

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**Lilian Osmari Uhlmann**

**ECOFISIOLOGIA, ZONEAMENTO DE RISCO CLIMÁTICO E  
EXTENSÃO RURAL COM A CULTURA DO GLADÍOLO**

Santa Maria, RS  
2018



**Lilian Osmari Uhlmann**

**ECOFISIOLOGIA, ZONEAMENTO DE RISCO CLIMÁTICO E EXTENSÃO  
RURAL COM A CULTURA DO GLADIÓLO**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Doutora em Agronomia.**

Orientador: Prof. Dr. Nereu Augusto Streck

Santa Maria, RS  
2018

Uhlmann, Lilian Osmari  
ECOFISIOLOGIA, ZONEAMENTO DE RISCO CLIMÁTICO E  
EXTENSÃO RURAL COM A CULTURA DO GLADÍOLO / Lilian Osmari  
Uhlmann.- 2018.  
140 p.; 30 cm

Orientador: Nereu Augusto Streck  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós  
Graduação em Agronomia, RS, 2018

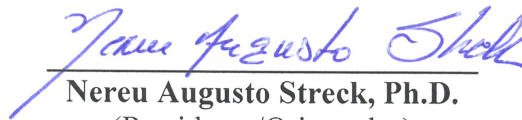
1. Gladiolus x grandiflorus Hort. 2. PhenoGlad 3.  
Força de Dreno 4. Calendário de Plantio 5. Agricultura  
Familiar I. Streck, Nereu Augusto II. Título.

Lilian Osmari Uhlmann

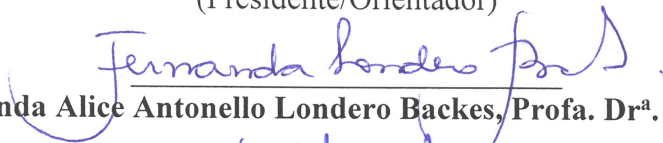
**ECOFISIOLOGIA, ZONEAMENTO DE RISCO CLIMÁTICO E EXTENSÃO  
RURAL COM A CULTURA DO GLADIÓLO**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Doutora em Agronomia**.

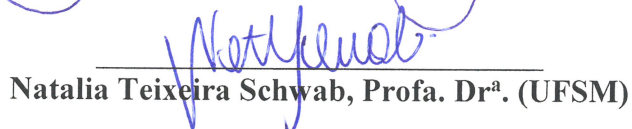
Aprovada em 06 de setembro de 2018:



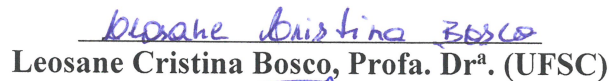
**Nereu Augusto Streck, Ph.D.**  
(Presidente/Orientador)



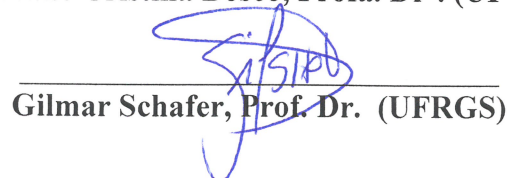
**Fernanda Alice Antonello Londero Backes, Profa. Dr<sup>a</sup>. (UFSM)**



**Natalia Teixeira Schwab, Profa. Dr<sup>a</sup>. (UFSM)**



**Leosane Cristina Bosco, Profa. Dr<sup>a</sup>. (UFSC)**



**Gilmar Schafer, Prof. Dr. (UFRGS)**

Santa Maria, RS

2018



## **DEDICATÓRIA**

*Aos meus pais Wilmar e Neide Uhlmann pela educação, apoio e exemplo de vida. Dedico também ao meu namorado Fabio Rodrigo Thewes, pelo companheirismo e ajuda.*





## **AGRADECIMENTOS**

À Deus por me guiar durante a Graduação e Pós-Graduação.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia pela oportunidade de realizar este estudo.

Ao professor Dr. Nereu Augusto Streck pelas orientações e ensinamentos durante o curso de Graduação e Pós-Graduação.

À minha família, pela educação, exemplo de humildade e de vida, apoio, carinho e compreensão durante os anos de estudo.

Ao meu namorado, amigo e colega desde a graduação Fabio Rodrigo Thewes pelo companheirismo, compreensão e ajuda.

Ao grupo de pesquisa em Agrometeorologia e, em especial, à Equipe PhenoGlad pela ajuda nos trabalhos de campo e na análise dos dados. Graças ao trabalho em equipe, a tese pode ser concebida.

Às colegas de pós-graduação Camila Coelho Becker e Regina Tomiozzo pelo auxílio nas análises dos dados e pela amizade.

À colega de graduação e pós-graduação Josana Andreia Langner, pela ajuda, amizade e companheirismo de longa data.

Às equipes da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) – campus Itaqui, UFSM – campus Frederico Westphalen, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – campus Curitibanos e ao produtor de gladiolo sr. Milton Cauzzo, que auxiliaram e colaboraram com a pesquisa.

À EMATER-RS/Ascar, regional de Santa Maria e aos extensionistas e produtores dos municipais, por terem acreditado na proposta de levar a cultura do gladiolo para os pequenos produtores familiares.

Às professoras do Departamento de Fitotecnia Natalia Teixeira Schwab e Fernanda Alice Antonello Londero Backes pela colaboração durante o desenvolvimento do trabalho.

Ao CNPq (Proc. N. 140544/2016-0) pela concessão da bolsa de doutorado.

Ao sr. Adair Belli, da Agropecuária Agroforte, pela ajuda na obtenção dos cormos de gladiolo para a realização dos experimentos.

A todos os professores do Departamento de Fitotecnia e do Programa de Pós-Graduação em Agronomia pelos ensinamentos.

**MUITO OBRIGADA.**



## RESUMO

### ECOFISIOLOGIA, ZONEAMENTO DE RISCO CLIMÁTICO E EXTENSÃO RURAL COM A CULTURA DO GLADIÓLO

AUTORA: Lilian Osmari Uhlmann  
ORIENTADOR: Nereu Augusto Streck

Os principais objetivos deste trabalho foram (i) Determinar a Eficiência de Uso da Radiação (EUR) e sua relação com a temperatura do ar para a cultura do gladiólo e avaliar a dinâmica de partição de massa seca nos diferentes estágios de desenvolvimento da cultura. (ii) Desenvolver um zoneamento de risco climático para a cultura do gladiólo no Rio Grande do Sul, indicando períodos aptos e inaptos de plantio utilizando como ferramenta o modelo PhenoGlad e (iii) incentivar o cultivo de flores nas pequenas propriedades familiares da Depressão Central do RS através de ações de extensão. Foram conduzidos experimentos de campo durante os anos 2012 a 2017 para determinar os parâmetros de crescimento da cultura do gladiólo, como a eficiência de uso de radiação e a partição de massa seca em gladiólo, através da coleta de seis plantas a cada um dos estágios de desenvolvimento da cultura. O modelo PhenoGlad foi utilizado para realizar a determinação das épocas aptas e inaptas de plantio para os 497 municípios do Estado do RS utilizando 34 anos de dados meteorológicos para 23 regiões do Estado e considerando diferentes níveis de dano. Foi firmada uma parceria com a instituição de extensão rural, a EMATER/RS-ASCAR para identificar produtores interessados em diversificar seu sistema de produção e cultivar o gladiólo. A partição de massa seca em gladiólo é modulada pela força de dois drenos principais. A haste floral é o principal dreno da planta até o final do florescimento e, a partir dessa fase, aumenta a força de dreno do corno novo. A existência desses dois drenos durante o ciclo de desenvolvimento do gladiólo faz com que os valores de EUR encontrados para a cultura ( $0,4310 \text{ g MJ}^{-1}$  a  $0,9035 \text{ g MJ}^{-1}$ ) sejam menores do que para outras culturas bulbosas. A faixa ótima de temperaturas para EUR em gladiólo situa-se entre  $15$  e  $22^{\circ}\text{C}$ . Essas determinações são importantes para o desenvolvimento de modelos de simulação do crescimento de culturas agrícolas, a fim de penalizar a taxa de crescimento em condições sub e supra ótimas através de uma função de resposta à EUR. O cultivo do gladiólo é possível de ser realizado em todos os 497 municípios do RS, durante a maior parte do ano, exceto em locais e nas épocas com maior probabilidade de ocorrência de temperaturas extremas (baixas e altas) na fase crítica de desenvolvimento da cultura. Para as regiões mais frias do Estado, o período inapto de plantio é maior durante os meses de março a meados de maio e para as regiões mais quentes, os períodos inaptos são durante os meses de outubro a janeiro. A realização do plantio nas épocas aptas é fundamental para produzir hastes florais de qualidade. As hastes florais do gladiólo têm mercado consumidor fora da época de Finados na região da Depressão Central do RS. A regionalização da produção reduz o custo das hastes florais para o consumidor final, além de ofertar ao mercado um produto de melhor qualidade. Esse sistema de produção incentiva a produção em cadeias curtas e contribui para o crescimento da produção de flores no Estado do RS. Porém, para que isso ocorra, é necessário levar os resultados de pesquisas com aplicação prática para o campo através do elo entre pesquisa e extensão rural.

**Palavras-chave:** *Gladiolus x grandiflorus* Hort. PhenoGlad. Força de Dreno. Calendário de Plantio. Agricultura Familiar. Floricultura.



## ABSTRACT

### ECOPHYSIOLOGY, CLIMATE RISK ZONING AND RURAL EXTENSION WITH GLADIOLUS CULTURE

AUTHOR: Lilian Osmari Uhlmann

ADVISOR: Nereu Augusto Streck

The main objectives of the present work were (i) determine the radiation used efficiency (RUE) and its relationship with the air temperature and evaluate the dynamics of dry matter partitioning for gladiolus crop. (ii) Develop a climate risk zoning for gladiolus crop in Rio Grande do Sul state (RS), showing the adequate and inadequate planting dates using the PhenoGlad model and (iii) encourage the cultivation of flowers in the small family properties of the Central Depression of RS through extensive actions. Thus, were performed field experiments over the years 2012 until 2017 to determine growing of gladiolus crop, such as the radiation used efficiency and the dynamics of dry matter partitioning through collection of six plants of each developmental stage. The model PhenoGlad was used to determine the adequate and inadequate planting periods of gladiolus for 497 cities of RS, were used climate data from 34 years at 23 locations, considering different damage levels. A partnership with the rural extension institution, EMATER/RS-ASCAR, was started to identify producers interested in diversifying their production system and growing gladiolus. The dry matter partitioning of Gladiolus is modulated by two main sinks. The floral spike is the main sink until end of flowering and, thereafter the main sink becomes the new corm. Due to the two main sinks of gladiolus, the values of RUE for gladiolus ( $0.4310 \text{ g MJ}^{-1}$  up to  $0.9035 \text{ g MJ}^{-1}$ ) are lower to other bulbous crops. The optimal temperature range for RUE in gladiolus is between 15 and 22°C. These parameters are important for the development of crop grown models in order to correct the growth rate under sub and supra-optimal conditions through a RUE response function. The gladiolus could be grown in all 497 cities of RS over almost all year, with exception in places that there is high probability of extreme temperature (low or high) at the critical phase of developmental cycle. In the coldest areas of the state, the inadequate planting period is between March and May, and at the hottest areas of the state, the inadequate planting periods are between October and January. Planting at the recommended periods is mandatory to produce high quality spikes. The gladiolus spikes have a demand of the consumers outside the All Souls day at Central Depression of RS. Regionalization of production reduces the cost of floral spikes to the final consumer, besides offering to the market higher quality products. This production system encourages short-chains market and contributes to the growth of flower production in the State of RS. Nevertheless, to ensure this, it is necessary to bring the results of research, with practical application, to the field through the link between research and rural extension.

**Keywords:** *Gladiolus x grandiflorus* Hort. PhenoGlad. Sink Strength. Planting Schedule. Family Agriculture. Floriculture.



## LISTA DE FIGURAS

### REVISÃO DE LITERATURA

- Figura 1 - Hastes florais de gladiolo cultivadas sem sombreamento com dano maior que 1 cm nas sépalas e hastes cultivadas sob sombreamento de 30 e 50%, que não apresentaram danos nas sépalas das hastes florais.....29
- Figura 2 - Utilização de sombreamento artificial sob as plantas de gladiolo através de telas sombreadoras no nível de 50% e 30% de sombreamento.....30
- Figura 3 - Cultivares de gladiolo de ciclo Precoce: White Friendship (A), Purple Flora (B) e Rose Friendship (C).....31
- Figura 4 - Cultivares de gladiolo de ciclo Intermediário I: Amsterdam (A), T704 (B) e Peter Pears (C).....32
- Figura 5 - Cultivares de gladiolo de ciclo Intermediário II: Green Star (A), Jester (B) e White Goddess (C).....32
- Figura 6 - Cultivar de gladiolo de ciclo Tardio: Gold Field.....33
- Figura 7 - Cultivo de gladiolo em canteiros no sistema convencional em Santa Maria, na área experimental do Departamento de Fitotecnia da UFSM (A) e na lavoura comercial (B), em Frederico Westphalen (C) e Curitiba - SC (D).....36
- Figura 8 - Tela inicial do software PhenoGlad ([www.ufsm.br/phenoglad](http://www.ufsm.br/phenoglad)) (A) e do aplicativo PhenoGlad Mobile – RS (B)..... 40

### ARTIGO 1

- FIG. 1. Maps of South America and Brazil (A), and the States of Rio Grande do Sul and Santa Catarina (B) with the three sites where field experiments with gladiolus were conducted (Santa Maria, Frederico Westphalen, and Curitiba). The field experiment on a commercial farm was in Santa Maria..... 68
- FIG. 2. Leaf area index (LAI) simulated by the logistic equation (line) and observed in field (dots) over vegetative (Vs) and reproductive (Rs) for several gladiolus cultivars: (A) Purple Flora, (B) Amsterdam, (C) Green S., (D) Jester, (E) White G. and (F) Gold F. planted at 07/28/2015. Santa Maria, RS, Brazil..... 69
- FIG. 3. Total dry matter per plant (g) versus photosynthetic active radiation intercepted ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ ) for six gladiolus cultivars: (A) Purple Flora, (B) Amsterdam, (C) Green S., (D) Jester, (E) White G. and (F) Gold F. planted at 07/28/2015. Santa Maria, RS, Brazil..... 70
- FIG. 4. RUE versus average temperature over the growing season in eight gladiolus cultivars grown in different seasons, planting dates, and locations. Dots filed with black show the cardinal temperatures, minimal ( $7^{\circ}\text{C}$ ) (Vidalie, 1990) and maximal ( $40^{\circ}\text{C}$ ) (International Flower Bulb Centre, 2011) for gladiolus growing.....71
- FIG.5. Dry matter partitioning for the different gladiolus compartments: old corm (A), leaves (B) spike (C), new corm (D), filiform roots (E), contractile roots (F) and cormels (G)

in function of the developmental stages, vegetative (Vs) and reproductive (Rs) for 10 gladiolus cultivars. Each dot is the average of the seasons of Table 2.....	72
FIG 6. Dry matter reduction of old corm (in percentage) in relation to its initial dry mass (Stage S) for different developmental stages (VE – R2) in 10 gladiolus cultivars.....	73

## ARTIGO 2

<b>Figura 1.</b> (A) Agrupamento dos municípios do Estado do Rio Grande do Sul em regiões homogêneas quanto à temperatura do ar com a localização dos pontos de grade da série histórica (1960-2013) de Xavier et al. (2016) usados no agrupamento e (B) valores de temperatura mínima (Tmin) e temperatura máxima (Tmax) absolutas dos 23 pontos de grade da série histórica de Xavier et al. (2016). .....	91
<b>Figura 2.</b> Representação dos períodos aptos para plantio (linha colorida) e inaptos (lacuna) na região 1 (A), região 6 (B), região 9 (C), região 13 (D), região 15 (E), e região 22 (F) para as probabilidades de ocorrência de dano de 10%, 20% e 30% dos anos analisados na série histórica.....	92
<b>Figura 3.</b> Temperaturas mínimas e máximas durante os 12 meses do ano, de 1980 a 2013, para seis regiões da grade de Xavier et al. (2016). Em cada diagrama de caixa, as linhas horizontais representam, de baixo para cima, o percentil 5, o percentil 25, o percentil 50, o percentil 75 e o 95. Os pontos representam os outliers.....	93
<b>Figura 4.</b> Datas de plantio recomendadas para cultivares de gladiolo de ciclo Precoce (A) e Intermediário II (B) para o Estado do Rio Grande do Sul considerando 10% de probabilidade de ocorrência de dano.....	94
<b>Figura 5.</b> Datas de plantio recomendadas para cultivares de gladiolo de ciclo Precoce (A) e Intermediário II (B) para o Estado do Rio Grande do Sul considerando 20% de probabilidade de ocorrência de dano.....	95
<b>Figura 6.</b> Datas de plantio recomendadas para cultivares de gladiolo de ciclo Precoce (A) e Intermediário II (B) para o Estado do Rio Grande do Sul considerando 30% de probabilidade de ocorrência de dano.....	96

## ARTIGO 3

Figura 1. Diferentes usos das hastes florais de gladiolo: Decoração de festas (A), Decoração de interiores (B), Ornamentação de Casamentos (C) e Comercialização para Dia das Mães (D). .....	111
Figura 2. Mapa do Estado do Rio Grande do Sul com os cinco municípios (Cachoeira do Sul, Dilermando de Aguiar, Santa Maria, Santiago e Nova Palma) onde foram acompanhadas as lavouras comerciais do projeto de extensão em parceria com a Emater-RS/Ascar. ....	112
Figura 3. Visitas técnicas às lavouras de gladiolo quando foram realizados o plantio (A), adubação de cobertura (B), o tutoramento (C) e a colheita (D). .....	114
Figura 4. Comercialização das hastes florais de gladiolo para o Dia das Mães nas feiras em Cachoeira do Sul (A, B), Dilermando de Aguiar (C), Nova Palma (D), Santiago (E) e Santa Maria (F), Rio Grande do Sul. ....	115
Figura 5. Reunião técnica de avaliação e planejamento das próximas etapas do projeto com produtores e extensionistas da Emater-RS/Ascar: Depoimento dos extensionistas e produtores dos municipais de Cachoeira do Sul, Dilermando de Aguiar, Nova Palma, Santiago e Santa Maria, respectivamente (A, B, C, D e E) e Produtores, extensionistas e Equipe PhenoGlad (F).....	116



## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO I

TABLE 1. <i>Experiments in Brazil with locations, Gladiolus cultivars and planting dates (dd/mm/yyyy) used as data sets in the study to determine the RUE.....</i>	66
TABLE 2. Planting dates (dd/mm/yyyy) and experiments with Gladiolus cultivars in Santa Maria used for determinating the dry matter partitioning in gladiolus.....	67

### ARTIGO III

Tabela 1. Data de plantio (dd/mm/aaaa) realizada a campo para as diferentes cultivares de gladiólo nos quatro municípios, período recomendado para o plantio utilizando o modelo PhenoGlad, data do R2 ou ponto de colheita observado a campo e simulado pelo modelo.....	113
---	-----



## LISTA DE APÊNDICES

- APÊNDICE A** – Municípios pertencentes a cada uma das regiões (o número de municípios está representado entre parênteses) e valores de latitude, longitude, temperatura mínima (Tmin) e temperatura máxima (Tmax) absolutas dos 23 pontos de grade da série histórica de Xavier et al. (2016). ..... 131
- APÊNDICE B** – Representação dos períodos aptos para plantio (linha colorida) e inaptos (lacuna) na região 2 (A), região 3 (B), região 4 (C), região 5 (D), região 7 (E), e região 8 (F) para as probabilidades de ocorrência de dano de 10%, 20% e 30% dos anos analisados na série histórica..... 134
- APÊNDICE C** – Representação dos períodos aptos para plantio (linha colorida) e inaptos (lacuna) na região 10 (A), região 11 (B), região 12 (C), região 14 (D), região 16 (E), e região 17 (F) para as probabilidades de ocorrência de dano de 10%, 20% e 30% dos anos analisados na série histórica. .... 135
- APÊNDICE D** – Representação dos períodos aptos para plantio (linha colorida) e inaptos (lacuna) na região 18 (A), região 19 (B), região 20 (C), região 21 (D) e região 23 (E) para as probabilidades de ocorrência de dano de 10%, 20% e 30% dos anos analisados na série histórica..... 136
- APÊNDICE E** – Valores de temperatura mínima (Tmin) e temperatura máxima (Tmax) absolutas dos 23 pontos de grade da série histórica de Xavier et al. (2016). ..... 137
- APÊNDICE F** – Datas de plantio recomendadas para cultivares de gladiolo de ciclo Intermediário I (A) e Tardio (B) para o Estado do Rio Grande do Sul considerando 10% de probabilidade de ocorrência de dano. .... 138
- APÊNDICE G** – Datas de plantio recomendadas para cultivares de gladiolo de ciclo Intermediário I (A) e Tardio (B) para o Estado do Rio Grande do Sul considerando 20% de probabilidade de ocorrência de dano. .... 139
- APÊNDICE H** – Datas de plantio recomendadas para cultivares de gladiolo de ciclo Intermediário I (A) e Tardio (B) para o Estado do Rio Grande do Sul considerando 30% de probabilidade de ocorrência de dano. .... 140



## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>21</b>
1.1.	HIPÓTESES .....	22
1.2.	OBJETIVOS .....	23
1.2.1.	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>23</b>
1.2.2.	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>23</b>
<b>2.</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>25</b>
2.1.	IMPORTÂNCIA DA FLORICULTURA BRASILEIRA.....	25
2.2.	A CULTURA DO GLADIÓLO .....	27
2.2.1.	Aspectos botânicos.....	27
2.2.2.	Aspectos ecofisiológicos.....	28
2.2.3.	<b>Manejo para produção de hastes e cormos de gladiolo.....</b>	<b>35</b>
2.2.4.	<b>Ferramentas digitais para a cultura do gladiolo: Modelo PhenoGlad .....</b>	<b>39</b>
2.3.	ANÁLISE DE CRESCIMENTO EM ESPÉCIES DA HORTICULTURA.....	41
2.4.	EFICIÊNCIA DO USO DE RADIAÇÃO SOLAR.....	42
2.5.	ZONEAMENTO AGRÍCOLA DE RISCO CLIMÁTICO .....	44
<b>3.</b>	<b>ARTIGO 1 .....</b>	<b>47</b>
<b>4.</b>	<b>ARTIGO 2 .....</b>	<b>75</b>
<b>5.</b>	<b>ARTIGO 3 .....</b>	<b>97</b>
<b>6.</b>	<b>DISCUSSÃO GERAL .....</b>	<b>117</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>121</b>
<b>8.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>123</b>



## 1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A floricultura é um dos ramos mais promissores do agronegócio brasileiro com potencial de proporcionar bons retornos econômicos em pequenas áreas de cultivo, devido ao alto valor agregado dos produtos. Como os tradicionais mercados consumidores de flores estão concentrados na região Sudeste do Brasil e são muito exigentes em termos qualitativos dos produtos, torna-se difícil para o pequeno produtor atender as exigências desse mercado. Além disso, os altos custos de transporte e precariedade do sistema rodoviário contribuem para a perda de qualidade dos produtos que precisam ser transportados por longas distâncias até o mercado consumidor. Diante desse cenário, para incluir o pequeno produtor nesse sistema de produção, é preciso pensar numa floricultura diferente, menos exigente em termos de padronização e prazo de entrega dos produtos aos grandes centros consumidores.

O gladiólo é uma flor de corte que possui várias características positivas para ser inserida no sistema de produção das pequenas propriedades, como rusticidade, ciclo curto, rápido retorno financeiro e a possibilidade de ser cultivado a céu aberto em mais de uma safra durante o ano. Diante dessas vantagens, é uma ótima alternativa de diversificação para as pequenas propriedades, principalmente em locais próximos dos centros de comercialização, como feiras, floriculturas ou para o mercado de decoração. Esse sistema de produção encurta cadeias de produção, levando um produto de menor preço e maior qualidade ao consumidor.

Um dos fatores que dificulta a expansão do cultivo dessa flor de corte no Rio Grande do Sul (RS) é a falta de informações sobre as épocas aptas e inaptas de plantio durante o ano. Como o mercado exige que produtos como as hastes florais usados para ornamentação tenham qualidade para que o valor agregado seja maior, é importante considerar os danos que temperaturas extremas (baixas e altas) podem causar às hastes florais em cultivos realizados durante épocas do ano de maior risco climático. Para dar subsídio à expansão da produção de gladiólos em outras épocas do ano no estado do RS, é importante a elaboração de um zoneamento de risco climático para a cultura durante todo o ano, a fim de reduzir o risco climático para sua produção.

Modelos agrícolas de simulação do desenvolvimento das culturas podem ser utilizados como ferramenta para definir regiões e épocas de plantio nas quais o risco de injúrias por baixas e altas temperaturas é mínimo (SEDIYAMA et al., 2001; UHLMANN et al., 2017). O modelo PhenoGlad é um modelo determinístico baseado em processos ecofisiológicos que foi desenvolvido em condições de campo para simular a fenologia do gladiólo e os efeitos de altas e baixas temperaturas nas hastes florais para diferentes locais, épocas de plantio e

cultivares (UHLMANN et al., 2017). O modelo já foi utilizado para realizar a determinação da data ótima de plantio desta flor de corte no estado do RS visando a colheita das hastes florais em duas datas específicas (Dia das Mães e Dia de Finados) (BECKER, 2017) e agora pretende-se ampliá-lo para todo o ano.

O modelo PhenoGlad é uma ferramenta que vem auxiliando os produtores, porém, até o momento, ele simula somente o desenvolvimento ou a fenologia da cultura do gladiolo. Para o desenvolvimento de um modelo de crescimento para a cultura do gladiolo, possível de ser utilizado para diferentes condições climáticas, é necessário determinar a eficiência de uso da radiação (EUR) e sua relação com a temperatura do ar. Além disso, é necessário compreender como ocorre a acumulação de massa seca na planta de gladiolo e sua partição nos diferentes órgãos de acordo com os estágios de desenvolvimento da cultura. O estudo da dinâmica da partição de massa seca entre os órgãos de colheita da cultura, que são as hastes florais e os cormos, para as diferentes cultivares de gladiolo é importante no momento dos produtores planejarem sua produção, ou seja, se desejam produzir bulbos e hastes florais, é importante optar por cultivares com boa acumulação de massa seca nestes dois órgãos de colheita; ou se desejam produzir somente bulbos ou somente hastes florais, é vantajoso optar por aquelas que priorizam o crescimento de um órgão em detrimento de outro.

O estudo de parâmetros de crescimento da cultura do gladiolo aplicados a diferentes climas são determinações importantes para dar maior robustez a modelos ecofisiológicos de simulação do crescimento da cultura do gladiolo. O modelo PhenoGlad simula o desenvolvimento da cultura do gladiolo e é uma ferramenta que pode dar subsídio à expansão da produção de gladiolos em outras épocas do ano no Estado do RS através da elaboração de um zoneamento de risco climático para a cultura do gladiolo, minimizando os riscos do cultivo devido à ocorrência de danos por temperaturas extremas nas épocas inaptas. Isso possibilitará a expansão do cultivo desta flor de corte, especialmente nas pequenas propriedades familiares da região Sul do Brasil, possibilitando o encurtamento de cadeias, reduzindo os custos de aquisição dos produtos pelo consumidor final, além de ofertar um produto de qualidade.

### 1.1.HIPÓTESES

A eficiência do uso de radiação solar (EUR) difere entre as cultivares de gladiolo, sendo maior em cultivares de menor ciclo de desenvolvimento. Além disso, há uma faixa



ótima de temperatura para EUR nas diferentes cultivares de gladiólo, sendo que acima e abaixo dessa faixa a EUR é reduzida.

A dinâmica de partição da massa seca nas diferentes cultivares de gladiólo é coordenada por dois drenos principais, a haste floral e o corno novo.

O período de recomendação do plantio de gladiólo no estado do RS varia de acordo com as diferentes regiões climáticas, sendo o maior entrave no cultivo do gladiólo as temperaturas extremas (abaixo de 3°C e acima de 34°C).

Uma grande dificuldade para os pequenos agricultores ingressarem e se manterem no sistema produtivo da floricultura é o modelo atual de negócios, com grandes centros consumidores altamente exigentes em padronização dos produtos. Assim, um modelo inovador de floricultura, que englobe o pequeno produtor familiar e encurte a cadeia produtiva (produtor e consumidor), fomente o desenvolvimento do setor e contribua com a renda do pequeno agricultor familiar no RS.

## 1.2.OBJETIVOS

### 1.2.1. Objetivo geral

O objetivo do trabalho foi determinar a EUR, a dinâmica de partição de massa seca, o zoneamento de risco climático para a cultura do gladiólo no RS e incentivar o cultivo de flores nas pequenas propriedades familiares da Depressão Central do RS através de ações de extensão.

### 1.2.2. Objetivos específicos

Determinar a EUR e sua relação com a temperatura do ar durante o período de cultivo para as diferentes cultivares de gladiólo, englobando os quatro ciclos de desenvolvimento da cultura.

Avaliar a dinâmica de partição de massa seca nas diferentes cultivares de gladiólo, determinando o órgão de maior potencial de dreno em cada um dos estágios fenológicos da cultura.

Desenvolver um zoneamento climático para o Estado do RS a fim de obter os períodos aptos e inaptos de plantio para os quatro ciclos de desenvolvimento da cultura do gladiolo através do modelo PhenoGlad.

Auxiliar os agricultores familiares, através de ações de extensão, no cultivo de gladiolo a fim de proporcionar diversificação do sistema produtivo e aumento da renda. Também objetivou-se fomentar a cadeia local da floricultura.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. IMPORTÂNCIA DA FLORICULTURA BRASILEIRA

A floricultura é um setor que, mesmo com a crise econômica, vem apresentando taxas de crescimento acima de outros setores do agronegócio. Em 2017, o setor movimentou R\$ 6,9 bilhões, a nível de consumidor final, com crescimento de 6% comparado ao ano anterior; em 2018, a perspectiva é de aumento de 4% (JUNQUEIRA; PEETZ, 2018). Isso se dá pela ampliação do hábito de consumir flores, que, comparado aos padrões mundiais ainda é baixo (TORRES, 2015) (cerca de R\$ 26,28 *per capita* por ano), mas está em expansão, (IBRAFLOR, 2015). O consumo brasileiro de flores e plantas ornamentais segue as características dos países em desenvolvimento, como a centralização das compras em itens tradicionais e concentração da demanda em datas e ocasiões especiais (JUNQUEIRA; PEETZ, 2017).

O abastecimento do mercado interno é o principal destino da produção de flores e plantas ornamentais do Brasil (LIMA JÚNIOR et al., 2015). O mercado brasileiro é composto do segmento das plantas ornamentais para paisagismo e jardinagem, que representam 42% do total das finanças movimentadas, as flores de corte e folhagem ficam em segundo lugar, com 34% de participação e, em terceiro lugar, as flores e plantas envasadas com 24% de participação (JUNQUEIRA; PEETZ, 2018). A floricultura brasileira é altamente dependente da importação de material genético, ou seja, os países que possuem centros de desenvolvimento e melhoramento genético para flores exportam seus produtos para regiões produtoras, vendendo material propagativo e recebendo royalties por essas espécies (LIMA JÚNIOR et al., 2015). Um dos principais produtos exportados pelo Brasil no setor de floricultura são cormos (principalmente de gladiolo e amarílis), tubérculos, rizomas e similares (cerca de 56% do total das exportações) (JUNQUEIRA; PEETZ, 2013).

A cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais pode ser considerada de médio a alto valor agregado, diferentemente dos produtos convencionais do mercado de commodities (LIMA JÚNIOR et al., 2015). A floricultura brasileira encontra-se em processo de desenvolvimento, principalmente pelo crescimento da base produtiva e inclusão de novos polos geográficos regionais na produção de flores e plantas ornamentais (JUNQUEIRA; PEETZ, 2008). Cidades do interior passam a ter participação na evolução do mercado pelo crescimento da renda da população nessas regiões (LIMA JÚNIOR et al., 2015). Porém, a

maior parte dos polos de produção está concentrada no Estado de São Paulo (SP), que responde por 48,9% da produção brasileira, trazendo como consequência uma homogeneização dos hábitos de consumo (JUNQUEIRA; PEETZ, 2008). Nesse contexto, as flores e plantas regionais perderam a importância e preferência dos consumidores, dada a qualidade, padrão, abundante e regular oferta de produtos da floricultura mais profissional e competitiva, especialmente a praticada pelos produtores associados e membros da Cooperativa Veilling Holambra e da Cooperativa Coperflora, de SP (JUNQUEIRA; PEETZ, 2008).

O Estado de SP também foi o que apresentou o maior consumo per capita de flores brasileiro no ano de 2014 (R\$ 44,89), seguido pelo Distrito Federal (R\$ 43,85) e em terceiro lugar aparece o Rio Grande do Sul, com R\$ 38,39 (LIMA JÚNIOR et al., 2015). O Estado do RS aparece em segundo lugar em área plantada com flores e plantas ornamentais e número de produtores, com 1360 ha, o que corresponde à 9% do total, e 1550 produtores (19% do total). Perde apenas para o Estado de SP, que responde por 46% da área total nacional e 28% dos produtores (IBRAFLOR, 2015).

Um panorama da atual situação da floricultura no Estado do RS é apresentado por Lima Júnior et al. (2015). Segundo este documento, os principais fatores que dificultam a expansão do cultivo de flores no RS são as condições edafoclimáticas do Estado, que possibilitam a realização de somente uma safra por ano das principais flores de corte e a produção tem pouco incentivo e apoio do Estado. Como o RS é um grande consumidor de flores, a sua produção não é suficiente, sendo que cerca de 70% do que se consome vem de outros Estados, principalmente SP. A produção de flores é realizada, principalmente, em pequenas propriedades, com predominância da mão-de-obra familiar com até 0,5 ha de produção com baixo nível tecnológico.

Devido ao alto custo do transporte a médias e longas distâncias que esses produtos precisam percorrer do principal centro produtor do País até o consumidor final, a regionalização da produção é um tema da agenda de debates dos tomadores de decisão (JUNQUEIRA; PEETZ, 2018). A valorização da produção local tem o potencial de gerar empregos e ocupação da mão-de-obra local, proporcionar preços mais atrativos ao consumidor final e ofertar um produto de qualidade, em virtude do menor tempo de transporte (SILVA et al., 2008).

Diante desse cenário, o cultivo de flores de corte como o gladiolo ou Palma-de-Santa-Rita tem potencial para expansão no Estado do RS e nos outros estados da Região Sul do País, pois há mercado consumidor para esta flor. O seu cultivo é de baixo custo, fácil implantação e

manejo, se adapta às nossas condições edafoclimáticas e pode ser cultivado à campo em várias épocas durante o ano, o que reduz seus custos de produção (STRECK et al., 2012).

## 2.2. A CULTURA DO GLADIÓLO

### 2.2.1. Aspectos botânicos

O gladiólo (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) ou Palma-de-Santa-Rita é pertencente à família Iridaceae e a maioria das espécies são nativas do Sul da África e das regiões do Mediterrâneo. O nome do seu gênero provém do latim “Gladius”, que significa espada, em alusão ao formato laminar de suas folhas (TOMBOLATO; CASTRO; MATTHES, 2002). É uma planta herbácea bulbosa (BARBOSA et al., 2011) e as variedades cultivadas no Brasil são híbridos, sendo a espécie *Gladiolus x grandiflorus* Hort. a mais cultivada, que corresponde a um híbrido de flores grandes (PAIVA et al., 2012). É comercialmente utilizada como flor de corte, das quais aproximadamente 70% são destinadas ao mercado interno e o restante à exportação (RUPPENTHAL; CONDE; CASTRO, 2005). É amplamente utilizada para a confecção de vasos e arranjos florais para ornamentação de cerimônias e como planta de jardim (TRINKLEIN, 2005). Nos últimos anos, vem se expandindo a produção de cormos de gladiólo, também denominados bulbos, sendo que cerca de 40% da produção é exportada, constituindo um dos principais produtos exportados pelo mercado de flores e plantas ornamentais brasileiro (TOMBOLATO et al., 2010).

