modelo C (-0,62) e o maior modelo C x L (-0,02). Em relação ao R^2 , o modelo mais preciso desse genótipo foi o modelo L, com 0,9837.

No genótipo Confeiteiro 51, o RQME de menor valor foi o modelo C x L (30,48), e o maior no modelo C (33,8), assim também ocorreu no desvio médio com os respectivos valores -2,02 e -3,1. Já no desvio padrão, o menor valor é o modelo C (-3,1) e o maior modelo é o C x L (-2,02) e para o R², o modelo mais preciso foi o C x L, com 0,8711.

No genótipo ADV5544, o RQME de menor valor foi o modelo L (20,84) e o maior no modelo C (25,52), assim também como no desvio padrão, com os respectivos valores 20,79 e 25,46 e no desvio médio, o menor valor é o modelo C (-2,53) e o maior valor é o modelo C x L (-1,89). Para o R², o modelo mais preciso foi C x L, com 0,8476.

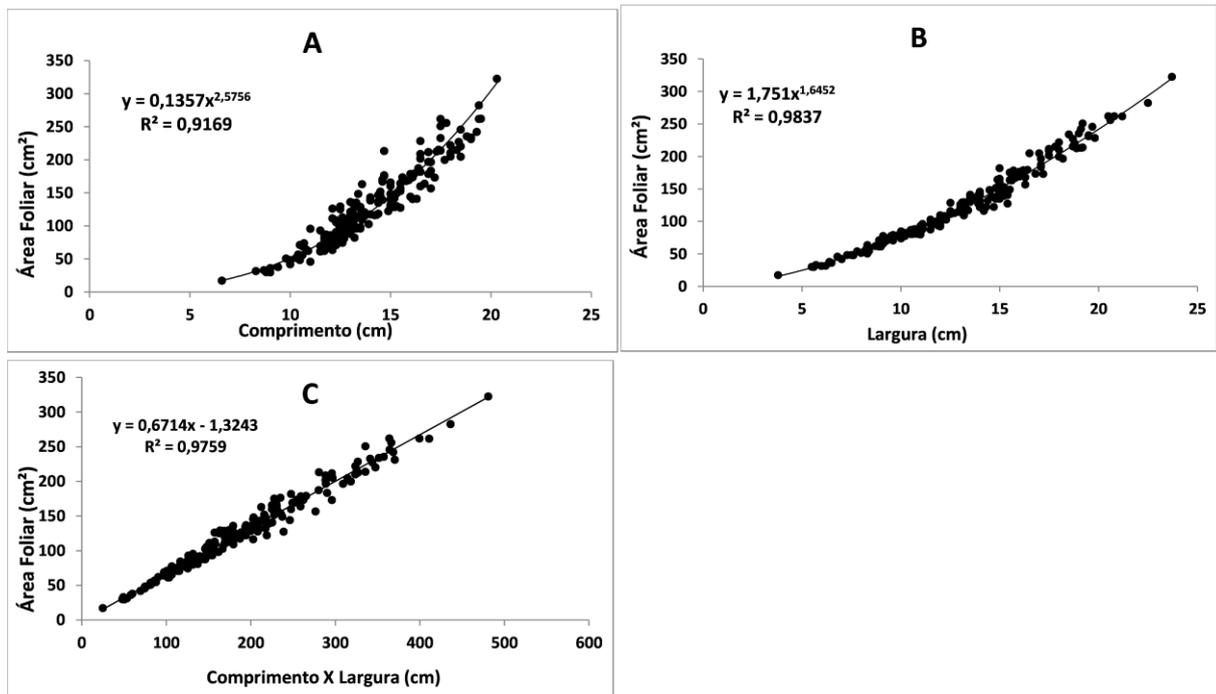
No genótipo Hélio 250, o RQME de menor valor foi no modelo C x L (25,86) e o maior no modelo C (30,21), assim também ocorreu com o desvio padrão, com os respectivos valores 30,06 e 25,77. E no desvio médio o menor valor é o no modelo C x L (-2,83) e tanto no modelo C quanto no modelo L ficaram com o mesmo valor (-3,74). E para o R², o modelo mais preciso foi o C x L, com 0,9033.

No genótipo Sunoil 333, o RQME de menor valor foi no modelo C x L (24,6) e o maior valor foi no modelo C (30,5), assim também com os valores do desvio padrão respectivamente 24,4 e 30,4. No desvio médio o menor valor é do modelo L (-4,23) e o maior valor é no modelo C x L (-3,03), já para o R² o modelo mais preciso é o C x L, com 0,8916.

Os modelos gerados para estimativa da área do limbo foliar a partir da largura foram mais precisos que aqueles com base no comprimento para ambas os cinco genótipos, que teve resultados semelhantes foram obtidos em meloeiro (LOPES et al., 2007) e em girassol (ROUPHAEL et al., 2007; MALDANER et al., 2009). Porém os modelos de estimativa de área foliar do produto das dimensões lineares foram os que tiveram maior precisão, isso se deu devido a diferenças das cultivares com relação ao formato e à área foliar total por planta.

A Figura 4 ilustra as regressões da área foliar em relação ao comprimento (C), a largura (L) e o produto de as dimensões lineares (C x L) do genótipo Aguará 6 podendo observar que os coeficientes de correlação foram todos superiores a 0,90, mas o modelo L foi o mais satisfatório, com 0,9837, sendo uma regressão exponencial.

