

Melina Inês Bonatto

**ANÁLISE DE RISCOS CLIMÁTICOS PARA O CULTIVO DO
GLADIÓLO EM SANTA CATARINA, SUL DO BRASIL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Curitibanos para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências, área de concentração em Manejo e Conservação de Ecossistemas Agrícolas e Naturais.

Orientadora: Profa. Dra. Leosane Cristina Bosco.

Coorientadora: Dra. Cristina Pandolfo.

Curitibanos
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Bonatto, Melina Inês
Análise de riscos climáticos para o cultivo do
gladiolo em Santa Catarina, Sul do Brasil / Melina
Inês Bonatto ; orientador, Leosane Cristina Bosco,
coorientador, Cristina Pandolfo, 209.
103 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Campus Curitibanos, Programa de Pós
Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais,
Curitibanos, 209.

Inclui referências.

1. Ecossistemas Agrícolas e Naturais. 2.
Gladiolus x grandiflorus Hort.. 3. Zoneamento
Agrícola de Risco Climático. 4. PhenoGlad. I. Bosco,
Leosane Cristina. II. Pandolfo, Cristina. III.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de
Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais.
IV. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE CURITIBANOS
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOSISTEMAS AGRÍCOLAS E NATURAIS - PPGEAN

Termo de aprovação

Análise de riscos climáticos para o cultivo do gladiolo em Santa Catarina, Sul do Brasil

Por

MELINA INÊS BONATTO

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências, área de concentração Ciências Agrárias, no Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais, Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina, pela Comissão formada pelos membros:

Dra. Leosane Cristina Bosco – UFSC
Presidente e orientadora

Dr. Cesar Augusto Marchioro – UFSC

Dra. Lilian Osmari Uhlmann – UFSM

Curitibanos, 20 de fevereiro de 2019.

*Aos meus pais,
Dedico*

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Catarina e ao Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais pela oportunidade de realização do curso.

À professora Leosane Cristina Bosco pela orientação constante, incentivo, ensinamentos e confiança durante o curso de Graduação e Pós-Graduação.

À Cristina Pandolfo pela coorientação, colaboração e ensinamentos.

Aos meus pais Claudemir e Maria Solange, meus maiores exemplos, e minha irmã Maria Antônia agradeço por estarem sempre comigo, pelo amor, compreensão e apoio incondicional.

Ao meu querido Ronan, pelo apoio, paciência, amor e companheirismo.

As Equipes PhenoGlad de Curitiba, Concórdia, Rio do Sul e Santa Maria, pela ajuda, vocês foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao grupo de pesquisa em Agrometeorologia pelo auxílio e amizade.

Agradecimento especial aos meus amigos Jânio Barbosa, Camila Bittencourt, Fabio Sampaio, Luciane Teixeira Stanck e Marina Sbardella pela convivência diária, ajuda e apoio nos momentos difíceis e sobretudo pela amizade.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro através da bolsa de mestrado.

Ao Wilian da Silva Ricce pesquisador da EPAGRI/CIRAM pelo auxílio no desenvolvimento deste trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais pelos ensinamentos.

À banca examinadora pelas contribuições.

E a todos que de alguma maneira contribuíram para realização deste trabalho.

Muito obrigada.

Os frutos alimentam nosso corpo. As flores
alimentam nossa alma.
(R. Albuquerque)

RESUMO

O gladiolo é uma importante flor de corte que tem seu desenvolvimento afetado pelas variações climáticas e adversidades meteorológicas. Identificar os riscos que a espécie está submetida é fundamental para o seu desenvolvimento. O zoneamento agrícola de risco climático é uma ferramenta técnico-científica que tem o objetivo de minimizar os riscos relacionados aos fenômenos climáticos adversos, permitindo uma orientação aos produtores quanto aos locais, cultivares e épocas mais adequadas ao plantio e um melhor aproveitamento dos recursos naturais. O objetivo deste estudo foi analisar os riscos climáticos para a cultura do gladiolo no Estado de Santa Catarina (SC) e utilizar o modelo PhenoGlad como ferramenta para determinar a melhor data de plantio para comercialização das hastes florais em datas comemorativas. Através de uma revisão bibliográfica identificou-se os critérios de risco da cultura e, com base em dados meteorológicos, foi calculada a probabilidade de ocorrência das condições de risco para cada um dos ciclos de desenvolvimento. Experimentos a campo nas Zonas Agroecológicas do Vale do Rio do Peixe e Planalto Central, Alto Vale do Rio Itajaí e no Vale do Rio Uruguai, foram realizados para avaliar o desempenho do modelo PhenoGlad em simular os estádios de desenvolvimento. O erro de simulação foi indicado por análises estatísticas comparando valores estimados com dados reais obtidos a campo. Para simular a melhor data de plantio, os dados de entrada no modelo foram temperatura mínima e máxima diária do ar de 107 locais de SC. A melhor data de plantio foi indicada através da média das datas encontradas para cada ano de simulação. Santa Catarina apresenta limitações para o cultivo de gladiolo por baixas temperaturas e ocorrências de geadas no período do outono-inverno em regiões como o Planalto Serrano e Meio Oeste Catarinense. O risco pela deficiência hídrica foi desconsiderado e indicou-se a utilização de irrigação nos plantios comerciais da cultura em SC. O Estado não apresenta restrição de plantio para comercialização no dia das Mães. Para comercialização no dia dos Namorados o plantio não é indicado em grande parte do Estado, devido as condições de geada. E para a data de Finados, a restrição acontece principalmente nos municípios de altitude mais elevada, na Serra Catarinense. Quando indicado, as regiões do Extremo Oeste, Oeste, Norte e Litoral realizarão plantios mais tardios em comparação com a região Serrana. Este estudo servirá de subsídio para produção de gladiolo no Estado, podendo se tornar uma opção de produção na agricultura, principalmente para pequenos produtores, gerando renda com alto valor agregado.

Palavras-chave: *Gladiolus x grandiflorus* Hort.. Zoneamento Agrícola de Risco Climático. PhenoGlad.

ABSTRACT

The gladiolus is an important cut flower that has its development affected by climatic variations and meteorological adversities. Identifying the climatic risks that this species is exposed is fundamental for its development. Agricultural Zoning of Climatic Risk is a technical-scientific tool that aims to minimize the risks related to adverse climatic phenomena, allowing farmers to be informed about the most appropriated places, cultivars and times for planting and a better use of natural resources. The aim of this study was to analyze the climate risks for the gladiolus cultivation in Santa Catarina (SC) state and use the PhenoGlad model as a tool to determine the best planting date to market the floral stems in commemorative days. A bibliographical review was used to identify the climatic risk for gladiolus cultivation and the probability of occurrence of risk conditions for each of the development cycle was calculated based on meteorological data. Field experiments in the Agroecological Zones of Fish's River Valley and Central Plateau, Itajaí River High Valley and in the Uruguay River Valley were carried out to evaluate the performance of the PhenoGlad model in simulating the development stages. The simulation error was indicated by comparison between estimated and observed data obtained under field conditions. To simulate the best planting date, minimum and maximum daily air temperature of 107 SC cities were used as input data in the model. The best planting date is indicated by the average of the dates found for each simulation year. Santa Catarina showed limitations for gladiolus cultivation because of low temperatures and frost occurrences in the autumn-winter period in regions such as the Plateau Serrano and Midwest Santa Catarina. The risk for water deficiency was disregarded and the use of irrigation in the commercial plantations of the SC crop was indicated. The state does not present planting restrictions for commercialization on Mother's Day. For marketing on Valentine's Day in Brazil (June 12th) the planting is not indicated in a large part of the state due to frost conditions. Aiming to produce flowers for the Soul's Day, restriction in planting was recorded mainly for cities presenting higher altitudes located in Santa Catarina Plateau. When gladiolus cultivation is indicated, the Western, Northern and Coastal regions will carry out later plantations when compared to the Plateau. This study provides an important subsidy for the production of gladiolus in Santa Catarina, and may become a production option in agriculture, mainly for small farmers, generating income with high added value.

Keywords: *Gladiolus x grandiflorus* Hort.. Agricultural Zoning of Climatic Risk. PhenoGlad.

LISTA DE FIGURA

CAPÍTULO 1	31
Figura 1 - Duração do ciclo de desenvolvimento em função da temperatura média do ar, em Curitiba, SC, para os ciclos de desenvolvimento Precoce (A), Intermediário I (B), Intermediário II (C) e Tardio (D).....	42
Figura 2 - Probabilidade de ocorrência de ISNA <0,65 para cada decêndio nas estações estudadas em Santa Catarina.....	43
Figura 3 - Probabilidade de ocorrência de geada de forte intensidade que apresenta risco para a fase de brotação e vegetativa, e de geadas de fraca intensidade que apresenta risco para fase reprodutiva no município de Chapecó (A) e Caçador (B).	46
Figura 4 - Período não recomendado de plantio com base na ocorrência de geadas de forte e fraca intensidade que apresentam risco para a fase de brotação, vegetativa e reprodutiva nos 12 municípios estudados, para os ciclos de desenvolvimento precoce, intermediário I e II e tardio.	47
Figura 5 - Probabilidade de ocorrência de temperatura máxima do ar igual ou maior que 34°C, nas estações estudadas em Santa Catarina.....	48
Figura 6 - Zoneamento Agrícola de Risco Climático para cultivares precoces de gladiolo irrigado em Santa Catarina.	50
Figura 7 - Zoneamento Agrícola de Risco Climático para cultivares tardias de gladiolo irrigado em Santa Catarina.....	51
CAPÍTULO 2.....	59
Figura 1 - Estádios de desenvolvimento vegetativos e reprodutivos avaliados, emergência (A), primeira folha (B), segunda folha (C), início do espigamento (D), espigamento completo (E), primeiros três botões florais da parte inferior da espiga mostram a cor (F), primeiro florete com anteras visíveis (G), metade dos floretes abertos (H), primeiro florete senescente (I) e final da senescência dos floretes (J).....	66
Figura 2 - Localização dos pontos utilizados para determinar as datas de plantio.....	68