Os cormos são a forma de propagação da cultura. Em virtude das plantas nativas do sul da África terem sido expostas à estação seca, os cormos acumulavam reservas as quais mantinham o cormo dormente até que seu crescimento fosse retomado após o início da estação chuvosa (TRINKLEIN, 2005). As reservas são acumuladas entre os feixes vasculares e a epiderme, de forma compacta (BARBOSA et al., 2011). Os cormos de gladiólo mantêm-se viáveis por apenas um ano, porém, durante este período, inicia-se a formação de um novo cormo (cormo filho) sobre o cormo mãe, que vai perdendo suas reservas e morre. Um grande número de cormilhos formam-se na base do novo cormo (TRINKLEIN, 2005). Os cormos têm por objetivo a produção de flores de corte e os cormilhos, o plantio comercial para a produção de novos cormos (ROSA et al., 2014). Com o plantio de um cormo, pode-se formar uma ou mais plantas, pois de um cormo mãe podem se formar um ou mais cormos filhos (GREVING, 1987), os quais formam, cada um, uma inflorescência. Os cormos são

envolvidos por catáfilos, que são formados a partir da base das folhas velhas e na base dos cormos desenvolvem-se raízes fasciculadas (TOMBOLATO, 2004).

O cormo contém os primórdios das primeiras 3 a 4 folhas verdadeiras da planta e, após o plantio, o ápice meristemático diferencia as folhas restantes e o número final de folhas depende de cada cultivar (SHILLO; HALEVY, 1976b), geralmente variando de 7 a 13. As folhas são alongadas, lanceoladas, com cutícula cerosa e nervuras paralelinérveas (STRECK et al., 2012).

A parte comercial de interesse são as espigas, em que seus botões florais, denominados floretes, estão dispostos aos pares sobre um eixo primário (ráquis) protegidos por brácteas, formando uma inflorescência do tipo espiga (SCHWAB et al., 2015a). A abertura dos floretes ocorre no sentido acropetal (da base ao ápice) (SHILLO; HALEVY, 1976c). Após o florescimento, podem se formar frutos em forma de cápsulas com pequenas sementes aladas no seu interior, sendo estas utilizadas apenas em programas de melhoramento genético (PAIVA et al., 2012).

### **2.2.2. Aspectos ecofisiológicos**

As plantas de gladiolo se adaptam melhor a um clima ameno com temperatura de 10 a 25°C de dia e 16 a 18°C à noite; porém, podem tolerar temperaturas acima de 50°C, desde que a umidade do ar e do solo esteja em nível ótimo (LIM, 2014; SHILLO; HALEVY, 1976a). Entretanto, num estudo realizado ao longo de 24 meses em Santa Maria, os autores concluíram que temperaturas altas (acima de 35°C) afetam a qualidade das hastes florais (SCHWAB et al., 2018). As altas temperaturas, especialmente quando o cultivo ocorre durante os meses de verão (dezembro e janeiro) podem ocasionar queimaduras nas sépalas, murchamento e deformação das hastes, resultando em redução da qualidade do produto (SCHWAB et al., 2015b, 2018). Esse aspecto qualitativo é importante, pois pode tornar as hastes de gladiolo impróprias para comercialização (se apresentarem queimadura com diâmetro maior do que 1 cm), segundo os critérios de um importante mercado de flores brasileiro (VEILLING HOLAMBRA, 2013) (Figura 1). Os estágios imediatamente depois da emissão da espiga floral da planta (estágio R1), são os mais sensíveis às temperaturas extremas (UHLMANN et al., 2017).

Figura 1 – Hastes florais de gladiolo cultivadas sem sombreamento com dano maior que 1 cm nas sépalas e hastes cultivadas sob sombreamento de 30 e 50%, que não apresentaram danos nas sépalas das hastes florais.



Fonte: a Autora.

As plantas de gladiolo são intolerantes à geada (LIM, 2014). Em condições de baixa intensidade luminosa no inverno, baixas temperaturas (1 a 4°C) prejudicam a diferenciação da haste floral (SHILLO; HALEVY, 1976a). A sensibilidade a baixas temperaturas ocorre principalmente em dois estágios na fase vegetativa, ou seja, logo após o plantio, que causa inibição do crescimento, e próximo da sétima folha, causando redução do número de floretes por espiga (SHILLO; HALEVY, 1976a). Durante a fase reprodutiva, a partir do R1 ou início do espigamento, é a fase mais sensível às baixas temperaturas, pois pode ocorrer morte da espiga pela ocorrência de geada (UHLMANN et al., 2017). Em virtude da influência da temperatura no desenvolvimento do gladiolo e na qualidade das hastes, as épocas mais indicadas para produção de hastes de gladiolo na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul são o final do inverno e início da primavera (julho, agosto e setembro) e o final do verão e início do outono (fevereiro, março e abril) (SCHWAB et al., 2015b). A temperatura

do solo para o plantio deve estar acima de 13 °C (INTERNATIONAL FLOWER BULB CENTRE, 2011).

Uma estratégia para compensar períodos com temperaturas extremas (muito baixas, principalmente), é realizar o cultivo em estufas, proporcionando um maior controle da produção. Nesse caso, é recomendado realizar o plantio em canteiros para maximizar o uso do espaço e não plantar os cormos muito próximos uns dos outros em virtude da baixa intensidade luminosa, especialmente nos plantios realizados no final do inverno (INTERNATIONAL FLOWER BULB CENTRE, 2011). Outra estratégia para adiantar o plantio dos cormos nas regiões mais frias é, após o plantio, cobrir o solo com plástico, o qual deve ser retirado após a emergência. Essas estratégias são adotadas em países de clima mais frio que no Brasil, porém, encarecem os custos de produção da cultura.

Com relação às altas temperaturas, quando o cultivo for realizado em épocas em que o risco de danos pela ocorrência de altas temperaturas é maior, uma estratégia de manejo é a utilização de sombreamento artificial sobre as plantas a partir do início do espigamento (estágio R1) (Figura 2). Esse manejo evita os danos por altas temperaturas nas espigas (SCHWAB et al., 2018), tornando possível a produção de hastes florais de qualidade durante os meses mais quentes do ano.

Figura 2 – Utilização de sombreamento artificial sob as plantas de gladiólio através de telas sombreadoras no nível de 50% e 30% de sombreamento.

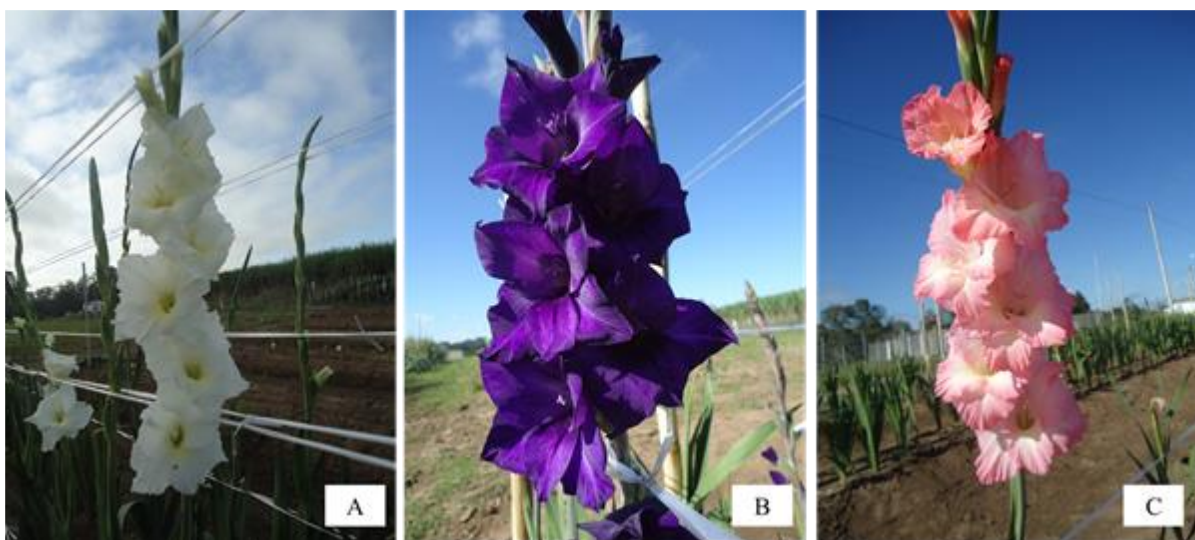


Fonte: a Autora.



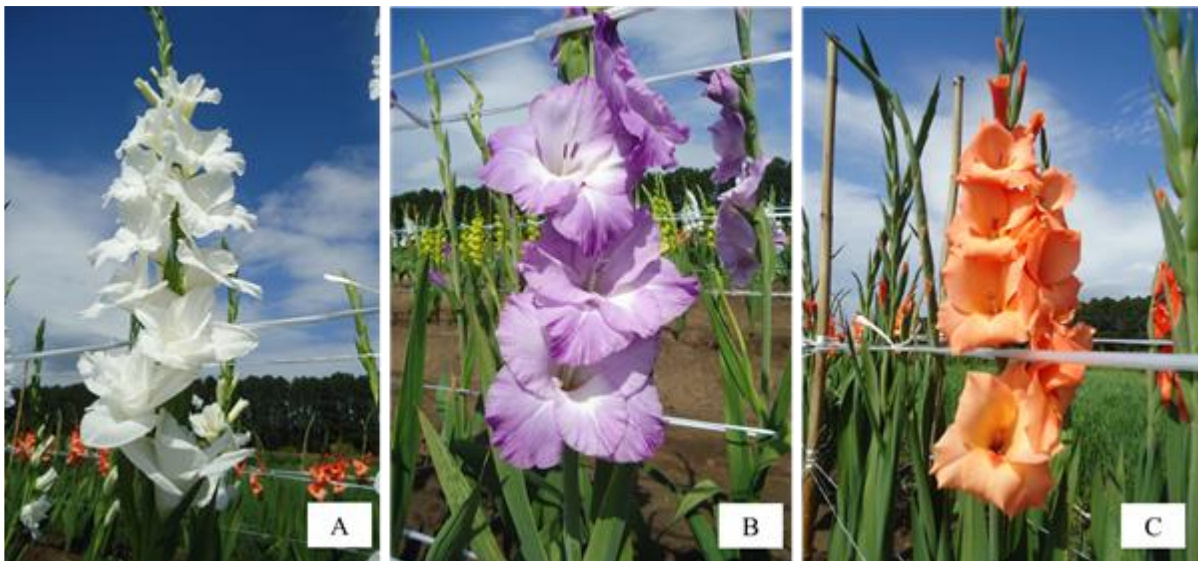
As cultivares de gladiolo são classificadas pelo período entre a emergência e o ponto de colheita da cultura (VE – R2), sendo que este período é influenciado principalmente pela temperatura do ar, sendo melhor representado pela soma térmica (ST) (UHLMANN, 2016). As cultivares de ciclo precoce (White Friendship, Purple Flora e Rose Friendship) (Figura 3), apresentaram ST acumulada durante o período VE – R2 menor do que  $1090\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{dia}^{-1}$ . As cultivares de ciclo Intermediário I (Amsterdam, T704 e Peter Pears) (Figura 4), apresentaram ST acumulada entre  $1090,1$  a  $1160\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{dia}^{-1}$  e as cultivares de ciclo intermediário II (White Goddess, Green Star e Jester) (Figura 5), apresentaram ST acumulada entre  $1160,1$  a  $1300\text{ }^{\circ}\text{C}$  dia. A cultivar Gold Field (Figura 6) foi classificada de ciclo tardio, com ST acumulada na fase EM – R2 maior do que  $1300,1\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{dia}^{-1}$ . A diferença de ciclo das cultivares é em função da duração da fase de emissão de folhas, ou seja, quanto mais precoce a cultivar, menor a duração da fase de emissão de folhas (STRECK et al., 2012). O fotoperíodo não é um fator majoritário que afeta o desenvolvimento da planta de gladiolo (UHLMANN et al., 2017). O gladiolo desenvolve-se bem em vários tipos de solo e requer um fornecimento regular de água ao longo do cultivo, principalmente nas épocas de emissão da terceira à sétima folhas, pois neste período ocorre a formação da haste floral, e durante o pendoamento (SEVERINO, 2007).

Figura 3 – Cultivares de gladiolo de ciclo Precoce: White Friendship (A), Purple Flora (B) e Rose Friendship (C).



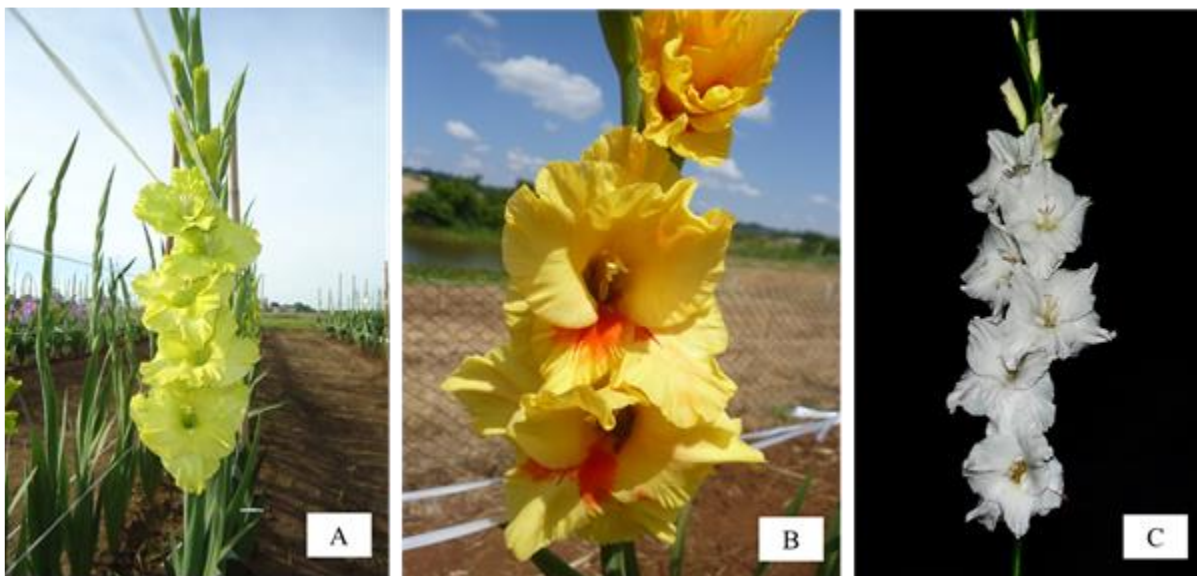
Fonte: a Autora.

Figura 4 – Cultivares de gladiolo de ciclo Intermediário I: Amsterdam (A), T704 (B) e Peter Pears (C).



Fonte: a Autora.

Figura 5 – Cultivares de gladiolo de ciclo Intermediário II: Green Star (A), Jester (B) e White Goddess (C).



Fonte: a Autora.

Figura 6 – Cultivar de gladiólo de ciclo Tardio: Gold Field.



Fonte: a Autora.

Os estágios de desenvolvimento da cultura do gladiólo foram descritos na escala fenológica para a cultura do gladiólo (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.), proposta por Schwab et al. (2015a). Nela, a identificação dos estágios é apresentada de maneira simples e a diferenciação dos mesmos é importante pois estão ligados ao momento de realização de importantes práticas de manejo a campo. O ciclo de desenvolvimento do gladiólo foi dividido em quatro fases: fase de dormência dos cormos, fase de brotação (do aparecimento das raízes filiformes ao aparecimento dos catáfilos), fase vegetativa (do aparecimento da primeira folha até o aparecimento da última folha) e fase reprodutiva (do início do espigamento até a planta senescente). Cada fase ainda foi subdividida em estágios, sendo que os estágios da fase de dormência e da fase de brotação foram codificados como estágios S, os da fase vegetativa codificados como estágios V, e os da fase reprodutiva, como estágios R.

Durante a fase de dormência (S0), o cormo permanece em repouso vegetativo devido à ação de inibidores de crescimento, principalmente o ácido abcísico. Isso permite sua sobrevivência em condições adversas de campo, como seca e altas temperaturas. A fase de brotação inicia logo após o plantio dos cormos, quando, em condições ideais de temperatura e umidade, se inicia a formação das raízes filiformes na base do cormo (S1). Na sequência, inicia-se o desenvolvimento do broto na parte superior do cormo, com o aparecimento dos

catáfilos, que são as folhas da bainha reduzidas com a função de proteção das folhas verdadeiras. O broto inicialmente apresenta um catáfilo (S2.1) e pode chegar até quatro (S2.4).

A fase vegetativa (estágios V) inicia com a emergência da cultura, que ocorre quando o broto é visível acima da superfície do solo (VE). Na maioria das vezes, o que se exterioriza acima do solo são os catáfilos. Após algum tempo, ocorre o aparecimento da primeira folha, momento em que a lâmina da primeira folha é visível (estágio V1). Sucessivamente, irá ocorrer o aparecimento da segunda folha (V2), terceira folha (V3) até a enésima folha verdadeira visível (Vn). No estágio V3, ocorre a diferenciação da espiga floral dentro do cartucho, momento recomendado para a aplicação da adubação nitrogenada. Praticamente ao mesmo tempo em que a haste floral se exterioriza tornando-se visível no cartucho da planta, ocorre a emissão da última folha (VF), que poderá ser desde a 7<sup>a</sup> até a 13<sup>a</sup>. Quando o número final de folhas é definido, a fase vegetativa acaba e inicia-se a fase reprodutiva.

A fase reprodutiva (estágios R) inicia-se com o aparecimento da ponta da espiga floral no cartucho (estágio R1.0). Na sequência, a metade da espiga fica visível no cartucho (R1.1), momento em que a ponta da espiga está nivelada com a folha bandeira. Após, ocorre o espigamento completo (R1.2), quando é possível visualizar o pedúnculo da espiga. Após o espigamento, a ráquis vai se alongando, aumentando a distância entre os floretes. O florescimento prossegue acropetalmente e quando os três primeiros botões da parte inferior da espiga mostram a cor é o ponto de colheita das hastes de gladiolo (estágio R2), recomendado para cultivos comerciais.

Quando a corola do primeiro florete da espiga abre e torna visíveis as anteras é o início da antese (estágio R3). A abertura dos floretes da espiga prossegue até a abertura do botão localizado na porção média da espiga (R3.4). Quando o primeiro florete da parte inferior da espiga senesce, inicia-se a senescência da haste floral (R3.5). A abertura e senescência dos floretes prosseguem até a senescência do florete localizado na porção média da espiga (estágio R3.6), momento em que todos os floretes abaixo deste já estão senescentes. A antese acaba com a abertura do último florete da espiga (estágio R4) e a senescência completa da haste floral ocorre com a senescência do último florete da espiga (estágio R5).

Assim, acaba a vida da haste (se ela permanecer no campo) ou a vida de vaso da haste (se a haste for colhida), porém, há ainda a translocação dos fotoassimilados das folhas verdes para o corno novo e cormilhos, nos casos em que a planta permanece no campo. A planta completa seu ciclo de desenvolvimento com a senescência total da parte aérea (folhas e haste) (estágio R6). Neste estágio, é recomendada a colheita dos cormos e cormilhos, pois seu tamanho e número máximo já foram definidos.

### 2.2.3. Manejo para produção de hastes e cormos de gladiólo

As principais flores de corte cultivadas no Brasil variam ano a ano de acordo com as tendências do mercado, inovações e variedades lançadas. Atualmente, as mais cultivadas são a rosa (30%), crisântemo (15%), lisianthus (12%), lírio (7%) e a gérbera (6%) (JUNQUEIRA; PEETZ, 2017, 2018). O mercado brasileiro de gladiólo sofreu, ao longo dos anos 1950 a 1980, uma forte perda do interesse dos consumidores e o seu consumo era bastante atrelado às cerimônias fúnebres. Atualmente, o mercado vem se recuperando, impulsionado pelo lançamento de novas cultivares de cores incomuns, como verde e roxo (JUNQUEIRA; PEETZ, 2017). A cultura ainda se encontra nas últimas posições no ranking das dez flores de corte mais comercializadas no país. Porém, devido à sua rusticidade, baixo custo de implantação, ciclo curto, rápido retorno financeiro e facilidade de cultivo a céu aberto, é uma ótima alternativa para entrar no sistema de produção das pequenas propriedades familiares da região Sul do Brasil.

A cultura se adapta bem em vários tipos de solos, desde que o mesmo tenha um bom armazenamento de água durante os períodos secos e permita que o excesso de água seja drenado com rapidez (INTERNATIONAL FLOWER BULB CENTRE, 2011). Seus híbridos possuem uniformidade, espigas grandes, atingindo até 24 floretes, sendo estes grandes, brilhosos e com longa vida de vaso (até duas semanas). A cultura possui uma ampla variedade de cores oferecidas no mercado, sendo que as preferidas são a branca (40%), vermelha (25%), amarela (12%), rosa (10%), coral (10%) e roxa (3%) (TOMBOLATO et al., 2010). Por isso, é amplamente utilizado por floristas e decoradores na composição de arranjos florais para decoração de interiores, datas festivas, como casamentos, formaturas e eventos (TRINKLEIN, 2005).

O cultivo do gladiólo vem crescendo nas pequenas propriedades familiares devido à alta demanda, baixo custo de produção e pela possibilidade de produzir, além das hastes florais, cormos e cormilhos, garantindo sustentabilidade ao sistema (BARBOSA et al., 2011). Para iniciar o cultivo de gladiólo, é importante escolher um local de plantio próximo ao mercado consumidor, pois minimiza os custos de manejo e comercialização (BARBOSA et al., 2011). A produção intensiva e contínua da cultura na mesma área não é recomendada, pois pode favorecer o desenvolvimento de doenças fúngicas (a fusariose e a ferrugem são as principais) e populações de insetos e ácaros em níveis prejudiciais para a cultura (TOMBOLATO, 2004).

O pH ideal do solo para o cultivo deve estar entre 6,0 a 7,0 pois, em pH inferior a 5,0 e superior a 7,0 podem ocorrer danos à cultura. O cultivo deve ser realizado preferencialmente em canteiros, especialmente em áreas mal drenadas, pois o excesso de umidade pode causar o apodrecimento dos cormos (Figura 6). O sistema de plantio em linhas pareadas é o mais recomendado para ter um bom aproveitamento da área. Não há uma recomendação de adubação baseada nos níveis de fertilidade do solo para a cultura. A dose de adubo utilizada é de  $500 \text{ kg ha}^{-1}$  de NPK da fórmula 5 – 20 – 20 aplicados na linha no momento do plantio (SCHWAB et al., 2015b). É importante não utilizar doses muito altas de adubo, pois corre o risco de ocorrer salinização. Devido a esse fator, também recomenda-se evitar o contato direto dos cormos com o adubo no momento do plantio, através da colocação de uma camada de solo de aproximadamente 5 cm para cobrir o adubo.

Figura 7 – Cultivo de gladiolo em canteiros no sistema convencional em Santa Maria, na área experimental do Departamento de Fitotecnia da UFSM (A) e na lavoura comercial (B), em Frederico Westphalen (C) e Curitiba – SC (D).



Fonte: a Autora.

O Nitrogênio na cultura do gladiólo é responsável pelo número de hastes florais e número de botões florais produzidos por haste (TOMBOLATO, 2004). De acordo com a literatura pesquisada (SCHWAB et al., 2015a), é indicado realizar a adubação nitrogenada quando as plantas estiverem com 3 a 4 folhas, momento em que a espiga inicia seu desenvolvimento no interior do cartucho, estágio R0 da escala de Schwab et al. (2015a). Como também não há uma recomendação para a cultura da dose de N a ser utilizada, utiliza-se 350 kg ha<sup>-1</sup> de uréia (46% de N) aplicado na linha no momento do plantio.

A cultura do gladiólo é afetada pela restrição hídrica, que pode comprometer a qualidade das hastes (SEVERINO, 2007) e influenciar na duração do ciclo de desenvolvimento (PAIVA et al., 2012). Os estágios mais sensíveis são entre a emissão da 1<sup>a</sup> e da 4<sup>a</sup> folha, pois neste período ocorre iniciação dos floretes e diferenciação dos órgãos reprodutivos (SHILLO; HALEVY, 1976d). Devido a isso, recomenda-se instalar um sistema de irrigação na lavoura, especialmente em cultivos realizados durante o verão, quando a demanda atmosférica é maior. O sistema de irrigação por gotejamento é considerado o mais adequado para a cultura, pois não causa molhamento da parte aérea das plantas (SEVERINO, 2007). Outra prática de manejo importante nas lavouras com gladiólo é realizar o tutoramento das plantas, com fios de ráfia presos a estacas fixadas nas extremidades do canteiro. Esse manejo é importante para dar sustentação às hastes florais e evitar que sofram danos pelo vento, que pode causar seu entortamento irreversível, depreciando a qualidade do produto (PAIVA et al., 2012).

A época de plantio influencia a qualidade das hastes florais de gladiólo (ZUBAIR et al., 2006). Para a região da Depressão Central do Rio Grande do Sul, Schwab et al. (2015b) concluíram que plantios de inverno e início de primavera (durante os meses de julho, agosto e setembro) e no final do verão e início do outono (fevereiro, março e abril) são as épocas mais recomendadas para produzir hastes florais de qualidade. Ou seja, diferentemente das demais flores de corte, é possível realizar mais de uma safra por ano, o que é vantajoso para o produtor, que pode ofertar seu produto mais vezes durante o ano. Nos demais meses, o plantio também pode ser realizado, porém, condições de temperaturas extremas (baixas e altas) podem depreciar o produto. A ocorrência de geadas durante os meses de inverno pode acarretar na morte das espigas florais, que são o órgão mais sensível da planta. Altas temperaturas, durante os meses de verão, podem causar queimaduras nas hastes florais, reduzir o seu tamanho e causar entortamento das hastes, depreciando sua qualidade (SCHWAB et al., 2015b; 2018).

A possibilidade das hastes florais serem colhidas em estágio de botão fechado (ou estágio R2), segundo a escala fenológica de Schwab et al. (2015a) traz uma série de vantagens ao produtor. A colheita nesse estágio causa menores danos aos floretes. Além disso, as hastes podem ser armazenadas em câmara fria, a uma temperatura de aproximadamente 6°C por um período de até quinze dias, caso estiverem prontas para colheita antes dos picos de comercialização almejados pelo produtor. Após serem retiradas da câmara, quando expostas à temperatura ambiente e após alguns dias em vasos com água, os botões abrem normalmente (NOWAK; GOSZCZYNSKA; RUDNICKI, 1991; TOMBOLATO et al., 2005). Caso os produtores não tenham disponibilidade de câmara fria nas propriedades, uma alternativa para aqueles que comercializam seus produtos semanalmente em feiras é iniciar a comercialização antecipadamente, pois há mercado consumidor para as hastes fora dos principais picos de consumo do mercado.

Um cuidado que se deve ter na colheita das hastes florais é mantê-las na posição vertical, a fim de evitar sua deformação em função do geotropismo negativo. Para os produtores que, além de colher as hastes florais desejam colher os cormos para a próxima safra, recomenda-se deixar, junto à planta no campo, de 4 a 5 folhas que servirão de fonte de fotoassimilados para a nutrição do novo cormo. A colheita dos cormos e cormilhos deve ser realizada quando as plantas estão totalmente secas (TOMBOLATO, 2004), que corresponde ao estágio R6 da escala de Schwab et al. (2015a). Nesse estágio, os cormos atingem o máximo tamanho e os cormilhos o máximo número pois cessa a translocação de fotoassimilados a partir das folhas para os mesmos.

Após a colheita, os cormos precisam passar por um processo de cura em local seco, à sombra e bem ventilado e, após esse processo, realizar a classificação por tamanhos. Os cormos pequenos ou cormilhos (com perímetro menor do que 10 cm) são cultivados para a produção de novos cormos. Os médios (com perímetro entre 10 – 14 cm) e grandes (14 – 18 cm) são utilizados para a produção de hastes (PAIVA et al., 2012). Se o plantio dos cormos for realizado logo após sua colheita, eles não irão brotar, pois apresentam dormência. A superação da dormência pode ser realizada em condições naturais ou em câmara fria (PAIVA et al., 2012). A temperatura recomendada para armazenamento dos cormos de gladiolo é de 5°C (SHILLO; SIMCHON, 1973). O armazenamento deve ser realizado em local bem ventilado, em caixas adequadas, que permitam boa circulação de ar entre os cormos, por isso, não é recomendado armazenar muitos cormos numa mesma caixa (INTERNATIONAL FLOWER BULB CENTRE, 2011). O armazenamento a frio é importante para programação



da floração e controle da brotação dos cormos, pois proporciona uma lavoura mais uniforme (BARBOSA et al., 2011).

#### **2.2.4. Ferramentas digitais para a cultura do gladiolo: Modelo PhenoGlad**

O software PhenoGlad (Figura 8A) é um modelo matemático dinâmico baseado em processos ecofisiológicos. Ele foi desenvolvido para simular a data de ocorrência dos estágios de desenvolvimento da cultura do gladiolo, incluindo o ponto de colheita, a vida de vaso das hastes de gladiolo e os efeitos de baixas e altas temperaturas na qualidade das espigas (UHLMANN et al., 2017). Essa ferramenta foi desenvolvida para auxiliar na determinação das datas de plantio para cultivares de gladiolo de diferentes ciclos de desenvolvimento quando o objetivo é realizar a colheita das hastes em datas específicas. Outra aplicação é na definição de regiões aptas e inaptas de plantio, nas quais há riscos de danos pela ocorrência de altas e baixas temperaturas nas hastes florais da cultura.

O modelo simula a fenologia da cultura utilizando uma função de resposta não-linear à temperatura, através do acúmulo de valores diários da taxa de desenvolvimento a partir do plantio ou da emergência, usando três principais fases de desenvolvimento da cultura: fase de brotação dos cormos, fase vegetativa e fase reprodutiva. Para a parametrização e avaliação do modelo, foram utilizados dados de experimentos de campo conduzidos durante cinco anos (2012 a 2015) em três locais do estado do Rio Grande do Sul, incluindo uma lavoura comercial e em um local no Estado de Santa Catarina.

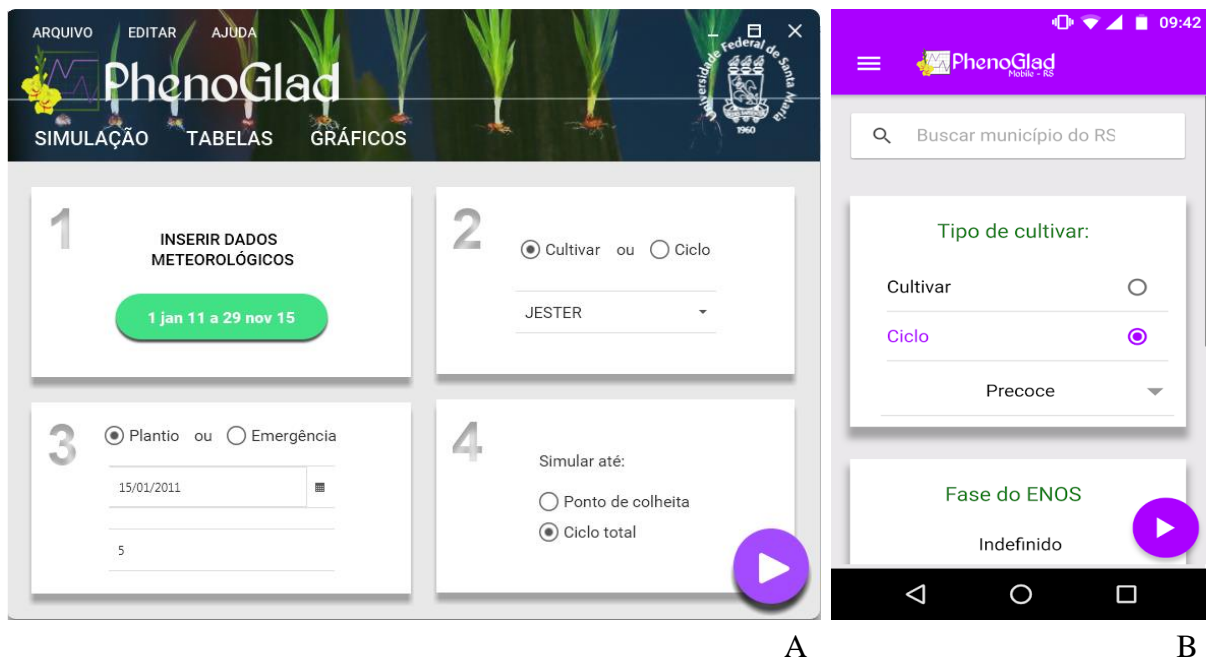
O PhenoGlad tem aplicações de campo e já foi utilizado para realizar a determinação da data ótima de plantio desta flor de corte para o Estado do RS visando a colheita das hastes florais no Dia de Finados e no Dia das Mães (BECKER et al., 2017). Esse estudo vem auxiliando os produtores que desejam cultivar esta flor para essas datas. Uma das maiores dificuldades dos usuários do software PhenoGlad é na organização dos dados meteorológicos diários de temperatura mínima e máxima, que são utilizados como dados de entrada do modelo. Com objetivo de facilitar a utilização desta ferramenta e aumentar o número de usuários, foi desenvolvido o “PhenoGlad Mobile - RS” (SILVA et al., 2017), uma versão para dispositivos móveis do modelo matemático PhenoGlad.

Uma das principais vantagens do PhenoGlad Mobile é a possibilidade de realizar cálculos da fenologia do gladiolo sem necessidade de organizar os dados meteorológicos de entrada. No aplicativo (Figura 8B), basta selecionar o município do RS desejado para realizar a simulação e prever a data de comercialização desta flor de corte, por meio da simulação do

processo de desenvolvimento da planta a partir da data de plantio dos cormos fornecida pelo usuário. Além disso, também é possível a realização da simulação inversa, ou seja, o usuário pode fornecer a data de colheita desejada e simular o desenvolvimento da cultura, tendo como resultado a data em que deve ser realizado o plantio para colher as hastes na data desejada.

A interface da aplicação ainda conta com a opção de seleção de uma das fases do fenômeno ENOS (El Niño-Oscilação Sul), aumentando assim a precisão dos resultados, já que o fenômeno ENOS influencia o desenvolvimento do gladiolo no RS (BECKER et al., 2017). Os resultados das simulações também fornecem alertas referentes a possíveis danos causados em decorrência de temperaturas extremas (baixas e altas), alertando o usuário que o período simulado não é recomendado para o cultivo. A aplicação funciona totalmente offline, evitando assim um obstáculo frequente para as tecnologias rurais que é a conectividade com a internet. O software PhenoGlad e o aplicativo PhenoGlad Mobile – RS são ferramentas de fácil utilização e estão disponíveis gratuitamente para download, sendo importantes tecnologias para fomentar o desenvolvimento da floricultura do Estado do RS, no âmbito da pesquisa, ensino e produção.

Figura 8 - Tela inicial do software PhenoGlad ([www.ufsm.br/phenoglad](http://www.ufsm.br/phenoglad)) (A) e do aplicativo PhenoGlad Mobile – RS (B).



Fonte: [www.ufsm.br/phenoglad](http://www.ufsm.br/phenoglad) e <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.cropmodels.phenoglad.rs> (2018).

### 2.3. ANÁLISE DE CRESCIMENTO EM ESPÉCIES DA HORTICULTURA

Para espécies da horticultura, há trabalhos que estudaram parâmetros de crescimento como índice de área foliar (IAF), taxa de crescimento relativo (TCR), efeitos da morfogênese das plantas na produção e partição de massa seca entre os órgãos de espécies como brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck) (FRANCECANGELI et al., 2006), tomate (HEUVELINK, 1995), melão (GALLARDO et al., 2011), pepino para conserva (*Cucumis sativus* L.) (SCHVAMBACH et al., 2002), aspargo (*Asparagus officinalis* L.) (GRAEFE et al., 2010), pimentão (*Capsicum annuum* L.) (MARCELIS et al., 2006; TA et al., 2011; VIEIRA et al., 2009), alho (*Allium sativum* L.) (RIZALLI et al., 2002), entre outros.

Apesar da grande quantidade de estudos de análise de crescimento em várias culturas, ainda há carência de trabalhos que envolvam espécies ornamentais. Para a cultura da rosa, Gao et al. (2012) desenvolveram um modelo estatístico para calcular a área foliar em diferentes genótipos de roseira. Gutierrez Colomer et al. (2006) e Liet e Pasian (1991) estudaram a produção de massa seca e alocação de assimilados para os diferentes órgãos da rosa (*Rosa hybrida*, cv. Dallas e *Rosa hybrida*, cv. 'Cara Mia', respectivamente). Para crisântemo de corte, foi realizado um estudo para predizer o desenvolvimento da área foliar baseado na partição da massa seca para as folhas e na área foliar específica da biomassa de folhas recém-formadas (LEE; HEUVELINK, 2003). Para helicônia (*Heliconia bihai* cv. Lobster Claw Two), Lima et al. (2016) estudaram o efeito de diferentes níveis de intensidade luminosa (radiação solar natural e sombreamento de 30%, 40% e 50%) na fisiologia e desenvolvimento vegetativo e reprodutivo desta cultura. Para a cultura do gladiolo, Santos (2014) estudou a influência de diferentes telas de sombreamento sobre caracteres fisiológicos e fitotécnicos do gladiolo cultivar Amsterdam.