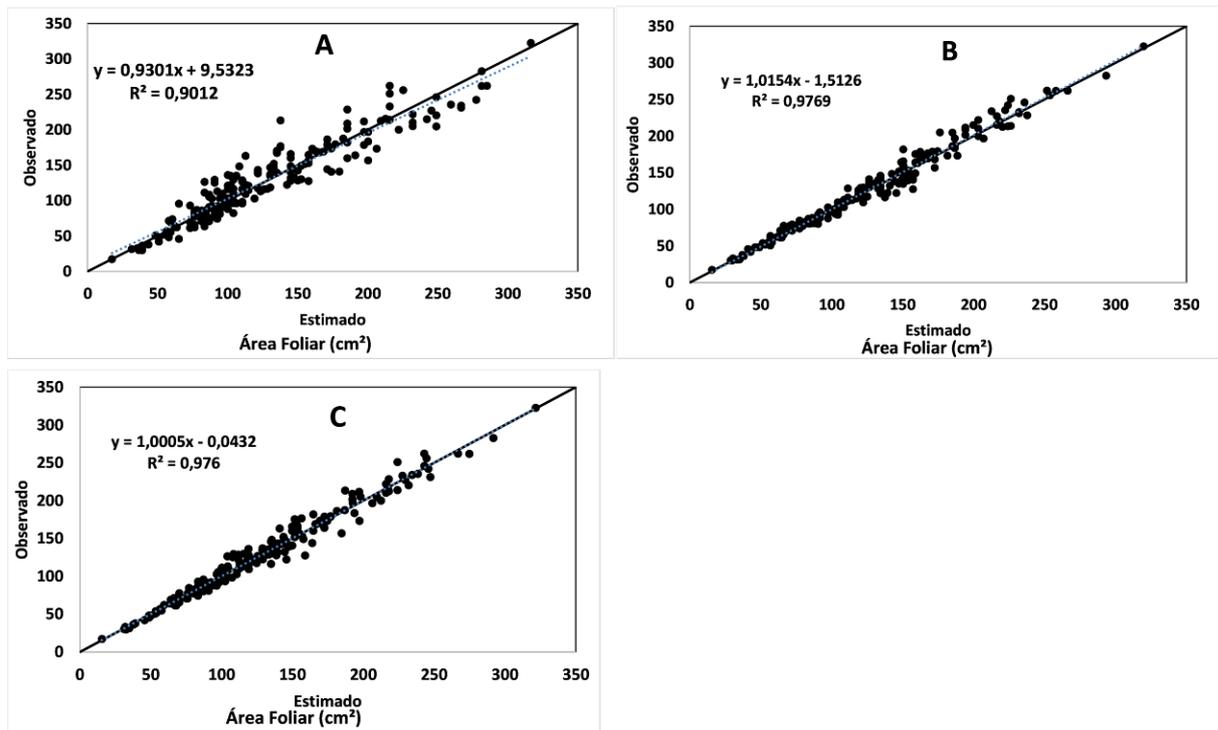
Figura 4 - Regressões entre área foliar (cm²) e comprimento (A), largura (B) e produto das dimensões lineares (C) do girassol, do genótipo Aguará 6.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 5 ilustra as regressões da área foliar estimada com a observada do mesmo genótipo, nos três modelos, os quais também tiveram $R^2 > 0,90$, e verifica-se uma leve subestimação no modelo C até os 50 cm² e uma superestimação a partir dos 150 cm², já no modelo L uma leve subestimação de valores a partir dos 250 cm², e um perfeito ajustamento no modelo C x L, sendo todas as regressões lineares. Porém, o modelo L teve o maior valor do coeficiente de determinação, de 0,9769, e concluindo-se o melhor modelo para esse genótipo.

Figura 5 - Relação da AF estimada e a correlação com a AF observada por meio das dimensões lineares e observada por folha (cm²) do girassol, genótipo Aguará 6.

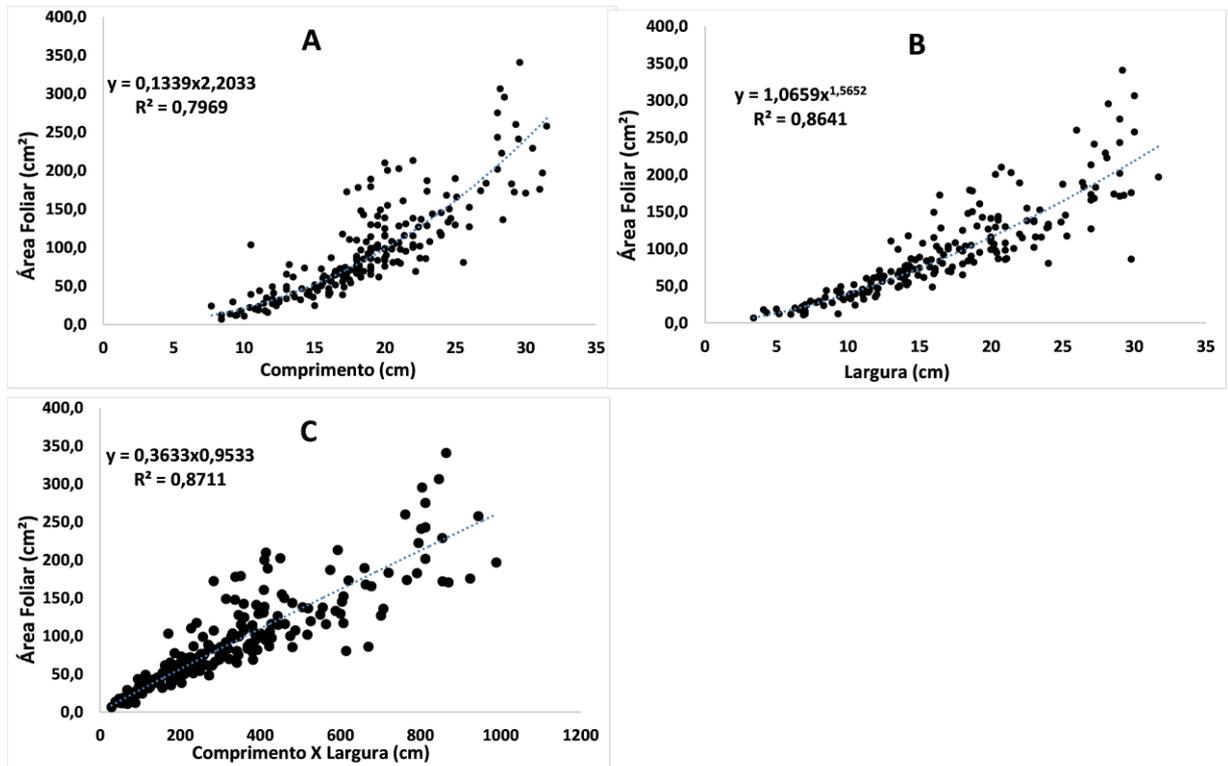


Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 6 ilustra as regressões dos três modelos (C, L e C x L) do genótipo Confeiteiro 51, podendo observar que os coeficientes de correlação foram todos superiores a 0,75, mas o modelo C x L foi o mais satisfatório, com 0,8711, sendo todos os modelos uma regressão exponencial.