Figura 3 - Localização das estações meteorológicas utilizadas para avaliar as datas de plantio em Santa Catarina. 70

Figura 4 - Dados de temperatura mínima, temperatura média e temperatura máxima do ar medidos nos experimentos realizados em Curitiba (A, B, C, F), em Concórdia (D, G) e em Rio do Sul (E, H), SC, Brasil. 72

Figura 5 - Danos visíveis em experimento realizado em Curitiba, causados por ocorrência de geada: senescência dos botões abertos (A), senescência dos botões fechados (B) e murchamento das espigas florais em formação (C). 73

Figura 6 - Estádios de desenvolvimento simulados com o modelo PhenoGlad e observados durante o desenvolvimento das plantas. Cada experimento (E) é representado por uma cor, roxo (E1), bordo (E2), cinza (E3), azul escuro (E4), vermelho (E5), rosa (E6), verde (E7), azul claro (E8), marrom (E9), amarelo (E10), salmão (E11), branco (E12) e laranja (E13). RQME = raiz do quadrado médio do erro, dw = índice de concordância, BIAS = índice de BIAS, r = coeficiente de correlação de Pearson, PD = porcentagem de desvio, n = número de observações. ... 75

Figura 7 - Estádios de desenvolvimento vegetativo (A) e reprodutivo (B) simulados com o modelo PhenoGlad e observados à campo. Cada experimento (E) é representado por uma cor, roxo (E1), bordo (E2), cinza (E3), azul escuro (E4), vermelho (E5), rosa (E6), verde (E7), azul claro (E8), marrom (E9), amarelo (E10), salmão (E11), branco (E12) e laranja (E13). RQME = raiz do quadrado médio do erro, dw = índice de concordância, BIAS = índice de BIAS, r = coeficiente de correlação de Pearson, PD = porcentagem de desvio, n = número de observações. ... 76

Figura 8 - Estádio de desenvolvimento R2 (momento utilizado para colheita das hastes) simulados com o modelo PhenoGlad e observados à campo. Cada experimento (E) é representado por uma cor, roxo (E1), bordo (E2), cinza (E3), azul escuro (E4), vermelho (E5), rosa (E6), verde (E7), azul claro (E8), marrom (E9), amarelo (E10), salmão (E11), branco (E12) e laranja (E13). RQME = raiz do quadrado médio do erro, dw = índice de concordância, BIAS = índice de BIAS, r = coeficiente de correlação de Pearson, PD = porcentagem de desvio, n = número de observações. 77

Figura 9 - Zoneamento das melhores datas de plantio para o ciclo de desenvolvimento precoce (A), intermediário I (B), intermediário II (C) e tardia (D) com colheita prevista para comercialização no Dia das Mães em Santa Catarina, Brasil..... 80

Figura 10 - Zoneamento das melhores datas de plantio para o ciclo de desenvolvimento precoce (A), intermediário I (B), intermediário II (C) e tardia (D) com colheita prevista para comercialização no Dia dos Namorados em Santa Catarina, Brasil..... 81

Figura 11 - Zoneamento das melhores datas de plantio para o ciclo de desenvolvimento precoce (A), intermediário I (B), intermediário II (C) e tardia (D) com colheita prevista para comercialização no Dia de Finados em Santa Catarina, Brasil..... 81

Figura 12 - Representação da classificação climática de Köppen no Estado de Santa Catarina..... 82

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1	31
Tabela 1 - Riscos utilizados para o zoneamento agroclimático da cultura do gladiolo em Santa Catarina.	35
Tabela 2 - Experimento com cultivares de gladiolo em diferentes datas de plantio e locais de Santa Catarina.....	36
Tabela 3 - Latitude, longitude, altitude das estações meteorológicas de Santa Catarina utilizadas no estudo na série temporal de 1985 a 2014.....	37
Tabela 4 - Soma térmica acumulada nas fases de plantio – emergência (B); emergência – espigamento (V) e espigamento – senescência total da haste floral (R) para os ciclos de desenvolvimento precoce, intermediário I, intermediário II e tardio, em Santa Catarina.	39
Tabela 5 - Equações utilizadas para gerar os mapas do Zoneamento Agrícola de Risco Climático para gladiolo em Santa Catarina.	48
CAPÍTULO 2	59
Tabela 1 - Experimentos realizados em diferentes locais de Santa Catarina com distintas cultivares de gladiolo e datas de plantio.....	65
Tabela 2 - Estatísticas do desempenho da simulação do primeiro ponto de colheita (R2) nas diferentes zonas agroecológicas de Santa Catarina com o modelo PhenoGlad.	78
Tabela 3 - Erro calculado para o método de interpolação IDW.	84

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- B – Plantio – Emergência
Cfa – Subtropical úmido com verões quentes
Cfb – Subtropical úmido com verões amenos
CIRAM/EPAGRI – Centro de Informações Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina
DAP – Dias Após o Plantio
dw – Índice de Concordância
EM – Emergência
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENOS – El Niño Oscilação Sul
ETP – Evapotranspiração Potencial
ETR – Evapotranspiração Real
IDW – Ponderação pelo Inverso da Distância
IFC – Instituto Federal Catarinense
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
ISNA – Índice de Satisfação das Necessidades Hídricas
MDE – Modelo Digital de Elevação
PD – Porcentagem de Desvio
PDP – Primeira Data Possível de Cultivo
PL – Plantio
r – Coeficiente de Correlação de Pearson
R – Espigamento – Senescência total da haste floral
R1.0 – Início do Espigamento
R1.2 – Espigamento Completo
R2 – Primeiros três botões florais da parte inferior da espiga mostram a cor
R3 – Primeiro florete com anteras visíveis
R3.4 – Metade dos floretes abertos
R3.5 – Primeiro florete senescente
R3.6 – Metade dos floretes senescentes
R4 – Último florete aberto
R5 – Final da senescência dos floretes
RQME – Raiz do Quadrado Médio do Erro
Tb – Temperatura basal inferior
Tmax – Temperatura do ar máxima diária
Tmin – Temperatura do ar mínima diária
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
V – Emergência – Espigamento
UDP – Última Data Possível de Cultivo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	25
	REFERÊNCIAS.....	27
2	CAPÍTULO 1: Zoneamento Agrícola de Risco Climático para gladiolo em Santa Catarina, Sul do Brasil	31
2.1	INTRODUÇÃO	33
2.2	MATERIAL E MÉTODOS	34
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
2.3.1	Soma térmica	39
2.3.2	Restrição Hídrica	42
2.3.3	Temperatura mínima do ar.....	45
2.3.4	Temperatura máxima do ar	47
2.3.5	Zoneamento Agrícola de Risco Climático	48
2.4	CONCLUSÃO	52
	AGRADECIMENTOS.....	52
	REFERÊNCIAS.....	52
3	CAPÍTULO 2: Zoneamento de datas de plantio para gladiolo em Santa Catarina, Sul do Brasil'	59
3.1	INTRODUÇÃO	61
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	63
3.2.1	Área de estudo	63
3.2.2	Experimentos de campo.....	63
3.2.2.1	Práticas de manejo	64
3.2.3	Avaliações de desenvolvimento	66
3.2.4	Avaliação do modelo PhenoGlad	67
3.2.5	Determinação da melhor data de plantio	68
3.2.6	Interpolação dos dados	69
3.2.7	Avaliação da interpolação	69
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	71
3.3.1	Caracterização Meteorológica	71
3.3.2	Avaliação do modelo PhenoGlad	74

3.3.3	Data de plantio	79
3.3.4	Avaliação do mapeamento das datas de plantio.....	84
3.4	CONCLUSÃO.....	86
	AGRADECIMENTOS	86
	REFERÊNCIAS.....	86
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
	REFERÊNCIAS.....	96
	APÊNDICE A – Probabilidade de ocorrência de geada de forte intensidade que apresenta risco para a fase de brotação e vegetativa, e de geadas de fraca intensidade que apresenta risco para fase reprodutiva no município de Ituporanga (A), Lages (B), São Joaquim (C), Campos Novos (D), São Miguel do Oeste (E), Major Vieira (F), Videira (G), Urussanga (H), Itaporanga (I) e Itajaí (J).	99
	APÊNDICE B – Cultivares utilizadas nos experimentos. Ciclo Precoce: Purple Flora (A) e Rose Friendship (B). Ciclo Intermediário I: Amsterdam (C) e Peter Pears (D). Ciclo Intermediário II: Black Velvet (E), Fidelio (F), Jester (G), Green Star (H), Red Beauty (I), Rose Supreme (J) e White Goddess (K). Ciclo Tardio Gold Field (L) e Jester Gold (M).	100
	APÊNDICE C – Experimentos realizados em Curitibaanos.....	101
	APÊNDICE D – Experimentos realizados em Rio do Sul..	102
	APÊNDICE E – Experimentos realizados em Concórdia..	103

1 INTRODUÇÃO GERAL

A floricultura brasileira ao longo dos últimos anos vem se desenvolvendo e se destacando como um dos setores mais promissores do agronegócio nacional (JUNQUEIRA e PEETZ, 2014). O segmento de flores tem registrado altas desde 2006 (IBRAFLOR, 2015). Um dos principais motivos é a demanda de uma pequena área de cultivo que possibilita alto rendimento por área cultivada, tornando-se uma ótima alternativa de renda para pequenos produtores (KÄMPF e DAUDT, 1999).

Santa Catarina se destaca como um polo de produção de flores e plantas ornamentais juntamente com Brasília, Ceará, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e São Paulo (LIMA JÚNIOR et al., 2015). Os últimos dados obtidos no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) relatam que cerca de 7.700 hectares são destinados ao cultivo de flores no Estado (IBGE, 2019), com predomínio de pequenos produtores que praticam a agricultura familiar (LIMA JÚNIOR et al., 2015). Para os pequenos produtores a atividade da floricultura surge como promissora pelo alto valor agregado no produto e substituindo atividades agropecuárias que são consideradas impróprias (TERRA e ZÜGE, 2013) como a criação de gado, que demanda extensas áreas para produção.