A partição da massa seca na cultura do gladiolo ocorre de forma particular, pois a planta contém dois drenos principais, que são as hastes florais e os cormos. Foram encontrados estudos na literatura da distribuição de fotoassimilados na cultura do gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* cv. Eurovision), um desenvolvido em condições normais (sem déficit hídrico) de crescimento e outro com déficit hídrico (ROBINSON et al., 1980, 1983). Em condições sem déficit hídrico, até a antese, a inflorescência é o dreno principal e mais tarde, com a senescência dos floretes, o novo cormo se torna o principal dreno. Em condições de déficit hídrico, mesmo com pequenos estresses, houve uma diminuição da mobilização dos fotoassimilados para a inflorescência e aumento para os cormos, pois a planta necessita propagar a espécie. Os cormos possuem maior potencial de água, seguido pela inflorescência

e pelas folhas e, quanto maior o estresse, maior a diferença entre esses órgãos, ou seja, maior a diferença entre os valores de potencial de cormo e inflorescência e de cormo e folhas (ROBINSON et al., 1983).

Gómez-Perez et al. (2018) realizaram um estudo para determinar a dinâmica de partição de massa seca para uma cultivar de gladiolo em ambiente controlado. Segundo os resultados desse estudo, a acumulação de massa seca do gladiolo durante a estação de crescimento possui três fases. A fase inicial ocorre durante a fase de brotação dos cormos, continua durante a fase vegetativa e termina próximo a fase de espigamento. O segundo estágio é quando as plantas exibem uma rápida acumulação de massa seca, terminando com a alongação da haste floral. A terceira fase mostra uma grande taxa de acúmulo de massa seca, coincidindo com a alongação da haste floral e terminando com o florescimento da espiga. Na literatura pesquisada foram encontrados registros de estudos da partição de massa seca em condições de campo para uma cultivar de gladiolo (SCHWAB et al., 2015a). Porém, não foram encontrados estudos utilizando diferentes cultivares de gladiolo, a fim de verificar se há diferença na dinâmica de partição da massa seca entre cultivares de gladiolo de diferentes ciclos de desenvolvimento.

#### 2.4.EFICIÊNCIA DO USO DE RADIAÇÃO SOLAR

A radiação solar é um importante fator ambiental que afeta o crescimento das culturas. A radiação interceptada e a eficiência de sua conversão determinam o acúmulo da massa seca da planta. A produtividade da maioria das culturas hortícolas é determinada pela produção da massa seca, sua distribuição e conteúdo nos órgãos de colheita (MARCELIS et al., 1998). Uma técnica comum de modelar a evolução da massa seca em plantas em condições ótimas de ambiente assume que o acúmulo de biomassa seca produzida é proporcional à radiação fotossinteticamente ativa (RFA) acumulada (KIRINY et al., 1989). A declividade desta relação ou eficiência de uso de radiação solar (EUR) é a energia requerida para produzir uma unidade de massa seca em condições ótimas de ambiente (KIRINY et al., 1989).

A EUR é influenciada pelo ângulo foliar, pois quanto mais eretas forem as folhas, maior será a penetração de luz no dossel, o que aumenta a área de folhas que interceptam a luz e, conseqüentemente, aumenta a EUR (FRANCESANGELI; SANGIACOMO; MARTÍ, 2006). Mesmo com baixos ângulos foliares, algumas espécies mudam seus ângulos foliares durante a manhã e ao final do dia para interceptar uma maior porção de luz, o que confere

uma vantagem ecológica (FALSTER; WESTOB, 2003). A EUR é relativamente estável para uma mesma cultura crescendo em diferentes ambientes em condições ótimas de crescimento, porém, alguns fatores podem influenciar sua variação (SINCLAIR; MUCHOW, 1999).

Alguns fatores que influenciam na taxa fotossintética das folhas modificam a EUR, como  $[\text{CO}_2]$  atmosférico, temperatura do ar e déficit hídrico, pois quanto maior a taxa fotossintética, maior a EUR (SINCLAIR; MUCHOW, 1999). De acordo com estes autores, a taxa fotossintética e o conteúdo de Nitrogênio (N) da folha têm uma relação positiva curvilínea com a EUR, ou seja, a EUR aumenta com o aumento destes fatores até um valor máximo, que é quando se estabiliza. Este valor máximo de EUR varia conforme a cultura estudada, devido à variação de seus componentes bioquímicos e sua capacidade fotossintética, sendo que espécies com metabolismo fotossintético do tipo C4 geralmente possuem maior EUR em relação a espécies C3 (SINCLAIR; MUCHOW, 1999).

Dados experimentais confirmam uma relação estreita entre a quantidade de luz interceptada pela cultura e seu crescimento. Para a cultura do alho, Rizzali et al. (2002) estimaram a EUR e encontraram que um valor médio de 2,86 g da massa seca de plantas é produzida para cada MJ de radiação solar interceptada. Para a cultura do brócolis, Francescangeli et al. (2006) realizaram experimentos em dois anos com diferentes densidades de plantas (variando de 2 a 8 plantas  $\text{m}^{-2}$ ) e os valores de EUR aumentaram com o aumento da densidade de plantas (variando de 0,32 a 0,77  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ). Os mesmos autores também relacionaram a EUR com o índice de área folia (IAF) e encontraram uma relação exponencial com a EUR aumentando até um valor de IAF aproximadamente igual a 3,0, e se estabilizando a partir daí. Para a cultura da cebola (*Allium cepa* L.), os valores de EUR encontrados foram de 3,4 a 3,9  $\text{g MJ}^{-1}$  durante o outono e 2,5 a 3,6  $\text{g MJ}^{-1}$  durante a primavera em três anos de cultivo, e que maiores densidades de plantas interceptaram maiores quantidades de radiação solar (BREWSTER et al., 1986).

Como a taxa fotossintética das folhas é importante para determinar a EUR de uma cultura, em muitos casos, a máxima EUR foi reportada na fase vegetativa. Durante as fases de estabelecimento da cultura e germinação das novas sementes a EUR é menor, devido à menor taxa fotossintética das folhas (SINCLAIR; MUCHOW, 1999). Para a cultura do melão, Gallardo et al. (2011) encontraram um valor de EUR para as fases vegetativa e reprodutiva de 5,0 e 3,2  $\text{g MJ}^{-1}$  PAR, respectivamente e de 4,3  $\text{g MJ}^{-1}$  PAR para o ciclo total de crescimento da cultura.

## 2.5. ZONEAMENTO AGRÍCOLA DE RISCO CLIMÁTICO

O clima é o principal fator na determinação do potencial agrícola de uma região e o conhecimento das condições climáticas de uma região é fundamental para a implantação de atividades agrícolas. Com objetivo de quantificar o risco de perdas com base no histórico de eventos climáticos adversos, em 1996 foi criado o zoneamento agrícola de risco climático divulgado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, que constituiu um instrumento de política agrícola e gestão de riscos na agricultura (EMBRAPA, 2017). A determinação da aptidão climática de áreas para o cultivo de espécies de interesse agrícola, levando-se em conta a oferta climática e a distribuição pluviométrica é um dos principais objetivos do zoneamento agrícola de risco climático.

O zoneamento de aptidão agrícola, o zoneamento agroclimático, o zoneamento agrícola e o zoneamento agrícola de risco climático constituem mecanismos para identificar, através de funções matemática e estatísticas, o local e a data mais apropriada para plantar determinada cultura em diferentes regiões brasileiras (EMBRAPA, 2017). Quando a delimitação da aptidão de áreas leva em consideração o fator solo (aspecto edáfico), juntamente ao climático, forma-se o zoneamento edafoclimático (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007). Os trabalhos científicos que deram sustentação à implementação operacional do Programa de Zoneamento Agrícola para o Brasil foram reunidos no volume 9, número 3: “Especial Zoneamento Agrícola no Brasil”, na Revista Brasileira de Agrometeorologia (RBA), dezembro de 2001 (CUNHA; ASSAD, 2001).

Os trabalhos foram realizados pela integração de modelos de simulação de crescimento e de desenvolvimento de culturas, cruzamento de dados de clima e de solo, técnicas de análise de decisão e ferramentas de geoprocessamento (CUNHA; ASSAD, 2001). Os passos para elaboração do zoneamento agrícola de risco climático são a definição do objetivo, a escala geográfica do estudo, a caracterização das exigências climáticas das culturas e o levantamento climático da região. Os resultados são mapas de aptidão climática das regiões e das épocas recomendadas de semeadura ou plantio para as culturas (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

O propósito destes trabalhos foi disponibilizar orientações sobre períodos de semeadura por município e tipo de solo para diferentes Estados da Federação. Em 1996 o Banco Central do Brasil publicou resoluções passando a considerar o zoneamento agrícola de risco climático como referência para aplicação racional do crédito agrícola e para o Programa de Apoio Agropecuário (PROAGRO) (EMBRAPA, 2017). As culturas abrangidas foram,

principalmente, as de grãos, como o trigo (CUNHA et al., 2001a), soja (CUNHA et al., 2001b; FARIAS et al., 2001; JÚNIOR et al., 2001), milho (BRUNINI et al., 2001; JÚNIOR et al., 2001; MALUF et al., 2001a, SANS et al., 2001), feijão (CARAMORI et al., 2001a; MALUF et al., 2001b), café (ASSAD et al., 2001; CARAMORI et al., 2001b; PINTO et al., 2001; SEDIYAMA et al., 2001), arroz irrigado (STEINMETZ; BRAGA, 2001) e arroz de sequeiro (SILVA et al., 2001). Também foram encontrados trabalhos para algodão (NETO et al., 2001a), maçã (BRAGA et al., 2001), mamoneira (NETO et al., 2001b), cajueiro (AGUIAR et al., 2001) e dendezeiro (BASTOS et al., 2001).

Para o Estado do RS, os principais trabalhos de zoneamento agrícola de risco climático indicando épocas mais favoráveis de semeadura foram realizados para culturas de grãos. Para a cultura do trigo, a indicação das épocas aptas de semeadura foi realizada com base em informações climáticas de ocorrência de geadas, principalmente próximo à floração da cultura, que é a fase de desenvolvimento mais sensível, e o excesso de chuva na época da colheita, através de modelos matemáticos (CUNHA et al., 2001a). Não foi considerado o risco de deficiência hídrica no zoneamento para a cultura do trigo no estado do RS. Para o arroz irrigado, os critérios utilizados para indicar o início da semeadura foram a temperatura do solo desnudo a 5 cm de profundidade ser maior ou igual a 20°C e a probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas do ar menores ou iguais a 15°C durante os períodos mais críticos da cultura. Também foi considerado a disponibilidade de radiação solar nas fases reprodutiva e de maturação (STEINMETZ; BRAGA, 2001).

Para as culturas da soja, milho e feijão, foi considerada a disponibilidade hídrica nos períodos críticos de desenvolvimento das culturas como o fator para definição das épocas aptas e inaptas de semeadura. Para a cultura da soja, foi utilizado o modelo de balanço hídrico de Thornthwaite & Mather para definir um calendário de semeadura para a cultura do Estado do RS, conforme o tipo de solo e ciclo da cultivar (CUNHA et al., 2001b). Cálculos de balanço hídrico diário e sua interação com o clima do local, ciclo da cultivar, período de semeadura e tipo de solo também foram utilizados na definição de períodos favoráveis de semeadura para o cultivo de milho (MALUF et al., 2001a) e feijão (MALUF et al., 2001b) no RS. Para a cultura do feijão, geadas tardias durante os meses de agosto e setembro foi outro fator considerado na determinação das épocas de semeadura dessa cultura.

Apesar da importância dos zoneamentos climáticos como ferramentas para tomada de decisão quanto às épocas aptas ou inaptas de plantio ou semeadura visando a redução dos riscos climáticos para as culturas, poucos registros de caracterização de potencial climático ou determinação de data ótima de plantio foram encontrados para culturas de flores. Para a

cultura da Alpinia (*Alpinia purpurata*) (MEDEIROS et al., 2009) realizaram o zoneamento agrícola de risco climático para o Estado do Pernambuco através dos dados de temperatura e precipitação.

Para a cultura do gladiólo, no Estado de Santa Catarina (SC), foi realizado o zoneamento agroclimático para a cultura do gladiólo adotando o método de zoneamento que considera os riscos climáticos através do levantamento das exigências climáticas, cruzamento dos dados com disponibilidade climática e apresentação dos resultados através de mapas (EPAGRI/CIRAM, 2004). No Estado do RS, o modelo PhenoGlad foi utilizado para realizar a determinação da data ótima de plantio desta flor de corte visando a colheita das hastes florais para comercialização no Dia de Finados e no Dia das Mães, auxiliando os produtores que desejam cultivar esta flor nessas datas especiais (BECKER et al., 2017). Porém, com a ampliação do cultivo de gladiólo para outras épocas do ano, principalmente por pequenos produtores do RS, é importante a elaboração de um zoneamento agrícola de risco climático para a cultura no Estado, a fim de reduzir o risco climático para sua produção.



### 3. ARTIGO 1

Aspects of gladiolus growth: radiation use efficiency and dry matter partitioning <sup>(1)</sup>

Original article

**Running title:** RUE and dry matter partitioning in gladiolus

---

<sup>(1)</sup> Artigo formatado nas normas da revista Annals of Botany.

## ABSTRACT

- **Background and Aims** Despite the importance of gladiolus (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) among the cut flowers, there are little informations in the literature in terms of radiation use efficiency (RUE) and dry mass partitioning for different cultivars grown under field conditions. The aim of the present study was to determine the main components of a growth model for gladiolus, such as RUE and its relationship with the air temperature for several gladiolus cultivars, with contrasting developmental cycles and several growing seasons. Additionally, we aimed to describe the dynamics of dry matter partitioning, according to the developmental stages for these cultivars.
- **Methods** Field experiments were conducted over the years 2012 – 2017 at two locations of Rio Grande do Sul state and one location at Santa Catarina state, Brazil. The experiments in the different locations and growing seasons allowed obtaining a wide range of temperature over growing seasons.
- **Key Results** The RUE values varied between 0.4310 g MJ<sup>-1</sup> and 0.9035 g MJ<sup>-1</sup> at optimal range temperature, and the lowest values of RUE were obtained under temperature below 15°C and higher than 22°C. Comparing to other bulb crops, gladiolus had lower RUE, especially because gladiolus have two main sinks, the spike and new corm. This fact results in additional energy expenditure for assimilate transportation and reallocation, compared to other crops that have only one sink. The two sinks of gladiolus are responsible to modulate the dry matter partitioning over the development cycle. These determinations are important and need to be included into the development of feasible growth models of gladiolus.
- **Conclusions** The RUE change according to the genotype and growth temperature. The spike is the main sink at the end of vegetative and over reproductive phase, but at the end of reproductive phase, the new corm becomes the main sink of gladiolus.

**Key words:** *Gladiolus x grandiflorus* Hort., temperature, developmental stages, radiation use efficiency, dry matter partitioning, sink strength, floriculture.

## INTRODUCTION

The economic importance of ornamental horticulture is rising over the last years around world (Gómez-Perez *et al.*, 2018). In Brazil, the area of ornamental plants and flowers is growing around 8% per year, with consumer billings of 6.7 billion in 2016 (IBRAFLOR, 2017). Among the ornamental species, gladiolus (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) is one of the main bulbous cut flower, due to the homogeny distribution of florets in its spike, attractive shapes and size, and long vase life (Sarkar *et al.*, 2014).

Solar radiation is one of the main environment factor that affect crop grow. The radiation intercepted and its conversion efficiency determines the plant dry matter accumulation. The fraction of radiation intercepted is obtained based on the leaf area index (LAI) and coefficient of radiation extinction (Sinclair and Muchow, 1999). The productivity of horticultural crops is a result of the production, distribution and accumulation of dry matter in the harvest organ (Marcelis *et al.*, 1998). One way to model the dry matter accumulation in optimal growing conditions is the assumption that dry matter accumulation is proportional to the photosynthetic active radiation (PAR) accumulated (Kiniry *et al.*, 1989). The slope of this relation (dry matter accumulated  $\times$  PAR accumulated) is considered the radiation use efficiency (RUE), and it is the energy necessary to produce one unit of dry matter in optimal environment conditions (Kiniry *et al.*, 1989).

Besides the radiation, the temperature of environment affects the grow (Andrade *et al.*, 1993) and development of plants, especially gladiolus (Uhlmann *et al.*, 2017). According to Andrade *et al.* (1993), temperatures below 20°C affects negatively the RUE in maize during filed experiments. For onions, Brewster *et al.* (1986) found differences in RUE between growing seasons and years, with lower RUE in summer and higher in autumn, when the average temperatures were lower. Brown *et al.* (2006) obtained a linear increase of the RUE from 0.6 up to 1.6 g MJ<sup>-1</sup> with increase of temperature from 6 up to 18°C for alfalfa.

On the other hand, some studies demonstrated that the RUE have no relation with the temperature for maize (Sinclair and Muchow, 1999). In garlic, Rizzalli *et al.* (2002) concluded that low temperature could be the factor that contributed to RUE reduction at the first developmental stages of the crop. In these studies, there was not a great range of temperature variation. Nevertheless, in the literature were not found studies on RUE and the effect of the growing temperature on RUE in gladiolus under field conditions. Thus, it is important to evaluate the RUE, which will allow the development of mathematic models for gladiolus growth. Besides the knowledge of RUE, another important step in plant models is know how the dry matter is partitioned in the different plant organs over the developmental stages (Rizzalli *et al.*, 2002).

The knowledge of how the photo-assimilates are distributed in the plant organs, according to each developmental stage, is important to increase the accumulation of assimilates in the harvest organ, such as fruits, flowers, bulbs and grains (Robinson *et al.*, 1980). The dry matter partitioning occurs according to the evolution of the developmental stages of the crop, with specific organs acting as main sink in each developmental stage. For gladiolus, the developmental stages are partitioned in four phases: corm dormancy, sprouting, vegetative and reproductive phase (Schwab *et al.*, 2015).

The accumulation of dry matter in gladiolus have three phases. First phase happens over the sprouting and vegetative phase, ending with the heading. In the second phase, the plant show a fast dry matter accumulation, ending with begin of floral spike elongation. The third phase show fast dry matter accumulation in the spike during elongation and flowering (Gómez-Perez *et al.*, 2018). This study determined the dry matter partitioning for only one gladiolus cultivar and under controlled environment, not in field. However, in the literature the studies showing the dynamics of dry matter partitioning under field conditions for several

cultivars, with different developmental cycles, are scarce showing the necessity of more studies in this field of knowledge.

In this context, the present study aimed to determine the RUE and its relationship with air temperature for several gladiolus cultivars and growing seasons in field conditions. Additionally, we aimed to evaluate the dynamics of dry matter partitioning for these cultivars. These analyses are the main components for the developing of mathematic models of crop growing under field conditions.

## **MATERIAL AND METHODS**

### *Field experiments*

Field experiments were conducted in two locations (Santa Maria and Frederico Westphalen) across the Rio Grande do Sul State and in one location (Curitibanos) in Santa Catarina State, Brazil, located in the southeast of South America (Fig. 1), during six years (2012 – 2017). The experiments in Santa Maria were conducted at the experimental station of the Departamento de Fitotecnia of the Federal University of Santa Maria (UFSM) (latitude: 29° 43'S, longitude: 53° 43'W and altitude: 95m), in Frederico Westphalen at the experimental area of UFSM (Frederico Westphalen campus) (latitude: 27° 23' 47.58" S, longitude 53° 25' 41.24" W and altitude: 489m), and in Curitibanos at the experimental station of the Federal University of Santa Catarina (UFSC) (latitude: 27° 16' 24.45" S, longitude 50° 30' 10.94" W and altitude: 992m). In Santa Maria, two experiments were also conducted in a commercial farm during the Spring 2015 and Autumn 2017, totaling eleven field experiments conducted to determine the RUE in gladiolus with different cultivars, planting dates, and sites (Table 1).

The experiments were conducted in the three locations to provide a wide range of environmental conditions during the growing season, especially to obtain a wide range of

temperature variation. The average annual temperature in Santa Maria is 19.4°C, 20.4°C in Frederico Westphalen and 16.5°C in Curitiba (Uhlmann *et al.*, 2017). The soil in Santa Maria is a transition between a Typic Hapludalf soil and a Rhodic Paleudalf soil, in Frederico Westphalen is a Rhodic Hapludox, and in Curitiba is a Hapludcept (USDA, 1999). Some of these experiments conducted in Santa Maria, where plants were sampled at more developmental stages, according to Schwab *et al.* (2015), were selected to determine the dry matter partitioning in gladiolus (Table 2).

Daily weather data were obtained from a conventional weather station of the Brazilian National Weather Service (INMET) located approximately 100 meters from the trials in Santa Maria and from an automated weather station located at about 50 m from the trials in Frederico Westphalen and about 10 km from the trials in Curitiba. In the on-farm experiment, data were from an automated weather station located 4.5 km from the trial.

For the field experiments (Table 1 and 2), were performed plots of 22 m<sup>2</sup> for each cultivars (22 m × 1 m). In each of this plot were planted 220 corms. The date of plants emergency was assumed to be at the moment that 50% of the plants are visible above soil surface. At each developmental stage (VE, V1, V2, V3, ..., V7, R1, R2 and R4) were collected six plants of each cultivar to determine dry matter of each organ. The sampling of plants to dry matter evaluation was performed when 50% of the plants were at the specific developmental stage. The sampling of plants begins at emergency (VE) until end of flowering (R4), according to the phenological scale proposed by Schwab *et al.* (2015). The experiments were performed under potential condition, without water and nutrient deficiency. The irrigation of the experiments was performed by drip system avoiding water deficit. The control of weeds was carried out by hoeing.

#### *Radiation use efficiency*

The determination of intercepted radiation ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ ) was performed by the following equation:

$$\text{RSi} = \text{PAR} * [1 - \exp(-\text{KDF} * \text{LAI})] \quad (1)$$

Where RSi = photosynthetic active radiation intercepted ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ ), PAR = photosynthetic active radiation ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ ), the PAR was considered 50% of solar radiation (Sinclair and Muchow, 1999), LAI = leaf area index and KDF = coefficient of solar radiation extinction.

A sensibility analyses for KDF values of 0.2, 0.3 and 0.4 was performed. To obtain the best KDF values we searched in the literature for crops with similar canopy and leaf architectures. Taken in account that the gladiolus have an erect leave canopy and the radiation extinction is low the KDF was assumed to 0.2.

In each developmental stage, was measured the length and width of each leaf in six plants. The LAI was calculated according to Schwab *et al.* (2014), using the following equation:

$$\text{LA} = 0.644 (\text{L} * \text{W}) \quad (2)$$

Where LA = leaf area of each leaf in  $\text{cm}^2$ , L = leaf length (cm), and W = largest leaf blade width (cm). The LA of all leaves was summed and divided by the soil area occupied of each plant ( $800 \text{ cm}^2$ ) to obtain the LAI.

The LAI measurements were performed at every developmental stage and to calculate the RUE is necessary the daily LAI evolution was adjusted a logistic equation:

$$y = a + \frac{b}{[1 + (\frac{x}{c})^d]} \quad (3)$$

Where  $y = \text{LAI}$ ,  $a =$  lowest limit of the curve, considered zero,  $b =$  difference between the maximum and minimum of the curve,  $c =$  days after emergency (DAEM) that resulted in 50% of dependent variable,  $d =$  slope of the curve around  $c$  and  $x = \text{DAEM}$ . The coefficients 'a', 'b', 'c' and 'd' of the logistic equation were adjusted to the LAI data obtained at field by the

Solver of Microsoft Excel, which adjusted the coefficients according to the lowest error. With the logistic equation was possible to determine the daily evolution of LAI after emergency. With the data of daily LAI was calculated the RSi. The RSi data were accumulated and correlated to total dry matter per plant, excluding old corm. To perform the RUE determination, were used dry matter data after V4 (4 leaves), because at early developmental stage the gladiolus plant grow is a function of old corm assimilate reallocation (Schwab *et al.*, 2015).

The RUE was considered the slope of the linear regression between dry matter and PAR accumulated after crop emergency (Kiniry *et al.*, 1989). RUE estimation was carried out for each cultivar in each planting date and location. The RUE values obtained were correlated to the average temperature of the growing season to obtain the influence of temperature on RUE. For determine the correlation between RUE and temperature were used the experiments described in Table 1.

#### *Dry matter partitioning*

At each developmental stage were sampled six plants of each cultivar for the growing seasons described in Table 2. The plants were desiccated in the following compartments: roots (filiform and contractile), old corm, new corm, leaves, spike and cormels. Each compartment was put into the oven at 60°C until constant weight, for dry matter determination. The dynamic of dry matter partitioning for each compartment of plants was expressed in percentage of total dry matter of each plant.

## **RESULTS AND DISCUSSION**

#### *Leaf Area Index*



In figure 2 is showed an example of the evolution of LAI in field and the adjusted logistic equation for six gladiolus cultivars corresponding to four developmental cycles (Purple Flora – early, Amsterdam – intermediate I, Green Star, White Goddess and Jester – intermediate II and Gold Field – Late) for experiment 5 (Table 1). A slow increase in LAI happens until 20 DAEM. After this phase, an exponential increment of LAI happens until end of vegetative phase (Figure 2). The LAI remain almost constant after begin of reproductive phase (R1), moment that the plants reach the maximal LA.

The maximal LAI values stay between 1 and 1.5, changing according to the cultivar. Early cultivars, such as Purple Flora (Figure 2A), have lower LAI compared to the late one, like Gold Field (Figure 2F). An interesting result is that the LAI values did not reduce until the end of flowering, which is totally different compared to other bulbous crops such as garlic, that show a reduction of leaf area (Rizzalli *et al.*, 2002). This different response of gladiolus is because until the end of flowering, the main sink of the photo-assimilates is the floral spike and, after spike is harvest, the new corm is the main sink. To allow the new corm to grow, the leaves need to be staying active after flowering end, explaining no reduction of leaf area after flowering.

#### *Radiation-use efficiency*

The correlation between dry matter accumulated ( $\text{g plant}^{-1}$ ) and PAR for six gladiolus cultivars in the experiment 5 are showed in Figure 3. A high determinations coefficients ( $R^2$ ) were obtained, ranging between 0.7785 for Purple Flora (Figure 3A) to 0.9891 for Gold Field (Figure 3F). For the RUE determination were only considered the data of dry matter after V4 (four leaves), because at early developmental stages the plant grow is a response photo-assimilates reallocation of the old corm, as showed for gladiolus (Gómez-Perez *et al.*, 2018) and other bulbous crops, like garlic (Rizzalli *et al.*, 2002), and lily (Chang and Miller, 2003).

The dry matter data accumulation was considered until harvest point of the crop (R2), because after this developmental stage the dry matter stabilizes and the photosynthetic activity have a trend to decline. For maize, Sinclair and Muchow (1999) also not used the data of dry matter accumulation during grain filing to determine the RUE.

A variation of RUE was observed between the cultivars studied, Purple Flora had higher RUE ( $0.8605 \text{ g MJ}^{-1}$ ) compared to Gold Field ( $0.5766 \text{ g MJ}^{-1}$ ) in the experiment 5 (Figure 3). This result showed that as longer the crop cycle lower efficient is the plant in the PAR conversion to dry mass. This fact could be related to some physiological differences between cultivars, such as optimal temperature for photosynthesis. Another explanation of the lower RUE, in late cultivars, could be the higher energy consumption to cell maintenance, since the greater mass accumulated by these cultivars requires energy to maintain cellular activities, resulting in higher consumption of reserves and consequently lower liquid photosynthesis.

The RUE values obtained for gladiolus are lower compared to other bulbous crops, such as onions ( $1.58 \text{ g MJ}^{-1}$ ) (Brewster *et al.*, 1986) and garlic ( $2.9 \text{ g MJ}^{-1}$ ) (Rizzalli *et al.*, 2002). This can be explained because the gladiolus have two main sinks, spike and new corm, until the end of flowering the main sink is the spike and, after, the new corm. This process of transport and relocation of assimilates has an additional energy cost when compared to crops that have a single sink. The higher RUE in garlic could also be attributed to the higher LAI (4.2) (Rizzalli *et al.*, 2002), when compared to gladiolus, where the maximal LAI values were 1.5.

It could be that the lower RUE values for gladiolus are because low LAI (1 up to 1.5), which result in low radiation interception. For onions, was observed the same trend (Brewster *et al.*, 1986; Tei *et al.*, 1996), crop that also has low LAI and erect leaf canopy. Additionally, at early developmental stages of onions, the RUE values are low ( $0.9 \text{ g MJ}^{-1}$ ) and increase at

the end of crop cycle ( $5.08 \text{ g MJ}^{-1}$ ) (Tei *et al.*, 1996). Perhaps, the RUE variation over the crop cycle is a result of LAI variation and the age of the tissues, because the photosynthetic and respiration change according to tissue age.

The correlation between growing temperature and RUE for several gladiolus cultivars is showed in Figure 4. The RUE is zero in temperatures below  $7^{\circ}\text{C}$  (Vidalie, 1990), increase with temperature until  $15^{\circ}\text{C}$  and remain almost constant between 15 and  $22^{\circ}\text{C}$ , and decrease in temperatures above  $22^{\circ}\text{C}$ , being zero in temperature above  $40^{\circ}\text{C}$  (International Flower Bulb Centre, 2011).

In the temperature range between 15 and  $22^{\circ}\text{C}$  the highest values of RUE were found, indicating that this could be the optimal temperature range for RUE in gladiolus. This range of temperature is also the optimal to spike growing in gladiolus (Mohammed, 2005). For rice, the optimal temperature range for RUE is between 22 and  $32^{\circ}\text{C}$ , being zero in temperatures below  $9^{\circ}\text{C}$  and higher than  $45^{\circ}\text{C}$  (Soltani *et al.*, 2001). Nevertheless, evaluating the RUE values at the optimal range temperature, 15 up to  $22^{\circ}\text{C}$ , is noteworthy a great variation, ranging from  $0.431 \text{ g MJ}^{-1}$  in Gold Field until  $0.9045 \text{ g MJ}^{-1}$  for Purple Flora. This fact is related to the genotype, since cultivars, as Gold Field and Jester, are older when compared to Purple Flora and Amsterdam. Cultivars develop recently, as Purple Flora and Amsterdam, have a short cycle and there are more efficiency in conversion of PAR to dry matter. A similar response was observed in rice, were conventional cultivars had lower RUE compared to the hybrid one, conventional had a RUE of  $2.39 \text{ g MJ}^{-1}$  (Kiniry *et al.*, 2001) and the hybrid a RUE of  $2.93 \text{ g MJ}^{-1}$  (Ribas *et al.*, 2016).

The RUE had a quadratic response to temperature for the cultivars studied (Figure 4), especially in the case were great variability in temperature between growing seasons was obtained. Confirming the results of the analysis of all cultivars together, the highest RUE values were obtained between 15 and  $22^{\circ}\text{C}$ , and are reduced in temperatures below and

above. For onions, Brewster *et al.* (1986) found higher RUE in autumn, where the temperature ranged between 11.9 and 13.1 °C, compared to growing in spring, where the temperature was higher and between 16.9 and 19.1 °C. These authors attributed the higher RUE under lower growing temperature to the reduced respiration rate and consequently higher dry matter accumulation.

The temperature affects the photosynthetic activity of the leaves, reducing the RUE in extreme temperatures (Andrade *et al.*, 1992; Sinclair and Muchow, 1999). For alfalfa, the RUE showed a linear increase with the temperature, ranging between 0.6 g MJ<sup>-1</sup> and 1.6 g MJ<sup>-1</sup>, for a temperature range of 6°C up to 18°C (Brown *et al.*, 2006). Perhaps, at the present study happens the same, because the RUE increase until 15°C and reduce in temperatures above 22°C. The reduction of RUE observed in temperatures above 22°C for gladiolus could be a result of higher photorespiration, since the oxygenation of ribulose biphosphate carboxylase oxygenase (Rubisco) increase with the temperature, especially above the optimal (Taiz and Zeiger, 2013).

According to the results obtained at the present study and the ones of the literature, is extremely important the inclusion of a RUE response function to temperature in models, to have an accurate dry matter estimation. The inclusion of this function in mathematic models to simulate dry matter accumulation in gladiolus will allow the use of the model in several climates, making the model feasible in several locations and not only on the one that it was calibrated.

### *Dry matter partitioning*

The dynamics of dry matter partitioning for several gladiolus cultivars is showed in Fig. 5. Dynamic of dry matter partitioning was showed according to the phenological scale for gladiolus (Schwab *et al.*, 2015). At the first developmental stages (VE

until V4), the highest percentage of dry matter corresponds to the old corm (Fig. 5A). The old corm lost quickly its dry matter, due to translocation of the carbohydrates to initial plant growth (Fig. 6). After the developmental stage V4, the dry matter of the old corm remains almost constant because the carbohydrate storage is finished. From this developmental stage onwards, the gladiolus plant growth is completely independent from carbohydrates of the old corm, obtaining energy from photosynthesis (Gómez-Perez *et al.*, 2018).

For other bulbous crops, such as lily (Chang and Miller, 2003) and garlic (Rizzalli *et al.*, 2002), the development and grow at the first stages is mainly due to translocation of carbohydrates from bulb, confirming the results obtained for gladiolus. Additionally, the size of the old corm also plays a fundamental role at initial grow, as bigger the old corms faster the translocation of carbohydrates to the grow tip and consequently faster leaves grow (Gómez-Perez *et al.*, 2018).

From the old corm are formed the filiform roots, which remain active until V4 (Schwab *et al.*, 2015). These roots had the highest dry matter at the developmental stages V1 – V4 (Fig. 6E). After these stages, its dry matter reduce to 1.2 – 1.5 % of total dry matter of plant. The reduction of filiform roots after V4 is results of the reduction of dry matter of old corm, losing its functionality as the reserve of carbohydrates of old corm are lost. According to Robinson *et al.*, (1980), the roots have low sink strength over all the developmental stages of gladiolus.

Over the vegetative phase, the leaves are the main sinks and its dry matter increase rapidly until V6 – V7 (Fig 5B). The fast dry matter accumulation is the stage II of gladiolus growth proposed by Gómez-Perez *et al.* (2018). According to the authors, this is a result of higher net photosynthesis, and storage of the carbohydrates in leaves. These carbohydrates are later translocated to the spike. Robinson *et al.* (1980) studied the role of each leaf as source of carbohydrates over the gladiolus development with Carbono 14. At the first developmental

stages, the first and third leaves are the main sources of carbohydrates for spike initialization, over the flowering, the sixth leaves is the main source of carbohydrates for the spike.

At the moment that the reproductive phase starts, the accumulation of dry matter in leaves stabilizes (Fig. 5B), because there is no development of new leaves. At the end of flowering, the dry matter of leaves reduces, because of the carbohydrate translocation from the leaves to the spike, due to higher sink strength of this organ.

Floral spike development begins at V3 – V4, but its dry matter and sink strength is very low, so its dry matter was not accounted for. Between the developmental stages V7 – R2, the dry matter accumulation of the spike is exponential, representing 35 – 40% of total dry matter of the plant (Fig. 5C). After the developmental stage R4 all the florets of the spike were opened, and the main sink of gladiolus change to the new corm, which have the highest dry matter accumulation at R6, moment that all leaves lost its functionality (data not showed).

The development of the new corm begins between VE – V1 (Fig. 5D). Its growing is slow between VE – R2, and stabilizes between R1 – R2, because of the high sink strength of the spike. However, after R2 the dry matter of the new corm increases rapidly (Fig. 5D) because of the reduction of sink strength of the spike. These results corroborates the one obtained by Robinson *et al.* (1980), which observed two phases of the new corm growth, the first at the vegetative development, followed by a rapidly growth after the flowering. From the new corm are formed the contractile roots (Fig. 5F). The dynamic of dry matter accumulation in this organ changes between the cultivars. For almost all cultivars studies the contractile roots development begin at V4, when the filiform roots lost its functionality. The maximal dry matter accumulation in contractile roots is between V7 – R1 developmental stages (Figure 5F).

From the new corm develop the cormels. The dry matter accumulation varies between cultivars (Fig. 5G), especially after begin of reproductive phase. The differences in dry matter

accumulation have no relation with the developmental cycle, but this is a genotypic characteristic (Kumawat *et al.*, 2018). According to the results, there is a tendency that cultivar developed recently, as Purple Flora and Amsterdam, had lower accumulation of dry matter in cormels, when compared to older cultivars, like Gold Field, Rose Friendship, Peter Pears, etc. This could be an effect of plant breeding focused on the development of better spikes as the production of propagation organs. This variation between cultivars for cormel accumulation is an important information for producers, who wish to produce bulbs or those who are interested only in the production of flower spikes. The percentage of dry matter of the cormels was between 0.4 – 8.4 % until end of flowering. The cormels and the new corm have the maximal dry matter at R6 (data no showed).