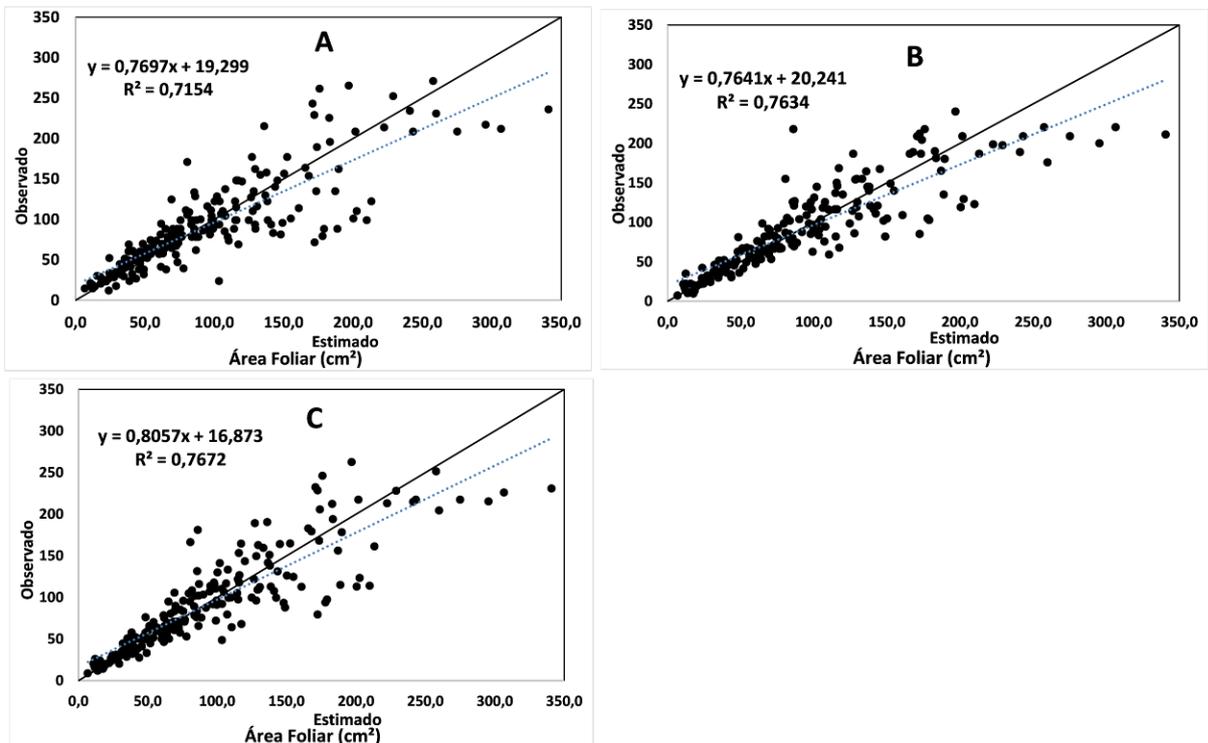
A Figura 7 ilustra as regressões da área foliar estimada com a observada do mesmo genótipo, também nos três modelos, os quais tiveram $R^2 > 0,70$, e verifica-se no modelo C uma subestimação de valores até 50 cm² e uma superestimação a partir de 100 cm², observando a mesma situação para os modelos L e C x L, sendo todas regressões lineares. Porém, o modelo C x L foi o que apresentou o maior valor do coeficiente de correlação, com 0,7672, e concluindo-se então o melhor modelo para esse genótipo.

Figura 6 - Regressões entre área foliar (cm²) e comprimento (A), largura (B) e produto das dimensões lineares (C) do girassol, do genótipo Confeiteiro 51.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 7 - Relação da AF estimada e a correlação com a AF observada por meio das dimensões lineares e observada por folha (cm²) do girassol, genótipo Confeiteiro 51.