O gênero *Gladiolus* destaca-se por ser o mais cultivado e o mais conhecido de monocotiledôneas (ROSA et al., 2014). Tornou-se uma cultura de grande expressão no Brasil, sendo que 70% da produção das hastes florais são para o abastecimento do mercado interno, enquanto os bulbos são principalmente para a exportação e também utilizados para replantio da cultura. No ano de 2010, no mercado mundial, o Brasil foi um grande exportador, fornecendo principalmente bulbos de gladiolo e amarílis, sendo São Paulo e Ceará os principais Estados fornecedores desses produtos (RUPPENTHAL e CASTRO, 2005; JUNQUEIRA e PEETZ, 2013).

O gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) ou Palma-de-Santa-Rita, é originário da Bacia do Mediterrâneo e da África Meridional. É uma planta herbácea, pertencente à família Iridaceae (TOMBOLATO et al., 2004; PORTO et al., 2012), é considerada uma importante flor de corte no Brasil, comercializada principalmente na época de Finados (SCHWAB et al., 2015). A implantação de baixo custo e ciclo de desenvolvimento curto proporciona um rápido retorno financeiro, o que a torna uma boa alternativa para pequenos produtores (PORTO et al., 2012).

Conhecer as condições ambientais prevalecentes é o principal passo para qualquer planejamento e programação das atividades rurais. Para reduzir os riscos para a agricultura e conseqüentemente diminuir as chances de perda para os agricultores, torna-se importante identificar as áreas e datas mais favoráveis ao plantio das culturas, levando em consideração características ambientais (EMBRAPA, 2015). O Zoneamento Agrícola de Risco Climático é uma das ferramentas mais empregadas no planejamento agrícola, pois auxilia na tomada de decisão dos produtores, visando um melhor aproveitamento dos recursos naturais. Além disso, o plantio no período adequado permite a produção de hastes florais com qualidade, principalmente para que o produto final tenha maior valor agregado.

Este tipo de zoneamento consiste na identificação de áreas de maiores e menores riscos climáticos para o cultivo de determinada cultura, considerando as exigências agroclimáticas dos cultivos e as informações macroclimáticas (SENTELHAS e MONTEIRO, 2009; EMBRAPA, 2015), além da identificação das épocas de cultivo recomendadas. Quando se trabalha com flores de corte como o gladiolo, que apresenta picos de comercialização centrados em datas especiais como Dia das Mães, Dia de Finados e Ano Novo, é importante a indicação das melhores datas de plantio visando a data de comercialização.

Um conjunto de fatores ambientais interage com a planta, e conseqüentemente acarretam em variações das características agrônômicas da cultura (PEIXOTO et al., 2000). Assim, o agendamento da produção principalmente das flores de corte como o gladiolo é importante, pois permite que o produtor se organize quanto a colheita e venda de seus produtos, seja em mercados próximos, datas específicas ou para os mais diversos eventos. As hastes florais devem estar no estágio adequado no momento da colheita para serem comercializadas na data desejada, caso contrário, poderá ocorrer perda da produção.

Modelos matemáticos que simulam o desenvolvimento e crescimento das culturas são ferramentas que permitem descrever as interações entre o ambiente e a planta (STRECK et al., 2003). Fatores ambientais que afetam os processos biológicos e características genéticas específicas do genótipo são levados em consideração nos modelos para descrever os processos de crescimento, desenvolvimento e rendimento das plantas através de funções matemáticas. Com esses modelos torna-se possível desenvolver estudos que indicam principalmente manejos adequados para as culturas e calendários de plantio. O PhenoGlad é um modelo matemático que foi desenvolvido para simular os estádios de desenvolvimento do gladiolo (UHLMANN et al., 2017), sendo as

temperaturas máxima e mínima do ar as variáveis de entrada no modelo para realizar as simulações.

Santa Catarina apresenta limitações para o cultivo de gladiolo por baixas temperaturas e ocorrências de geadas no período do outono-inverno. Assim, identificar quais são os períodos recomendados para o plantio no Estado, servirá de subsídio para produção de gladiolo, podendo se tornar uma opção de produção na agricultura, principalmente para pequenos produtores, com alto valor agregado. E dentro do período recomendado indicar as datas de plantio que possibilitam a comercialização das hastes de gladiolo em datas específicas.

Esta dissertação está dividida em dois capítulos, tendo como objetivos:

1. Analisar os riscos climáticos englobando geadas, deficiência hídrica e temperaturas elevadas que limitam o cultivo de gladiolo e elaborar o Zoneamento Agrícola de Risco Climático indicando as datas recomendadas de plantio em Santa Catarina.
2. Avaliar o desempenho do modelo PhenoGlad a partir de dados meteorológicos e de desenvolvimento de plantas obtidos em três Zonas Agroecológicas de Santa Catarina e determinar a data de plantio ideal para comercialização de hastes florais de gladiolo em Santa Catarina para o Dia das Mães, Dia dos Namorados e Dia de Finados a partir do modelo PhenoGlad.

REFERÊNCIAS

EMBRAPA - **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Zoneamento Agrícola de Risco Climático: Instrumento de Gestão de Risco Utilizado pelo Seguro Agrícola do Brasil.** 2015. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Zoneameno_agricola_000fl7v6vox02wyiv80isperruh04mek.pdf>. Acesso em: 10 outubro 2018.

IBRAFLOR. **Instituto Brasileiro de Floricultura. Números do Setor: Mercado interno.** São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=246>>. Acesso em: 15 outubro 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Agro 2017.** Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/>>
. Acesso em: 20 janeiro 2019.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. 2012: **Balço do comércio exterior da floricultura brasileira. Hórtica - Contexto & Perspectivas**. 2013. Disponível em:

http://www.hortica.com.br/artigos/2012_Balanco_do_Comercio_Exterior_da_Floricultura_Brasileira.pdf. Acesso em: 16 outubro 2018.

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

KÄMPF, A. N., DAUDT, R. S. Diagnóstico da floricultura no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, p.561-563, 1999.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84781999000300031>.

LIMA JÚNIOR, J. C.; NAKATANI, J. K.; NETO, L. C. M.; LIMA, L. A. C. de V. D.; KALAKI, R. B.; CAMARGO, R. B. D. **Mapeamento e quantificação da cadeia de flores e plantas ornamentais do Brasil**. 1.ed. São Paulo: OCESP, 132p, 2015.

PEIXOTO, C. P.; SOUSA, CÂMARA, G. M. S.; MARTINS, M. C.; MARCHIORI, L. F. S.; GUERZONI, R. A.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia Agricola**, v. 57, p. 89-96, 2000.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162000000100015>.

PORTO, R. de A.; KOETZ, M.; SILVA, E. M. B.; SCHLITCHING, A. F.; POLIZEL, A. C.; PAULA, R. P. F. D. Adubação nitrogenada no crescimento e produção de gladiólos em latossolo vermelho do cerrado. **Agroecossistemas**, v. 4, p.2-11, 2012.
<http://dx.doi.org/10.18542/ragros.v4i1.1046>.

ROSA, Y. B. C. J.; WOLLEMBERG, S.; SILVA, E. F. D.; JUNIOR, E. J. R.; NUNES, M. F.; SORGATO, J. C.; ROSA, D. B. C. J.; SOARES, J. S.; ROSA, C. S. L. Desenvolvimento de gladiólos em função da adubação nitrogenada e diâmetro do cormo. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 20, p.87-97, 2014.
<http://dx.doi.org/10.14295/rbho.v20i1.521>.

RUPPENTHAL V.; CASTRO, A. M. C. Efeito do composto de lixo urbano na nutrição e produção de gladiolo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 29, p. 145-150, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832005000100016>.

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, 2015. <https://doi.org/10.1111/aab.12198>.

SENTELHAS, P. C.; MONTEIRO, J. E. B. de A. Informações para uma Agricultura Sustentável. In: MONTEIRO, J. E. B. de A. (Org.). **Agrometeorologia dos Cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009. p.530.

STRECK, N. A.; WEISS, A.; XUE, Q.; BAENZIGER, P. S. Improving predictions of developmental stages in winter wheat: a modified Wang and Engel modes. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 115, p.139-150, 2003. [http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1923\(02\)00228-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1923(02)00228-9).

TERRA, S. B.; ZÜGE, D. P. P. O. Floricultura: a produção de flores como uma nova alternativa de emprego e renda para a comunidade de Bagé-RS. **Revista Conexão**, v. 9, p. 12, 2013.

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

UHLMANN, L. O.; STRECK, N. A.; BECKER, C. C.; SCHWAB, N. T.; BENEDETTI, R. P.; CHARÃO, A. S.; RIVEIRO, 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. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2016.10.001>.

2 CAPÍTULO 1: Zoneamento Agrícola de Risco Climático para gladiolo em Santa Catarina, Sul do Brasil

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi realizar o Zoneamento Agrícola de Risco Climático para cultura do gladiolo para o Estado de Santa Catarina. Através de uma revisão bibliográfica foram caracterizadas as exigências bioclimáticas da cultura e definidos os critérios de risco. Com base em dados meteorológicos, foi calculada a probabilidade de ocorrência de geada, balanço hídrico e frequência de temperaturas máximas do ar acima de 34°C, considerando o risco máximo assumido de 20%. Após a identificação dos períodos de risco, o período não recomendado de plantio foi determinado para cada um dos ciclos de desenvolvimento (precoce, intermediário I e II e tardio). Identificou-se que o Estado de Santa Catarina, apresenta limitações para o cultivo de gladiolo por baixas temperaturas e ocorrências de geadas no período do outono e inverno. Através do balanço hídrico, observou-se que há riscos de ocorrência de deficiência hídrica durante o ano e eles são variáveis para os diferentes locais do Estado. Este risco pode ser minimizado com a utilização da irrigação, desta forma este risco não foi considerado na elaboração do zoneamento e indica-se a utilização de irrigação nos cultivos comerciais de gladiolo no Estado, principalmente para os municípios localizados nas regiões Extremo Oeste, Oeste e Litorânea. Temperaturas máximas do ar acima de 34°C não ocorrem com frequência no Estado. A região litorânea não apresenta restrição ao cultivo durante o ano. Desta forma o Zoneamento Agrícola de Risco Climático evidenciou a potencialidade do Estado ao cultivo de gladiolo. As regiões do Litoral, Extremo Oeste e Oeste apresentam o maior potencial de plantio.