Analyzing all data together is noteworthy that the dynamics of dry matter partitioning in gladiolus is modulated by two main sinks: the floral spike and the new corm. This fact results in a different response when compared to other bulb crops, which have only one main sink, the bulb (Rizzalli *et al.*, 2002). Additionally, the partitioning of dry matter for the 10 cultivars studied was similar for almost all compartments. Only some cultivars, like Purple Flora, had a differentiable floral spike grow, especially between developmental stage V5 – R2 (Fig. 5C). This could be a result of the precocity of this cultivar. The cultivar Peter Pears had faster translocation of the carbohydrates of the old corm (Fig. 5A), resulting in higher leaf grow (Fig. 5B), corroborating with Gómez-Perez *et al.* (2018). However, it was not observed a response pattern that allowed grouping the cultivars by the similarity of dry mass partitioning.

### *Conclusions*

In summary, the RUE values of gladiolus grown under field conditions ranged between 0.4110 g MJ<sup>-1</sup> until 0.9035 g MJ<sup>-1</sup> at the optimal temperature range (15 – 22°C).

Below and above these temperatures the RUE is reduced. The response function of RUE to temperature should be included in mathematic models of gladiolus grow, to give more feasible models.

The dynamics of dry matter partitioning of gladiolus is modulated according to the developmental stage and sink strength of the spike and new corm. Until V4, the plant grow is due to reallocation of carbohydrates of the old corm. After V4, the development of the floral begins within the plant and a rapid increase of the dry mass of leaves happens. From V7 – R2 there is a rapidly increase in the dry mass of the spike, being the main sink of the plant at these developmental stages, causing a stagnation in dry matter accumulation of the new corm. After flowering, the new corm and cormels are the main sinks of gladiolus. The dynamics of the dry matter partitioning of the corm and cormels are the ones that have the biggest change between the cultivars.

### **ACKNOWLEDGEMENTS**

Authors thank to Darlan Scapini Balest, Mara dos Santos Braga, Waleska Bolson Silveira, and Eduardo Evaldt Silveira for their valuable help in collecting data. This study was funded by CNPq, Proc. N. 140544/2016-0.



## REFERENCES

- Andrade FH, Uhart SA, Cirilo A. 1993.** Temperature affects radiation use efficiency in maize. *Field Crops Research* **32**: 17-25.
- Brewster JL, Mondal FM, Morris GEL. 1986.** Bulb development in Onion (*Allium cepa* L.) IV. Influence on yield of radiation interception, its efficiency of conversion, the duration of growth and dry-matter partitioning. *Annals of Botany* **58**: 221-233.
- Brown HE, Moot DJ, Teixeira EI. 2006.** Radiation use efficiency and biomass partitioning of lucerne (*Medicago sativa*) in a temperate climate. *European Journal of Agronomy* **25**: 319-327.
- Chang YC, Miller WB. 2003.** Growth and calcium partitioning in liliun ‘Star Gazer’ in relation to leaf calcium deficiency. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **128**: 788-797.
- Gómez-Perez L, Valdez-Aguilar LA, Cadena-Zapata M, Cartmill DL, Cartmill AD, Benavides-Mendoza A. 2018.** Biomass and accumulation of Potassium, Calcium, and Magnesium in *Gladiolus* as affected by heat units and corm size. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* **49**: 344-357.
- Ibraflor. 2017.** O mercado de flores no Brasil. <<http://www.ibraflor.com/site/wp-content/uploads/2017/11/release-imprensa-ibraflor-10-2017.pdf>>. 01 Jul. de 2018.
- International Flower Bulb Centre. 2011.** *Gladiolus as cut flowers: Guidelines for cut flower production*, 1th edn. AD Hillegom: International Flower Bulb Centre, The Netherlands.
- Kiniry JR, Jones CA, O’toole JC, Blanchet R, Cabelguenne M, Spanel DA. 1989.** Radiation use-efficiency in biomass accumulation prior to grain-filling for five grain-crop species. *Field Crops Research* **20**: 51-64.
- Kiniry JR, Mccauley G, Xie Y, Arnold JG. 2001.** Ride parameters describing crop performance of four U.S. cultivars. *Agronomy Journal* **93**: 1354-1361.

- Kumawat P, Sisodia A, Singh A. 2018.** Evaluation of gladiolus cultivars for plant growth and corm production. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* **7**: 3083-3085.
- Marcelis LFM, Heuvelink E, Goudriaan J. 1998.** Modelling biomass production and yield of horticultural crops: a review. *Scientia Horticulturae*. **74**: 83-111.
- Mohammed MMB. 2005.** *Evaluation of the performance of four gladiolus (Gladiolus Hybrida) cultivars under Khartoum conditions.* PhD Thesis, University of Khartoum, Sudan.
- Ribas GG, Streck NA, Lago I. et al. 2016.** Acúmulo de matéria seca e produtividade em híbridos de arroz irrigado simulados com o modelo SimulArroz. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* **51**: 1907-1917.
- Rizzalli RH, Villalobos FH, Orgaz F. 2002.** Radiation interception, radiation-use efficiency and dry matter partitioning in garlic (*Allium sativum* L.). *European Journal of Agronomy* **18**: 33-43.
- Robinson M, Harav I, Halevy AH. 1980.** Distribution of assimilates from various source leaves during the development of *Gladiolus x grandiflorus*. *Annals of Botany* **45**: 113-122.
- Sarkar MD. 2014.** Vegetative, floral and yield attributes of gladiolus in response to gibberelic acid and corm size. *Scientia Agriculturae* **3**: 142-146.
- Soltani A, Zeinali E, Galeshi S, Niari N. 2001.** Simulating G F D L predicted climate change impacts on rice cropping in Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology* **3**: 81-90.
- Schwab NT, Streck NA, Rehbein A, et al. 2014.** Dimensões lineares da folha e seu uso na determinação do perfil vertical foliar de gladiolo. *Bragantia* **73**: 97-115. (In Portuguese, with Abstract in English).

- Schwab NT, Streck NA, Becker CC, Langner JA, Uhlmann LO, Ribeiro BSMR. 2015.** A phenological scale for the development of *Gladiolus*. *Annals of Applied Biology* **166**: 496-507.
- Sinclair TR, Muchow R. 1999.** Radiation Use Efficiency. *Advances in Agronomy* **65**: 215-265.
- Taiz L, Zeiger E. 2013.** *Fisiologia Vegetal*, 5th edn. Porto Alegre: Artemed.
- Tei F, Scaife A, Aikman DP. 1996.** Growth of Lettuce, Onion, and Red Beet. 1. Growth analysis, light interception, and radiation use efficiency. *Annals of Botany* **78**: 633-643.
- Uhlmann LO, Streck NA, Becker CC, et al. 2017.** PhenoGlad: A model for simulating development in *Gladiolus*. *European Journal of Agronomy* **82**: 33-49.
- USDA. 1999.** *Soil taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*, 2th edn. Washington: USDA.
- Vidalie H. 1990.** *Les productions florales (Collection Agriculture d'Auzourd'hui)*, 1th edn. Paris, France: Éditions Tec Et Doc/Lavousier.

TABLE 1. *Experiments in Brazil with locations, Gladiolus cultivars and planting dates (dd/mm/yyyy) used as data sets in the study to determine the RUE*

Experiment number	Location	Cultivars	Planting dates
1	Santa Maria	Rose Friendship, Jester (only on 14/09/2013), Amsterdam (only on 14/09/2013).	18/04/2012, 14/09/2013
2	Santa Maria	Jester, Amsterdam, Green Star, Peter Pears	17/07/2013
3	Santa Maria	White Friendship, Rose Friendship, Purple Flora	24/02/2014
4	Santa Maria	White Goddess, Jester, Green Star, Purple Flora, Amsterdam, Gold Field	10/11/2014
5	Santa Maria	White Goddess, Purple Flora, Amsterdam, Green Star, Jester, Gold Field	28/07/2015
6	On Farm Santa Maria	White Goddess, Purple Flora, Amsterdam, Green Star, Jester, Gold Field	27/07/2015
7	Curitibanos	White Goddess, Purple Flora, Amsterdam, Green Star, Jester, Gold Field	29/09/2015
8	Santa Maria	Jester, Peter Pears, Purple Flora	02/12/2016
9	Frederico Westphalen	White Goddess, Purple Flora, Amsterdam, Green Star, Jester, Gold Field	03/08/2015
10	On Farm Santa Maria	Jester, Gold Field, Peter Pears, Amsterdam, Green Star, Rose Friendship	20/02/17
11	Curitibanos	Jester, Gold Field, White Goddess, Peter Pears	17/02/17, 08/03/2017

TABLE 2. *Planting dates (dd/mm/yyyy) and experiments with Gladiolus cultivars in Santa Maria used for determinating the dry matter partitioning in gladiolus*

Cultivar	Planting dates	Experiment number
Jester, Green S., Amsterdam	17/07/13, 10/11/14, and 28/07/15	2, 4 and 5
Gold F., White G.	10/11/14 and 28/07/15	4 and 5
Purple F.	10/11/14, 10/03/14, and 28/07/15	3, 4 and 5
Rose Friendship	14/09/12, and 10/11/14	1 and 4
White Friendship	24/02/14	3
Peter Pears	17/07/13	2
Red Beauty	14/07/17, and 06/09/17	-

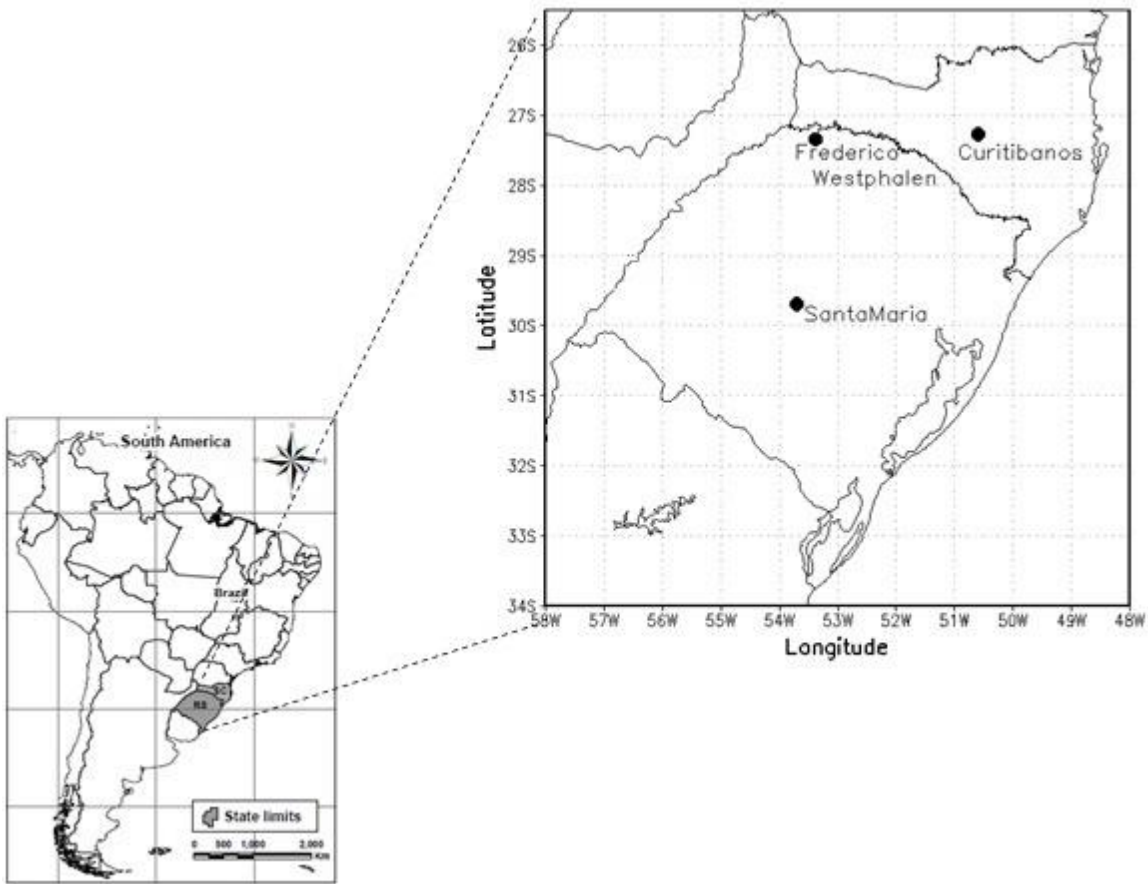


FIG. 1. *Maps of South America and Brazil (A), and the States of Rio Grande do Sul and Santa Catarina (B) with the three sites where field experiments with gladiolus were conducted (Santa Maria, Frederico Westphalen, and Curitibanos). The field experiment on a commercial farm was in Santa Maria.*

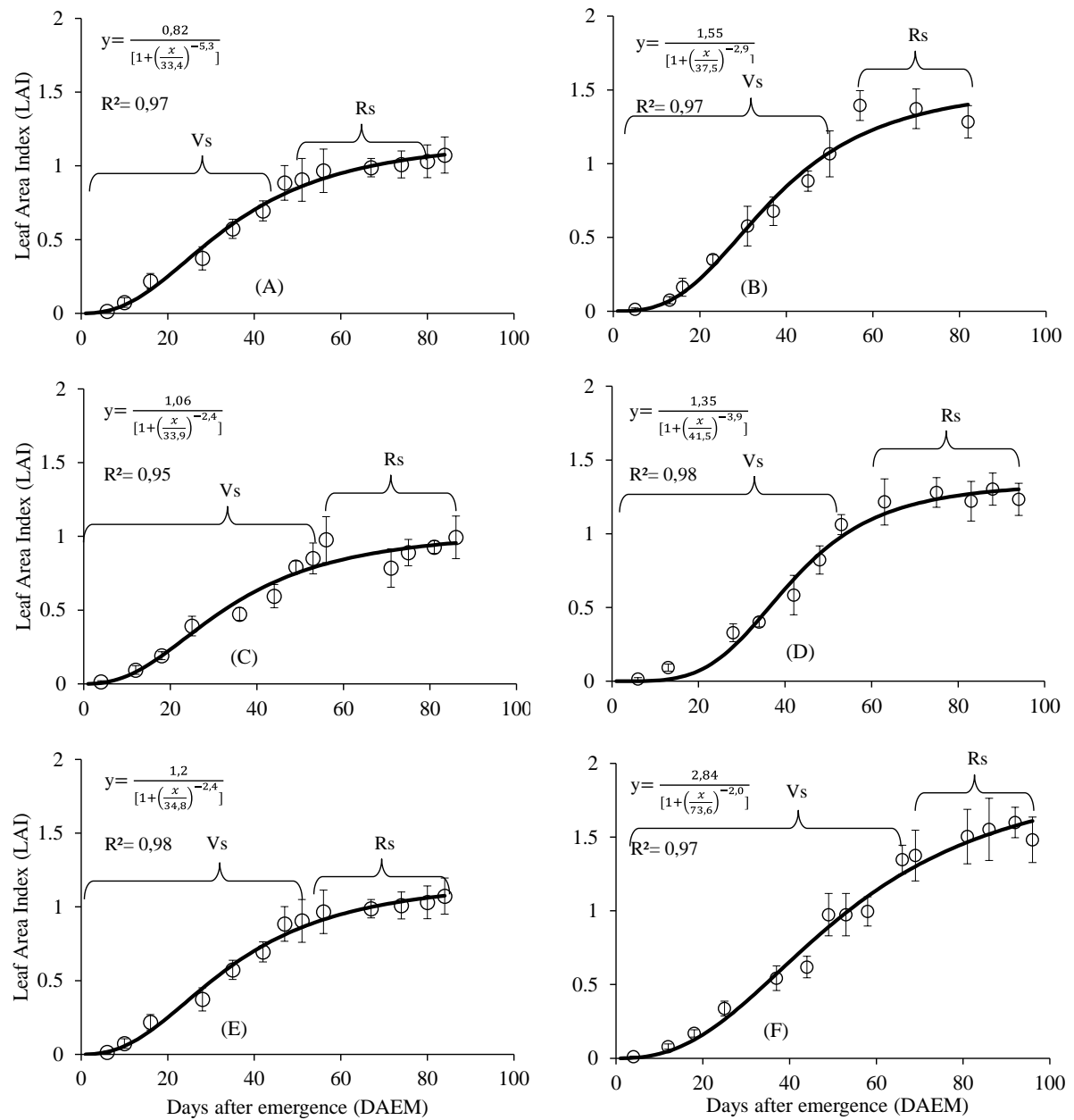


FIG. 2. Leaf area index (LAI) simulated by the logistic equation (line) and observed in field (dots) over vegetative (Vs) and reproductive (Rs) for several gladiolus cultivars: (A) Purple Flora, (B) Amsterdam, (C) Green S., (D) Jester, (E) White G. and (F) Gold F. planted at 07/28/2015. Santa Maria, RS, Brazil.

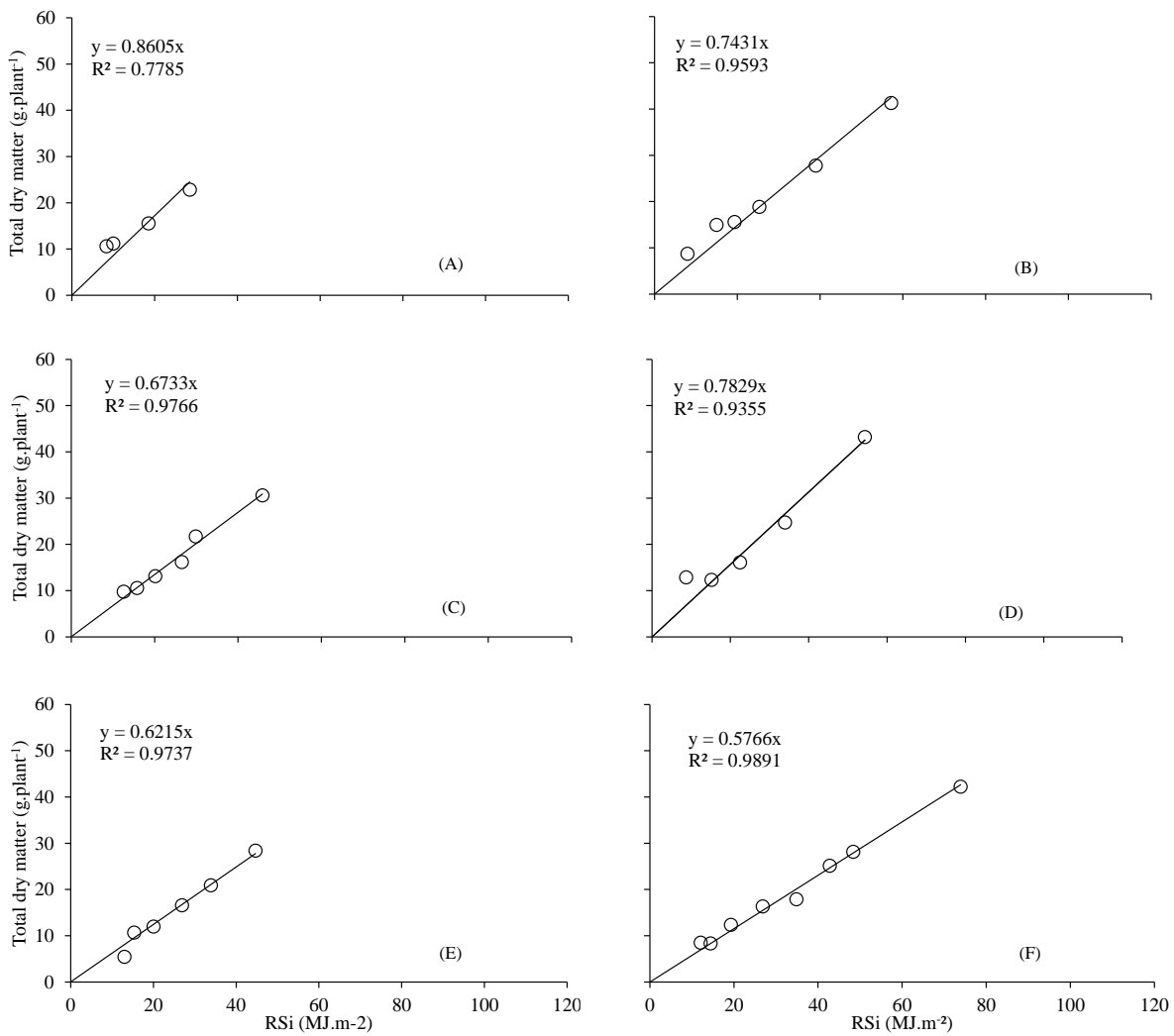


FIG. 3. Total dry matter per plant (g) versus photosynthetic active radiation intercepted ( $MJ\ m^{-2}\ day^{-1}$ ) for six gladiolus cultivars: (A) Purple Flora, (B) Amsterdam, (C) Green S., (D) Jester, (E) White G. and (F) Gold F. planted at 07/28/2015. Santa Maria, RS, Brazil.



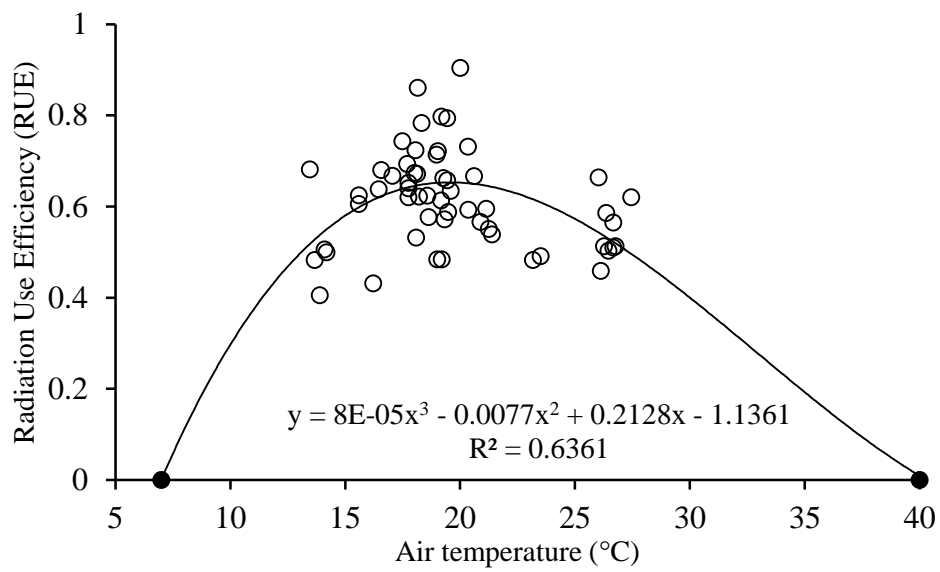


FIG. 4. RUE versus average temperature over the growing season in eight gladiolus cultivars grown in different seasons, planting dates, and locations. Dots filed with black show the cardinal temperatures, minimal (7°C) (Vidalie, 1990) and maximal (40°C) (International Flower Bulb Centre, 2011) for gladiolus growing.

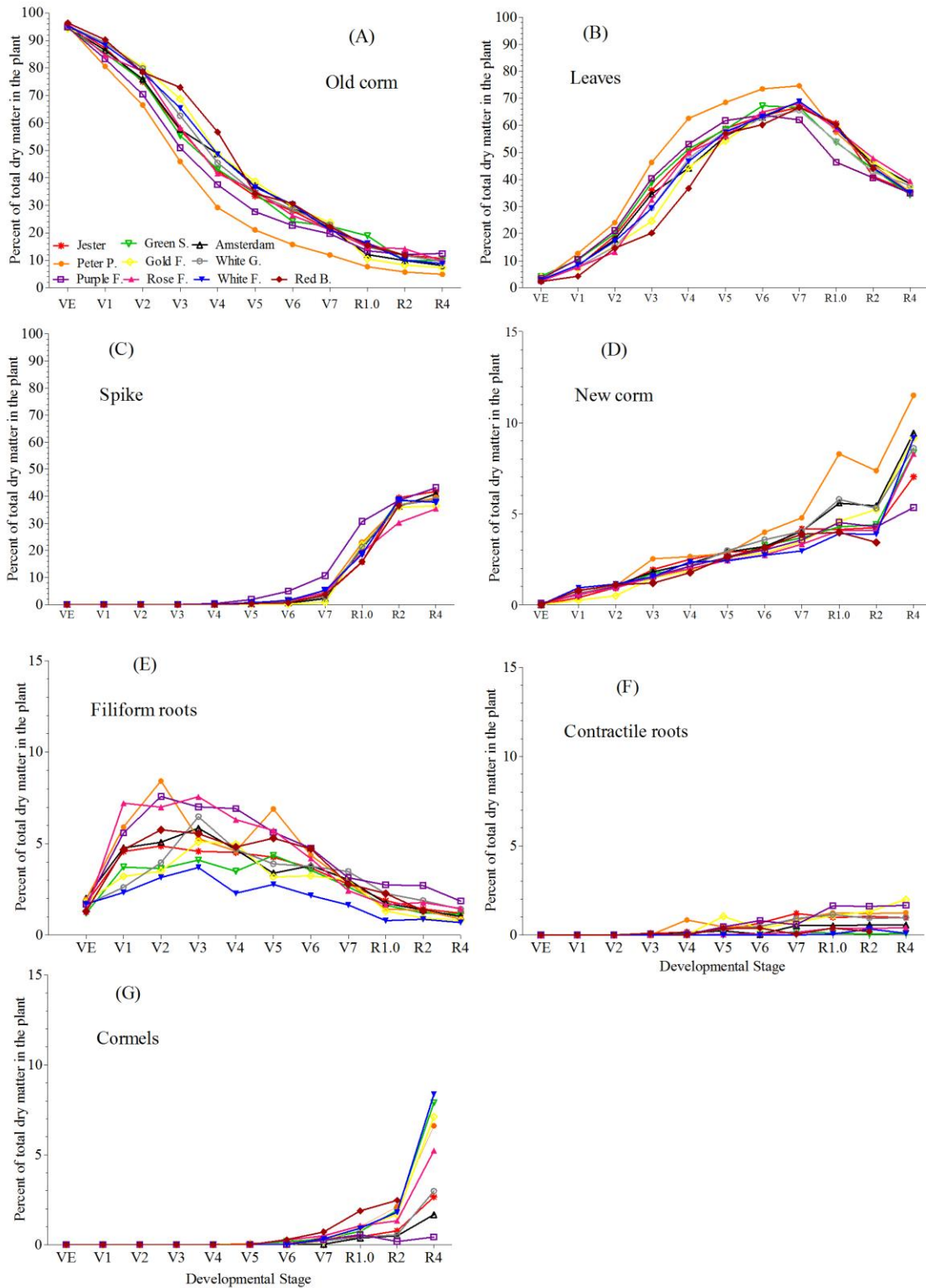


FIG. 5. Dry matter partitioning for the different gladiolus compartments: old corm (A), leaves (B) spike (C), new corm (D), filiform roots (E), contractile roots (F) and cormels (G) in function of the developmental stages, vegetative (Vs) and reproductive (Rs) for 10 gladiolus cultivars. Each dot is the average of the seasons of Table 2.

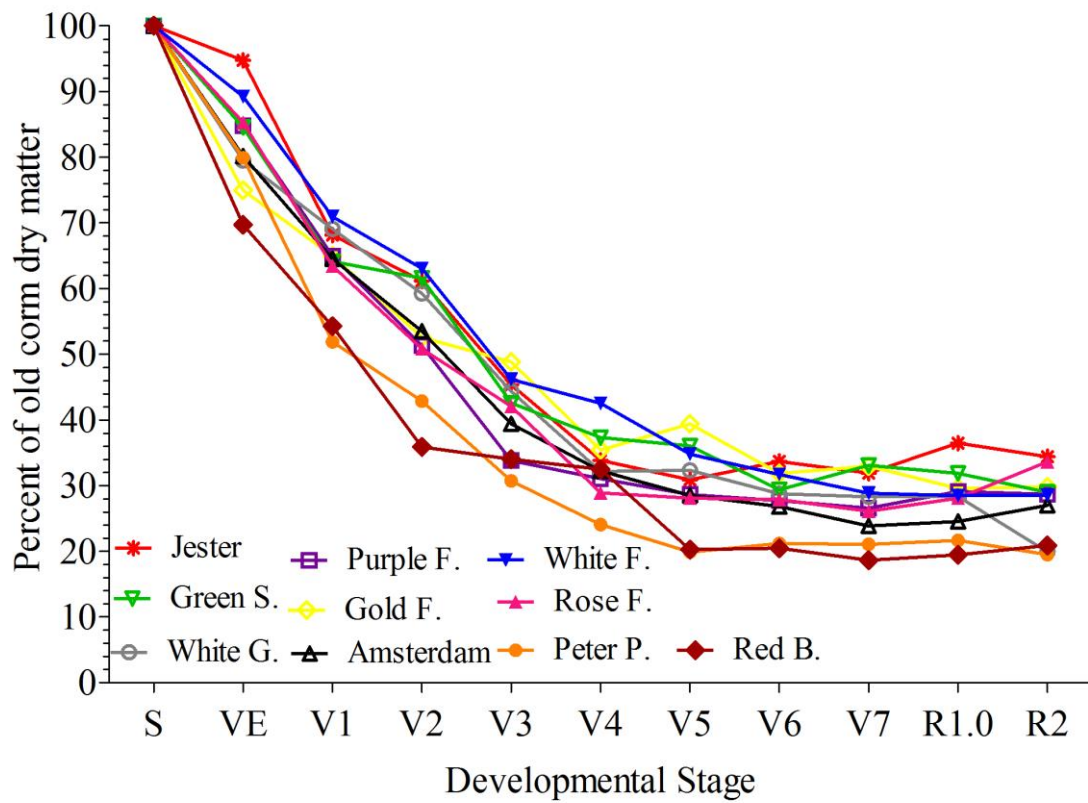


FIG. 6. Dry matter reduction of old corm (in percentage) in relation to its initial dry mass (Stage S) for different developmental stages (VE – R2) in 10 gladiolus cultivars.



#### 4. ARTIGO 2

##### **Zoneamento de risco climático para o gladiolo no Rio Grande do Sul** <sup>(2)</sup>

**Resumo** – O objetivo desse trabalho foi realizar o zoneamento de risco climático para a cultura do gladiolo no Rio Grande do Sul, caracterizando os períodos aptos e inaptos para o plantio em função da ocorrência de danos por altas e baixas temperaturas. O modelo PhenoGlad foi utilizado para simular o desenvolvimento da cultura e a ocorrência de danos. Foram realizadas rodadas com o modelo para os quatro ciclos de desenvolvimento do gladiolo, utilizando 34 anos de dados e 23 regiões no Estado. Foram consideradas as probabilidades de 10%, 20% e 30% de ocorrência de danos para definir períodos aptos para o cultivo. O Rio Grande do Sul é apto ao cultivo do gladiolo durante a maior parte do ano. Para as regiões mais frias do Estado, o período inapto para o plantio ocorre de março a meados de maio. Os períodos inaptos devido à ocorrência de danos por altas temperaturas são maiores nas regiões mais quentes, durante os meses de outubro a janeiro. O nível de 10% de ocorrência de danos foi considerado mais adequado para definir os períodos recomendados de plantio por ser mais criterioso. A realização do plantio nas épocas aptas é fundamental para produzir hastes florais de qualidade.

**Termos para indexação:** *Gladiolus x grandiflorus* Hort., temperaturas extremas, época de plantio, calendário de plantio, PhenoGlad.

##### **Climate risk zoning for gladiolus in Rio Grande do Sul**

**Abstract** – The aim of the present study was to undertake the climate risk zoning for gladiolus crop in Rio Grande do Sul state, Brazil, characterizing the adequate and inadequate

---

<sup>(2)</sup> Artigo formatado nas normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira.

dates of gladiolus planting in function of high and low temperature damage. The model PhenoGlad was used to simulate crop growing and damages occurrence. Thus, the model was runned for the the four developmental cycles of gladiolus cultivars over 34 years and 23 locations of Rio Grande do Sul state. The probabilities of 10%, 20% and 30% of damages were considered to define periods suitable for planting. The Rio Grande do Sul state is adequate to growth gladiolus over the major period of year. For the coldest areas, the inadequate planting dates are between the months of March until mid-May, due to freeze damage. On the other hand, the inadequate planting dates for heat damage happen in planting dates between the months October until January, due to sepals and spike burning. The 10% level of damage was considered more appropriate to define the recommended planting periods for being stricter. Planting at the recommend periods is fundamental to produce flower spikes with high quality.

**Index terms:** *Gladiolus x grandiflorus* Hort., extreme temperatures, planting period, planting schedule, PhenoGlad.

## Introdução

O gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) pertencente à família Iridaceae é uma importante cultura bulbosa que ocupa posição de destaque entre as flores de corte no mercado nacional e internacional (Thakur et al., 2015). No Brasil, o Dia de Finados é a principal data para comercialização das hastes florais do gladiolo (Schwab et al., 2015a). No entanto, no Rio Grande do Sul (RS), sua demanda vem aumentando ao longo dos anos, com incremento de comercialização em diferentes datas comemorativas, como Dia das Mães e Dia da Mulher e, também, vem sendo utilizado na ornamentação de festas e eventos (Schwab et al., 2018). Com o aumento do consumo de gladiolo, o cultivo dessa flor de corte torna-se atrativo para

pequenos produtores rurais como uma fonte alternativa de renda, principalmente para aqueles que comercializam as hastes florais diretamente em feiras, pois encurta a cadeia de comercialização e traz mais lucro ao produtor e menor custo ao consumidor. Este cenário tem alto potencial para fomentar o setor de floricultura local e incentivar o cultivo de flores fora dos grandes centros consumidores.

No entanto, um dos fatores que dificulta a expansão do cultivo do gladiolo como flor de corte no RS é a falta de conhecimento das épocas do ano aptas para seu cultivo. A época escolhida para o plantio pode afetar a qualidade das hastes florais de gladiolo (Zubair et al., 2006; Schwab et al., 2015b), que precisam atender alguns critérios quantitativos e qualitativos para serem aceitas pelo mercado consumidor (Veilling Holambra, 2013; Schwab et al., 2015b). Altas temperaturas, além de reduzirem o tamanho das hastes florais, afetam a qualidade por causarem queimaduras nas sépalas e tortuosidades nas hastes devido ao murchamento nas horas mais quentes do dia (Schwab et al., 2018). Durante o inverno, a ocorrência de geadas pode acarretar na morte das hastes florais (Schwab et al., 2015b; Schwab et al., 2018).

O principal fator abiótico que influencia o ciclo de desenvolvimento da cultura do gladiolo é a temperatura do ar (Shillo & Halevy, 1976; Streck et al., 2012). A faixa de temperatura média adequada para o cultivo está situada entre 25 e 27°C, com temperatura mínima variando de 2 a 6°C e temperatura máxima variando de 35 a 42°C, dependendo da fase de desenvolvimento. Essa sensibilidade à temperaturas extremas é maior em alguns períodos específicos do ciclo de desenvolvimento da planta de gladiolo, especialmente durante a fase reprodutiva (Schwab et al., 2018). O fotoperíodo não é fator determinante no desenvolvimento da cultura (Uhlmann et al., 2017).

Modelos agrícolas de simulação do desenvolvimento das culturas podem ser utilizados como ferramenta para definir a melhor data de plantio para diferentes cultivares, a fim de

obter hastes florais para colheita na data desejada e também são úteis para definir regiões e estações nas quais o risco de injúrias por baixas e altas temperaturas é mínimo (Sediyama et al., 2001; Uhlmann et al., 2017). O modelo PhenoGlad é um modelo determinístico baseado em processos que foi desenvolvido em condições de campo para simular a fenologia do gladiolo e os efeitos de altas e baixas temperaturas nas hastes florais para diferentes locais, épocas de plantio e cultivares (Uhlmann et al., 2017). O modelo simula o desenvolvimento da cultura na condição potencial, ou seja, sem ocorrência de deficiência hídrica, danos por insetos, doenças ou limitação nutricional.

Os zoneamentos de risco climático são ferramentas que servem de suporte para tomada de decisão quanto às épocas aptas ou inaptas de plantio ou semeadura visando a redução dos riscos climáticos para as culturas e das taxas de sinistralidade (Cunha & Assad, 2001). Diversos trabalhos foram encontrados para as principais culturas de grãos, como a soja (Cunha et al., 2001a, Farias et al., 2001), arroz (Steinmetz; Braga, 2001), trigo (Cunha et al., 2001b) e café (Sediyama et al., 2001). Alguns registros de caracterização de potencial climático ou determinação de data ótima de plantio foram encontrados para culturas de flores, como para a Alpinia (*Alpinia purpurata*) (Medeiros et al., 2009). Para a cultura do gladiolo, o modelo PhenoGlad foi utilizado para realizar a determinação da data ótima de plantio desta flor de corte no estado do RS visando a colheita das hastes florais para comercialização no Dia de Finados e no Dia das Mães, auxiliando os produtores que desejam cultivar esta flor nestas datas especiais (Becker et al., 2017). Porém, com a ampliação do cultivo de gladiolo para outras épocas do ano, principalmente por pequenos produtores do RS, é importante a elaboração de um zoneamento de risco climático para a cultura no Estado, a fim de reduzir o risco climático para sua produção.