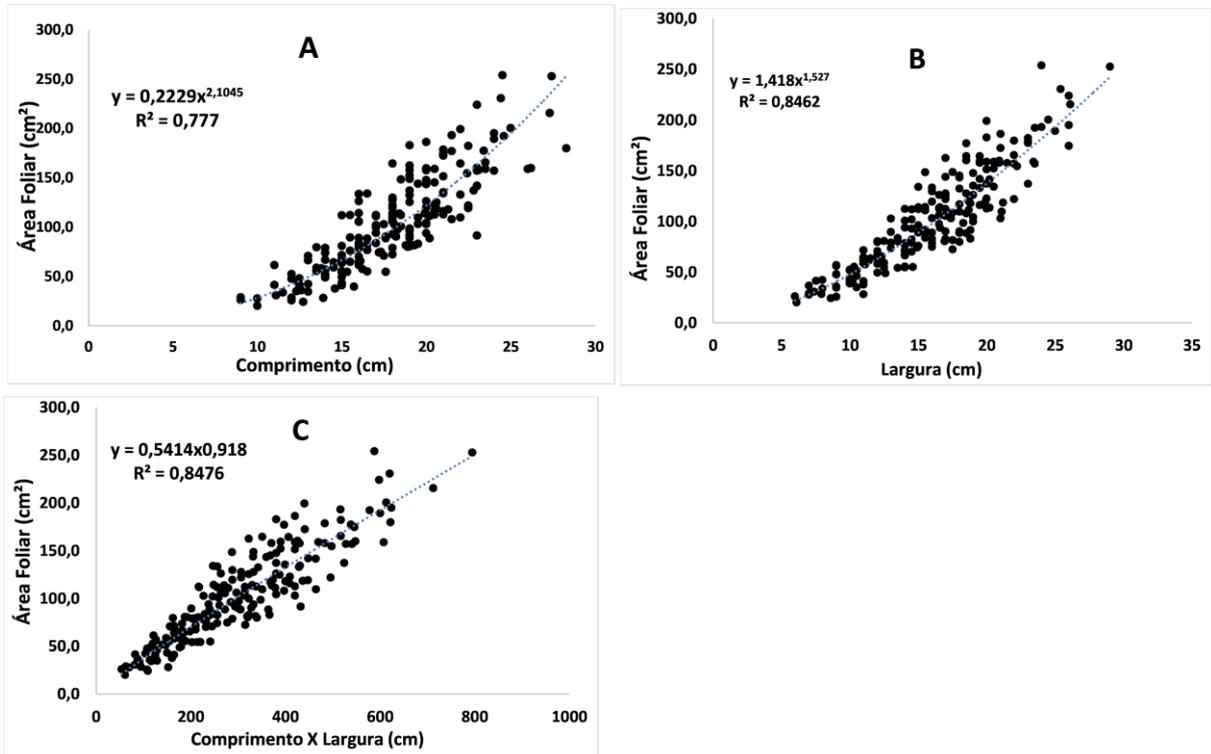


Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 8 também ilustra as regressões dos três modelos (C, L e C x L) do genótipo ADV5544, podendo observar que os coeficientes de correlação foram todos superiores a 0,75, mas o modelo C x L foi o mais satisfatório, com 0,8476 sendo todos os modelos uma regressão exponencial.

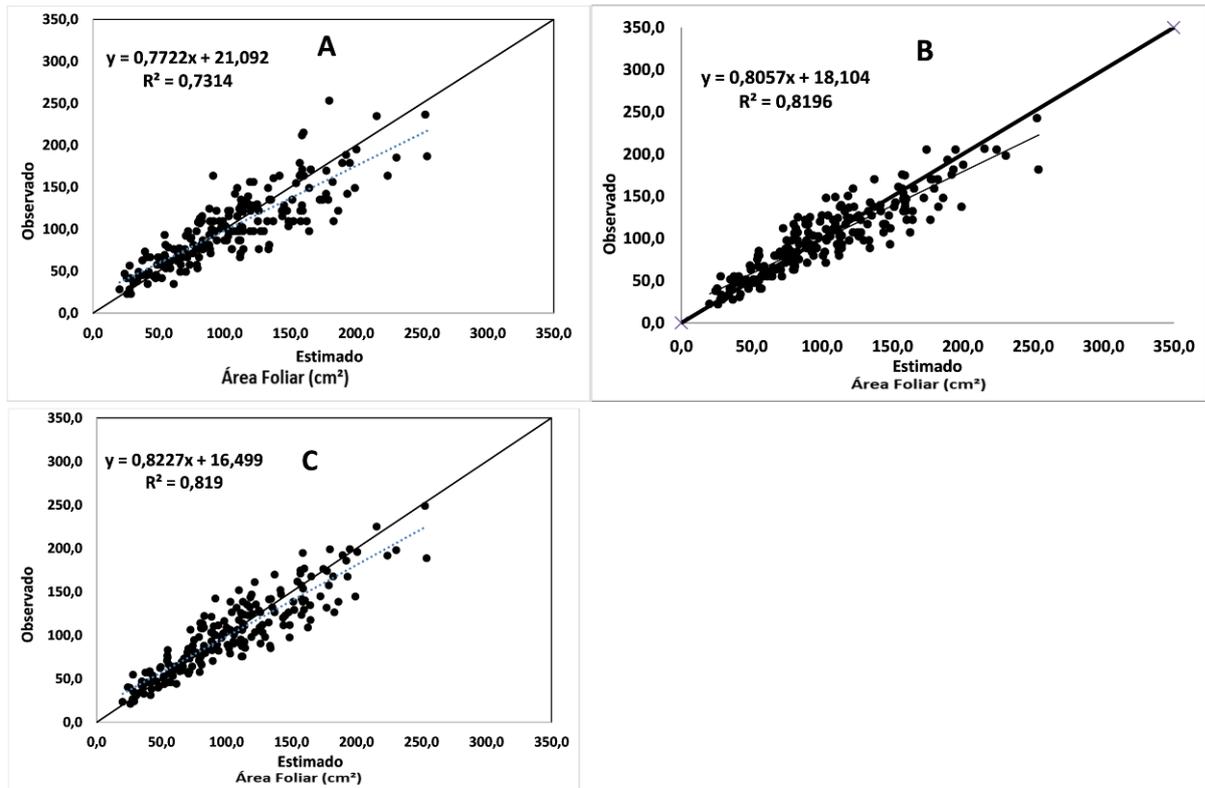
A Figura 9 ilustra as regressões da área foliar estimada com a observada, também nos três modelos, os quais tiveram $R^2 > 0,70$, e verifica-se nos modelos C e L uma subestimação de valores até os 75 cm² e uma superestimação a partir dos 100 cm² e no modelo C x L uma subestimação até os 50 cm² e uma superestimação a partir de 100 cm², sendo todos os modelos regressões lineares. Porém, o modelo L foi o teve o maior valor do coeficiente de correlação, de 0,8196, e concluindo-se então este como o melhor modelo para esse genótipo.

Figura 8 - Regressões entre área foliar (cm²) e comprimento (A), largura (B) e produto das dimensões lineares (C) do girassol, do genótipo ADV5544.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 9 - Relação da AF estimada e a correlação com a AF observada por meio das dimensões lineares e observada por folha (cm²) do girassol, genótipo ADV5544.