Palavras-chave: *Gladiolus x grandiflorus* Hort.. Ocorrência de geada. Deficiência hídrica.

Chapter 1: Agricultural Zoning of Climatic Risk for Gladiolus in Santa Catarina, South Brazil

ABSTRACT

The objective of this work was to carry out the Agricultural Zoning of Climatic Risk for gladiolus to Santa Catarina state. The bioclimatic requirements of the crop were characterized, and the risk criteria were defined through a bibliographical review. Based on meteorological data the probability of occurrence of frost, water balance and frequency of maximum air temperatures above 34°C was calculated, considering the maximum risk of 20%. After the identification of the risk periods, the non-recommended planting period was determined for each of the development cycle (early, intermediate I and II and late). It was identified that the Santa Catarina state presents limitations for the cultivation of gladiolus due to low temperatures and occurrences of frost in the fall and winter periods. The water balance analysis indicated that there are risks of occurrence of water deficiency during the year and they are variable for the different regions of the state. This risk can be minimized with the use of irrigation, and therefore this risk was removed from the zoning and the use of irrigation in the commercial gladiolus crops was recommended, mainly for the cities located at Western and Coastal regions. Maximum air temperatures above 34°C do not occur frequently in the state. The Coastal region has no restrictions for cultivation throughout the year. The Agricultural Zoning of Climatic Risk evidenced the potentiality of the state for the cultivation of gladiolus. The Western and Coastal regions were the ones that presented the greatest potential of gladiolus cultivation.

Keyword: *Gladiolus x grandiflorus* Hort.. Occurrence of frost. Water Deficiency.

2.1 INTRODUÇÃO

O gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.), conhecido também como Palma-de-Santa-Rita ou palma, encontra-se entre as mais importantes flores de corte do país (TOMBOLATO et al., 2010). A propagação do gladiolo ocorre através de bulbos e de bulbilhos. Os bulbos são destinados à produção das flores de corte, enquanto que os bulbilhos são cultivados para originarem novos bulbos (PAIVA et al., 1999; BARBOSA et al., 2011).

As cultivares de gladiolo se diferenciam pela coloração da haste floral, mas também pela duração do ciclo até a floração. Cultivares precoces apresentam ciclos mais curtos com florescimento de 65 a 87 dias após o plantio (DAP) enquanto que as cultivares tardias florescem de 85 a 120 DAP (BOYLE et al., 2009), as cultivares de ciclo intermediário I apresentam desenvolvimento próximo as cultivares de ciclo precoce, enquanto as cultivares de ciclo intermediário II são mais próximas das cultivares tardias. Essa variação depende da época do ano que ocorre o plantio, uma vez que a duração do ciclo é influenciada pela temperatura do ar. Se as temperaturas forem mais elevadas, as plantas têm mais disponibilidade de energia para crescer e se desenvolver, diminuindo a duração do ciclo (STRECK et al., 2012; SCHWAB et al., 2018).

O desenvolvimento da planta é dividido em três fases: a primeira é a fase de brotação, que vai do plantio até a emergência. Neste momento a formação das primeiras raízes e também o desenvolvimento dos catáfilos. A segunda fase é a vegetativa em que ocorre a emissão foliar, diferenciação da espiga floral no ápice meristemático, crescimento e formação das raízes, formação de um bulbo novo e bulbilhos. A terceira fase é a reprodutiva, na qual ocorre o espigamento, ou seja, a espiga floral torna-se visível. Ainda essa fase envolve todo o processo de senescência da espiga, o crescimento e maturação do bulbo novo e bulbilhos, até a senescência total da planta (SCHWAB et al., 2015).

Devido a rusticidade, as plantas de gladiolo adaptam-se bem em diferentes tipos de solos, mas o cultivo em solos mal drenados deve ser evitado devido ao risco de apodrecimento dos cormos e ocorrência de doenças como a fusariose (BARBOSA et al., 2011). O gladiolo tem seu desenvolvimento vegetativo e reprodutivo influenciados pelas condições hídricas. Desenvolve-se bem em temperatura média do ar entre 10 e 25°C (LIM, 2014). Não são muito tolerantes a ocorrência de geadas, sendo a fase reprodutiva mais crítica (TOMBOLATO et al., 2004; LIM, 2014, SCHAWAB et al., 2018).

Para alcançar a produtividade econômica, torna-se importante que as condições ambientais da região sejam adequadamente avaliadas antes da implantação de uma atividade agrícola. Neste contexto os Zoneamentos de Risco Climáticos são uma importante ferramenta que podem ser utilizados no planejamento agrícola, para reduzir os riscos para a agricultura e consequentemente as chances de perda para os agricultores (EMBRAPA, 2015), além de ser essencial para subsidiar políticas agrícolas. Este tipo de zoneamento consiste na identificação de áreas com aptidão climática e período de cultivo de determinada cultura, considerando as exigências agroclimáticas dos cultivos e as informações macroclimáticas (SENTELHAS e MONTEIRO, 2009).

Uma região ou época de semeadura apta é indicada quando o risco de perda é menor que 20%, de acordo com a metodologia de Zoneamentos preconizada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Este limiar foi definido pela Comissão Espacial de Recursos do Programa de Garantia de Atividade Agropecuária, e é o parâmetro utilizado para indenização de produtores em caso de perda de safra. Atualmente estão sendo apresentados e aceitos riscos maiores de 30 e 40% em algumas situações específicas (MAPA, 2018a; MAPA, 2018b). Desta forma, o zoneamento tende a orientar os produtores quanto aos locais, cultivares e épocas mais adequadas ao plantio, com a menor exposição possível aos riscos climáticos, sendo de suma importância para um melhor aproveitamento dos recursos naturais, melhoria do manejo e produção dos cultivos, além de diminuir a sazonalidade dos produtos cultivados. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é propor um Zoneamento Agrícola de Risco Climático da cultura do gladiolo para o Estado de Santa Catarina. Com base na hipótese de que existem riscos climáticos que limitam o desenvolvimento da cultura do gladiolo no Estado de Santa Catarina, e estes variam conforme o local de plantio.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Através de uma revisão bibliográfica e experimentos realizados no Estado, foi possível identificar as exigências bioclimáticas da cultura do gladiolo. Identificou-se que os principais riscos para a cultura estão relacionados com geada, déficit hídrico e temperaturas elevadas, e o risco máximo assumido foi de 20%, de acordo com a metodologia do MAPA. Desta forma, os fatores estudados foram temperaturas mínimas e máximas do ar e balanço hídrico (Tabela 1). Devido ao grande número de cultivares existentes, optou-se por trabalhar com os quatro ciclos de desenvolvimento (precoce, intermediário I e II e tardio), que diferem entre

si na duração do ciclo e sobre os quais serão aplicadas as inferências dos riscos climáticos.

Tabela 1 - Riscos utilizados para o zoneamento agroclimático da cultura do gladiolo em Santa Catarina.

Risco	Critério	Referência
Geadas	Fase de Brotação: Não tolera geadas de forte intensidade.	Temperaturas basais (SHILLO e SIMCHON, 1973; SHILLO e HALEVY, 1976; MUTTONI et al., 2017; SCHWAB et al., 2017; UHLMANN et al., 2017) e experimentos de campo.
	Fase Vegetativa: Não tolera geadas de forte intensidade.	
	Fase Reprodutiva: Não tolera geadas de fraca intensidade.	
Deficiência hídrica	ISNA * <0,65	CUNHA e ASSAD (2001); FARIAS et al. (2009)
Temperaturas altas	Danos acima de 34°C	UHLMANN et al. (2017)

* ISNA – Índice de Satisfação das Necessidades Hídricas.

Com base nos experimentos realizados no Estado (Tabela 2), foi possível determinar através da soma térmica a fenologia média para cada ciclo de desenvolvimento. A soma térmica diária (STd, °C) foi calculada através da Equação 1 pelo método de ARNOLD (1960).

$$STd = \frac{T_{max} + T_{min}}{2} - Tb \quad (1)$$

em que:

Tmax – temperatura do ar máxima diária (°C);

Tmin – temperatura do ar mínima diária (°C);

Tb – temperatura base (°C).

Para o cálculo foram considerados três temperaturas basais (Tb) conforme foi realizado por UHLMANN et al. (2017), sendo de 5°C para a fase de brotação (SHILLO e SIMCHON, 1973; MUTTONI et al., 2017), 2°C para a fase vegetativa (SHILLO e HALEVY, 1976) e de 6°C para a fase reprodutiva (SCHWAB et al., 2017). A soma térmica acumulada no ciclo ou em uma determinada fase fenológica foi calculada através do

acúmulo da soma térmica diária. Os dados de temperatura do ar foram obtidos de estações meteorológicas próprias, localizadas em cada área experimental.

Tabela 2 - Experimento com cultivares de gladiolo em diferentes datas de plantio e locais de Santa Catarina.