O objetivo neste trabalho foi realizar o zoneamento de risco climático para a cultura do gladiolo no RS, caracterizando os períodos aptos e inaptos para o plantio em todas as regiões



do Estado, em função da probabilidade de ocorrência de danos por altas e baixas temperaturas.

### **Material e Métodos**

A determinação dos períodos aptos e inaptos de plantio ao longo do ano para os 497 municípios do Rio Grande do Sul foi realizada utilizando o modelo PhenoGlad (Uhlmann et al., 2017). O modelo utiliza dados de temperatura mínima e máxima diária do ar para simular os estágios de desenvolvimento da cultura (Schwab et al., 2015a) e indicar a ocorrência de danos por altas e baixas temperaturas nas hastes florais do gladiolo. Os danos por temperaturas baixas são determinados no modelo PhenoGlad da seguinte forma: se a temperatura mínima for menor do que  $-2^{\circ}\text{C}$  durante três dias consecutivos em qualquer momento do ciclo de desenvolvimento da cultura ( $\text{DVS} = 0$  até  $\text{DVS} = 2.0$ ), o modelo acusa morte da cultura pela ocorrência da geada. Se a cultura se encontra próxima à fase reprodutiva ( $\text{DVS} > 0.64$ ) e a temperatura é menor ou igual a  $-2^{\circ}\text{C}$  durante um dia ou se  $-2^{\circ}\text{C} < T_{\text{min}} \leq 3^{\circ}\text{C}$  durante três dias consecutivos, a espiga floral morre em decorrência da geada. Os danos por calor são considerados pelo modelo PhenoGlad quando a temperatura máxima do ar é maior do que  $34^{\circ}\text{C}$  durante três dias consecutivos na fase reprodutiva da planta (do R1 ao R5), indicando que há risco de queimadura nas hastes florais e risco de os 3 ou 4 últimos floretes da espiga não abrirem.

Devido ao pequeno número de estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) existentes no Rio Grande do Sul e pela grande quantidade de falhas nesses dados, utilizou-se os dados de temperatura mínima e máxima diária do ar de 34 anos (1980-2013) propostos por Xavier et al. (2016). Os autores utilizam diferentes métodos de interpolação para propor um conjunto de dados meteorológicos de alta resolução para todo o Brasil. Foram selecionados 18 pontos da grade de Xavier et al. (2016) próximos às estações

meteorológicas convencionais existentes no Estado e mais 5 pontos nas regiões de baixa densidade de estações meteorológicas, totalizando 23 pontos de grade no Estado. Os municípios foram agrupados em 23 regiões homogêneas (Figura 1) quanto à influência de fatores macroclimáticos permanentes, como a altitude, latitude, continentalidade, maritimidade e relevo (Wrege et al., 2012).

O modelo PhenoGlad (Uhlmann et al., 2017) foi rodado para datas de plantio do dia 01/01 ao dia 31/12 de cada um dos 34 anos de dados meteorológicos, para os quatro ciclos de desenvolvimento da cultura do gladiolo (precoce, intermediário I, intermediário II e tardio) nas 23 regiões do Estado. Para definir as épocas aptas e inaptas de plantio considerou-se, para cada data de plantio, o número de anos que o modelo PhenoGlad identificou a ocorrência de danos por altas ou baixas temperaturas em três níveis de risco de ocorrência de danos: 10%, 20% e 30%. Por exemplo, se para uma determinada data de plantio, o modelo indicou a ocorrência de danos por altas ou baixas temperaturas em 10% ou mais dos anos da série histórica, a mesma foi considerada inapta. O cenário que considera 10% de probabilidade de ocorrência de danos é o mais restritivo comparado aos cenários de 20% e 30% de probabilidade. As épocas do ano e as áreas com nível de danos menores que essas faixas foram consideradas aptas para o plantio. Os resultados foram apresentados na forma de mapas utilizando o software QGIS.

### **Resultados e Discussão**

As indicações de épocas de plantio aptas e inaptas nas diferentes regiões do Estado mostram o efeito da temperatura do ar como fator de risco climático para o desenvolvimento do gladiolo. As épocas aptas para o plantio são aquelas em que os períodos críticos da cultura coincidem com as menores probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas (abaixo de 3°C) por três dias consecutivos e menores do que -2°C durante um dia e máximas (acima de

34°C) por três dias consecutivos a partir da fase reprodutiva da cultura. A Figura 2 apresenta um comparativo entre os três níveis de dano testados (10%, 20% e 30% de probabilidade de ocorrência de dano em gladiolo) para os diferentes ciclos de desenvolvimento (precoce, intermediário I e II e tardio) e algumas regiões distintas do Estado, que foram escolhidas por apresentar maiores diferenças de temperaturas extremas (mínimas e máximas) durante os 12 meses do ano (Figura 3).

Quando se considerou o nível de ocorrência de danos de 10%, o período inapto para o cultivo de gladiolo devido às baixas temperaturas totalizou 88 a 90 dias, durante os meses de fevereiro a maio, respectivamente para os diferentes ciclos de desenvolvimento. Quando o nível de ocorrência de danos foi de 20%, o número de dias inaptos para o plantio variou de 64 a 67 dias e quando o nível foi de 30% variou de 47 a 50 dias. Considerando a ocorrência de danos por altas temperaturas, o nível de dano de 10% apresenta período inapto de plantio durante os meses de setembro a janeiro, totalizando 99 a 122 dias, para os diferentes ciclos de desenvolvimento da cultura. No nível de 20% o número de dias inaptos para o plantio varia de 52 a 75 dias e, no nível de 30% varia de 37 a 43 dias. Esses resultados demonstram que o nível de 10% é muito mais criterioso ao considerar um período apto para o plantio. O mercado exige que produtos como este, usados para ornamentação, tenham qualidade para que o valor agregado seja maior. Por isso, acredita-se que o nível de 10% de ocorrência de danos seja o mais adequado para definir os períodos aptos para o plantio de gladiolo no RS.

Para as regiões mais frias do estado, como a região 9 (Figura 2C), o período do ano inapto para o cultivo é maior durante os meses de março a meados de maio. Isso ocorre porque ao plantar os cormos nesse período, as plantas atingirão a fase reprodutiva quando a probabilidade de ocorrer morte da espiga por geada é maior (Figura 3E). Regiões mais quentes como a região 13 (Figura 2D) e a região 15 (Figura 2E), apresentam diminuição do período inapto para plantio devido ao risco de danos por baixas temperaturas e aumento de

períodos inaptos para plantio devido ao dano por calor (Figura 3G e Figura 3I, respectivamente).

Os períodos inaptos para plantio devido à ocorrência de altas temperaturas são maiores nas regiões do vale do Uruguai (representada pela região 1 e 6, Figuras 2A e 2B). O período do ano inapto para o plantio devido ao risco de dano por altas temperaturas ocorre durante os meses de outubro até meados de janeiro pois, realizando-se o plantio nesse período, a fase reprodutiva da cultura coincidirá com o período de maior probabilidade de ocorrência de danos por calor (Figuras 3A e 3C). No nível de dano de 10%, há um maior período inapto de plantio (99 a 122 dias) durante os meses de setembro a janeiro, para os diferentes ciclos quando comparado aos níveis de 20% (52 a 75 dias de período inapto) e 30% (37 a 43 dias de período inapto para plantio). O período inapto de plantio devido à ocorrência de calor diminui em direção às áreas localizadas na Depressão Central do RS, representada pela região 13 (Figura 2D) e na Zona Sul, representada pela região 15 (Figura 2E).

Na região da Depressão Central do RS, Schwab et al. (2015b) realizaram experimentos com plantios mensais durante dois anos em Santa Maria-RS, que indicaram que as épocas de plantio mais recomendadas para a produção de hastes florais que atendam aos padrões comerciais de qualidade são durante o inverno e o início da primavera (julho, agosto e setembro) e durante o final do verão e início do outono (fevereiro, março e abril). Esses resultados estão em consonância com os períodos aptos de plantio encontrados no presente estudo para essa região (Figura 2D). A exceção é para o menor nível de ocorrência de dano (10%), em que a segunda quinzena de março é considerada inapta para plantio de cultivares de ciclo tardio e intermediário II e, a primeira quinzena de abril para as cultivares de ciclo intermediário I e precoce. É importante considerar o cenário mais criterioso pois, realizando-se o plantio nas épocas inaptas, o período crítico da cultura coincidirá com a época de

ocorrência das baixas temperaturas, o que afetará a qualidade das hastes florais, que é o principal componente que define o preço dos produtos ornamentais (Lentz, 1998).

Na Região Litorânea do RS, representada pelo ponto 22 (Figura 2F), o plantio de gladiolo pode ser realizado de 1 de janeiro a 31 de dezembro, para todos os ciclos e todos os níveis de danos analisadas (10%, 20% e 30%). Isso ocorre, pois, essa região tem elevada influência da maritimidade, que diminui a amplitude térmica devido ao efeito termorregulador da água na bacia do oceano Atlântico (Figura 3K e 3L) e, conseqüentemente, atenua o risco de ocorrência de danos por temperaturas extremas (baixas e altas).

Comparando o período não recomendado de plantio entre os diferentes ciclos de desenvolvimento, há uma antecipação do período inapto para plantio para as cultivares de ciclo tardio, intermediário II, intermediário I e precoce, respectivamente. Assim, com o aumento do ciclo de desenvolvimento, a época de plantio inapta ocorre mais cedo. Por exemplo, para a região 15, cultivares de ciclo tardio tem o período inapto para plantio variando de 22 de abril a 01 de outubro e 23 de outubro a 06 de março, enquanto que para cultivares de ciclo precoce o período inapto vai de 04 de maio a 22 de outubro e de 10 de novembro a 22 de março para o nível de 10% de ocorrência de dano (Figura 2E). Isso ocorre pois, em gladiolo, a duração da fase vegetativa tem relação linear positiva com a duração do ciclo total e, dessa forma, cultivares tardias tem menor velocidade de emissão de folhas e maior duração do ciclo de desenvolvimento (Streck et al., 2012). Como as tardias demoram mais tempo para entrar na fase reprodutiva do que as cultivares precoces, há uma antecipação do período inapto de plantio, chegando a 16 dias no primeiro período (meses de outono) a 21 dias no segundo (meses de primavera), para a região 15 (Figura 2E).

Analisando as diferenças na duração do período inapto de plantio para cultivares de diferentes ciclos de desenvolvimento, o período inapto tende a ser maior para as cultivares de ciclo tardio e intermediário II (68 dias), para a região 15 (Figura 2E), comparado às cultivares

de ciclo precoce (58 dias). Isso em razão do maior tempo que as cultivares tardias permanecem no campo expostas às condições adversas de temperaturas extremas (baixas e altas), por possuírem um ciclo mais longo. A implicação desses resultados para os produtores de hastes florais de gladiolo é dar preferência para o cultivo de cultivares de ciclo precoce, como White Friendship, Purple Flora, Rose Friendship e Amsterdam, pois elas apresentam um menor período inapto de plantio para o Estado do RS.

As épocas de plantio inaptas para o cultivo do gladiolo entre os meses de setembro a janeiro (Figura 2A, 2B, 2D e 2E) são devido ao risco de ocorrência de danos visuais (queimaduras) e risco dos últimos 3 a 4 floretes das hastes florais do gladiolo não abrirem devido às altas temperaturas (maiores do que 34°C por três dias consecutivos) (Figura 3B, 3D, 3H, e 3J) quando a cultura estiver na fase reprodutiva (a partir do estágio R1) (Uhlmann et al., 2017). As folhas são mais resistentes à altas temperaturas, tolerando até 40°C (Shillo & Halevy, 1976; International Flower Bulb Centre, 2011), não sendo observados danos durante a fase vegetativa da cultura em experimentos de campo realizados ao longo de 24 meses em Santa Maria (Schwab et al., 2018), município que se enquadra na região 13 (Figura 1). Uma alternativa para os produtores que desejarem cultivar o gladiolo nessas épocas e regiões com risco de danos pela ocorrência de altas temperaturas é a utilização de sombreamento artificial sobre as plantas a partir do início do espigamento (estágio R1), para evitar os danos por altas temperaturas nas espigas (Schwab et al., 2018), tornando possível a produção de hastes florais de qualidade durante os meses mais quentes do ano.

Como o produto resultante do cultivo de gladiolo são hastes florais que serão utilizadas para fins de ornamentação, é importante que se utilize, sempre que possível, recomendações de época de plantio mais restritivas (ou seja, 10% de probabilidade de ocorrência de dano) (Figuras 4) do que o nível de 20% (Figura 5) e 30% (Figura 6). Isso porque danos visuais causados por altas ou baixas temperaturas (Schwab et al., 2018)

desqualificam ou comprometem a sua comercialização, desvalorizando este produto. Caso se opte por utilizar recomendações de plantio menos restritivas (20 e 30% de probabilidade de ocorrência de dano), aumenta-se a chance de obter hastes florais com defeitos visuais, que podem ser leves ou graves (Veilling Holambra, 2013), dependendo da intensidade do evento climático que ocorrerá no período.

Nas regiões mais frias do Estado, localizadas na Serra do Nordeste, Planalto e Serra do Sudeste (representado pelas regiões 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 17, Figura 1) há maior restrição de cultivo durante os meses de março a maio. A região 9, à Nordeste do RS, incluindo municípios como Bom Jesus, Vacaria, São José dos Ausentes, São Francisco de Paula, entre outros, é a região mais fria do Estado. Nela, o período inapto de plantio varia desde a segunda quinzena de fevereiro à segunda quinzena de maio para as cultivares de ciclo precoce (Figura 4A) e intermediário I (Figura 5A) e II (Figura 5B), e varia desde a primeira quinzena de fevereiro até a primeira quinzena de maio para as cultivares de ciclo tardio (Figura 4B). Essa restrição nas datas de plantio ocorre pela maior probabilidade de ocorrência de baixas temperaturas (geadas) durante a fase reprodutiva da cultura (a partir do R1), que é a fase mais sensível às baixas temperaturas do ar (Schwab et al., 2018). Esses pontos não possuem período inapto de plantio devido à danos por altas temperaturas.

Analisando o período inapto para plantio nas regiões mais quentes do estado, localizados no Vale do Uruguai, Depressão Central e Missões (representado pelas regiões 1, 2, 3, 4, 6, 13 e 20, Figura 1), a maior restrição de plantio ocorre durante os meses de outubro a janeiro, devido ao risco de ocorrência de altas temperaturas. A região 1, localizada na região do Baixo Vale do Uruguai, incluindo municípios como Uruguai, Itaqui, Alegrete, Maçambará, entre outros, é considerada a região mais quente do Estado do RS. Nela, o período não recomendado de plantio é o maior dentre as regiões, variando desde a primeira quinzena de setembro até a primeira quinzena de janeiro para as cultivares de ciclo

intermediário II (Figura 4B), da segunda quinzena de setembro à segunda quinzena de janeiro para as cultivares de ciclo intermediário I e tardio (dados não apresentados) e da primeira quinzena de outubro à segunda quinzena de janeiro para as cultivares de ciclo precoce (Figura 4A). Isso porque, realizando-se o plantio nos períodos citados, há maior ocorrência de altas temperaturas (Figura 3A), o que pode causar queimadura de sépalas e tortuosidade de hastes a partir da fase reprodutiva, conforme observado por Schwab et al. (2018). Para as demais regiões, em que as temperaturas extremas não são tão elevadas, o período inapto é menor.

A determinação das melhores épocas de plantio é crítica para os produtores de flores e o zoneamento climático de risco para a cultura do gladiolo constitui-se numa ferramenta para auxiliar na tomada de decisão para definir regiões e épocas de plantio mais adequadas, nas quais o risco de injúrias por temperaturas extremas é mínimo. A determinação das épocas aptas de plantio do gladiolo para o Estado do RS durante todo o ano fornece um subsídio para a expansão da produção desta flor de corte, constituindo-se numa fonte alternativa de renda para os pequenos produtores rurais.

### **Conclusões**

1. O cultivo do gladiolo pode ser realizado em todos os 497 municípios do RS, durante a maior parte do ano, exceto em locais e nas épocas com maior probabilidade de ocorrência de temperaturas extremas (baixas e altas) na fase crítica de desenvolvimento da cultura.

2. Para as regiões mais frias do Estado, como a Serra do Nordeste, Planalto e Serra do Sudeste, o período inapto de plantio é maior durante os meses de março a meados de maio, devido ao risco de danos pela ocorrência de geada quando as plantas estiverem na fase reprodutiva.

3. Os períodos inaptos de plantio devido à ocorrência de altas temperaturas são maiores na região do Vale do Uruguai, Depressão Central e Missões, durante os meses de



outubro a janeiro, devido ao risco de ocorrência de danos por queimadura nas hastes florais a partir do estágio R1.

4. A realização do plantio nas épocas aptas, segundo a recomendação do zoneamento de risco climático, especialmente no nível mais restritivo, é fundamental para proporcionar que os produtores colham hastes florais que possam atender os padrões de qualidade do mercado e reduzir os riscos de danos.

### **Agradecimentos**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Proc. N. 140544/2016-0.

### **Referências**

BECKER, C.C.; UHLMANN, L.O.; SILVEIRA, W.B.; RIBEIRO, B.S.M.R.; STRECK, N.A. Determining optimum planting date for gladiolus in Southern Brazil using a crop model. In: XX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 20, 2017, Petrolina, PE; Juazeiro, BA. Anais. Petrolina, PE; Juazeiro, BA: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2017. p.1489-1493.

CUNHA, G.R. da.; ASSAD, E.D. Uma visão geral do número especial da RBA sobre zoneamento agrícola no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, p.377-385, 2001.

CUNHA, G.R. da; BARNI, N.A.; HAAS, J.C.; MALUF, J.R.T.; MATZENAUER, R.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M.B.M.; PIRES, J.L.F. Zoneamento agrícola e época de semeadura para soja no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, p.446-459, 2001a.

CUNHA, G.R. da; HAAS, J.C.; MALUF, J.R.T.; CARAMORI, P.H.; ASSAD, E.D.; BRAGA, H.J.; ZULLO JR., J.; LAZZAROTTO, C.; GONÇALVES, S.; WREGE, M.;

DRUNET, D.; DOTTO, S.R.; PINTO, H.S.; BRUNINI, O.; THOMÉ, V.M.R.; ZAMPIERI, S. L.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M.B.M.; PANDOLFO, C. Zoneamento agrícola e época de semeadura para trigo no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, p.400-414, 2001b.

FARIAS, J.R.B.; ASSAD, E.D.; ALMEIDA, I.R.de.; EVANGELISTA, B.A.; LAZZAROTTO, C.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A.L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, p.415-421, 2001.

INTERNATIONAL FLOWER BULB CENTRE. **Gladiolus as cut flowers: Guidelines for cut flower production**. AD Hillegom: Internationa Flower Bulb Centre, The Netherlands, 2011.

LENTZ, W. Model applications in horticulture: a review. **Scientia Horticulturae**, v.74, p.151-174, 1998.

MEDEIROS, S.R.R.; MOURA, G.B.A.; GIONGO, P.R.; SILVA, A.P.N. Potencial agroclimático para a *Alpinia purpurata*, no estado do Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p.165-169, 2009.

SCHWAB, N. T.; STRECK, N. A.; BECKER, C. C.; LANGNER, J. A.; UHLMANN, L. O.; RIBEIRO, B. S. M. R. A phenological scale for the development of *Gladiolus*. **Annals of Applied Biology**, v.166, p.496-507, 2015a.

SCHWAB, N. T.; STRECK, N. A.; RIBEIRO, B. S. M. R.; BECKER, C. C.; LANGNER, J. A.; UHLMANN, L. O.; RIBAS, G. G. Parâmetros quantitativos de hastes florais de gladiolo conforme a data de plantio em ambiente subtropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, p.902-911, 2015b.

SCHWAB, N. T.; STRECK, N. A.; UHLMANN, L. O.; BECKER, C. C.; RIBEIRO, B. S. M. R.; LANGNER, J. A.; TOMIOZZO, R. Duration of cycle and injuries due to heat and chilling

in *Gladiolus* as a function of planting dates. **Ornamental Horticulture**, v.24, p.163-173, 2018.

SEDIYAMA, G.C.; JUNIOR, J.C.F.de.M.; dos SANTOS, A.R.; RIBEIRO, A.; COSTA, M.H.; HAMAKAWA, P.J.; da COSTA, J.M.M.; COSTA, L.C. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, p.501-509, 2001.

SHILLO, R.; HAVELY, A.H. The effect of various environmental factors on flowering of gladiolus. III. Temperature and moisture. **Scientia Horticulturae**, v.4, p.147-155, 1976. DOI: 10.1016/S0304-4238(76)80006-4.

STEINMETZ, S.; BRAGA, H.J. Zoneamento de arroz irrigado por épocas de semeadura nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, p.429-438, 2001.

STRECK, N. A.; BELLÉ, R. A.; BACKES, F. A. A. L.; GABRIEL, L. F.; UHLMANN, L. O.; BECKER, C. C. Desenvolvimento vegetativo e reprodutivo em gládio. **Ciência Rural**, v.42, n. 11, p.1968-1974, 2012.

THAKUR, T.; DHATT, K.K.; AHMED, S. Effects of planting time on growth and flowering of *Gladiolus*. **International Journal of Current Research and Academic Review**, v.3, p.145-152, 2015.

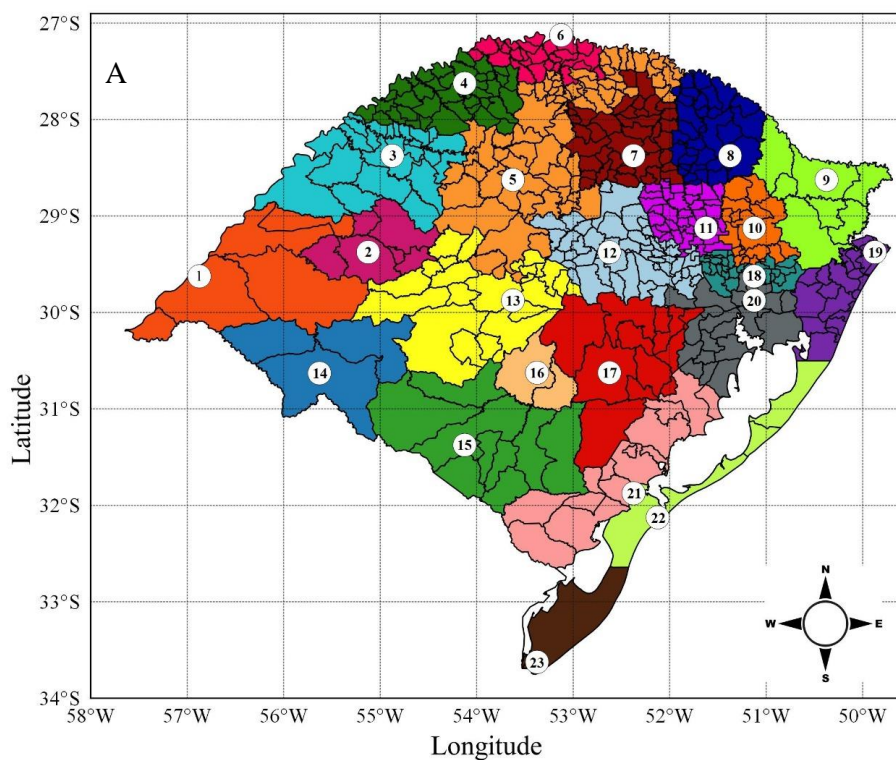
UHLMANN, L. O., STRECK, N. A., BECKER, C. C., SCHWAB, N. T., BENEDETTI, R. P., CHARÃO, A. S., RIBEIRO, B. S. M. R., SILVEIRA, W. B., BACKES, F. A. A. L., ALBERTO, C. M., MUTTONI, M., PAULA, G. M., TOMIOZZO, R., BOSCO, L. C., BECKER, D. PhenoGlad: A model for simulating development in *Gladiolus*. **European Journal of Agronomy**, v. 82, p. 33-49, 2017.

VEILLING HOLAMBRA. **Critérios de classificação: gládio corte**. Santo Antônio de Posse: Veilling Holambra, Departamento de Qualidade e Pós-Colheita, [2013?]. 5p.

WREGE, M.S.; STEINMETZ, S.; JÚNIOR, C.R.; ALMEIDA, I.R. **Atlas climático da região sul do Brasil: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 334p.

XAVIER, A.C.; KING, C.W.; SCANLON, B.R. Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980–2013). **International Journal of Climatology**, v.36, p.2644-2659, 2016.

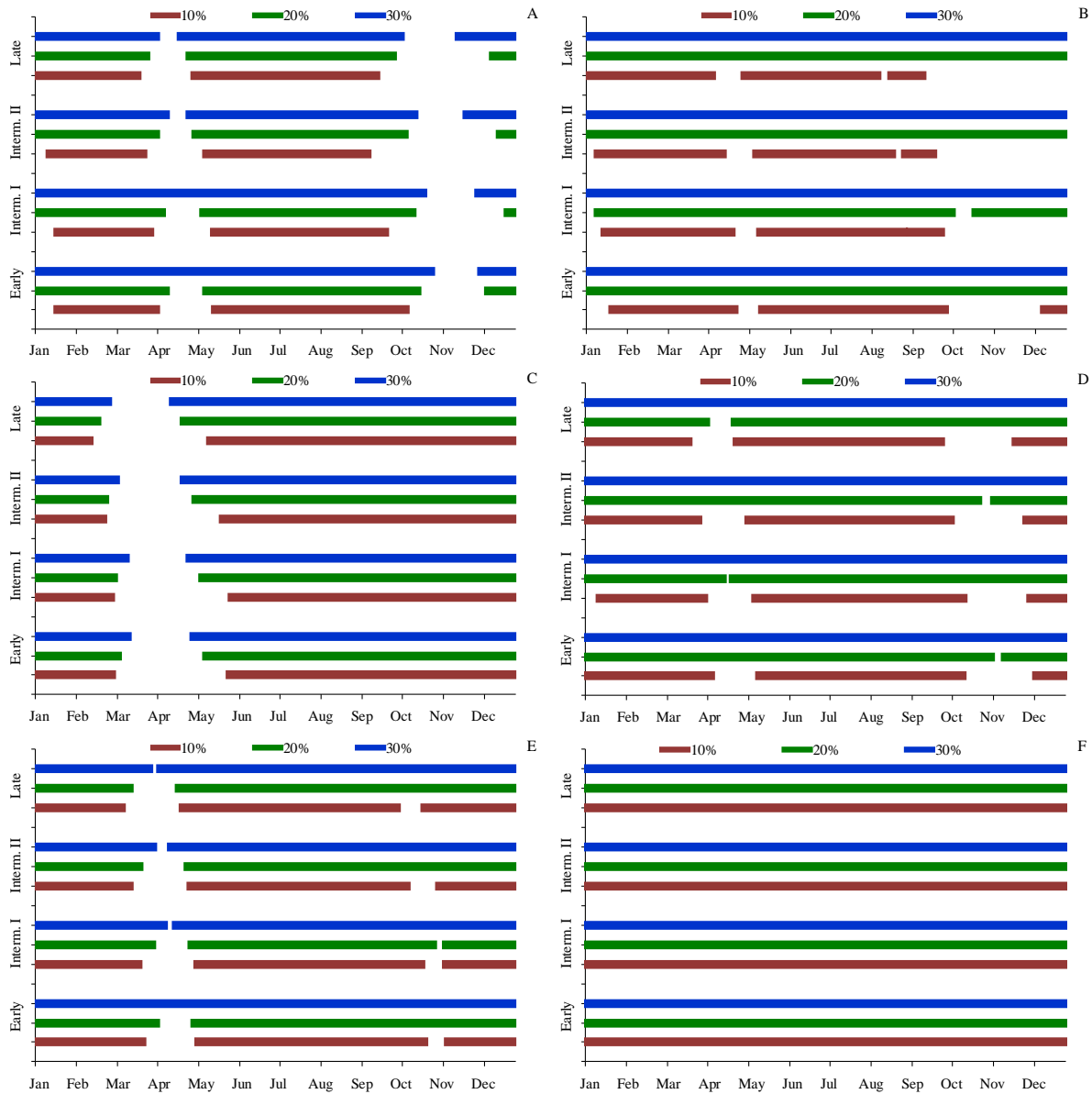
ZUBAIR, M.; WAZIR, F.K.; AKHTAR, S.; AYUB, G. Planting dates affect floral characteristics of gladiolus under the soil and climatic conditions of Peshwar. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.9, p.1669-1676, 2006.



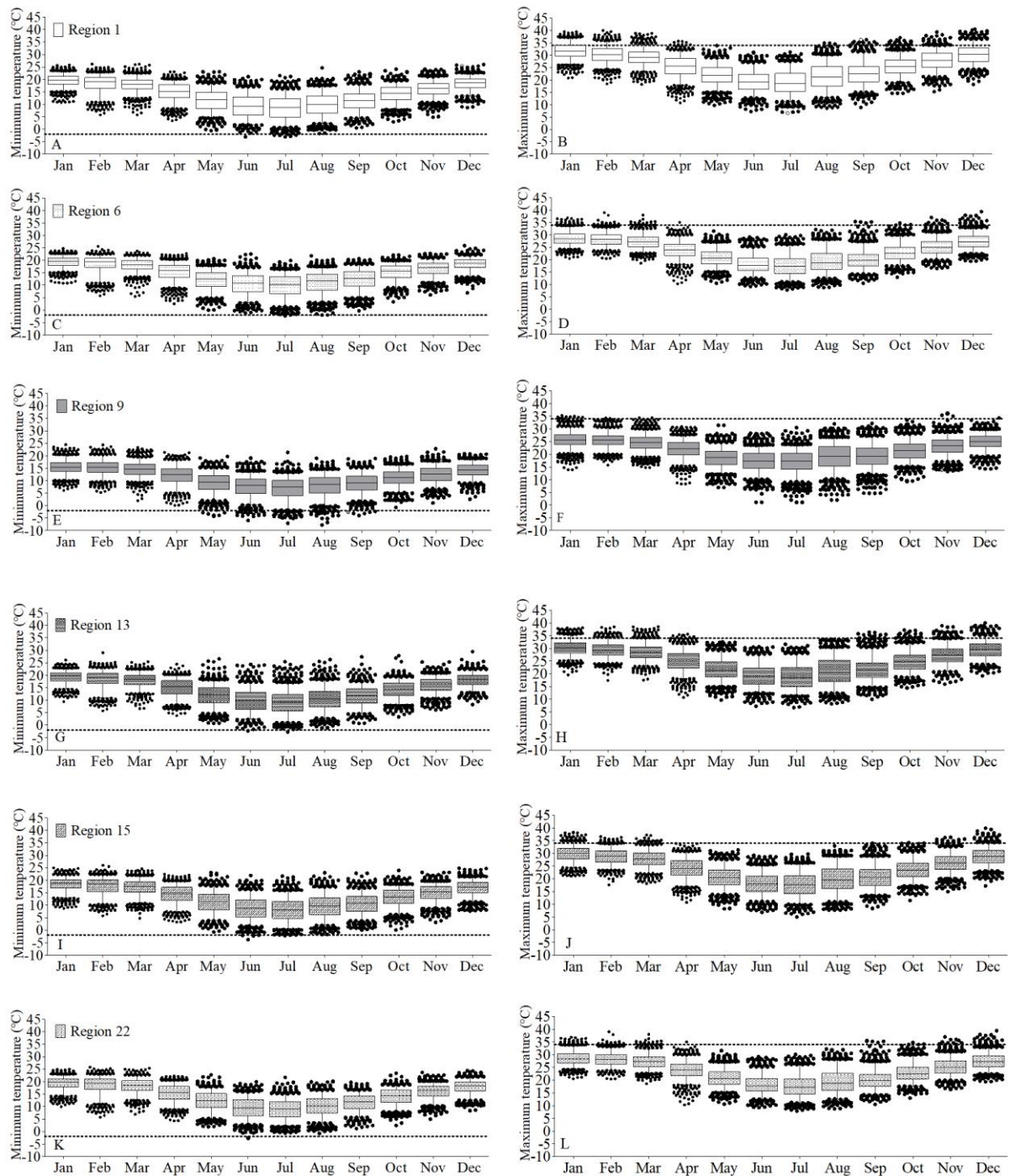
**B**

Region	Latitude	Longitude	Tmin	Tmax
1	-29.6	-56.9	-3.1	40.6
2	-29.4	-55.1	-2.5	39.4
3	-28.4	-54.9	-1.8	39.8
4	-27.6	-54.1	-3.1	38.0
5	-28.6	-53.6	-4.6	37.6
6	-27.1	-53.1	-2.3	39.0
7	-28.4	-52.4	-3.6	35.8
8	-28.4	-51.4	-5.1	35.8
9	-28.6	-50.4	-7.8	36.0
10	-29.1	-51.1	-3.2	37.7
11	-29.1	-51.6	-4.3	37.6
12	-29.4	-52.6	-3.2	37.4
13	-29.9	-53.6	-2.8	40.0
14	-30.6	-55.6	-3.4	39.4
15	-31.4	-54.1	-3.9	39.9
16	-30.6	-53.4	-1.5	38.8
17	-30.6	-52.6	-1.9	37.9
18	-29.6	-51.1	-2.2	39.9
19	-29.4	-49.9	-3.2	40.5
20	-29.9	-51.1	-0.5	39.3
21	-31.9	-52.4	-3.0	39.1
22	-32.1	-52.1	-2.7	39.4
23	-33.6	-53.4	-2.0	39.9

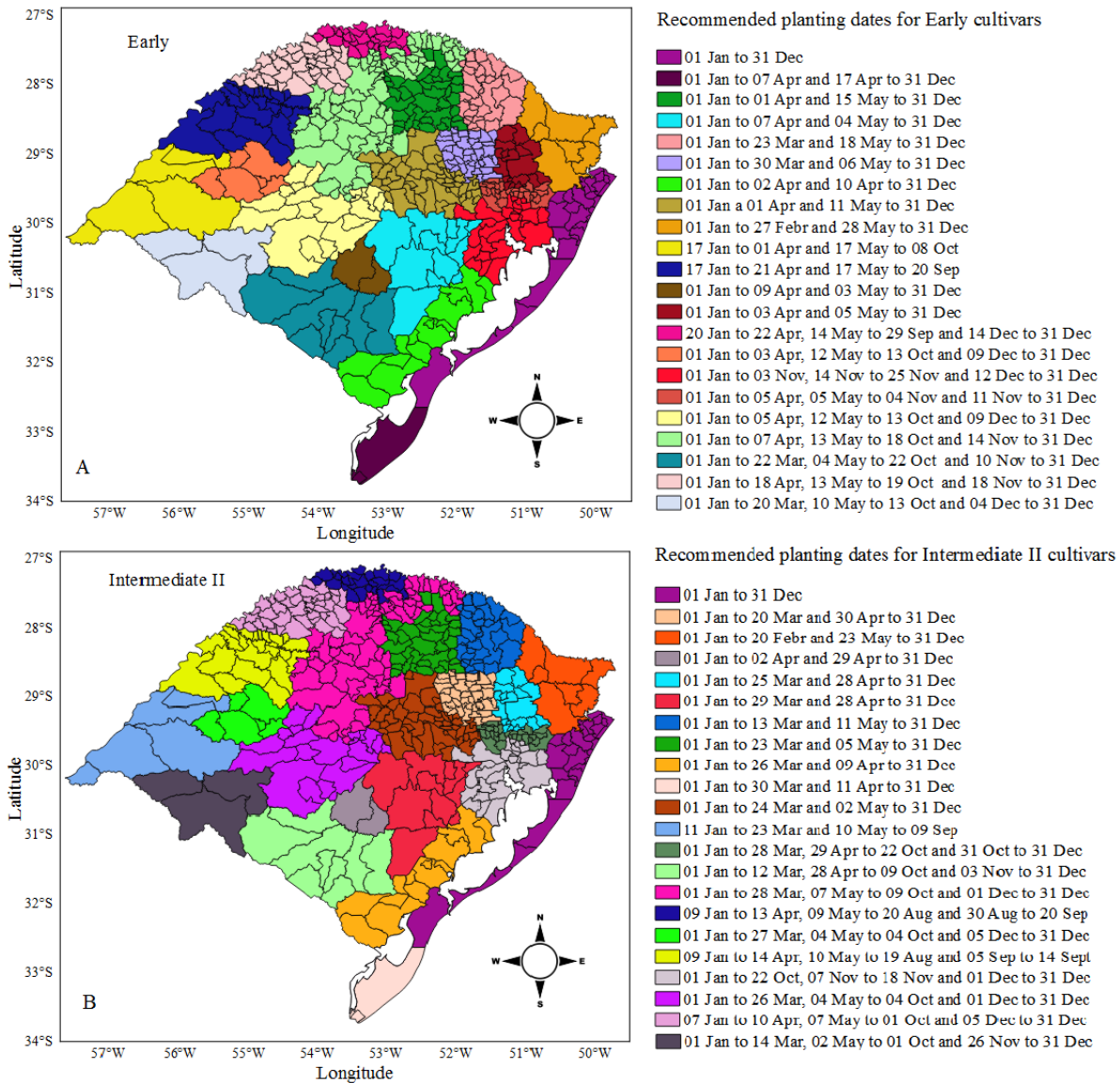
**Figura 1.** (A) Agrupamento dos municípios do Estado do Rio Grande do Sul em regiões homogêneas quanto à temperatura do ar com a localização dos pontos de grade da série histórica (1960-2013) de Xavier et al. (2016) usados no agrupamento e (B) valores de temperatura mínima (Tmin) e temperatura máxima (Tmax) absolutas dos 23 pontos de grade da série histórica de Xavier et al. (2016).