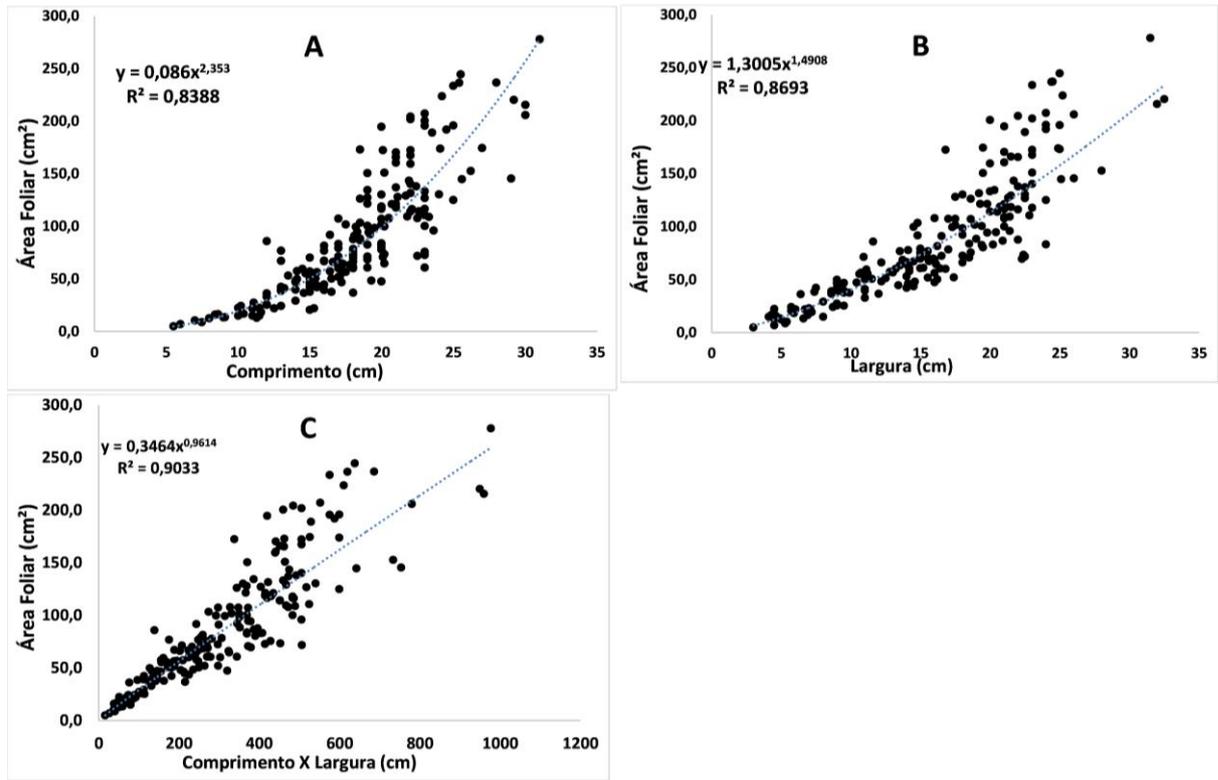


Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 10 ilustra as regressões dos três modelos (C, L e C x L) do genótipo Hélio 250, podendo observar que os coeficientes de correlação foram todos superiores a 0,80, mas o modelo C x L foi o mais satisfatório, com 0,9033, sendo todos os modelos uma regressão linear.

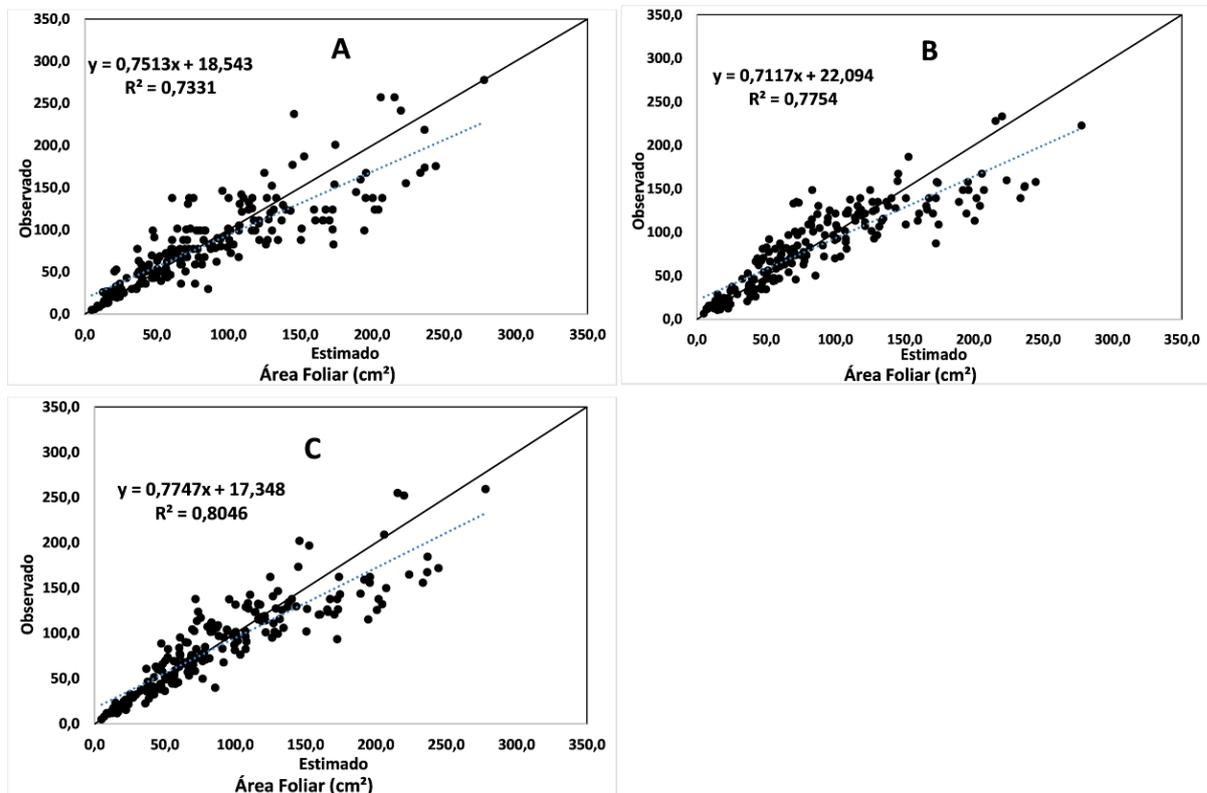
A Figura 11 ilustra as regressões da área foliar estimada com a observada do mesmo genótipo, também nos três modelos, os quais tiveram $R^2 > 0,70$, e verifica-se uma subestimação de valores até 75 cm² e uma superestimação acima desse valor nos três modelos (C, L e C x L), sendo todas regressões lineares. Porém, o modelo C x L foi o teve o maior valor do coeficiente de correlação, de 0,8046, e concluindo-se então este como o melhor modelo para esse genótipo.