Número do experimento	Cultivares *	Data de Plantio	Município
1	Amsterdam ² , Gold Field ⁴ , Green Star ³ , Jester ³ , Purple Flora ¹ , White Goddess ³	29/09/2015	Curitibanos
2	Amsterdam ² , Gold Field ⁴ , Green Star ³ , Jester ³ , Purple Flora ¹ , White Goddess ³	20/10/2015	Curitibanos
3	Amsterdam ² , Gold Field ⁴ , Green Star ³ , Jester ³ , Purple Flora ¹ , White Goddess ³	20/06/2016	Curitibanos
4	Amsterdam ² , Gold Field ⁴ , Green Star ³ , Jester ³ , Purple Flora ¹ , White Goddess ³	22/07/2016	Curitibanos
5	Black Velvet ³ , Gold Field ⁴ , Jester ³ , Peter Pears ² , White Goddess ³	09 a 22/02/2017	Curitibanos
6	Black Velvet ³ , Gold Field ⁴ , Jester ³ , Peter Pears ² , White Goddess ³	02 a 11/03/2017	Curitibanos
7	Amsterdam ² , Jester Gold ⁴ , Red Beauty ³ , Rose Friendship ¹	28/06 a 24/07/2017	Curitibanos
8	Amsterdam ² , Jester ³ , Jester Gold ⁴ , Red Beauty ³ , Rose Friendship ¹	28/07 a 09/08/2017	Concórdia
9	Amsterdam ² , Jester ³ , Jester Gold ⁴ , Red Beauty ³ , Rose Friendship ¹	07/07 a 04/08/2017	Rio do Sul
10	Jester ³ , Red Beauty ³ , Rose Supreme ³ , White Goddess ³	12/02/2018	Curitibanos
11	Fidélío ³ , Jester ³ , Red Beauty ³ , Rose Supreme ³ ,	03/03/2018	Curitibanos

White Goddess ³			
12	Fidélío ³ , Jester ³ , Red Beauty ³ , Rose Supreme ³ , White Goddess ³	15/02/2018	Concórdia
13	Fidélío ³ , Jester ³ , Red Beauty ³ , Rose Supreme ³ , White Goddess ³	08/03/2018	Concórdia

* ¹ Cultivares Precoces, ² Cultivares Intermediárias I, ³ Cultivares Intermediárias II e ⁴ Cultivares Tardia. Ilustração das cultivares no Apêndice B.

Dados meteorológicos das estações meteorológicas da Epagri/Ciram (Tabela 3), foram utilizados para calcular os fatores de risco, optou-se por utilizar este banco de dados devido ao preenchimento sem falha de dados e disponibilidade imediata para utilização. A temperatura mínima do ar no abrigo meteorológico foi utilizada para calcular a frequência de ocorrência de geadas. O cálculo foi realizado para diferentes intensidades de geada: sem geada ($T_{min} \geq 3^{\circ}C$), geada fraca ($3^{\circ}C > T_{min} \geq 1^{\circ}C$), geada moderada ($1^{\circ}C > T_{min} \geq -2^{\circ}C$) e geada forte ($T_{min} < -2^{\circ}C$) (PANDOLFO et al., 2017). Esse procedimento foi feito para as 14 estações meteorológicas.

Tabela 3 - Latitude, longitude, altitude das estações meteorológicas de Santa Catarina utilizadas no estudo na série temporal de 1985 a 2014.

Estação	Latitude	Longitude	Altitude
Caçador	-26.8194	-50.9858	960
Campos Novos	-27.3836	-51.2161	965
Chapecó	-27.0908	-52.6342	679
Indaial	-26.9142	-49.2683	86
Itajaí	-26.9514	-48.7625	5
Itapiranga	-27.1797	-53.6456	200
Ituporanga	-27.4189	-49.6464	475
Lages	-27.8086	-50.3300	937
Major Vieira	-26.3650	-50.3372	765
São Joaquim	-28.2758	-49.9350	1376
São José	-27.3611	-48.3715	2
São Miguel do Oeste	-26.7764	-53.5042	700
Urussanga	-28.5322	-49.3150	48
Videira	-27.0250	-51.1500	774

A temperatura máxima do ar foi utilizada para calcular a frequência de ocorrência de temperaturas acima de $34^{\circ}C$. Essa temperatura a partir da fase reprodutiva pode causar danos das hastes

florais, como queima das pétalas e sépalas, diminuindo a qualidade do produto (UHLMANN et al., 2017).

O risco por deficiência hídrica foi calculado através do índice de satisfação das necessidades hídricas (ISNA), seguindo Equação 2.

$$ISNA = \frac{ETR}{ETP} \quad (2)$$

em que:

ETR – evapotranspiração real (mm);

ETP – evapotranspiração potencial (mm).

Consideraram-se aptas as áreas com ISNA igual ou superior a 0,65, em pelo menos 80% dos anos (CUNHA e ASSAD, 2001; FARIAS et al., 2009), abaixo deste valor haveria necessidade de irrigação. O ISNA foi calculado para cada estação e estágio fenológico da cultura, decendialmente. Foi calculado o balanço hídrico climatológico diário e acumulado no decêndio, para cada estação. A capacidade máxima de armazenamento de água no solo foi predeterminada conforme características físicas do solo, e levou-se em consideração a profundidade do sistema radicular, considerada neste estudo como 30 cm (ALVINO et al., 1998).

A partir da análise das variáveis meteorológicas foi possível estimar quais são os riscos para o Estado, e a partir disso, nos períodos com probabilidade de ocorrência acima de 20% dos anos, de cada fator foram identificadas as datas em que não poderiam ser realizados plantios durante o ano na janela móvel de fenologia, nas 12 estações estudadas. Foi delimitado que se a fase de brotação ou vegetativa ocorresse em uma data em que o risco de ocorrência de geadas de forte intensidade fosse maior que 20%, a data não seria indicada para o plantio. E se a fase reprodutiva ocorresse em uma data em que o risco de geada de fraca intensidade fosse maior que 20%, a data também não seria indicada para plantio. Através de análise de regressão múltipla, foram geradas equações para estimar valores médios das datas de plantio em função da altitude e das coordenadas geográficas. A importância da variável no modelo foi definida pela análise *Stepwise*, utilizando nível de significância de 0,05. No SIG ArcGis 10.6, as equações de regressão desenvolvidas com as estações estudadas foram aplicadas para todo o Estado de Santa Catarina, utilizando como dado de entrada o modelo digital de elevação (MDE) da Shuttle Radar Topographic Mission - SRTM (USGS, 2006).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

2.3.1 Soma térmica

A duração de cada fase de desenvolvimento foi contabilizada em termos de soma térmica, considerando as temperaturas basais da cultura para cada fase de desenvolvimento. Houve variação da soma térmica entre as épocas de plantio e também entre os diferentes ciclos de desenvolvimento (Tabela 4).

Tabela 4 - Soma térmica acumulada nas fases de plantio – emergência (B); emergência – espigamento (V) e espigamento – senescência total da haste floral (R) para os ciclos de desenvolvimento precoce, intermediário I, intermediário II e tardio, em Santa Catarina.

NE	Precoce			Intermediário I			Intermediário II			Tardio		
	B	V	R	B	V	R	B	V	R	B	V	R
1	146,7	796,7	378,1	157,0	941,5	303,5	146,7	915,0	385,3	135,6	1025,4	386,0
2	195,2	777,0	358,0	138,3	806,9	417,8	151,1	889,6	354,7	166,1	1016,7	382,8
3				165,8	801,4	368,8	165,8	898,1	344,3	142,0	982,3	361,8
4							204,7	907,4	365,0			
5				199,5	867,7	299,5	208,4	842,5	362,2	191,5	999,2	347,7
6				192,7	917,3	231,2	213,3	897,3	255,1	201,1	1007,8	297,7
7	114,0	799,3	340,8	122,7	927,4	272,7	149,5	983,3	259,9	147,3	1018,2	339,9
8	111,8	756,3	425,5	115,3	927,4	451,2	190,3	957,1	411,0	208,1	1036,6	509,5
9	167,2	924,0	411,5	132,9	944,5	453,7	168,8	1064,0	441,9	211,9	1145,5	412,0
10							158,4	949,5	302,6			
11							187,9	899,5	249,2			
12							183,9	1143,4	350,5			
13							234,0	1129,9	337,5			
Média	147,0	810,7	382,8	153,0	891,8	349,8	181,8	959,7	339,9	175,5	1029,0	379,7
DP	31,8	58,8	31,8	29,3	55,2	79,6	26,7	91,5	57,0	29,4	46,7	58,7
CV (%)	21,6	7,2	8,3	19,2	6,2	22,8	14,7	9,5	16,8	16,7	4,5	15,5

NE: Número do Experimento; DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação.

A duração da fase B para o grupo de cultivares precoces variou de 111,8 a 195,2°C dia, para intermediário I essa variação foi de 115,3 a 199,5°C dia, intermediário II de 146,7 a 234,0°C dia e a tardia 135,6 a 211,9°C dia. A duração da fase V para as cultivares precoces apresentou variação de 756,3 a 924,0°C dia, intermediário I 801,4 a 944,5°C dia, intermediário II 842,5 a 1143,4°C dia e tardia de 982,3 a 1145,5°C dia. A duração da fase R para o ciclo precoce apresentou variação de 340,8 a 425,5°C dia, intermediário I de 231,2 a 453,7°C dia, intermediário II de

249,2 a 411,0°C dia e para o grupo de cultivares tardias de 297,7 a 509,5°C dia. Valores semelhantes de soma térmica foram encontrados na literatura, nas condições climáticas de Santa Maria no Estado do Rio Grande do Sul, em diferentes épocas de plantio e diferentes cultivares houve variação de 849,5 a 1112,7°C dia para fase vegetativa e de 215,7 a 312,5°C na fase reprodutiva (STRECK et al., 2012).

Independente da época, evidenciam-se os quatro grupos de cultivares estudados. Em média o precoce exigiu 147,0°C dia para a fase B, 810,7°C dia para a V e 382,8°C dia para a fase R, completando o ciclo com 1340,4°C dia. O ciclo tardio necessitou de maior exigência, 1584,2°C dia, isso deve-se à duração do ciclo de desenvolvimento ser maior para as cultivares deste grupo. Dentro de cada fase de desenvolvimento de um mesmo ciclo de desenvolvimento, variações no acúmulo de soma térmica de até 300°C dia puderam ser observadas, como na fase V do grupo de cultivares intermediário II. Esta diferença está relacionada a época de plantio e locais de cultivo, devido a influência da temperatura do ar no desenvolvimento do gladiolo.