**Figura 2.** Representação dos períodos aptos para plantio (linha colorida) e inaptos (lacuna) na região 1 (A), região 6 (B), região 9 (C), região 13 (D), região 15 (E), e região 22 (F) para as probabilidades de ocorrência de dano de 10%, 20% e 30% dos anos analisados na série histórica.

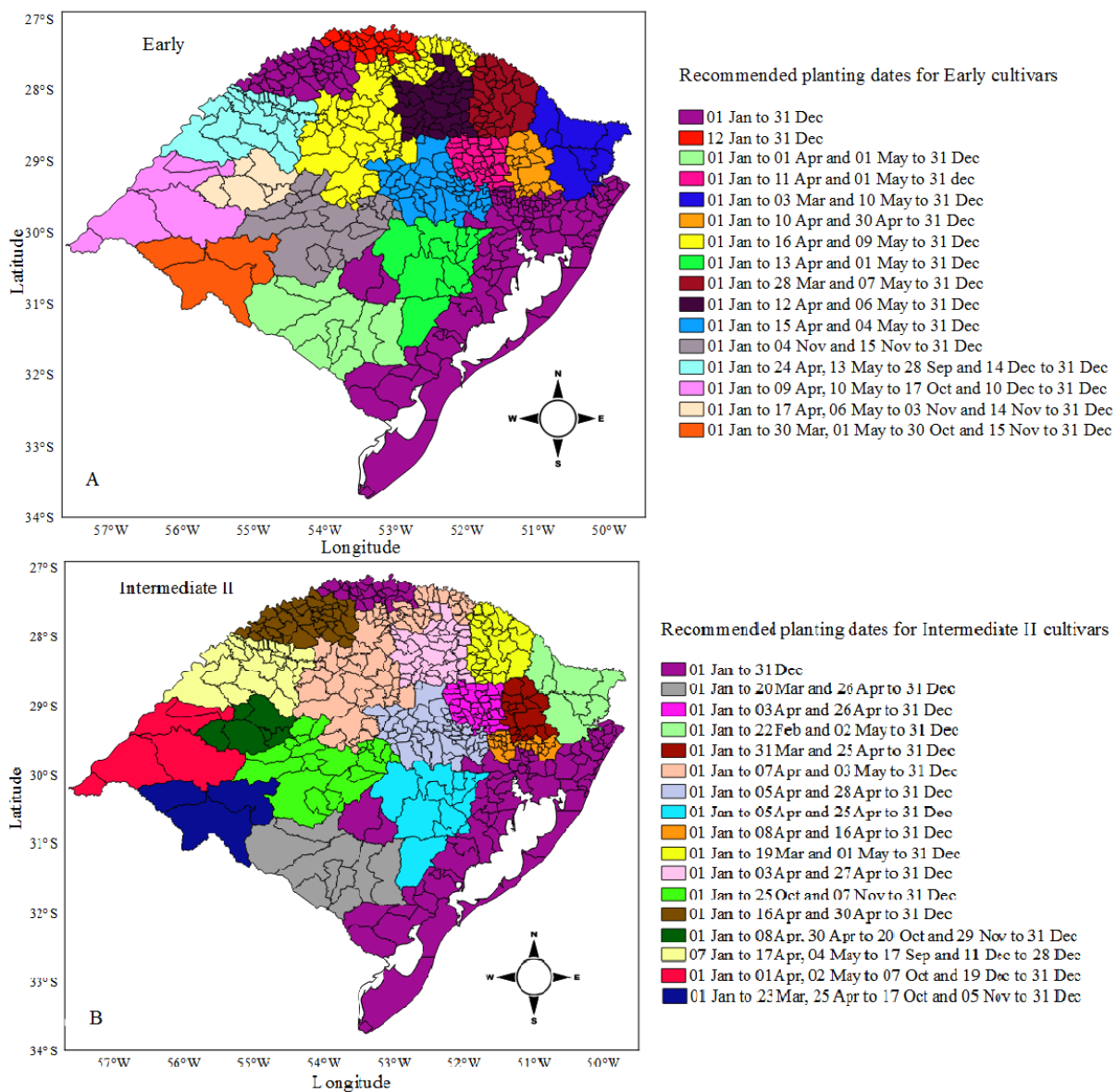


**Figura 3.** Temperaturas mínimas e máximas durante os 12 meses do ano, de 1980 a 2013, para seis regiões da grade de Xavier et al. (2016). Em cada diagrama de caixa, as linhas horizontais representam, de baixo para cima, o percentil 5, o percentil 25, o percentil 50, o percentil 75 e o 95. Os pontos representam os outliers.

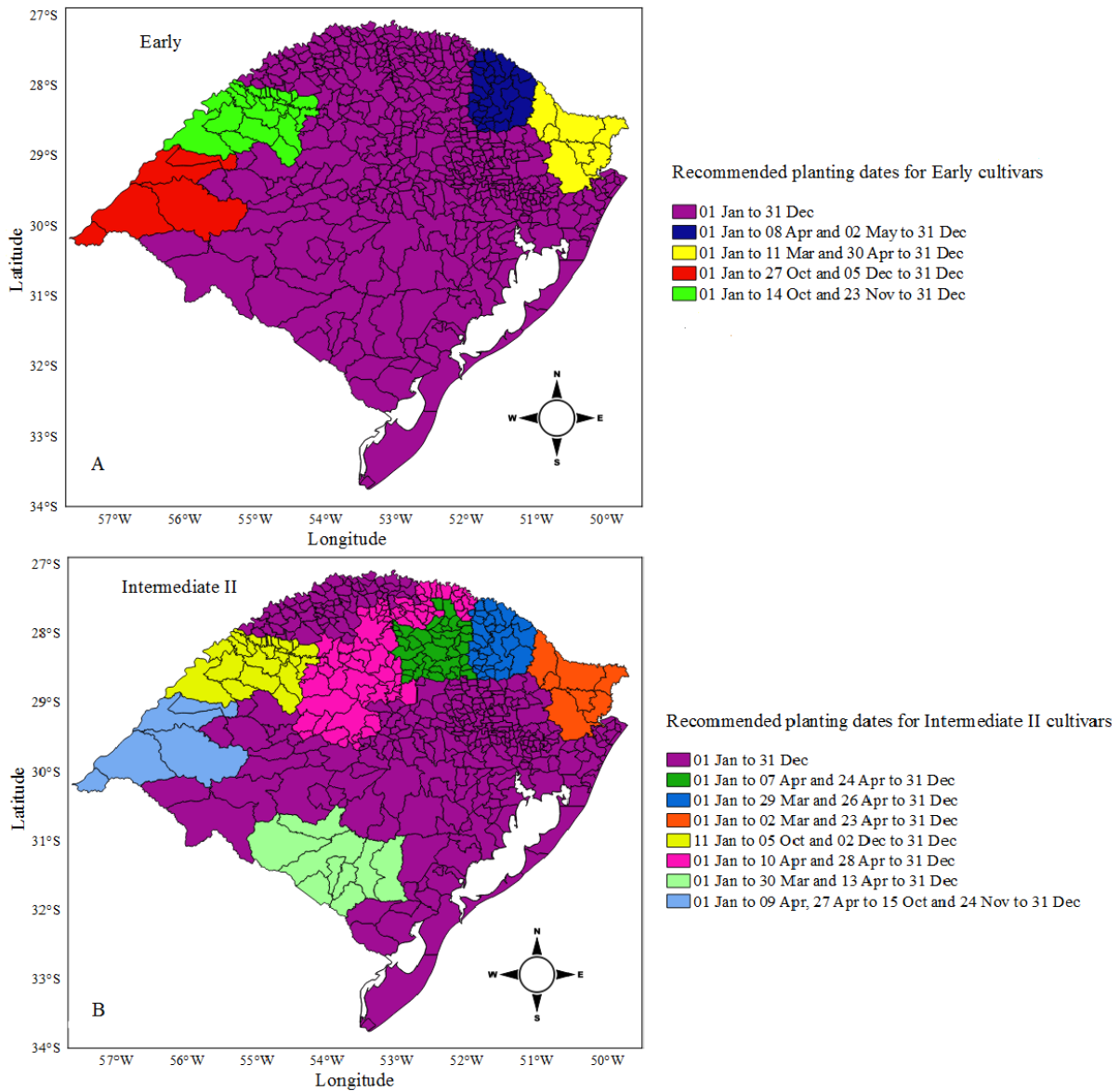


**Figura 4.** Datas de plantio recomendadas para cultivares de gladiolo de ciclo Precoce (A) e Intermediário II (B) para o Estado do Rio Grande do Sul considerando 10% de probabilidade de ocorrência de dano.





**Figura 5.** Datas de plantio recomendadas para cultivares de gladiolo de ciclo Precoce (A) e Intermediário II (B) para o Estado do Rio Grande do Sul considerando 20% de probabilidade de ocorrência de dano.



**Figura 6.** Datas de plantio recomendadas para cultivares de gladiolo de ciclo Precoce (A) e Intermediário II (B) para o Estado do Rio Grande do Sul considerando 30% de probabilidade de ocorrência de dano.

## 5. ARTIGO 3

### Artigo Técnico

#### **A cultura do gladiólo como alternativa de diversificação e renda na pequena propriedade familiar<sup>3</sup>**

#### RESUMO

O cultivo de flores é uma alternativa de diversificação de produção e renda para as propriedades familiares, sendo o gladiólo uma opção de flor de corte. O objetivo deste trabalho foi divulgar a cultura do gladiólo como alternativa de diversificação e renda para pequenos produtores rurais através de um projeto de extensão onde foram demonstradas as técnicas de manejo da cultura durante o seu ciclo de desenvolvimento. Para isso, foi firmada uma parceria com a instituição de extensão rural EMATER/RS-ASCAR, com o intuito de identificar produtores interessados em cultivar o gladiólo em suas propriedades. O projeto de extensão foi desenvolvido em cinco municípios da região da Depressão Central do Rio Grande do Sul. Juntamente com os extensionistas da EMATER/RS-ASCAR, foi acompanhado o ciclo de desenvolvimento do gladiólo, indicando aos produtores as principais técnicas de manejo do plantio à colheita. Ao todo, foram produzidas aproximadamente 2400 hastes de gladiólo, que foram comercializadas no Dia das Mães em feiras locais. Em todos os locais houve grande procura e consumo das hastes florais, demonstrando aceitação do consumidor em hastes de gladiólo para o Dia das Mães. Esta atividade demonstrou ser rentável aos produtores familiares. Este sistema de produção incentiva a produção em cadeias curtas, contribui para o crescimento da produção local de flores e pode contribuir para diminuir o êxodo rural e a sustentabilidade das futuras gerações no campo.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Gladiolus x grandiflorus*, extensão rural, Dia das Mães, planejamento da produção, floricultura.

---

<sup>3</sup> Artigo Técnico formatado nas normas da revista Ornamental Horticulture.

## **Gladiolus crop as an alternative for diversification and income in small rural property**

### ABSTRACT

Flower crops are an alternative for diversification in small farm, being gladiolus an option of cut flower. The objective of this study was to disseminate the gladiolus crop as an alternative of diversification and income for small farms through an extension project where crop management practices were demonstrated during its development cycle. An extension project was carried out in partnership with a rural extension agency, EMATER/RS-ASCAR, to identify the farmers interested in diversifying their production system for growing gladiolus. The extension project was developed in four counties in the Central region of the Rio Grande do Sul State, Brazil. Together with the extensionists of EMATER/RS-ASCAR, farmers were assisted during the entire production cycle of the gladiolus and learned the management practices from planting to harvesting. Altogether, approximately 2,400 gladiolus spikes were produced, which were marketed one week before and during Mother's Day week at local fairs. In all the counties the demand and consumption of the flower stems were high, demonstrating acceptance of the consumers of gladiolus stems on Mother's Day. The gladiolus production has proven to be profitable for small family properties. This system encourages the production in short-chains, contributes to the growth of local flower production and may contribute for decreasing rural exodus and sustainability for future generations.

**KEYWORDS:** *Gladiolus x grandiflorus*, rural extension, Mother's Day, production planning, floriculture.

## INTRODUÇÃO

A floricultura é um ramo promissor do agronegócio brasileiro, em 2017, apresentou crescimento médio de 7% e a expectativa para 2018 é um crescimento de 4% (JUNQUEIRA e PEETZ, 2018). O consumo brasileiro de flores é concentrado em ocasiões e datas especiais, situação contrária da observada nos países desenvolvidos, em que a comercialização ocorre durante todo o ano (IBRAFLOR, 2017). A maior demanda de flores no Brasil se dá nas celebrações de Dia das Mães, Dia dos Namorados, Natal, Ano Novo, Dia Internacional da Mulher, Dia da Secretária, Dia dos Pais e Finados, mas este cenário pode mudar na medida que novos segmentos consumidores estão surgindo no Brasil (JUNQUEIRA e PEETZ, 2017).

O cultivo de flores e plantas ornamentais é uma das atividades mais rentáveis de exploração agrícola, porém há muitos desafios no ramo, como a dificuldade em adaptar-se às exigências do mercado quanto aos padrões de qualidade dos produtos, necessidade de mão de obra especializada e elevados custos de produção (JUNQUEIRA e PEETZ, 2014). Diante destes desafios, os produtores necessitam de orientação técnica para o planejamento da produção, práticas de manejo, pós-colheita, logística e distribuição adequadas com agregação de valor aos produtos. Frente a isso, atividades de extensão rural que levem as informações produzidas na pesquisa para o campo tem o potencial de oferecer aos produtores assistência e contribuição para a diversificação das espécies cultivadas nas propriedades rurais familiares.

Na região Sul do país, houve um aumento do número de produtores de flores de 2008 a 2013 especialmente pelo aumento da oferta de mercadorias devido ao crescimento de polos produtivos regionais, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor (JUNQUEIRA e PEETZ, 2014). De acordo com Souza et al. (2008), na região central do RS, os consumidores preferem adquirir produtos locais, principalmente em virtude da melhor qualidade do produto, devido ao menor tempo de transporte, mas a produção local atende apenas 20% da demanda (MENEGAES et al., 2015). Uma alternativa para atender a demanda e motivar o aumento no

consumo de flores é a produção local e a comercialização em feiras, pois o encurtamento da cadeia tem potencial de reduzir o custo das flores ao consumidor final. Além disso, o cultivo de flores como cultura alternativa de diversificação e renda para pequenos produtores rurais tem um papel fundamental na redução do êxodo rural, principalmente de jovens, e na sustentabilidade das futuras gerações no campo.

O cultivo do gladiolo ou Palma-de-Santa-Rita (*Gladiolus x grandiflorus*. Hort.) tem potencial de expansão no RS, pois o seu cultivo é de fácil implantação e manejo, a cultura se adapta às condições edafoclimáticas do Estado e pode ser cultivada à céu aberto, reduzindo os custos de produção, características atrativas para o pequeno produtor familiar. No Brasil, o Dia de Finados é a principal data para comercialização do gladiolo (SCHWAB et al., 2015a) e, devido a esse fator cultural, muitos produtores acreditam que o cultivo dessa flor é possível somente no final do inverno e início da primavera (meses de julho, agosto e setembro). No entanto, o final do verão e início do outono (meses de fevereiro, março e abril), também é uma época adequada para produção de hastes florais de qualidade (SCHWAB et al., 2015b), sendo um período que apresenta mercado consumidor. No RS, a demanda de gladiolos vem aumentando em diferentes datas comemorativas, como Dia das Mães, Dia da Mulher e, também, na ornamentação de interiores, festas e eventos (SCHWAB et al., 2018). Estas diferentes formas de uso estão demonstradas na Figura 1.

Um dos fatores que impede a expansão do cultivo desta flor de corte no RS é a dificuldade na determinação da data de plantio dos cormos para colheita das hastes florais na data almejada (UHLMANN et al., 2017). Fatores ambientais, especialmente a temperatura do ar, tem grande influência na duração do ciclo de desenvolvimento do gladiolo, por isso, é importante utilizar ferramentas, como os modelos matemáticos, para determinar a data ótima de plantio (BECKER et al., 2017). Um modelo de desenvolvimento denominado PhenoGlad foi proposto para simular o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da cultura do gladiolo e

foi calibrado e validado com dados de experimentos de campo conduzidos em vários anos e em diferentes locais no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina (UHLMANN et al., 2017). O PhenoGlad simula a fenologia do gladiolo para diferentes cultivares, datas de plantio, anos e locais.

O objetivo deste trabalho foi divulgar a cultura do gladiolo como alternativa de diversificação e renda para pequenos produtores rurais através de um projeto de extensão no qual foram demonstradas as técnicas de manejo da cultura durante o seu ciclo de desenvolvimento.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A primeira fase do projeto de extensão constituiu-se da realização de um levantamento dos produtores interessados em diversificar seu sistema de produção e cultivar o gladiolo em suas propriedades. Esse levantamento foi realizado por extensionistas da EMATER/RS-ASCAR, Regional de Santa Maria que abrange 35 municípios na região central do RS. Foram selecionados seis pequenos produtores familiares que comercializam seus produtos em feiras locais nos municípios de Cachoeira do Sul (2 produtores), Dilermando de Aguiar, Nova Palma, Santa Maria e Santiago (Figura 2).

Após a seleção dos produtores, foi realizada uma visita técnica às propriedades por integrantes da Equipe PhenoGlad (equipe de pesquisa e extensão composta por professores e estudantes de graduação e pós-graduação) e os extensionistas da EMATER/RS-ASCAR do escritório regional de Santa Maria e do respectivo escritório municipal. Durante a visita, foi realizado com cada produtor o planejamento da produção para que as hastes estivessem prontas para serem comercializadas no Dia das Mães de 2018, bem como orientação sobre as técnicas de manejo para o gladiolo durante o cultivo. Aproximadamente a cada duas semanas a equipe de professores, estudantes e extensionistas fez visitas aos produtores para realizar e

ensinar as práticas de manejo do gladiolo aos produtores do projeto, Na primeira visita foi realizado o preparo da área, confecção de canteiros com 1 m de largura e 25 m de comprimento e plantio dos cormos. A determinação das datas de plantio foi realizada com a versão 1.1 do modelo PhenoGlad ([www.ufsm.br/phenoglad](http://www.ufsm.br/phenoglad)), visando a comercialização das hastes florais no Dia das Mães de 2018 (13/05/2018). Também foi disponibilizado um folder, elaborado pela Equipe PhenoGlad, contendo informações básicas de manejo, cultivares e época de plantio sobre a cultura do gladiolo aos produtores.

Cada família recebeu um total de 250 cormos de gladiolo, 50 de cada uma das cultivares White Goddess (cor branca), Rose Supreme (cor rosa), Red Beauty (cor vermelha), Jester (cor amarela com vermelha) e Fidélio (cor rosa). Essas cultivares foram escolhidas pela variedade de cores e por apresentarem o mesmo ciclo de desenvolvimento (ciclo intermediário II, UHLMANN et al., 2017). Nas visitas durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, os produtores foram orientados sobre o momento correto de realizar as técnicas de manejo na lavoura, como adubação de cobertura, amontoa, tutoramento, controle de plantas daninhas, doenças e insetos. Próximo à colheita, a atenção foi redobrada às lavouras, de forma a auxiliar os produtores a identificar o ponto de colheita das hastes florais, a forma de colheita, o armazenamento e o transporte das hastes até o local de comercialização.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A data de plantio para os diferentes municípios foi determinada para que as hastes florais atingissem o ponto de colheita (estágio R2 da escala de Schwab et al., 2015a - os três primeiros floretes da espiga mostram a cor) três dias antes do Dia das Mães para oferecer ao consumidor hastes com algumas flores abertas. Esse critério foi adotado para que os produtores tivessem tempo de colher as hastes florais e fazer os maços com os botões ainda fechados, causando menos danos aos floretes, e proporcionando hastes com melhor qualidade.



O período de plantio recomendado para as cultivares de ciclo intermediário II variou entre os municípios, sendo mais cedo para Cachoeira do Sul (13 a 17/02) e mais tarde para os demais municípios (Dilermando de Aguiar, Santa Maria e Santiago), de 18 a 22/05 (Tabela 1). Essa variação ocorreu, pois, Cachoeira do Sul está localizada numa região mais fria do RS e a temperatura do ar é o principal fator climático que controla o ciclo de desenvolvimento do gladiolo (SHILLO e HALEVY, 1976; STRECK et al., 2012; UHLMANN et al., 2017) portanto nessa região o plantio foi antecipado.

O plantio dos cormos foi realizado nas propriedades juntamente com os produtores (Figura 3A). Os produtores que tinham disponibilidade de adubo orgânico na propriedade fizeram a aplicação no preparo dos canteiros. A dose de adubo químico utilizada foi de 500 kg ha<sup>-1</sup> de NPK da fórmula 5 – 20 – 20, que foi aplicado na linha no momento do plantio. O adubo foi colocado à aproximadamente 15 cm de profundidade e coberto com uma camada de solo de aproximadamente 5 cm, para evitar o contato direto do adubo com os cormos. Os cormos foram plantados a uma profundidade de 10 cm, espaçados de 20 cm entre cormos e 40 cm entre linhas, no sistema de linhas pareadas.

Após a emergência das plantas, os produtores foram orientados a realizar o corte das brotações excedentes na base da planta, deixando, no máximo, duas brotações. Essa prática é necessária porque cada corno de gladiolo tem a capacidade de gerar, a partir de suas gemas, uma a cinco brotações, dependendo da cultivar. Como cada broto gera uma haste floral, muitas brotações podem atrasar o ciclo e produzir hastes menores, devido ao aumento do número de drenos e competição na planta, que causa perda da qualidade das hastes florais, desuniformidade da lavoura e conseqüente atraso da comercialização das hastes, o que é desvantajoso para o produtor que deseja comercializar em uma data específica. Deixando apenas dois brotos, se perde em quantidade (produção de apenas duas hastes por corno), mas se ganha em qualidade do produto, pois as hastes florais são maiores, com maior vida de vaso

devido ao maior número de floretes, atraindo a atenção dos consumidores (SCHWAB et al., 2014).

Na semana de 11 a 17/03/2018, foi realizada visita às lavouras para realizar a aplicação da adubação nitrogenada de cobertura nas cultivares que estavam com três folhas (estágio V3) da escala fenológica de Schwab et al. (2015a) (Figura 3B). Realizar a adubação nitrogenada em V3 é fundamental pois, nesse estágio, está ocorrendo a diferenciação da espiga floral no interior do cartucho da planta, que constitui um forte dreno do nitrogênio (SCHWAB et al., 2015a). A dose do adubo utilizada foi de 350 kg ha<sup>-1</sup>, aplicado na forma de ureia (46% de N). No momento da aplicação e incorporação da ureia, os produtores foram orientados a realizar amontoa próximo às plantas para dar mais sustentação às mesmas, e aproveitar a operação para realizar o controle de plantas daninhas no canteiro.

A próxima técnica de manejo que foi recomendada aos produtores foi o tutoramento das plantas. Esta prática tem como objetivo dar suporte à planta, que pode tombar devido ao tamanho e peso das hastes florais e também é importante para manter as hastes na posição vertical evitando a formação de hastes tortuosas. A colocação do primeiro fio de tutoramento foi realizado durante a visita da semana dos dias 08 a 14/04/2018 (Figura 3C), quando a maioria das plantas estavam entre o estágio V6 – V7 (6 – 7 folhas) (SCHWAB et al., 2015a). Os fios foram amarrados a estacas de bambu previamente fixadas nas extremidades dos canteiros, sendo colocado um fio em cada lado da linha de plantio. Nessa visita, salientou-se aos produtores a importância de manter as plantas em bom estado fitossanitário, e a necessidade de realização do controle assim que surgissem os primeiros sintomas de doenças e ataque de pragas. A ferrugem (*Uromyces transversalis*) e a incidência de lagartas são os principais fatores bióticos que afetam o crescimento da cultura. Com o auxílio dos extensionistas da EMATER/RS-ASCAR, os agricultores foram orientados a utilizar produtos alternativos de controle de doenças, como a calda bordalesa, pois, muitos deles não utilizavam

agrotóxicos na lavoura. O uso desses produtos apresentou bom controle das doenças e não interferiu negativamente na qualidade das hastes.

Na semana que antecedeu o Dia das Mães, de 29/04 a 05/05/2018, foi realizada a última visita às propriedades (Figura 3D). Nas lavouras, algumas cultivares já estavam em ponto de colheita, conforme a data média do R2 observado para as diferentes cultivares nos quatro municípios (Tabela 1). Os produtores foram orientados sobre como identificar nas plantas, o ponto de colheita das hastes florais e a maneira de realizar a colheita da haste, de modo a deixar 4 a 5 folhas junto a planta no campo, por um período de, no mínimo, 45 dias. Essa prática é recomendada para produtores que pretendem colher os cormos e utilizá-los na próxima safra e, portanto, a manutenção das folhas junto à planta serve para a produção de fotoassimilados que serão necessários para a produção do novo cormo. Após a colheita das hastes florais, os produtores foram orientados a fazer pequenos maços e mantê-los em recipiente com água na posição vertical, para evitar o entortamento. Também, durante a visita, cada família recebeu um banner contendo a identificação da família (nome ou sobrenome) ou dos produtores participantes e município, com o intuito dos consumidores identificarem, nas feiras, os produtores participantes do projeto e, assim, auxiliar na comercialização.

Como nem todas as plantas do canteiro atingem o R2 no mesmo dia, pois o período de florescimento ocorre num intervalo de 15 dias, os produtores levaram as primeiras hastes para a feira uma semana antes do Dia das Mães. Uma alternativa para produtores que possuem câmara fria na propriedade, é a realização do armazenamento das hastes em baixas temperaturas (aproximadamente 6°C) para retardar a abertura dos floretes até a véspera do dia de comercialização (SCHWAB et al., 2015b). Porém, como nenhum dos produtores possuía câmara fria, eles iniciaram a comercialização nas feiras cerca de uma semana antes da data almejada, usando-as como atrativo para que os consumidores retornassem à feira na próxima semana para adquirir flores para o Dia das Mães.

Ao todo, foram produzidas aproximadamente 2400 hastes de gladiolo entre os cinco municípios (aproximadamente 400 hastes por lavoura comercial), as quais foram comercializadas durante a semana do Dia das Mães. A comercialização nas feiras foi acompanhada nos cinco municípios na quinta-feira, sexta-feira e sábado da véspera do Dia das Mães (Figura 4). A forma de comercialização e o valor de venda foram determinados por cada produtor, de acordo com sua experiência de mercado e relação oferta/demanda de flores do município. Em Cachoeira do Sul (Figura 4A e 4B), as hastes foram vendidas ao preço de R\$ 2,00 a unidade ou em maços de 3 hastes no valor de R\$ 5,00. Em Dilermando de Aguiar e Santa Maria (Figura 4C e 4F, respectivamente), as hastes foram vendidas em maços com 3 unidades no valor de R\$ 5,00. Em Santiago (Figura 4E) foram confeccionados buquês com três hastes incrementados com folhas verdes e adornos que agregaram valor ao produto, sendo vendido cada buquê por R\$ 12,50. Em Nova Palma os produtores não eram feirantes e a comercialização foi realizada a domicílio no valor de R\$ 1,00 a unidade agregada à venda de morangos (Figura 4D).

Como na comercialização em feiras locais os produtos não precisam seguir os rigorosos padrões de qualidade, os produtores puderam adotar estratégias para comercializar toda produção, inclusive as hastes menores, através da confecção de maços com maior número de hastes. O custo de produção em cada lavoura foi de aproximadamente R\$ 364,00, incluindo aquisição de bulbos, adubo, fio de ráfia para tutoramento e mão-de-obra.

A aceitação dos consumidores foi alta, o que resultou na comercialização de toda a produção nos cinco municípios. Segundo relatos dos produtores, a experiência foi positiva tanto na produção como na comercialização das hastes florais visando esta data especial, pois puderam aprender sobre as técnicas de cultivo da cultura, embelezar a propriedade e agregar renda. Os consumidores ficaram bastante surpresos por encontrarem hastes de gladiolo para comercialização no Dia das Mães, pois o mais comum é a oferta dessa flor no Feriado de

Finados. O sucesso da produção de gladiólo para essa data comemorativa demonstra a necessidade de investimento na regionalização da produção de flores, pela sua importância na geração de novas oportunidades de emprego, ocupação da mão-de-obra e encurtamento de cadeias, através da redução do transporte a médias e longas distâncias (JUNQUEIRA e PEETZ, 2018).

Para encerrar a primeira fase do projeto, foi realizada uma reunião técnica de avaliação e planejamento das ações futuras, que contou com a presença dos produtores e extensionistas (Figura 5). Na ocasião, todos deram seu depoimento sobre a experiência de produzir hastes de gladiólo para o Dia da Mãe. Conforme os relatos, a experiência foi positiva tanto na produção como na comercialização das hastes florais visando esta data especial. Verificou-se grande interesse dos consumidores por produtos de produção local para uso na decoração de residências, principalmente por se tratar de um produto de qualidade e de baixo custo, que pode ser adquirido na feira semanalmente juntamente com as hortaliças.

O próximo passo definido na reunião foi a ampliação do projeto, visando a produção de gladiólos para comercialização no Dia de Finados de 2018 nos municípios de Cachoeira do Sul (3 famílias) e numa escola agrícola, Dilermando de Aguiar (2 famílias), Nova Palma (1 família), Santiago (1 família), Santa Maria (1 família) e foram incluídos no projeto produtores nos municípios de Itaara (2 famílias), Formigueiro (2 famílias), São João de Polêsine (2 famílias) e uma escola rural do município de Júlio de Castilhos. Este projeto mostrou abrangência além da Depressão Central do RS, com potencial de expansão para outras regiões do Estado, como a Serra Gaúcha, onde também foi realizado um cultivo de gladiólo visando colheita em Finados na propriedade rural de uma família no município de Tupandi, RS, pertencente ao regional da EMATER/RS de Lajeado.

## CONCLUSÕES

O gladiolo é uma flor de corte que pode fazer parte do sistema de produção das pequenas propriedades familiares do RS, como alternativa de diversificação, agregação de valor e renda. O projeto de extensão mostrou que as hastes florais do gladiolo têm mercado consumidor fora da época de Finados, quebrando o paradigma do gladiolo como flor para decorar cemitérios e celebrações fúnebres. A comercialização das hastes em feiras reduz seu custo para o consumidor final, além de proporcionar ao consumidor acesso a um produto de melhor qualidade. Esse sistema de produção incentiva a produção em cadeias curtas e contribui para o crescimento da produção de flores a nível local.

## AGRADECIMENTOS

À EMATER/RS-ASCAR, regional de Santa Maria, aos escritórios municipais de Cachoeira do Sul, Dilermando de Aguiar, Santiago e Nova Palma, aos extensionistas e produtores dos respectivos municípios, por terem aceitado participar do projeto de extensão. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Proc. N. 140544/2016-0 e ao Fundo de Incentivo à Extensão (FIEEX) da Universidade Federal de Santa Maria, pelas bolsas de Extensão.

## REFERÊNCIAS

BECKER, C. C.; STRECK, N. A.; UHLMANN, L. O.; RIBEIRO, B. S. M. R.; TOMIOZZO, R. SILVEIRA, W. B.; BENEDETTI, R. P.; CHARÃO, A. S.; BALEST, D. S.; SCHWAB, N. T.; BACKES, F. A. A. L.; BELLÉ, R. Zoneamento da data de plantio de gladiolo para comercialização no Dia de Finados e no Dia das Mães no Rio Grande do Sul. Disponível em: < <http://www.cropmodels.ufsm.br/download/3019/> >. Acesso em: 27 de julho de 2018.

IBRAFLOR. 2017. O mercado de flores no Brasil. Disponível em: <<https://ornamentalhorticulture.emnuvens.com.br/rbho/about/submissions#authorGuidelines>>

Acesso em: 23 de julho de 2018.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. da S. Panorama Socioeconômico da Floricultura no Brasil. **Ornamental Horticulture**, v.17, n.2, p.101-108, 2011.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. da S. O setor produtivo de flores e plantas ornamentais do Brasil, no período de 2008 a 2013: atualizações, balanços e perspectivas. **Ornamental Horticulture**, v.20, n.2, p.115-120, 2014.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. da S. Brazilian consumption of flowers and ornamental plants: habit, practices and trends. **Ornamental Horticulture**, v.23, n.2, p.178-184, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/oh.v23i2.1070>

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. da S. Sustainability in Brazilian floriculture: introductory notes to a systemic approach. **Ornamental Horticulture**, v.24, n.2, p.155-162, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/oh.v24i2.1253>

MENEGAES, J. F.; BACKES, F. A. A. L.; BELLÉ, R. A.; BACKES, R. L. Diagnóstico do mercado varejista de flores de Santa Maria, RS. **Ornamental Horticulture**, v.21, n.3, p.291-298, 2015.

SCHWAB, N. T.; STRECK, N. A.; LANGNER, J. A.; RIBEIRO, B. S. M. R.; UHLMANN, L. O.; BECKER, C. C. Aplicabilidade do termo antocrono para representar a velocidade de abertura de flores em inflorescência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, n.9 p.657-664, 2014. DOI: 10.1590/S0100-204X2014000900001

SCHWAB, N. T.; STRECK, N. A.; BECKER, C. C.; LANGNER, J. A.; UHLMANN, L. O.; RIBEIRO, B. S. M. R. A phenological scale for the development of *Gladiolus*. **Annals of Applied Biology**, v.166, n.3 p.496-507, 2015a. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/aab.12198>

SCHWAB, N. T., STRECK, N. A., RIBEIRO, B. S. M. R., BECKER, C. C., LANGNER, J. A., UHLMANN, L. O.; RIBAS, G. G. Parâmetros quantitativos de hastes florais de gladiolo conforme a data de plantio em ambiente subtropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.10, p.902-911, 2015b. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2015001000006>

SCHWAB, N. T.; STRECK, N. A.; UHLMANN, L. O.; BECKER, C. C.; RIBEIRO, B. S. M. R.; LANGNER, J. A.; TOMIOZZO, R. Duration of cycle and injuries due to heat and chilling in *Gladiolus* as a function of planting dates. **Ornamental Horticulture**, v.24, p.163-173, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/oh.v24i2.1174>

SOUZA, R. S. de; ARBAGE, A. P.; NEUMANN, P. S.; FROEHLICH, J. M.; DIESEL, V.; SILVEIRA, P. R.; SILVA, A. da; CORAZZA, C.; BAUMHARDT, E.; LISBOA, R. S.; Comportamento de compra dos consumidores de frutas, legumes e verduras na região central do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.38, n.2, p.511-517, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000200034>.

SHILLO, R.; HAVELY, A.H. The effect of various environmental factors on flowering of *gladiolus*. III. Temperature and moisture. **Scientia Horticulturae**, v.4, p.147-155, 1976. DOI: 10.1016/S0304-4238(76)80006-4.

STRECK, N. A.; BELLÉ, R. A.; BACKES, F. A. A. L.; GABRIEL, L. F.; UHLMANN, L. O.; BECKER, C. C. Desenvolvimento vegetativo e reprodutivo em gladiolo. **Ciência Rural**, v.42, n.11, p.1968-1974, 2012.