Figura 10 - Regressões entre área foliar (cm²) e comprimento (A), largura (B) e produto das dimensões lineares (C) do girassol, do genótipo Hélio 250.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 11 - Relação da AF estimada e a correlação com a AF observada por meio das dimensões lineares e observada por folha (cm²) do girassol, genótipo Hélio 250.

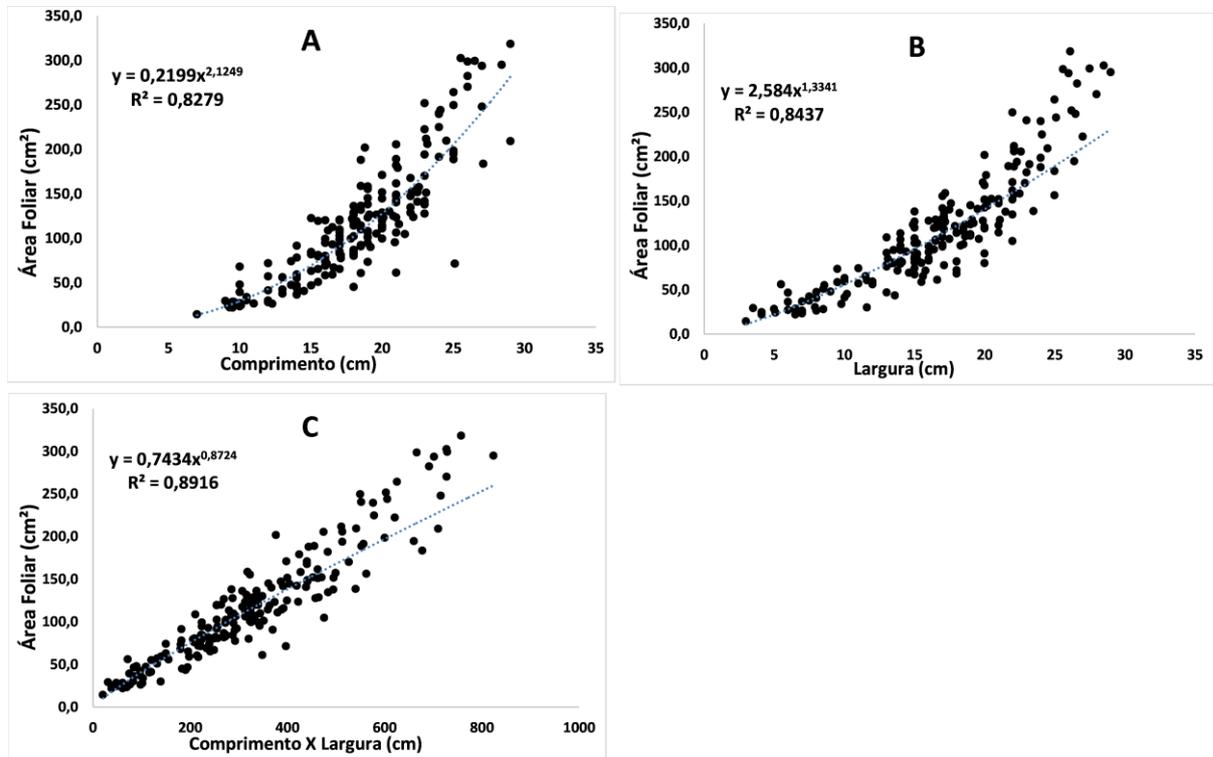


Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 12 ilustra as regressões dos três modelos (C, L e C x L) do genótipo SUNOIL 333, podendo observar que os coeficientes de correlação foram todos superiores a 0,80, mas o modelo C x L foi o mais satisfatório, com 0,8916, sendo todos os modelos uma regressão exponencial.