A fase vegetativa é a mais longa independente do ciclo de desenvolvimento. Esta é a fase que controla a duração do ciclo de desenvolvimento, é neste momento que ocorre a emissão e expansão das folhas (STRECK et al., 2012; SCHWAB et al., 2015). Ou seja, quanto maior o número final de folhas, maior será a duração da fase vegetativa. As cultivares precoces tendem a emitir um menor número de folhas quando comparadas com as cultivares tardias, apresentando assim um menor ciclo de desenvolvimento (STRECK et al., 2012).

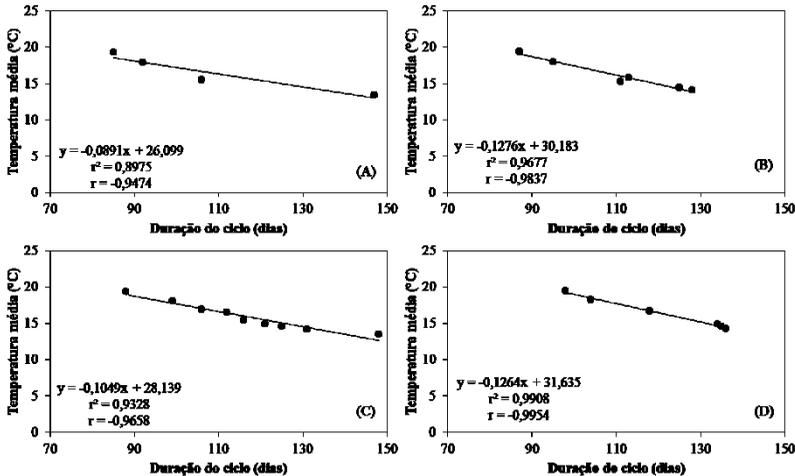
Os maiores acúmulos são encontrados para os experimentos realizados no município de Concórdia, que apresenta temperaturas do ar mais elevadas que Curitiba e Rio do Sul. As temperaturas altas tendem a diminuir o ciclo de desenvolvimento em dias das culturas, mas, temperaturas altas levam a um aumento de soma térmica, uma vez que as temperaturas são computadas como favoráveis pois, não se leva em consideração a temperatura basal superior (RENATO et al., 2013). Isso pode ser observado comparando a mesma época de plantio entre Concórdia e Curitiba. Concórdia apresenta um menor ciclo de desenvolvimento, 106 dias, mas um acúmulo de 1674,7°C dia, enquanto Curitiba apresenta um ciclo de 121 dias e um acúmulo de 1392,7°C dia. Em Concórdia a temperatura média do período foi de 19,4°C enquanto que para Curitiba foi de 14,9°C. Para diferentes clones de batatas cultivados em diferentes épocas, os autores encontram um maior acúmulo de soma térmica para a fase do início da formação do tubérculo ao início da senescência cultivados na época de primavera, apontando a

diferença devido ao período apresentar maior temperatura média do ar (BISOGNIN et al., 2017).

Entretanto, temperaturas altas acima da faixa ótima de desenvolvimento são prejudiciais para o desenvolvimento das plantas. Neste sentido, observa-se que experimentos que levaram o mesmo tempo de duração, em dias, para Curitiba e Concórdia apresentaram uma diferença de soma térmica acumulada. Em Curitiba ocorreu um acúmulo de 1447,0°C dia e em Concórdia 1674,7°C. O acúmulo maior se dá nas maiores temperaturas do ar, sendo que as temperaturas máximas do ar estiveram 50 dias acima da temperatura ótima da cultura, enquanto que em Curitiba apenas 23 dias. Isso mostra que temperaturas altas reduzem o ciclo até determinado ponto, a partir disso, podem prejudicar o desenvolvimento da cultura.

A influência da temperatura do ar pode ser observada na Figura 1. A relação linear negativa entre a duração do ciclo e a temperatura do ar, indica que um aumento na temperatura do ar diminui a duração do ciclo para os quatro ciclos de desenvolvimento. Os valores de coeficiente de correlação variaram de 0,94 a 0,99, essas correlações ressaltam a alta influência da temperatura do ar na duração do ciclo de desenvolvimento do gladiolo. Maior resposta a temperatura do ar no ciclo de desenvolvimento também foi encontrado para outras culturas. A canola apresenta alta interferência da temperatura do ar, principalmente na fase do início ao final da floração, com coeficientes de correlação acima de 0,90 (LUZ et al., 2012).

Figura 1 - Duração do ciclo de desenvolvimento em função da temperatura média do ar, em Curitiba, SC, para os ciclos de desenvolvimento Precoce (A), Intermediário I (B), Intermediário II (C) e Tardio (D).



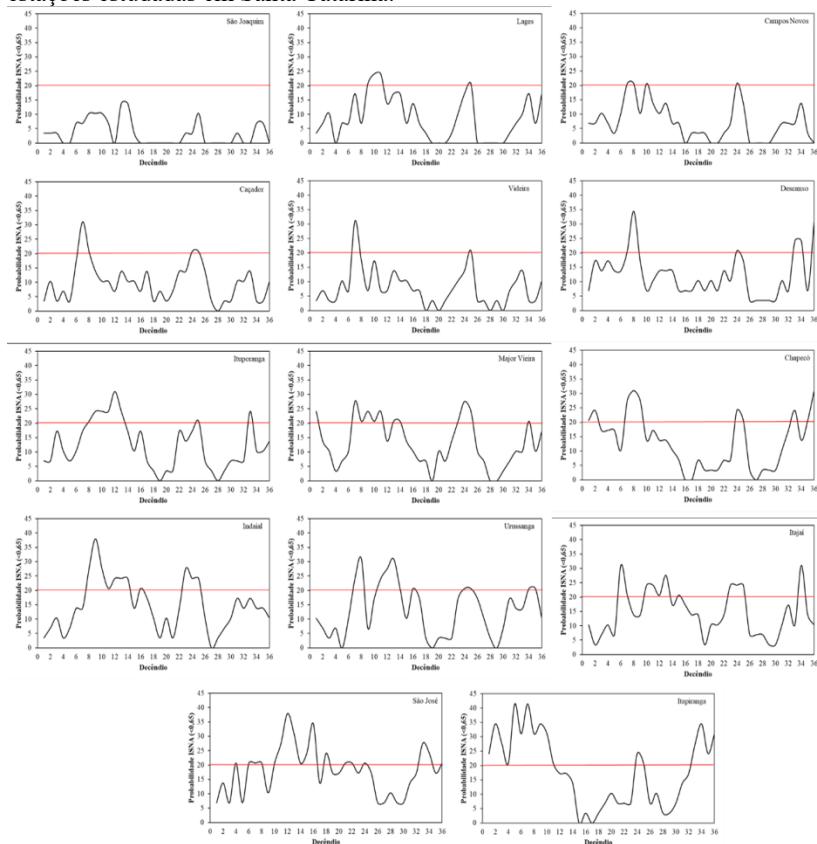
Fonte: a Autora.

2.3.2 Restrição Hídrica

Santa Catarina apresenta uma distribuição regular de precipitação ao longo dos meses, nas diferentes regiões. É possível observar períodos com maior ou menor volume de chuva (ANDRADE, BALDO e NERY, 1999; BAPTISTA e SEVERO, 2018). Há também influência de fenômenos como o El Niño Oscilação Sul (ENOS), que altera as condições climáticas em diversas regiões e pode ainda modificar o regime de chuva (ACEITUNO et al., 2008).

O ISNA é calculado com base no balanço hídrico, representando a relação entre as evapotranspirações real e máxima da cultura, ou seja, a capacidade que o ambiente tem de suprir a demanda hídrica da cultura. No que se refere ao estresse hídrico, as plantas de gladiolo requerem solos com boa permeabilidade, devido a sensibilidade ao excesso ou deficiência hídrica. Definiu-se uma situação mínima desejável com base na sensibilidade da cultura. Devido a falta de referência para a cultura, optou-se por utilizar os maiores valores de ISNA encontrados na literatura (FARIAS et al., 2001; MAPA, 2018c), justificado pela sensibilidade de cultura à deficiência hídrica. Na figura 2 é possível observar a probabilidade de ocorrência de ISNA <0,65 para cada decêndio, nas estações estudadas.

Figura 2 - Probabilidade de ocorrência de ISNA <0,65 para cada decêndio nas estações estudadas em Santa Catarina.



Fonte: a Autora.

A distribuição das precipitações durante os meses é variável entre os locais. Em estudo de caracterização da precipitação anual para o Estado, os autores não observaram estações de seca definidas, em probabilidade de ocorrência de 75% (COAN, BACK e BONETTI, 2014). Contudo, observa-se que há riscos e eles são variáveis para os diferentes locais do Estado. Para o município de São Joaquim, na Serra Catarinense, não há nenhum momento desfavorável ao cultivo pela restrição hídrica. Por outro lado, os maiores riscos de restrição hídrica, foram registrados nos municípios de Itapiranga, localizado no Extremo Oeste do Estado e para o município de São José localizado na região Litorânea. Os demais

municípios estudados apresentam, de maneira geral, poucos períodos com risco acima de 20%, não ultrapassando 30% dos decênios com restrição.

Para os municípios de Caçador, Chapecó, Descanso, Campos Novos, Videira e Itapiranga as maiores porcentagens de decênios com riscos acima de 20% acontecem no período de primavera-verão. O aumento da temperatura do ar gera uma maior demanda evaporativa, e como consequência um aumento na demanda hídrica da planta, que retiram do solo a água necessária. Nesta situação, o ambiente não consegue suprir a necessidade hídrica, ocasionando o estresse na planta (BERGAMASCHI e BERLATO, 1992). Na região do Extremo Oeste, este efeito é mais pronunciado, uma vez que é período de verão é o menos chuvoso do ano. Para São José, município representante da faixa litorânea do Estado ocorre o inverso, os períodos com maior restrição são os de outono-inverno. Isso acontece porque o período mais chuvoso para esta região é o verão. Além disso, região Litorânea apresenta os menores acúmulos anuais de precipitação do Estado (COAN, BACK e BONETTI, 2014; BAPTISTA e SEVERO, 2018).