UHLMANN, L. O.; STRECK, N. A.; BECKER, C. C.; SCHWAB, N. T.; BENEDETTI, R. P.; CHARÃO, A. S.; RIBEIRO, B. S. M. R.; SILVEIRA, W. B.; BACKES, F. A. A. L.; ALBERTO, C. M., MUTTONI, M., PAULA, G. M., TOMIOZZO, R., BOSCO, L. C., BECKER, D. PhenoGlad: A model for simulating development in *Gladiolus*. **European Journal of Agronomy**, v.82, Part A, p.33-49, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2016.10.001>



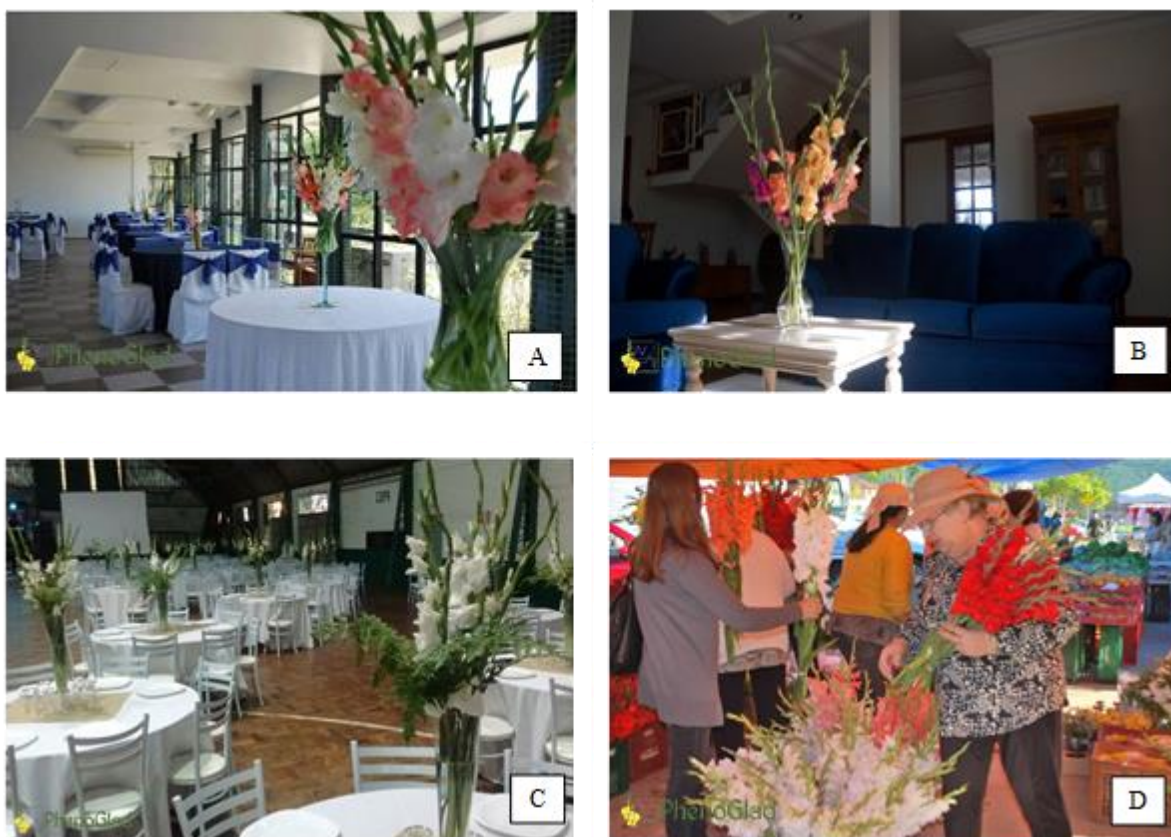


Figura 1. Diferentes usos das hastes florais de gladiolo: Decoração de festas (A), Decoração de interiores (B), Ornamentação de Casamentos (C) e Comercialização para Dia das Mães (D).

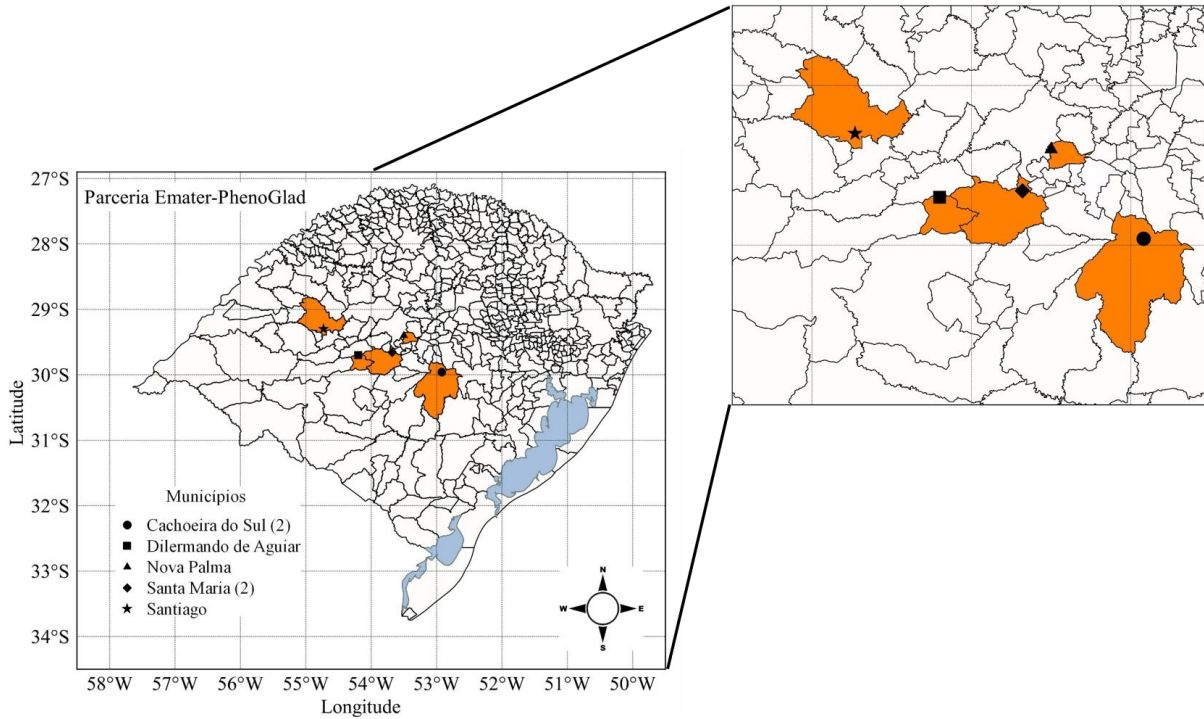


Figura 2. Mapa do Estado do Rio Grande do Sul com os cinco municípios (Cachoeira do Sul, Dilermando de Aguiar, Santa Maria, Santiago e Nova Palma) onde foram acompanhadas as lavouras comerciais do projeto de extensão em parceria com a Emater-RS/Ascar.

Tabela 1. Data de plantio (*dd/mm/aaaa*) realizada a campo para as diferentes cultivares de gladiólo nos quatro municípios, período recomendado para o plantio utilizando o modelo PhenoGlad, data do R2 ou ponto de colheita observado a campo e simulado pelo modelo.

Cultivar*	Data de plantio	Período recomendado para o plantio	Data do R2 observado	Data do R2 simulado
Cachoeira do Sul				
White Goddess	15/02/2018	13 a 17/02	02/05/2018	10/05/2018
Rose Supreme	15/02/2018	13 a 17/02	01/05/2018	10/05/2018
Red Beauty	15/02/2018	13 a 17/02	01/05/2018	10/05/2018
Jester	15/02/2018	13 a 17/02	03/05/2018	10/05/2018
Dilermando de Aguiar				
White Goddess	14/02/2018	18 a 22/02	08/05/2018	10/05/2018
Rose Supreme	14/02/2018	18 a 22/02	06/05/2018	10/05/2018
Red Beauty	14/02/2018	18 a 22/02	07/05/2018	10/05/2018
Jester	14/02/2018	18 a 22/02	07/05/2018	10/05/2018
Santa Maria				
White Goddess	16/02/2018	18 a 22/02	09/05/2018	10/05/2018
Rose Supreme	16/02/2018	18 a 22/02	30/04/2018	10/05/2018
Red Beauty	16/02/2018	18 a 22/02	02/05/2018	10/05/2018
Jester	16/02/2018	18 a 22/02	07/05/2018	10/05/2018
Santiago				
White Goddess	19/02/2018	18 a 22/02	07/05/2018	10/05/2018
Rose Supreme	19/02/2018	18 a 22/02	05/05/2018	10/05/2018
Red Beauty	19/02/2018	18 a 22/02	07/05/2018	10/05/2018
Jester	19/02/2018	18 a 22/02	10/05/2018	10/05/2018
Nova Palma**				
White Goddess	15/02/2018	18 a 22/02	-	10/05/2018
Rose Supreme	15/02/2018	18 a 22/02	-	10/05/2018
Red Beauty	15/02/2018	18 a 22/02	-	10/05/2018
Jester	15/02/2018	18 a 22/02	-	10/05/2018

\*A fenologia da cultivar Fidélio não foi acompanhada a campo devido à desuniformidade das plantas.

\*\*No município de Nova Palma, não foi coletada a data do R2 observado a campo.



Figura 3. Visitas técnicas às lavouras de gladiolo quando foram realizados o plantio (A), adubação de cobertura (B), o tutoramento (C) e a colheita (D).



Figura 4. Comercialização das hastes florais de gladiolo para o Dia das Mães nas feiras em Cachoeira do Sul (A, B), Dilermando de Aguiar (C), Nova Palma (D), Santiago (E) e Santa Maria (F), Rio Grande do Sul.

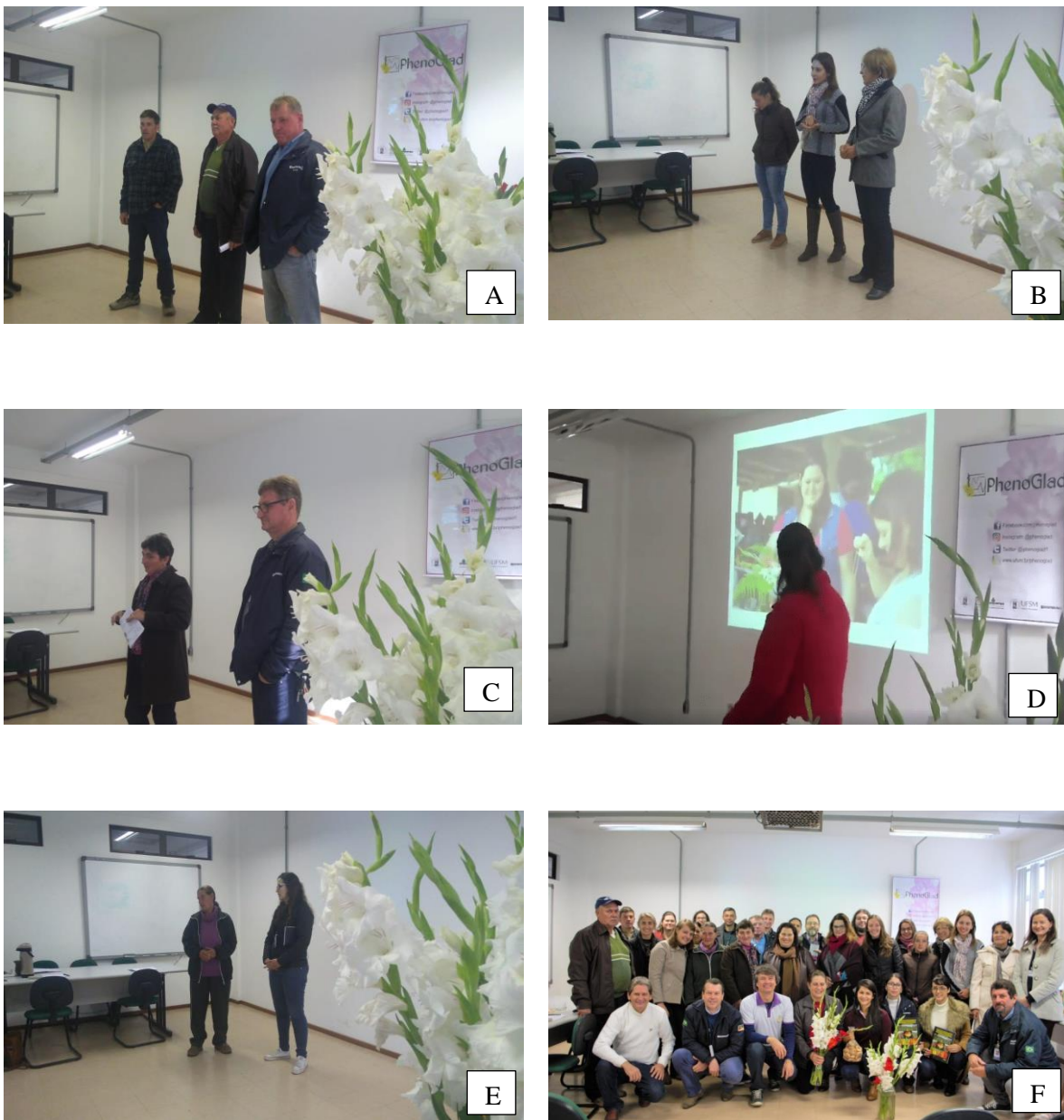


Figura 5. Reunião técnica de avaliação e planejamento das próximas etapas do projeto com produtores e extensionistas da Emater-RS/Ascar: Depoimento dos extensionistas e produtores dos municipais de Cachoeira do Sul, Dilermando de Aguiar, Nova Palma, Santiago e Santa Maria, respectivamente (A, B, C, D e E) e Produtores, extensionistas e Equipe PhenoGlad (F).

## 6. DISCUSSÃO GERAL

A partição de massa seca em gládio é modulada pela força de dois drenos principais. A espiga é o principal dreno da planta até o final do florescimento, e, a partir dessa fase, o corno novo torna-se o principal dreno da planta. Durante a fase vegetativa da cultura, há uma maior translocação de assimilados para as folhas, que é o principal órgão de armazenamento de fotoassimilados que, posteriormente, serão translocados para os principais drenos da planta, que são as hastes florais e o corno novo. A partir do estágio vegetativo V7, aumenta a força de dreno da haste floral, resultando num aumento quase linear de sua massa seca até o estágio R2.

A massa seca da haste floral estabiliza-se a partir do estágio reprodutivo R2, pois, nessa fase, ocorre a abertura dos floretes da espiga via translocação de fotoassimilados. A partir do final do florescimento, ou estágio R4, com a diminuição da força de dreno da haste floral, o corno novo torna-se o principal dreno dos fotoassimilados. Comparando as cultivares de diferentes ciclos de desenvolvimento, não foi observada uma resposta similar entre grupos de cultivares de mesmo ciclo (precoce, intermediário I ou II e tardio) que permitissem seu agrupamento.

Durante os estágios iniciais de desenvolvimento da cultura (VE ao V4), o crescimento da planta ocorre pela translocação dos carboidratos a partir do corno velho, que é o órgão de reserva. Essa resposta também foi observada em outras culturas bulbosas que possuem órgão de reserva, como o alho (RIZZALLI et al., 2002) e o lírio (CHANG; MILLER, 2003). Em virtude dessa característica da cultura do gládio, para a determinação da EUR foram considerados dados de massa seca a partir do estágio V4, a partir do qual o crescimento ocorre independentemente das reservas do corno velho. Os dados de massa seca para o cálculo da EUR foram considerados até o estágio R2, pois, a partir desse estágio, ocorre a estabilização da massa seca da cultura.

Os valores de EUR encontrados para gládio ( $0,4310 \text{ g MJ}^{-1}$  a  $0,9035 \text{ g MJ}^{-1}$ ) são menores do que para outras culturas bulbosas, como a cebola ( $1,58 \text{ g MJ}^{-1}$ ) (BREWSTER et al., 1986) e o alho ( $2,9 \text{ g MJ}^{-1}$ ) (RIZZALLI et al., 2002). Esses menores valores de EUR do gládio possivelmente são devido à existência de dois drenos durante o ciclo de desenvolvimento da planta: a haste floral e o corno novo, o que aumenta os custos energéticos de translocação dos assimilados.

A faixa ótima de temperaturas para EUR em gládio situa-se entre 15 e 22°C. Em temperaturas abaixo de 15°C e acima de 22°C, há uma redução na EUR, chegando a valores

mínimos nas temperaturas de 7°C (VIDALIE, 1980) e 40°C (INTERNATIONAL FLOWER BULB CENTRE, 2011), consideradas as temperaturas cardinais mínima e máxima para o crescimento da cultura do gladiólo. Essas determinações são importantes para dar mais robustez a modelos ecofisiológicos de simulação do crescimento de culturas agrícolas, a fim de penalizar a taxa de crescimento em condições sub e supra ótimas através de uma função de resposta à EUR. O conhecimento da dinâmica da partição de massa seca de acordo os estágios de desenvolvimento da cultura e as temperaturas cardinais da EUR são componentes chaves para o desenvolvimento de um modelo de crescimento para a cultura do gladiólo. Até o momento, o modelo PhenoGlad (UHLMANN et al., 2017) simula a fenologia da cultura, mas não leva em consideração o incremento da massa seca das plantas de gladiólo.

O modelo PhenoGlad foi utilizado como ferramenta para realizar a indicação das épocas aptas e inaptas de plantio para os 497 municípios do Estado do Rio Grande do Sul. As épocas inaptas de plantio são aquelas em que os períodos críticos da cultura coincidem com as maiores probabilidades de ocorrência de temperaturas extremas (baixas e altas), conforme os critérios do modelo PhenoGlad. Foram considerados os níveis de risco de ocorrência de danos de 10%, 20% e 30%. Por exemplo, para o nível de 10%, as épocas de plantio consideradas inaptas foram aquelas em que o modelo indicou a ocorrência de danos por temperaturas extremas em 10% ou mais dos anos da série histórica.

Como o mercado exige que produtos usados para ornamentação, como as hastes florais do gladiólo não apresentem defeitos, como danos por geada e queimadura por altas temperaturas, acredita-se que o nível de 10% de ocorrência de danos seja o mais adequado para definir as épocas aptas de plantio, por ser mais rigoroso. Nas regiões com influência da maritimidade, como a região Litorânea do RS (regiões 19 e 22), o plantio do gladiólo pode ser realizado durante todo o ano, pois o efeito termorregulador da água diminui a amplitude térmica e atenua o risco de temperaturas extremas.

Para as regiões mais frias do Estado, localizadas na Serra do Nordeste, Planalto e Serra do Sudeste (representado pelas regiões 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 17), o período do ano inapto para o cultivo é maior durante os meses de março a meados de maio. Já para as regiões mais quentes, localizadas no Vale do Uruguai, Depressão Central e Missões (representado pelas regiões 1, 2, 3, 4, 6, 13 e 20), o período inapto de plantio é maior durante os meses de outubro a janeiro. Essas épocas não são recomendadas para o plantio pois, ao plantar os cormos nesses períodos as plantas atingirão a fase reprodutiva, que é a fase mais sensível à danos, nas épocas do ano com maior probabilidade de ocorrência de danos por temperaturas extremas baixas e altas, respectivamente.



Comparando-se o período inapto de plantio entre os ciclos de desenvolvimento da cultura, há uma antecipação da época inapta de plantio de acordo com o aumento do ciclo de desenvolvimento. A aplicação prática dessa informação para os produtores de gladiólo é dar preferência para cultivares com menor período inapto de plantio, como as cultivares precoces, especialmente quando pretende-se realizar o cultivo em regiões e épocas com maior probabilidade de dano. O zoneamento climático de risco para a cultura do gladiólo no RS constitui-se numa ferramenta para auxiliar os produtores na tomada de decisão das épocas de plantio mais adequadas para sua região, proporcionando que os produtores colham hastes florais que atendam os padrões de qualidade do mercado. Essa informação é um importante subsídio para a expansão da produção desta flor de corte.

Os pequenos produtores familiares que optam por diversificar seu sistema de produção e se inserir no sistema de produção da floricultura, encontram outros desafios para manter-se no sistema. O principal deles é atender os altos níveis de exigência dos principais mercados consumidores de flores do Brasil. Com as dificuldades de transporte dos produtos por longas distâncias em condições precárias das rodovias, os custos ao consumidor final tornam-se muito elevados e os produtos perdem qualidade devido ao tempo de transporte. Diante desse cenário, o incentivo à produção regional de flores é uma alternativa para encurtar cadeias, reduzindo os custos de aquisição dos produtores pelo consumidor final, além de ofertar um produto de qualidade.

Com o intuito de incentivar o cultivo do gladiólo em pequenas propriedades familiares de quatro municípios localizados na Depressão Central do RS, juntamente com os extensionistas da Emater/RS-Ascar dos municipais, propôs-se a produção de hastes para o Dia das Mães de 2018. As técnicas de manejo, desde o preparo da área, indicação da época de plantio dos cormos, forma de plantio, práticas de manejo de toda a fase de produção, até a colheita foram ensinadas e colocadas em prática juntamente com os produtores e extensionistas. Para isso, foram realizadas visitas às lavouras a cada 3 – 4 semanas.

As 2400 hastes de gladiólo produzidas nos quatro municípios foram comercializadas em feiras locais durante a semana do Dia das Mães. Houve uma grande aceitação das hastes pelos consumidores, que se mostraram surpresos por encontrar hastes de gladiólo para comercialização fora da época de Finados. Isso evidencia que há mercado consumidor para esta flor de corte e é possível sua produção e comercialização fora da época tradicional de Finados. Esse fato quebra o paradigma de que o gladiólo só é consumido para ser levado ao cemitério, pois houve consumo para decoração de interiores, festas, eventos e para presentear as Mães no seu dia.

A comercialização de toda a produção nos quatro municípios mostra que um sistema diferente de fazer floricultura, que englobe o pequeno produtor através de uma produção regional, é possível de ser realizado. A produção de flores que, mesmo ofertadas sem seguir os rigorosos padrões de qualidade exigidos pelos grandes centros consumidores, tem aceitação pelo público consumidor e potencial de expansão na região da Depressão Central e em todo o Estado do RS. Esse sistema promove diversificação de produção nas pequenas propriedades familiares, aumento da renda dos produtores e ocupação e valorização da mão-de-obra, principalmente a feminina. Porém, para que seja possível a expansão desse sistema diferente de fazer floricultura, é necessário manter os elos da pesquisa com a extensão rural, proporcionando a difusão das ferramentas desenvolvidas através da pesquisa para o desenvolvimento da floricultura no RS.

## 7. CONCLUSÕES

Os valores de EUR encontrados para gladiolo variaram de 0,4310 g MJ<sup>-1</sup> a 0,9035 g MJ<sup>-1</sup> na faixa ótima de temperatura. A EUR tem influência da temperatura em gladiolo, sendo que a faixa ótima de temperaturas para EUR em gladiolo situa-se entre 15 e 22°C, sendo reduzida em temperaturas abaixo e acima desses níveis térmicos.

A partição de massa seca na planta de gladiolo durante seu ciclo de desenvolvimento ocorre pela diferença na força de seus dois drenos principais. A haste floral é o principal dreno no final da fase vegetativa e início da fase reprodutiva e, a partir do final do florescimento, o corno filho torna-se o dreno principal.

O cultivo do gladiolo é possível de ser realizado em todos os 497 municípios do RS, durante a maior parte do ano, exceto em locais e nas épocas com maior probabilidade de ocorrência de temperaturas extremas (baixas e altas) na fase crítica de desenvolvimento da cultura. Para as regiões mais frias do Estado, o período inapto de plantio é maior durante os meses de março a meados de maio e para as regiões mais quentes, os períodos inaptos são durante os meses de outubro a janeiro.

O gladiolo é uma flor de corte que pode fazer parte do sistema de produção das pequenas propriedades familiares do RS, como alternativa de diversificação e aumento de renda. As hastes florais do gladiolo têm mercado consumidor fora da época de Finados na região da Depressão Central do RS. A comercialização das hastes em feiras reduz seu custo para o consumidor final, além de proporcionar ao consumidor acesso a um produto de melhor qualidade. Esse sistema de produção incentiva a produção em cadeias curtas e contribui para o crescimento da produção de flores em todo estado do RS. Porém, para que isso ocorra, é necessário levar os resultados de pesquisas científicas de qualidade com aplicação prática para o campo.



## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, M. de J. N. et al. Zoneamento pedoclimático para a cultura do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) na Região Nordeste do Brasil e no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 557-563, 2001.

ASSAD, E. D. et al. Zoneamento agroclimático para a cultura de café (*Coffea arabica* L.) no estado de Goiás e sudoeste do estado da Bahia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 510-518, 2001.

BARBOSA, J. G. et al. **Palma-de-Santa-Rita (Gladiolo):** Produção comercial de flores e bulbos. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2011. 113p.

BASTOS, T. X. et al. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do dendezeiro no estado do Pará. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 564-570, 2001.

BECKER, C. C. **Data de plantio de gladiolo para comercialização em dois picos de consumo no clima atual e em climas futuros no Rio Grande do Sul utilizando o modelo PhenoGlad.** 2017. 122p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

BRAGA, H. J. et al. Zoneamento de riscos climáticos da cultura da maçã no estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 439-445, 2001.

BREWSTER, J. L.; MONDAL, F. M.; MORRIS, G. E. L. Bulb development in Onion (*Allium cepa* L.) IV. Influence on yield of radiation interception, its efficiency of conversion, the duration of growth and dry-matter partitioning. **Annals of Botany**, v. 58, p. 221-233, 1986.

BRUNINI, O. et al. Zoneamentos climáticos para a cultura de milho no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 519-526, 2001.

CARAMORI, P. H. et al. Zoneamento de riscos climáticos e definição de datas de semeadura para o feijão no Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 477-485, 2001a.

CARAMORI, P. H. et al. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de café (*Coffea arabica* L.) no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 486-494, 2001b.

CHANG, Y. C.; MILLER, W. B. Growth and calcium partitioning in liliun ‘Star Gazer’ in relation to leaf calcium deficiency. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 128, p. 788-797, 2003.

CUNHA, G. R. da.; ASSAD, E. D. Uma visão geral do número especial da RBA sobre zoneamento agrícola no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 377-385, 2001.

CUNHA, G. R. da. et al. Zoneamento agrícola e época de semeadura para trigo no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 400-414, 2001a.

CUNHA, G. R. da. et al. Zoneamento agrícola e época de semeadura para soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 446-459, 2001b.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Zoneamento Agrícola de risco climático: instrumento de gestão de risco utilizado pelo seguro agrícola no Brasil**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/3933/zoneamento-agricola-de-risco-climatico---zarc>>. Acesso em: 04 out. 2018.

EPAGRI/CIRAM. Centro de Informações de Recursos Ambientais de Hidrometeorologia de Santa Catarina. **Zoneamento de Flores**. Florianópolis, SC, 2004. Disponível em: < [http://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=90&Itemid=275](http://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=90&Itemid=275)>. Acesso em: 04 out. 2018.

FALSTER, D.S.; WESTOBY, M. Leaf size and angle vary widely across species: what consequences for light interception? **New Phytologist**, United Kingdom, v. 158, n. 3, p. 509-525, jun. 2003.

FARIAS, J. R. B. et al. Caracterização de risco de deficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 415-421, 2001.

FRANCESANGELI, N.; SANGIACOMO, M.A.; MARTÍ, H. Effects of plant density in broccoli on yield and radiation use efficiency. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 110, n. 2, p. 135-143, out. 2006.

GALLARDO, M. et al. Evaluation of the VegSyst model with muskmelon to simulate crop growth, nitrogen uptake and evapotranspiration. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 101, n. 1, p. 107-117, dez. 2011.

GAO, M. et al. Estimation of leaf area for large scale phenotyping and modeling of rose genotypes. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 138, p. 227-234, mai. 2012.

GÓMEZ-PÉREZ, L. et al. Biomass and accumulation of Potassium, Calcium, and Magnesium in *Gladiolus* as affected by heat units and corm size. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 49, n. 3, p. 344-357, jan. 2018.

GRAEFE, J. et al. A process-oriented and stochastic simulation model for asparagus spear growth and yield. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v.32, n.3, p. 195-204, abr. 2010.

GUTIERREZ COLOMER, R.P. et al. Dry matter production and partitioning in rose (*Rosa hybrida*) flower shoots. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.107, n.3, p. 284-291, fev. 2006.

GREVING, A. J. Historical Materials from University of Nebraska-Lincoln Extension: **G87-852 Growing Gladiolus**, University of Nebraska, 1987. 5 p.

HEUVELINK, H. Dry matter production in tomato crop: measurements and simulation. **Annals of Botany**, United Kingdom, v.75, n.4, p. 369-379, set. 1995.

IBRAFLO. Instituto Brasileiro de Floricultura. **Números do Setor: Mercado interno**. São Paulo, 2015. Disponível em: <[http://www.ibraflor.com/ns\\_mer\\_interno.php](http://www.ibraflor.com/ns_mer_interno.php)>. Acesso em: 29 jul. 2018.

INTERNATIONAL FLOWER BULB CENTRE. **Gladiolus as cut flowers: Guidelines for cut flower production**. AD Hillegom: International Flower Bulb Centre, The Netherlands. 2011.

JÚNIOR, A. S. de A. et al. Zoneamento agroclimático para as culturas de milho e de soja no estado do Piauí. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 544-550, 2001.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. Mercado interno para os produtos da floricultura brasileira: características, tendências e importância socioeconômica recente. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 14, n. 1, p. 37-52, 2008.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. Balança do comércio exterior da floricultura brasileira. **Hórtica**, São Paulo, v. 1, p. 1-7, 2013.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. da S. Brazilian consumption of flowers and ornamental plants: habit, practices and trends. **Ornamental Horticulture**, v.23, n.2, p.178-184, abr.-jun. 2017.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. da S. Sustainability in Brazilian floriculture: introductory notes to a systemic approach. **Ornamental Horticulture**, v. 24, n. 2, p. 155-162, abr.-jun. 2018.

KIRINY, J.R. et al. Radiation use-efficiency in biomass accumulation prior to grain-filling for five grain-crop species. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.20, n.1, p. 51-64, fev. 1989.

LEE, J.H.; HEUVELINK, E. Simulation of leaf area development based on dry matter partitioning and specific leaf area for cut chrysanthemum. **Annals of Botany**, United Kingdom, v.91, n.3, p.319-327, fev. 2003.

LIETH, J.H.; PASIAN, C.C. A simulation model for the growth and development of flowering rose shoots. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.46, n.1-2, p.109-128, 1991.

LIM, T. K. *Gladiolus grandiflorus*. In: LIM, T. K. **Edible Medicinal and Non Medicinal Plants**. New York: Springer, 2014, p. 144-150.

LIMA, R.E.M. et al. Parâmetros biométricos e fisiológicos de *Heliconia bihai* cultivada em região litorânea sob diferentes níveis de radiação solar. **Ornamental Horticulture**, Campinas, v.22, n.1, p. 50-57, jan-mar. 2016.

LIMA JÚNIOR, J. C. et al. **Mapeamento e quantificação da cadeia de flores e plantas ornamentais do Brasil** [coordenação e organização Marcos Fava Neves; Mairun Junqueira Alves Pinto]. 1.ed. São Paulo: OCESP, 2015. 132p.

MALUF, J. R. T. et al. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de milho no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 460-467, 2001a.

MALUF, J. R. T. et al. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de feijão no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 468-476, 2001b.

MARCELIS, L.F.M.; HEUVELINK, E.; GOUDRIAAN, J. Modelling biomass production and yield of horticultural crops: a review. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.74, n.1-2, p. 83-111, abr. 1998.

MARCELIS, L.F.M. et al. Modelling dry matter production and partitioning in sweet pepper. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.718, 2006.

MEDEIROS, S. R. R. et al. Potencial agroclimático para a *Alpinia purpurata*, no estado do Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, p. 165-169, 2009.

NETO, M. da S. A. et al. Zoneamento agroecológico e definição de época de semeadura do algodoeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 422-428, 2001a.

NETO, M. da S. A. et al. Zoneamento agroecológico e época de semeadura para a mamoneira na Região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 551-556, 2001b.

NOWAK, J.; GOSZCZYNSKA, M. D.; RUDNICKI, R. M. et al. Storage of cut flowers and ornamental plants: present status and future prospects. **Postharvest News and Information**, v. 2, n. 4, p. 255-260, 1991.

PAIVA, P. D. de O. et al. Gladiólo. In: PAIVA, P. D. de O.; ALMEIDA, E. F. A. **Produção de flores de corte**. Lavras: UFLA, 2012. p. 448-470.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Meteorologia Agrícola**: apostila. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2007. 192p.

PINTO, H. S. et al. Zoneamento de riscos climáticos para a cafeicultura do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 495-500, 2001.

RIZZALLI, R.H.; VILLALOBOS, F.J.; ORGAZ, F. Radiation interception, radiation use-efficiency and dry matter partitioning in garlic (*Allium sativum* L.). **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v.18, n.1-2, p.33-43, dez. 2002.

ROBINSON, M.; HARAV, I.; HALEVY, A.H. Distribution of assimilates from various source leaves during the development of *Gladiolus grandiflorus*. **Annals of Botany**, United Kingdom, v.45, n.1, p. 113-122, jan. 1980.



ROBINSON, M. et al. Distribution of assimilates in *Gladiolus grandiflorus* as affected by water deficit. **Annals of Botany**, United Kingdom, v.51, n.4, p. 461-468, abr. 1983.

ROSA, Y. B. C. J. et al. Desenvolvimento de gladiólos em função da adubação nitrogenada e diâmetro do cormo. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 20, n. 1, p. 87-92, 2014.

RUPPENTHAL, V.; CONDE e CASTRO, A. M. Efeito do composto de lixo urbano na nutrição e produção de Gladiólo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 145-150, jan./fev. 2005.

SANS, L. M. et al. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de milho na Região Centro-Oeste do Brasil e para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 527-535, 2001.

SANTOS, R.L.L. dos. **Características fitotécnicas e fisiológicas do gladiólo ‘Amsterdam’ cultivado sob diferentes tipos de telas**. 2014. 138p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)– Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2014.

SCHVAMBACH, J. L.; ANDRIOLO, J. L.; HELDWEIN, A. B. Produção e distribuição da matéria seca no pepino para conserva em diferentes populações de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 35-41, 2002.

SCHWAB, N. T. et al. A phenological scale for the development of *Gladiolus*. **Annals of Applied Biology**, United Kingdom, v. 166, n. 3, p. 496-507, mai. 2015a.

SCHWAB, N. T. et al. Parâmetros quantitativos de hastes florais de gladiólo conforme a data de plantio em ambiente subtropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 10, p. 902-911, out. 2015b.

SCHWAB, N. T. et al. Duration of cycle and injuries due to heat and chilling in *Gladiolus* as a function of planting dates. **Ornamental Horticulture**, v. 24, n. 2, p. 163-173, abr.-jun. 2018.

SEDIYAMA, G.C. et al. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 501-509, 2001.

SEVERINO, C. A. M. **Dossiê técnico: cultivo comercial de Palma de Santa Rita (*Gladiolus* sp. Tourm.)**. Rede de Tecnologia da Bahia – RETEC/BA, 2007, 22p.

SHILLO, R.; HALEVY, A. H. The effects of various environmental factors on flowering of *gladiolus*. III. Temperature and moisture, **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 4, n. 2, p. 147-155, dez. 1976a.

SHILLO, R.; HALEVY, A.H. The effects of various environmental factors on flowering of *gladiolus*. II. Length of the day, **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 4, n. 2, p. 139-146, dez. 1976b.

SHILLO, R.; HALEVY, A. H. Inflorescence development of flowering and blasted gladiolus plants in relation to development of other plant parts. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 4, n. 1, p. 79-86, fev. 1976c.

SHILLO, R.; HALEVY, A.H. The effects of various environmental factors on flowering of gladiolus. IV. Interaction of environmental factors – general discussion, **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 4, n. 2, p. 157-162, dez. 1976d.

SHILLO, R.; SIMCHON, S. Effect of water content and storage temperature of gladiolus corms on flowering. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 1, n. 1, p. 57-62, jan. 1973.

SILVA, S. C. da.; ASSAD, E. D. Zoneamento de riscos climáticos para o arroz de sequeiro nos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Tocantins e Bahia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 536-543, 2001.

SILVA, A. da. et al. O varejo de frutas, legumes e verduras (FLV) na região central do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46., 2008, Rio Branco - AC. **Anais...** Rio Branco: SOBER, 2008.

SILVA, L. F. da. et al. PhenoGlad Mobile: um aplicativo para simulação da fenologia em gladiolo. In: 32º Jornada Acadêmica Integrada, 2017, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2017. Disponível em: <<https://portal.ufsm.br/jai/trabalho/anais.html>>. Acesso em: 2 ago. 2018.

SINCLAIR, T. R.; MUCHOW, R. Radiation Use Efficiency. **Advances in Agronomy**, v.65, p. 215-265, 1999.

STEINMETZ, S.; BRAGA, H. J. Zoneamento de arroz irrigado por épocas de semeadura nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 429-438, 2001.