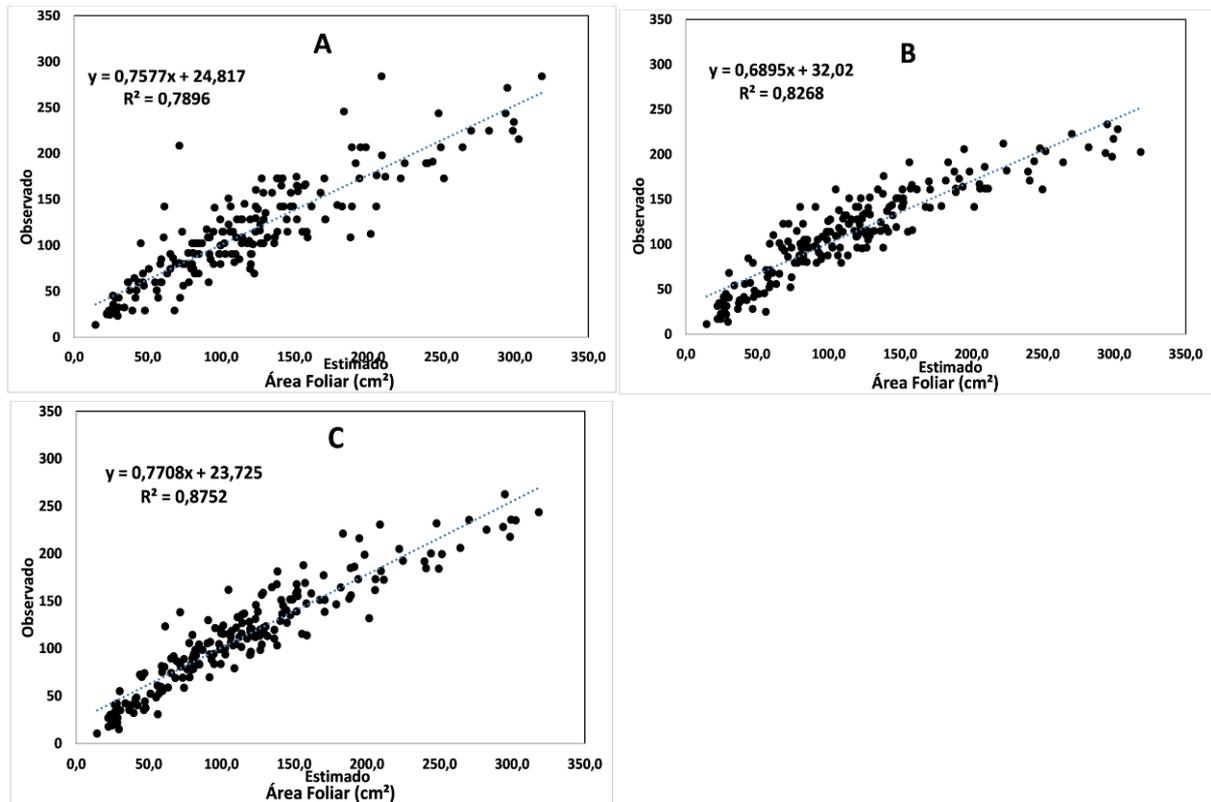
A Figura 13 ilustra as regressões da área foliar estimada com a observada também do mesmo genótipo, e nos três modelos, os quais tiveram $R^2 > 0,75$, e verifica-se uma subestimação de valores até 100 cm² e uma superestimação acima desse valor, nos três modelos (C, L e C x L), sendo todas regressões lineares. Porém, o modelo C x L foi o teve o maior valor do coeficiente de correlação, de 0,8752, e concluindo-se então o melhor modelo para esse genótipo.

Figura 12 - Regressões entre área foliar (cm²) e comprimento (A), largura (B) e produto das dimensões lineares (C) do girassol, do genótipo SUNOIL 333.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 13 - Relação da AF estimada e a correlação com a AF observada por meio das dimensões lineares e observada por folha (cm²) do girassol, genótipo SUNOIL 333.



Fonte: Elaboração pelo autor.

Quanto maior o valor de R^2 e menor o de RQME, maior é a precisão do modelo (JANSSEN e HEUBERGER, 1995). O modelo que utilizou o C x L como variável independente apresentou valor de R^2 superior aos dos modelos que utilizaram apenas uma das dimensões, indicando que a estimativa da área de folhas do girassol pelo produto das dimensões lineares é a mais adequada em relação às variáveis utilizadas isoladamente, no caso dos genótipos Confeiteiro 51, Hélio 250 e SUNOIL 333, diferente dos genótipos Aguará 6 ADV5544, que tiveram o modelo L com maior precisão.

Apesar do aumento da precisão na estimativa da área foliar a partir do produto C x L, há aumento do tempo gasto em campo para medição dessas variáveis. Modelos que usem apenas a medida de C ou L são mais adequados por reduzir à metade o número de medições (MALDANER et al., 2009).

5. CONCLUSÕES

Analisando a relação área foliar observada com a área foliar estimada, pode-se verificar que todos os modelos propostos apresentaram resultados próximos à unidade, de forma que todos possibilitam estimar a área foliar com satisfatória correlação entre a estimada e a observada. No entanto, pode-se verificar para as equações tendem a superestimar o valor da área foliar de plantas de girassol.

As equações que utilizam medidas envolvendo duas medidas biométricas, para a soma e o produto, apresentam melhor ajuste na função potencial. Medidas de área foliar a partir de modelos matemáticos, por ser um método não destrutivo, permitem análise de crescimento de vegetais utilizando um reduzido número plantas.

6. REFERÊNCIAS

AQUINO, L.A.; SANTOS Júnior, V. C. ; 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. Acesso em: 30 de outubro de 2016.

BACKES, R. L.; SOUZA, A. M. de; BALBINOT JUNIOR, A. A.; GALLOTTI, G. J. M.; BAVARESCO, A. Desempenho de cultivares de girassol em duas épocas de plantio de safrinha no Planalto Norte Catarinense. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 41-48, 2008.

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 la estimación no destructiva del área foliar de dos cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) en la 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.

CASTIGLIONE, V. B. **Fases de Desenvolvimento da planta de Girassol**. Londrina: EMBRAPA, 1997. 24p. (EMBRAPA documentos, 58.)

CASTRO, C.de; FARIAS, J.R.B. **Ecofisiologia do Girassol**. In: **_ Girassol no Brasil**. Editores, Regina Maria Villas Bôas de Campo Leite, Alexandre Magno Brighenti, César de Castro. Londrina: Embrapa Soja, 2005. cap. 9 p. 163-218

CAVASIN JÚNIOR, C. P. **A cultura do girassol**. Guaiba, Agropecuária, 2001. 69 p.

CONAB, Companhia Nacional do Abastecimento, 2015. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 15 março 2016.

CONAB. Companhia Nacional do Abastecimento **Quarto levantamento de avaliação da safra 2006/2007**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2007, 21p.

CONAB. Companhia Nacional do Abastecimento **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 1, n.2. 2013-Brasília: Conab, 2013. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 28 de agosto de 2016.

CONAB, Companhia Nacional do Abastecimento, 2014. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_09_02_14_11_39_girassol_setembro2014.pdf>. Acesso em: 22 julho de 2016.

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.

DALL AGNOL,A.; VIEIRA,O.V.; LEITE, R. M. V. B. de C. **Origem e História do Girassol**. Editores, Regina Maria Villas Bôas de Campo Leite, Alexandre Magno Brighenti, César de Castro. Londrina: Embrapa Soja, 2005. cap. 1 p. 1-14.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Informes da avaliação de genótipos de girassol**, 1998. Londrina, 1999a, 92 p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 21).