Embora a cultura possa sofrer com o excesso de água, que favorece o apodrecimento dos bulbos, induz atraso no ciclo de desenvolvimento e reduz o crescimento da planta (PEREIRA et al., 2009; MAZZINI-GUEDES et al. 2017), a maior sensibilidade está relacionada com o déficit hídrico. Encurtamento do ciclo de desenvolvimento, queima nas pontas das espigas e crescimento reduzido são alguns sintomas que podem ser desencadeados pelo déficit hídrico. O gladiolo se mostrou mais sensível à deficiência hídrica no desenvolvimento vegetativo e crescimento inicial (BASTUG et al., 2006; PEREIRA et al., 2009). As plantas permanecem vivas, mas a falta de água afetou permanentemente o desenvolvimento das mesmas, não formando a haste floral. Além disso, a falta de água durante a fase de espigamento pode ocasionar o abortamento das inflorescências (PEREIRA et al., 2009; PORTO et al., 2014).

MAZZINI-GUEDES et al. (2017) observaram uma redução no ciclo de desenvolvimento, plantas com hastes florais mais longas, com maior número de floretes e diâmetro, quando cultivadas em capacidade de campo de 80%. Em contrapartida, plantas cultivadas em capacidade de campo de 25% não produziram hastes florais, conforme já observado por outros autores (PEREIRA et al., 2009; PORTO et al., 2014). É na fase vegetativa, no crescimento inicial das plantas que ocorre a formação da haste floral, mais precisamente quando as plantas estão com três folhas (SCHWAB et al., 2015), assim o déficit hídrico nesta fase leva a planta a abortar a formação da haste floral.

Os efeitos de diferentes níveis de déficit hídrico foram avaliados por Carvalho et al., (2001) durante o crescimento, espigamento e floração de gladiolos em casa de vegetação. Foram estudados quatro níveis de déficit hídrico, sendo realizada a reposição de 40, 60, 80 e 100% da água consumida. Uma redução no tamanho das hastes florais e um menor número de flores foram ocasionados pelo aumento do déficit hídrico quando este ocorreu na fase de espigamento, seguida pela fase de crescimento da espiga. Quando não ocorreu déficit hídrico, as plantas tiveram um melhor crescimento, desenvolvimento e qualidade no produto final.

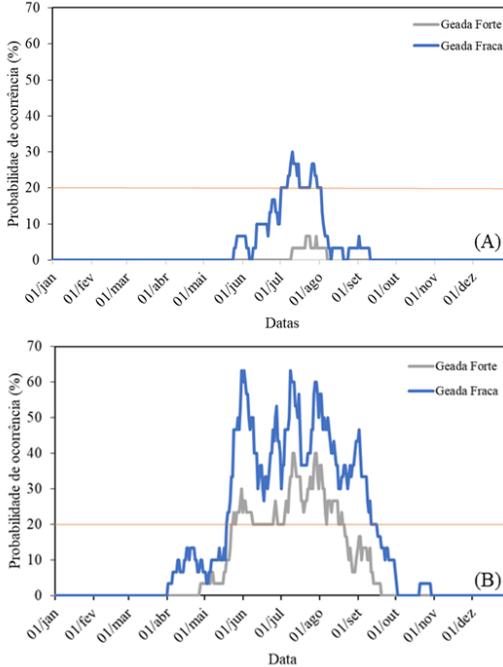
Devido à identificação de riscos de ocorrência de deficiência hídrica durante o ano para os diferentes locais de SC, indica-se a utilização de irrigação nos cultivos comerciais de gladiolo, uma vez que esse manejo minimiza o risco associado à deficiência hídrica. Desta forma, este risco não foi considerado no zoneamento agrícola de risco climático para a cultura do gladiolo em Santa Catarina.

2.3.3 Temperatura mínima do ar

Não foram encontradas probabilidades superiores a 20% de ocorrência de geadas de forte intensidade para os municípios de Chapecó (Figura 3A), Itajaí, Itapiranga, Ituporanga, São Miguel do Oeste e Urussanga, indicando que nestes locais não há risco para a fase vegetativa da cultura. Todas as estações estudadas apresentaram probabilidade de ocorrência de geadas de fraca intensidade, superiores a 20% em pelo menos um período do ano, como a exemplo de Caçador (Figura 3B). Sendo que este período se concentra principalmente nos meses de maio, junho e julho. Os gráficos dos demais municípios são apresentados no Apêndice A.

Devido as condições de altitudes mais elevadas em algumas regiões do Estado, há uma grande ocorrência de temperaturas menores ou iguais a 0°C, principalmente nos meses de junho e julho (CAMPOS, 2011; WREGG et al., 2018). No caso do gladiolo, essas temperaturas baixas são limitantes principalmente na fase reprodutiva. A haste floral apresenta uma maior restrição a temperaturas baixas e ocorrência de geada e os danos ocasionados podem ser irreversíveis (SCHWAB et al., 2018).

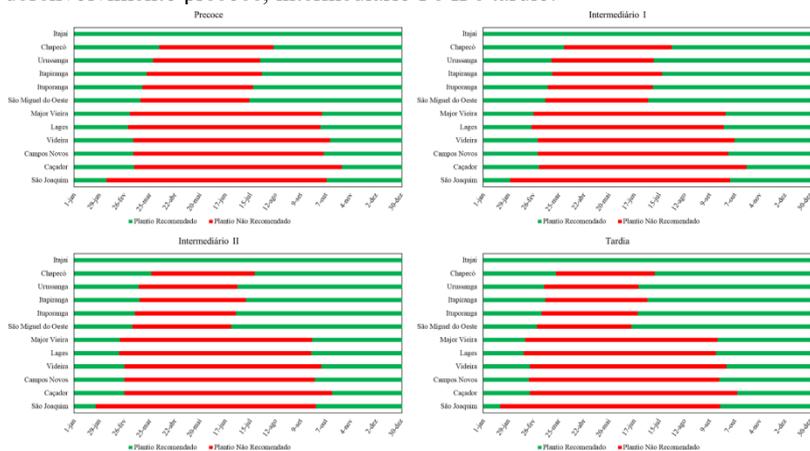
Figura 3 - Probabilidade de ocorrência de geada de forte intensidade que apresenta risco para a fase de brotação e vegetativa, e de geadas de fraca intensidade que apresenta risco para fase reprodutiva no município de Chapecó (A) e Caçador (B).



Fonte: a Autora.

As estações com maior período restrito de plantio foram as que estão localizadas acima de 700 metros de altitude, tais como Caçador, Campos Novos, Lages, Major Vieira, São Joaquim e Videira. Essas estações apresentam um longo período de risco acima de 20% de ocorrência de geadas de forte e fraca intensidade. Os demais municípios por estarem em altitudes menores apresentam temperaturas mais elevadas, diminuindo o risco de geadas. Estudo de WREGGE et al, (2018) mostrou que a ocorrência de geada está correlacionada com a altitude, corroborando com os resultados desse estudo (Figura 4).

Figura 4 - Período não recomendado de plantio com base na ocorrência de geadas de forte e fraca intensidade que apresentam risco para a fase de brotação, vegetativa e reprodutiva nos 12 municípios estudados, para os ciclos de desenvolvimento precoce, intermediário I e II e tardio.



Fonte: a Autora.

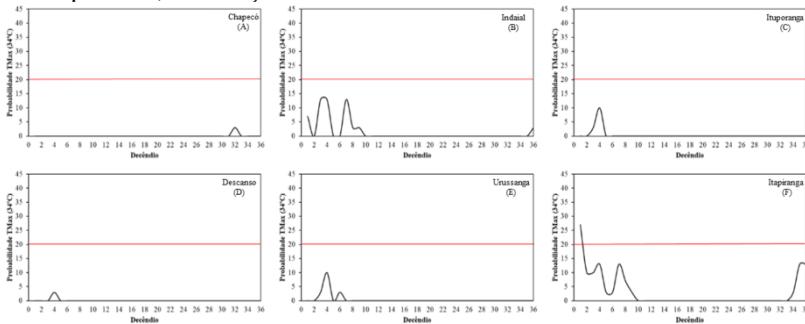
Além disso, as estações que estão localizadas acima de 700 metros de altitude, apresentam diferença no clima. Os municípios de Caçador, Campos Novos, Lages, Major Vieira, São Joaquim e Videira apresentam, segundo a classificação de Köppen, um clima do tipo Cfb – subtropical úmido com verões amenos. O mês mais quente apresenta uma temperatura média do ar de aproximadamente 22°C. Os demais municípios Itajaí, Chapecó, Urussanga, Itapiranga, Ituporanga e São Miguel do Oeste, apresentam um clima Cfa – subtropical úmido com verões amenos e temperatura média superior a 22°C. Esse clima é característico de altitudes inferiores a 650 metros (EMBRAPA, 2011; ALVARES et al., 2013).

2.3.4 Temperatura máxima do ar

Com base nos experimentos de campo realizados no Estado, no modelo PhenoGlad que simula o desenvolvimento do gladiolo, com base nas temperaturas basais já descritas, considerou-se que temperaturas iguais ou maiores que 34°C trariam riscos para o desenvolvimento da cultura. Das 12 estações estudadas, identificou-se que apenas o município de Itapiranga apresenta risco acima de 20% de ocorrência de temperaturas acima de 34°C para o primeiro decêndio do ano (Figura 5F). Os demais

decêndios, em todas as estações, não apresentam temperaturas máximas com risco para o desenvolvimento da cultura. As estações de Caçador, São José, Itajaí, Lages, São Joaquim, Videira, Campos Novos e Major Vieram, não apresentam probabilidade de ocorrência de temperaturas iguais ou maiores que 34°C. Devido ao método de análise ser a frequência dessas temperaturas do ar nos anos estudados, temperaturas do ar de 34°C ou acima não se tornam um risco para a cultura em Santa Catarina em condições climáticas normais, entretanto a variabilidade climática interanual, pode causar condições em que as temperaturas do ar alcancem o limiar do estudo.