STRECK, N. A. et al. Desenvolvimento vegetativo e reprodutivo em gladiolo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 11, p. 1968-1974, nov. 2012.

TA, T. H. et al. Modeling of transpiration of Paprika (*Capsicum annuum* L.) plantas based on radiation and leaf area index in soilless culture. **Horticulture, Environment and Biotechnology**, Korean, v. 52, n. 3, p. 265-269, 2011.

TOMBOLATO, A. F. C.; CASTRO, J. L.; MATTHES, L. A. F. Brazilian breeding program on *Gladiolus* spp. – History and first results. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 570, p. 219-224, 2002.

TOMBOLATO, A. F. C. **Cultivo comercial de plantas ornamentais**. 1 ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 2004. 211 p.

TOMBOLATO, A. F. C. et al. Melhoramento genético do gladiolo no IAC: novas cultivares “IAC Carmim” e “IAC Paranapanema”. **Científica**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 142-147, 2005.

TOMBOLATO, A. F. C. et al. Bulbosas ornamentais no Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 127-138, 2010.

TORRES, D. F. U. **Análise prospectiva para o mercado de flores e plantas ornamentais no Brasil e suas tecnologias da informação e comunicação**. 2015. 110p. Dissertação (Mestrado em Agronegócios)–Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

TRINKLEIN, D. G6620 Summer Flowering Bulbs: Gladiolus. **Horticultural MU Guide: University of Missouri**. 2005. 4 p. Disponível em: <<http://extension.missouri.edu/p/g6620>>. Acesso em: 22 jul. de 2018.

UHLMANN, L. O. **PhenoGlad: um modelo de simulação do desenvolvimento em gladiolo**. 2016. 119p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

UHLMANN, L. O. et al. PhenoGlad: A model for simulating development in Gladiolus. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 82, p. 33-49, jan. 2017.

VEILLING HOLAMBRA. Cooperativa Veilling Holambra. **Crítérios de classificação: Gladiolo corte**. São Paulo: Departamento de Qualidade e Pós-Colheita, 2013.

VIDALIE, H. **Les productions florales (Collection Agriculture d’Auzourd’hui)**. Paris, France: Éditions Tec Et Doc/Lavousier. 1990.

VIEIRA, M.I. et al. Dry matter and area partitioning, radiation interception and radiation-use efficiency in open-field bell pepper. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.121, n.4, p. 404-409, ago.2009.

ZUBAIR, M. et al. Planting dates affect floral characteristics of gladiolus under the soil and climatic conditions of Peshwar. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.9, p.1669-1676, 2006.

## APÊNDICES

**APÊNDICE A** – Municípios pertencentes a cada uma das regiões (o número de municípios está representado entre parênteses) e valores de latitude, longitude, temperatura mínima (Tmin) e temperatura máxima (Tmax) absolutas dos 23 pontos de grade da série histórica de Xavier et al. (2016).

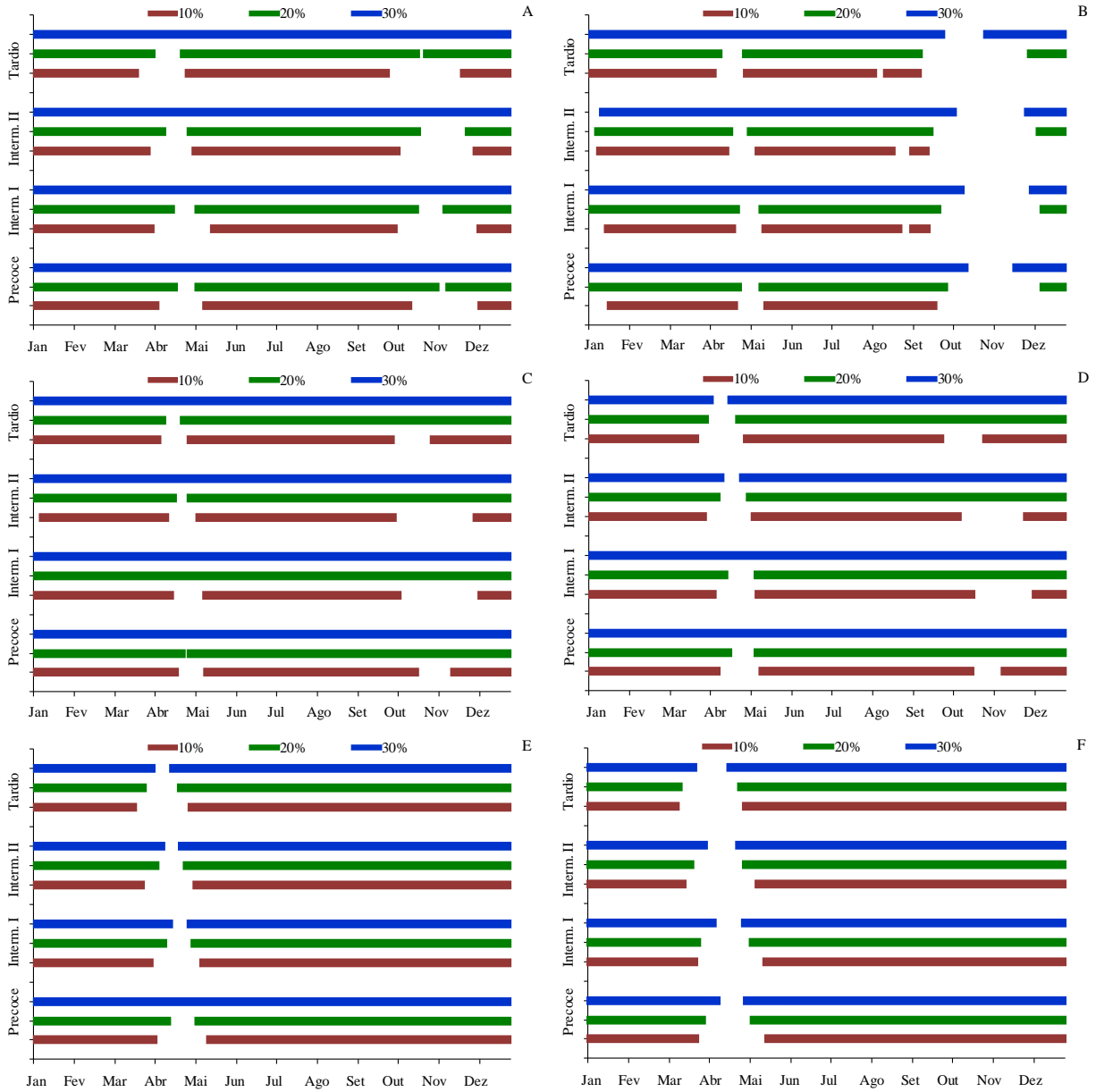
Região	Latitude	Longitude	Municípios	Tmin	Tmax
1	-29.6	-56.9	Uruguaiana, Itaqui, Maçambará, Barra do Quaraí, Alegrete (5)	-3.1	40.6
2	-29.4	-55.1	São Francisco de Assis, Santiago, Jaguari, Unistalda, Manoel Viana, Nova Esperança do Sul (6)	-2.5	39.4
3	-28.4	-54.9	São Luiz Gonzaga, São Borja, Santo Antônio das Missões, Garruchos, São Miguel das Missões, São Nicolau, Bossoroca, Vitória das Missões, Mato Queimado, Entre Ijuís, Roque Gonzales, Caibaté, Santo Ângelo, Dezesseis de Novembro, Cerro Largo, Rolador, Pirapó, Salvador das Missões, São Pedro do Butiá, Capão do Cipó, Itacurubi, Guarani das Missões, Sete de Setembro (23)	-1.8	39.8
4	-27.6	-54.1	Santa Rosa, Alecrim, Alegria, Boa Vista do Buricá, Bom Progresso, Braga, Campina das Missões, Campo Novo, Cândido Godói, Chiapetta, Coronel Bicaco, Crissiumal, Doutor Maurício Cardoso, Giruá, Horizontina, Humaitá, Independência, Inhacorá, Miraguaí, Nova Candelária, Nova Ramada, Novo Machado, Porto Mauá, Santo Augusto, Santo Cristo, São José do Inhacorá, São Martinho, São Valério do Sul, Sede Nova, Senador Salgado Filho, Tiradentes do Sul, Três de Maio, Três Passos, Tucunduva, Ubiretama, Porto Xavier, Porto Lucena, São Paulo das Missões, Porto Vera Cruz, Tuparendi, Redentora (41)	-3.1	38.0
5	-28.6	-53.6	Cruz Alta, Ajuricaba, Alto Alegre, Aratiba, Augusto Pestana, Boa Vista do Cadeado, Boa Vista do Incra, Campos Borges, Bozano, Centenário, Catuípe, Chapada, Colorado, Condor, Coronel Barros, Engenho Velho, Espumoso, Eugênio de Castro, Fortaleza dos Valos, Ibirubá, Ijuí, Itaara, Jacutinga, Jóia, Jacutinga, Lajeado do Bugre, Júlio de Castilhos, Palmeira das Missões, Panambi, Pejuçara, Pinhal, Pinhal Grande, Quinze de Novembro, Sagrada Família, Saldanha Marinho, Santa Bárbara do Sul, São José das Missões, São Martinho da Serra, Selbach, Silveira Martins, Tupanciretã, Novo Barreiro, São Pedro das Missões, Boa Vista das Missões, Dois Irmãos das Missões, Jaboticaba, Novo Xingu, Novo Tiradentes, Cerro Grande, Constantina, Rondinha, Ronda Alta, Três Palmeiras, Trindade do Sul, Campinas do Sul, Cruzaltense, Ponte Preta, Paulo Bento, Benjamin Constant do Sul, São Valentim, Faxinalzinho, Erval Grande, Itatiba do Sul, Barra do Rio Azul, Mariano Moro, Três Arroios, Severiano de Almeida, Marcelino Ramos, Viadutos, Gaurama, Áurea (70)	-4.6	37.6
6	-27.1	-53.1	Iraí, Alpestre, Ametista do Sul, Barra do Guarita, Crista do Sul, Derrubadas, Entre Rios do Sul, Esperança do Sul, Erval Seco, Frederico Westphalen, Gramado dos Loureiros, Liberato Salzano, Nonoai, Pinheirinho do Vale, Palmitinho, Rio dos Índios, Planalto, Rodeio Bonito, Seberi, Taquaraçu do Sul, Tenente Portela, Vicente Dutra, Vista	-2.3	39.0

## Alegre, Vista Gaúcha, Caiçara (25)

7	-28.4	-52.4	Passo Fundo, Água Santa, Almirante Tamandaré do Sul, Barão do Cotegipe, Barra Funda, Camargo, Carazinho, Coqueiros do Sul, Casca, Coxilha, Erebang, Erechim, Ernestina, Getúlio Vargas, Estação, Gentil, Ipiranga do Sul, Lagoa dos Três Cantos, Marau, Mato Castelhano, Não-Me-Toque, Nicolau Vergueiro, Nova Boa Vista, Pontão, Quatro Irmãos, Santo Antônio do Palma, Santo Antônio do Planalto, Sarandi, Sertão, Tapejara, Tapera, Victor Graeff, Tio Hugo, Vila Lângaro, Ibirapuitã, Vila Maria, Charrua, Floriano Peixoto (38)	-3.6	35.8
8	-28.4	-51.4	Lagoa Vermelha, André Rocha, Barracão, Cacique Doble, Capão Bonito do Sul, Caseiros, Ciríaco, David Canabarro, Esmeralda, Guabijú, Ibiaçá, Ibiraiaras, Machadinho, Muitos Capões, Muliterno, Nova Araçá, Paim Filho, Pinhal da Serra, Paraí, Sananduva, Santa Cecília do Sul, Santo Expedito do Sul, São Domingos do Sul, São Jorge, São José do Ouro, Tupanci do Sul, Vanini, Maximiliano de Almeida, São João da Urtiga, Carlos Gomes (30)	-5.1	35.8
9	-28.6	-50.4	Bom Jesus, São José dos Ausentes, Cambará do Sul, São Francisco de Paula, Jaquirana, Monte Alegre dos Campos, Vacaria (7)	-7.8	36.0
10	-29.1	-51.1	Caxias do Sul, Farroupilha, Campestre da Serra, São Marcos, Picada Café, Canela, Gramado, Feliz, Linha Nova, Ipê, Flores da Cunha, Vale Real, Nova Petrópolis, Antônio Prado, Alto Feliz, Nova Roma do Sul, Nova Pádua (17)	-3.2	37.7
11	-29.1	-51.6	Bento Gonçalves, Arvorezinha, Anta Gorda, Boa Vista do Sul, Carlos Barbosa, Colinas, Cotiporã, Coronel Pilar, Dois Lajeados, Encantado, Fagundes Varela, Garibaldi, Guaporé, Ilópolis, Monte Belo do Sul, Nova Bassano, Nova Brésia, Nova Prata, Pinto Bandeira, Protásio Alves, Roca Sales, São Valentim do Sul, Santa Teresa, Serrafina Correa, Veranópolis, Vespasiano Correa, Vista Alegre do Prata, Vila Flores, Putinga, Doutor Ricardo, Relvado, Coqueiro Baixo, Nova Alvorada, Muçum, Montauri, Itapuca, União da Serra (37)	-4.3	37.6
12	-29.4	-52.6	Soledade, Arroio do Meio, Arroio do Tigre, Barros Cassal, Bom Retiro do Sul, Boqueirão do Leão, Candelária, Canudos do Vale, Capitão, Cerro Branco, Cruzeiro do Sul, Estrela, Estrela Velha, Fazenda Vilanova, Fontoura Xavier, Forquetinha, Gramado Xavier, Herveiras, Ibarama, Imigrante, Jacuizinho, Lajeado, Lagoa Bonita do Sul, Lagoão, Marques de Souza, Mato Leitão, Mormaço, Passa Sete, Passo do Sobrado, Paverama, Pouso Novo, Progresso, Salto do Jacuí, Santa Clara do Sul, Santa Cruz do Sul, São José do Herval, Segredo, Sério, Sinimbu, Sobradinho, Tabai, Taquari, Teutônia, Travesseiro, Tunas, Vale do Sol, Vale Verde, Venâncio Aires, Vera Cruz, Westfalia (50)	-3.2	37.4
13	-29.9	-53.6	Santa Maria, Formigueiro, São Sepé, Restinga Seca, São Pedro do Sul, Dilerlando de Aguiar, São João do Polêsine, Paraíso do Sul, Novo Cabrais, Nova Palma, Faxinal do Soturno, Dona Francisca, Agudo, Ivorá, Quevedos, Toropi, Jari, Mata, Vila Nova do Sul, Cacequi, São Gabriel, Santa Margarida do Sul, São Vicente do Sul (23)	-2.8	40.0

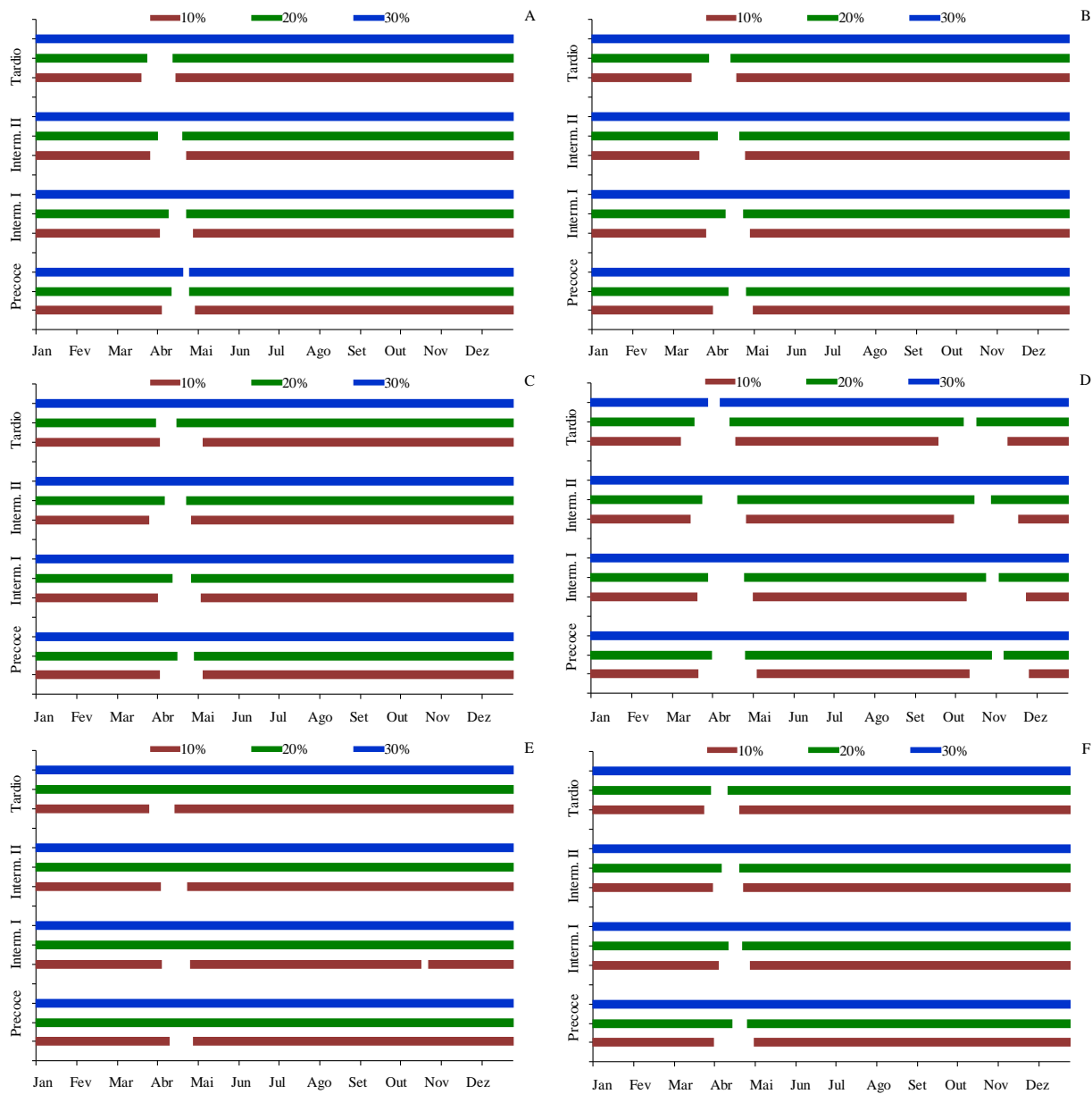
14	-30.6	-55.6	Santana do Livramento, Rosário do Sul, Quaraí (3)	-3.4	39.4
15	-31.4	-54.1	Bagé, Dom Pedrito, Lavras do Sul, Aceguá, Hulha Negra, Candiota, Pinheiro Machado, Piratini, Pedras Altas (9)	-3.9	39.9
16	-30.6	-53.4	Caçapava do Sul, Santana da Boa Vista (2)	-1.5	38.8
17	-30.6	-52.6	Encruzilhada do Sul, Dom Feliciano, Amaral Ferrador, Pantano Grande, São Jerônimo, Butiá, Cachoeira do Sul, Rio Pardo, Canguçu, Minas do Leão, Chuvisca (11)	-1.9	37.9
18	-29.6	-51.1	Igrejinha, Araricá, Barão, Bom Princípio, Brochier, Capela de Santana, Dois Irmãos, Harmonia, Ivoti, Lindolfo Collor, Maratá, Morro Reuter, Nova Hartz, Pareci Novo, Parobé, Poço das Antas, Presidente Lucena, Salvador do Sul, Santa Maria do Herval, São José do Hortêncio, São José do Sul, São Pedro da Serra, São Sebastião do Caí, Sapiranga, Taquara, Três Coroas, Tupandi, São Vendelino, Montenegro (29)	-2.2	39.9
19	-29.4	-49.9	Torres, Arroio do Sal, Balneário Pinhal, Capão da Canoa, Capivari do Sul, Caraá, Cidreira, Dom Pedro de Alcântara, Imbé, Itati, Mampituba, Maquiné, Morrinhos do Sul, Osório, Palmares do Sul, Riozinho, Rolante, Santo Antônio da Patrulha, Terra de Areia, Tramandaí, Três Cachoeiras, Três Forquilhas, Xangri-lá (23)	-3.2	40.5
20	-29.9	-51.1	Porto Alegre, Alvorada, Arroio dos Ratos, Barão do Triunfo, Barra do Ribeiro, Cachoeirinha, Campo Bom, Canoas, Cerro Grande do Sul, Charqueadas, Eldorado do Sul, Estância Velha, Esteio, General Câmara, Glorinha, Gravataí, Guaíba, Mariana Pimentel, Nova Santa Rita, Novo Hamburgo, Portão, São Leopoldo, Sapucaia do Sul, Sertão Santana, Tapes, Triunfo, Viamão, sentinela do sul (28)	-0.5	39.3
21	-31.9	-52.4	Pelotas, Pedro Osório, Capão do Leão, Cerrito, Cristal, Arroio do Padre, Turuçu, São Lourenço do Sul, Herval, Morro Redondo, Camaquã, Jaguarão, Arroio Grande, Arambaré (14)	-3.0	39.1
22	-32.1	-52.1	Rio Grande, São José do Norte, Tavares, Mostardas (4)	-2.7	39.4
23	-33.6	-53.4	Santa Vitória do Palmar, Chuí (2)	-2.0	39.9

**APÊNDICE B** – Representação dos períodos aptos para plantio (linha colorida) e inaptos (lacuna) na região 2 (A), região 3 (B), região 4 (C), região 5 (D), região 7 (E), e região 8 (F) para as probabilidades de ocorrência de dano de 10%, 20% e 30% dos anos analisados na série histórica.

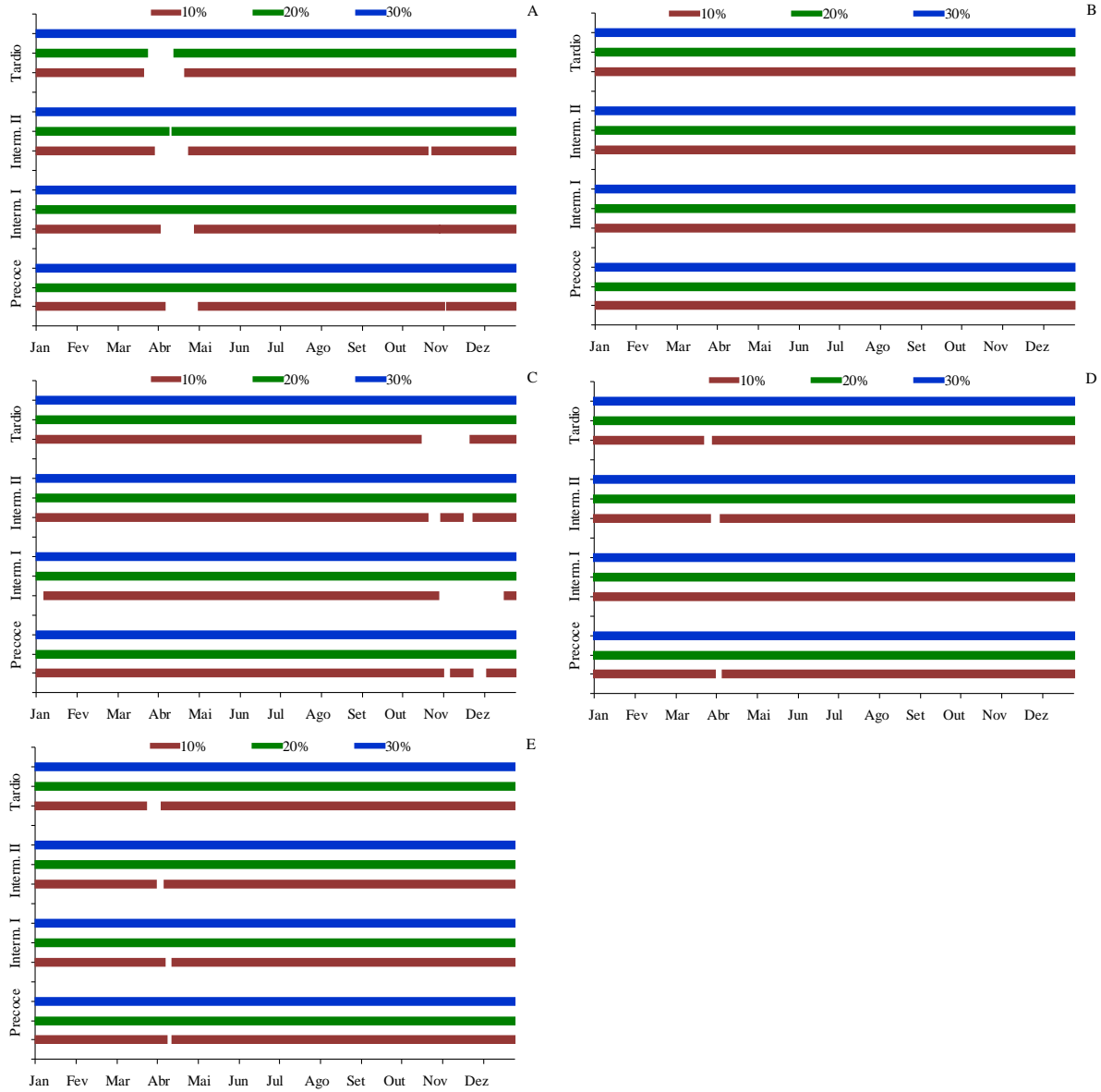




**APÊNDICE C** – Representação dos períodos aptos para plantio (linha colorida) e inaptos (lacuna) na região 10 (A), região 11 (B), região 12 (C), região 14 (D), região 16 (E), e região 17 (F) para as probabilidades de ocorrência de dano de 10%, 20% e 30% dos anos analisados na série histórica.



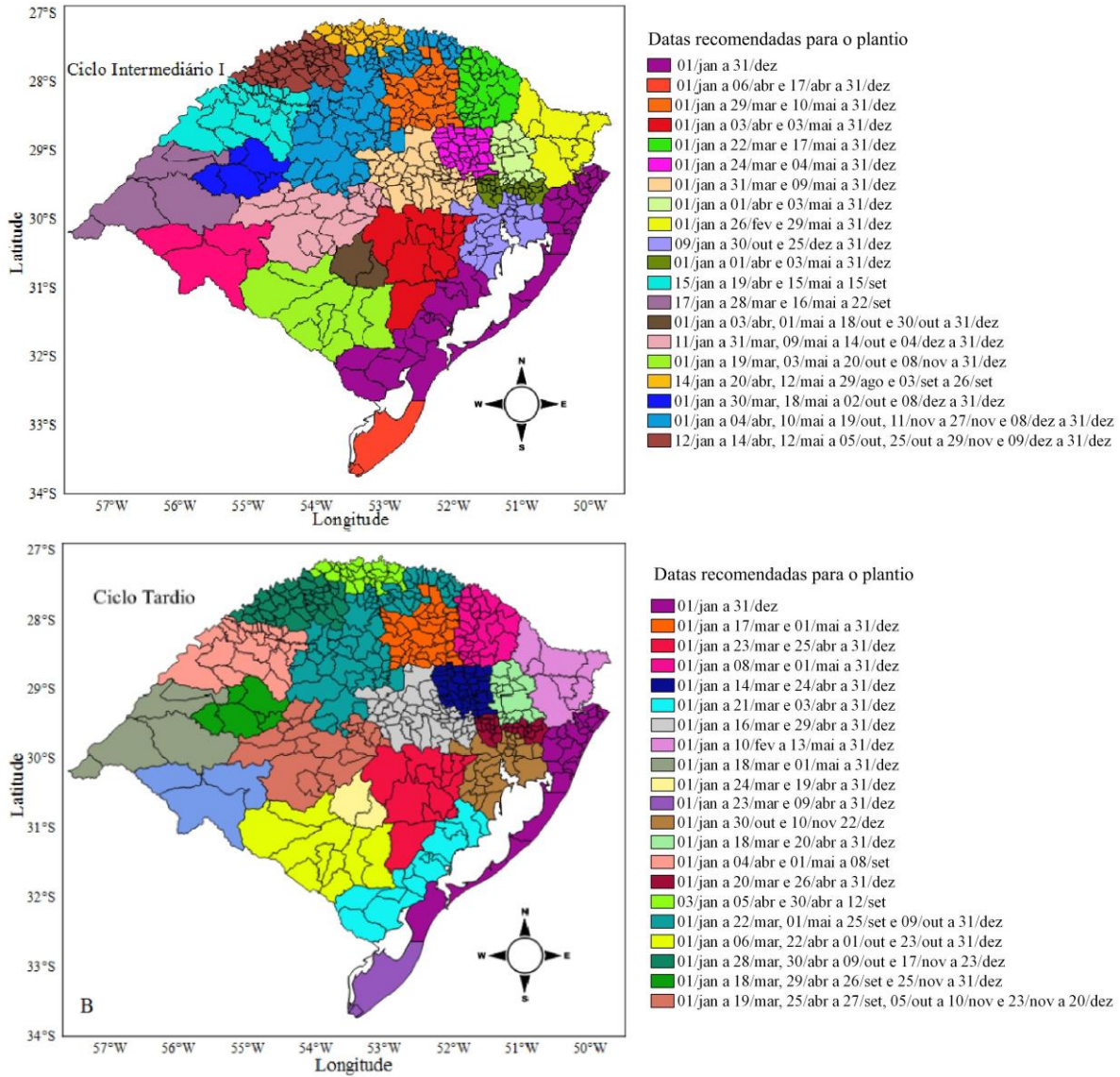
**APÊNDICE D** – Representação dos períodos aptos para plantio (linha colorida) e inaptos (lacuna) na região 18 (A), região 19 (B), região 20 (C), região 21 (D) e região 23 (E) para as probabilidades de ocorrência de dano de 10%, 20% e 30% dos anos analisados na série histórica.



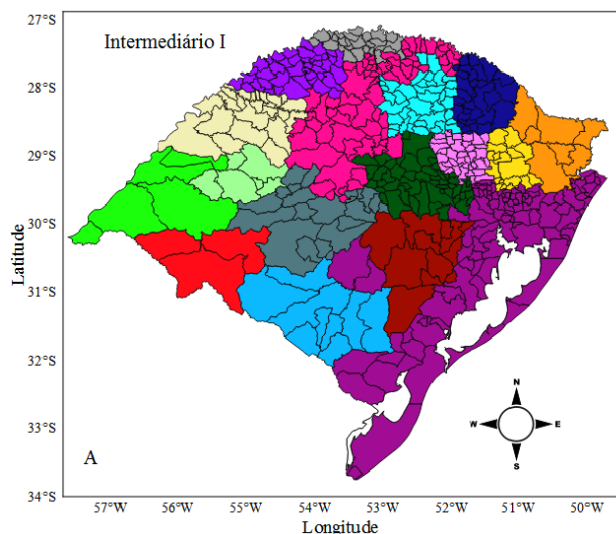
**APÊNDICE E** – Valores de temperatura mínima (Tmin) e temperatura máxima (Tmax) absolutas dos 23 pontos de grade da série histórica de Xavier et al. (2016).

Região	Latitude	Longitude	Tmin	Tmax
1	-29.6	-56.9	-3.1	40.6
2	-29.4	-55.1	-2.5	39.4
3	-28.4	-54.9	-1.8	39.8
4	-27.6	-54.1	-3.1	38.0
5	-28.6	-53.6	-4.6	37.6
6	-27.1	-53.1	-2.3	39.0
7	-28.4	-52.4	-3.6	35.8
8	-28.4	-51.4	-5.1	35.8
9	-28.6	-50.4	-7.8	36.0
10	-29.1	-51.1	-3.2	37.7
11	-29.1	-51.6	-4.3	37.6
12	-29.4	-52.6	-3.2	37.4
13	-29.9	-53.6	-2.8	40.0
14	-30.6	-55.6	-3.4	39.4
15	-31.4	-54.1	-3.9	39.9
16	-30.6	-53.4	-1.5	38.8
17	-30.6	-52.6	-1.9	37.9
18	-29.6	-51.1	-2.2	39.9
19	-29.4	-49.9	-3.2	40.5
20	-29.9	-51.1	-0.5	39.3
21	-31.9	-52.4	-3.0	39.1
22	-32.1	-52.1	-2.7	39.4
23	-33.6	-53.4	-2.0	39.9

**APÊNDICE F** – Datas de plantio recomendadas para cultivares de gladiólo de ciclo Intermediário I (A) e Tardio (B) para o Estado do Rio Grande do Sul considerando 10% de probabilidade de ocorrência de dano.

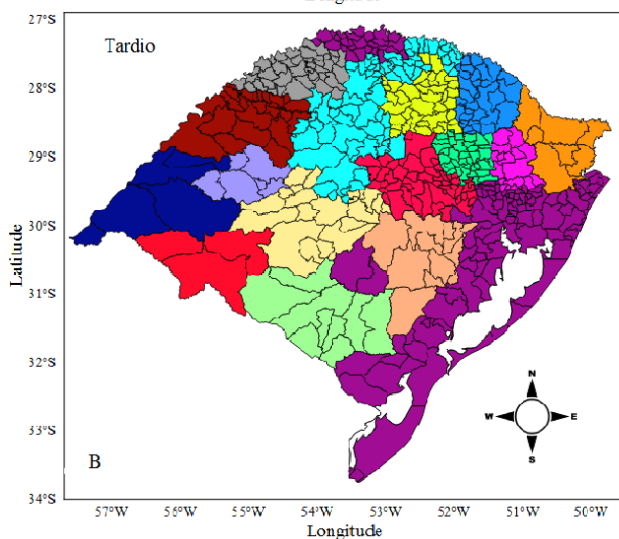


**APÊNDICE G** – Datas de plantio recomendadas para cultivares de gladiolo de ciclo Intermediário I (A) e Tardio (B) para o Estado do Rio Grande do Sul considerando 20% de probabilidade de ocorrência de dano.



Datas recomendadas para plantio de cultivares do ciclo Intermediário I

- 01/Jan a 31/Dez
- 01/Jan a 09/Abr e 29/Abr a 31/Dez
- 01/Jan a 28/Fev e 07/Mai a 31/Dez
- 01/Jan a 08/Abr e 28/Abr a 31/Dez
- 01/Jan a 13/Abr e 09/Mai a 31/Dez
- 01/Jan a 10/Abr e 27/Abr a 31/Dez
- 09/Jan a 04/Out e 23/Out a 31/Dez
- 01/Jan a 24/Mar e 06/Mai a 31/Dez
- 01/Jan a 09/Abr e 03/Mai a 31/Dez
- 01/Jan a 14/Abr e 22/Abr a 31/Dez
- 01/Jan a 11/Abr e 02/Mai a 31/Dez
- 01/Jan a 28/Abr e 05/Mai a 31/Dez
- 01/Jan a 22/Abr, 13/Mai a 23/Set e 14/Dez a 31/Dez
- 01/Jan a 15/Abr, 06/Mai a 18/Out e 12/Nov a 31/Dez
- 01/Jan a 06/Abr, 08/Mai a 13/Out e 25/Dez a 31/Dez
- 01/Jan a 29/Mar, 29/Abr a 29/Out e 08/Nov a 31/Dez
- 01/Jan a 27/Mar, 30/Abr a 26/Out e 11/Nov a 31/Dez



Datas recomendadas para plantio de cultivares do ciclo Tardio

- 01/Jan a 31/Dez
- 01/Jan a 12/Mar e 19/Abr a 31/Dez
- 01/Jan a 27/Mar e 19/Abr e 31/Dez
- 01/Jan a 16/Fev e 23/Abr a 31/Dez
- 01/Jan a 23/Mar e 18/Abr a 31/Dez
- 01/Jan a 29/Mar e 25/Abr a 31/Dez
- 01/Jan a 28/Mar e 16/Abr a 31/Dez
- 01/Jan a 10/Mar e 27/Abr a 31/Dez
- 01/Jan a 24/Mar e 23/Abr a 31/Dez
- 01/Jan a 01/Abr e 24/Abr a 31/Dez
- 01/Jan a 29/Mar e 21/Abr a 31/Dez
- 01/Jan a 08/Abr e 25/Abr a 31/Dez
- 01/Jan a 31/Mar, 25/Abr a 19/Out e 28/Out a 31/Dez
- 01/Jan a 09/Abr, 30/Abr a 09/Set e 04/Dez a 31/Dez
- 01/Jan a 25/Mar, 27/Abr a 28/Set e 14/Dez a 31/Dez
- 01/Jan a 17/Mar, 19/Abr a 09/Out e 25/Out a 31/Dez

**APÊNDICE H** – Datas de plantio recomendadas para cultivares de gladiolo de ciclo Intermediário I (A) e Tardio (B) para o Estado do Rio Grande do Sul considerando 30% de probabilidade de ocorrência de dano.