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

EMBRAPA. **Cultivo do girassol** - Embrapa Soja, Sistema de Produção, No 1, 2000. Disponível em < <http://www.cnpso.embrapa.br/producaogirassol/index.htm> >. Acesso em: 28 de agosto de 2016.

FAGUNDES, J. D. et al. Crescimento, desenvolvimento e retardamento da senescência foliar em girassol de vaso (*Helianthus annuus* L.): efeito de fontes e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p.987-993, 2007

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistical Database**, 2007. Disponível em: <www.fao.org> Acesso em: 12 março 2016.

FAVARIN, J.L. et al. Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.6, p.769-773, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2002000600005&script=sci_arttext&tIng=in>. Acesso em: 16 de setembro de 2016.

FLUMIGNAN, Danilton Luiz; ADAMI, Marcos; FARIA, Rogério Teixeira de. Área foliar de folhas íntegras e danificadas de cafeeiro determinada por dimensões foliares e imagem digital. **Coffee Science**, v.3, p.1-6, 2008.

GAZZOLA, Adriano. et. al., **A cultura do Girassol**. ESALQ Piracicaba São Paulo jun. 2012.

GOMES, E.M. **Parâmetros básicos para irrigação sistemática do girassol (*Helianthus annuus* L.)**. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

GRUNVALD, A. K. et al. **Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de girassol no Brasil Central**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 43, p. 1483-1493, 2008

JANSSEN, P.H.M.; HEUBERGER, P.S.C. **Calibration of process: oriented models**. Ecological Modelling, v.83, p.55-56, 1995

LEITE, R. M. V. B. C.; AMORIM, L. Influência da temperatura e do molhamento foliar no monociclo da mancha de alternaria em girassol. **Fitopatologia Brasileira**, Fortaleza, v. 27, n. 2, p. 193-200, 2002.

LEONG, W. **Canopy modification and its effects on the growth and yield of Hevea brasiliensis Muell.** Arg. 1980. 283 p. Thesis (Ph.D.) - Faculty of Agriculture Sciences of Ghent, Ghent

LOPES, C. M.; ANDRADE, I.; PEDROSO, V.; MARTINS, S. Modelos empíricos para estimativa da área foliar da videira na casta Jaen. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, Dois Portos, v.19, n.2, p.61-75, 2004.

LOPES, S. J.; BRUM, B.; SANTOS, V. J.; FAGA, E. B.; LUZ, G. L.; MEDEIROS, S.L.P. Estimativa da área foliar de meloeiro em estádios fenológicos por fotos digitais. **Ciência Rural**, v.37, p.1153-1156, 2007.

MALDANER, Ivan Carlos et al. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, Online, ISSN 0103-8478, 2009. Disponível em: < <http://submission.scielo.br/index.php/cr/article/viewFile/6600/804>> Acesso em: 16 de setembro de 2016.

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

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, Diretoria de Terras e Colonização, Secção de Geografia. 1961, 61 p.

NIED, A.H. et al. **Modelos para determinação não destrutiva da área das folhas do pepineiro cultivado em estufa plástica.** Pesquisa Agropecuária Gaúcha, v.7, n.1, p.15-26, 2001.

NASCIMENTO, I. B. et al. 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.

PAES, José Mauro Valente; ZITO, Roberto Kazuhiko; LUCAS, Fábio Teixeira; BORGES, Bernardo Melo Montes Nogueira; OLIVEIRA JR, Antônio Barbosa; NUNES, Marco Antônio de Oliveira. **Avaliação de Cultivares de Girassol em Uberaba/MG. In: Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol 2009**, Pelotas-RS. Resumos... Embrapa Clima Temperado, p.183, 2009.

PELEGRINI, Bernardo. **Girassol: uma planta solar que das américas conquistou o Mundo.** São Paulo: Ícone, 1985.

PEREYRA-IRUJO, G. A.; AGUIRREZAÁBAL L. A. N. **Sunflower yield and oil quality interactions and variability Analysis through a simple simulation model.** *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 143, p. 252–265, 2007.

PORTO, W. S. et al. Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.491-499, 2007.

QUEIROGA, J. L. et al. 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.

RADONS, Sidinei Zwick. **Severidade de ocorrência de mancha de Septoria e produtividade do girassol irrigado.** 2010. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2010.

RAMOS, A.; BOVI, M. L. A.; FOLEGATTI, M. V.; DIOTTO, A. V. Estimativas da área foliar e da biomassa aérea da pupunheira por meio de relações alométricas. **Horticultura Brasileira**, v.26, p.138-143, 2008.

ROSA, Ana Paula S.chneid Afonso; VIZZOTTO, Marcia; GROSSKOPF, Simone Ery.**Anais da XVIII Reunião Nacional de Pesquisa do Girassol e VI Simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol.** EMBRAPA, Pelotas-RS, 1ªedição, 2009.

ROSSI, Rodolfo Oscar. **Girassol.** Editora tecnoagro Ltda, Curitiba,1998. 333 p.
ROUPHAEL, Y.; COLLA, G.; FANASCA, S.; KARAM, F. **Leaf area estimation of sunflower leaves from simple linear measurements.** *Photosynthetica*, v.45, p.306-308, 2007.

SCHNEITER, A. A. Non-destructive leaf area estimation in sunflower. **Agronomy Journal**. Madison, v. 70, p. 141-142, 1978.

SCHNEITER, A. A.; MILLER, J. F. **Description of sunflower growth stages.** *Crop Science*. Madison, v. 21, n. 6, p. 901-903, Nov./Dec. 1981.

UNGARO, M. R. G. et al. Girassol. In: MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola.** 1. ed. Brasília: INMET, 2009, p. 203- 220.

ZUCOLOTO, M.; LIMA, J. S. S.; COELHO, R. I. Modelo matemático para estimativa da área foliar total de bananeira 'Prata-Anã'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, p.1152-1154, 2008.