Figura 5 - Probabilidade de ocorrência de temperatura máxima do ar igual ou maior que 34°C, nas estações estudadas em Santa Catarina.



Fonte: a Autora.

2.3.5 Zoneamento Agrícola de Risco Climático

Através de análise de regressão, foram geradas equações (Tabela 5) para estimar valores médios das datas de plantio em função da altitude e das coordenadas geográficas e definir o período recomendado de plantio.

Tabela 5 - Equações utilizadas para gerar os mapas do Zoneamento Agrícola de Risco Climático para gladiolo em Santa Catarina.

Ciclo	Equações	R ²
PDP (Precoce)	$547,4976 + 8,74816 * \text{Long} + 0,107908 * \text{Alt}$	0,721088
PDP (Tardia)	$610,9333 + 10,32459 * \text{Long} + 0,122108 * \text{Alt}$	0,704811
UDP (Precoce)	$-88,008 - 3,46392 * \text{Long} - 0,02746 * \text{Alt}$	0,687527
UDP (Tardia)	$-92,6082 - 3,34065 * \text{Long} - 0,03113 * \text{Alt}$	0,714457

PDP = Primeira data possível de cultivo; UDP = Última data possível de cultivo; Long = Longitude; Alt = Altitude.

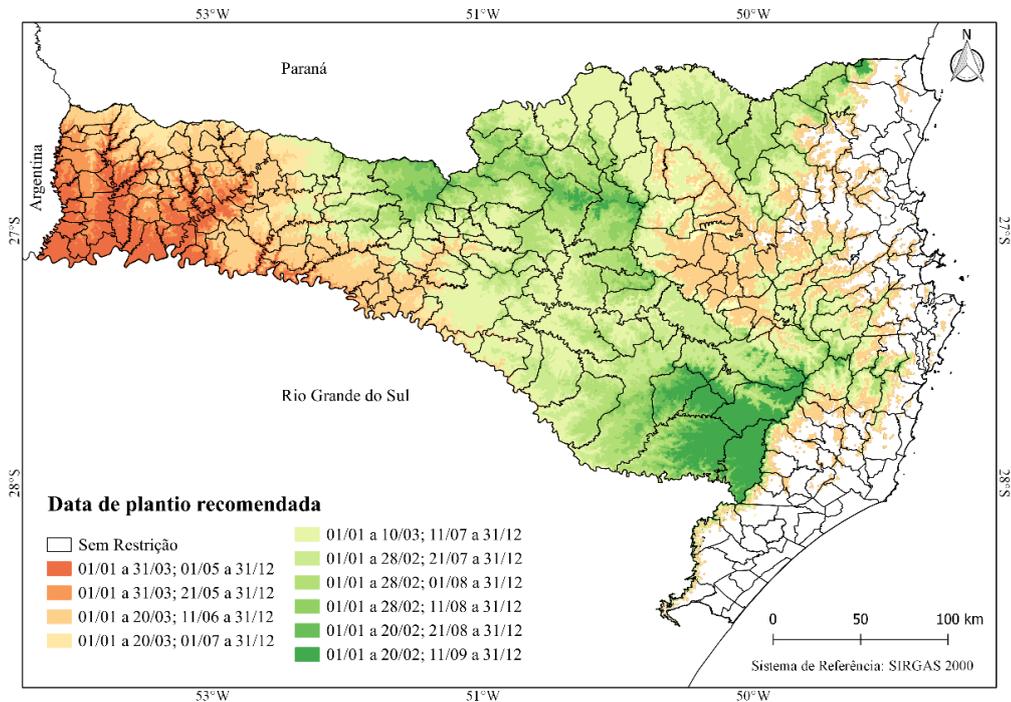
Devido a utilização da interpolação por decêndios, observou-se que os mapas gerados para os diferentes grupos de maturação do gladiolo, apresentam os períodos restritos iguais. Isso deve-se a pouca diferença na data restrita de um grupo para outro. Por exemplo, no município de Chapecó (Figura 4) a restrição de plantio ocorre a partir do dia 05/04, 31/03, 27/03 e 22/03 para as cultivares de ciclo precoce, intermediário I e II e tardia, respectivamente. Assim, existe diferença de apenas um decêndio para as cultivares precoces, enquanto as demais estão com restrição no mesmo decêndio, desta forma optou-se por apresentar o zoneamento para as cultivares precoces e tardias.

Os mapas do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Figura 6 e 7) representam as datas indicadas para o cultivo do gladiolo com irrigação no Estado de Santa Catarina. O principal risco para a cultura considerado nesse trabalho foi a ocorrência de geada, portanto, as datas de plantio foram classificadas como desfavoráveis quando o período de ocorrência das geadas está acima do risco definido ou de uma intensidade apenas tolerada pela planta.

Desde que haja irrigação nos cultivos comerciais, a faixa litorânea do Estado não apresenta restrição ao cultivo do gladiolo durante o ano, isso se deve as baixas altitudes e também ao efeito da maritimidade, que ocasionam baixo risco de ocorrência de geada nesta região. As regiões do Planalto Sul, Meio-Oeste, Alto Vale do Rio do Peixe e Planalto Norte apresentam as maiores restrições de plantio, no período de outono e inverno quando comparadas com as regiões do Oeste e Extremo Oeste.

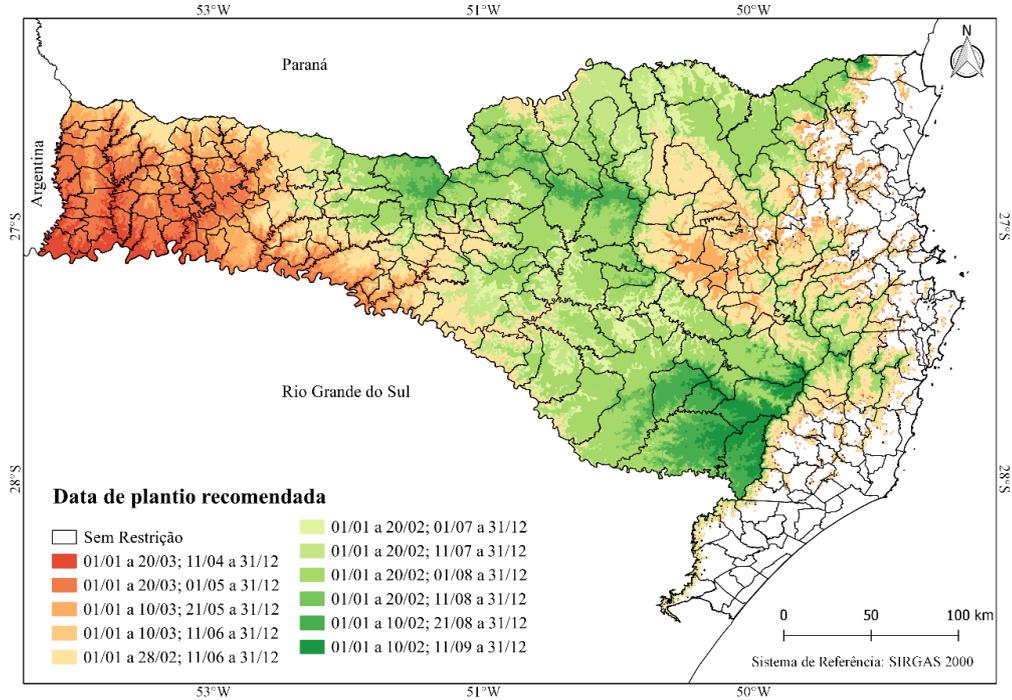
O zoneamento agroclimático de flores, incluindo gladiolo, foi desenvolvido para o Estado de Santa Catarina, levando em consideração as exigências bioclimáticas das espécies descritas na literatura da época e condições climáticas, realizando assim a indicação de períodos recomendados de plantio ao longo do ano (THOMÉ et al., 2009). Porém, neste zoneamento não foram considerados aspectos importantes que precisam ser levados em consideração para o zoneamento da cultura do gladiolo, como a duração do ciclo de desenvolvimento das plantas (precoce, intermediário e tardio). Além do relato da falta de material para consulta e de experimentos de campo, realizados no Estado que abordassem as exigências da cultura para determinação dos critérios de risco, o que pode prejudicar a predição deste zoneamento nas datas recomendadas.

Figura 6 - Zoneamento Agrícola de Risco Climático para cultivares precoces de gladiolo irrigado em Santa Catarina.



Fonte: a Autora.

Figura 7 - Zoneamento Agrícola de Risco Climático para cultivares tardias de gladiólio irrigado em Santa Catarina.



Fonte: a Autora.

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático é uma importante ferramenta que auxiliará os produtores na tomada de decisão, indicando as épocas mais adequadas para o plantio do gladiolo em Santa Catarina, diminuindo o risco de danos ao cultivo e assegurando qualidade do produto final. Este trabalho fornece subsídio para o aumento da produção, se tornando uma alternativa de renda principalmente para os pequenos produtores.

2.4 CONCLUSÃO

O principal risco associado ao desenvolvimento do gladiolo para o Estado de Santa Catarina é a ocorrência de geadas. Principalmente nos municípios localizados no Meio-Oeste, Planalto Serrano e Planalto Norte Catarinense.

A restrição hídrica para a cultura do gladiolo ocorre com maior expressão nas regiões Extremo Oeste, Oeste e Litorânea do Estado, desta forma, indica-se o cultivo comercial da cultura com irrigação.

Temperaturas máximas do ar que causam danos à cultura são pouco frequentes, sendo um risco considerado apenas para o município de Itapiranga no Extremo Oeste de Santa Catarina. Nesse caso, a utilização de telas de sombreamento pode ser uma alternativa para minimizar os danos causados pelas altas temperaturas nas hastes florais.

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático mostra o potencial de cultivo do gladiolo no Estado, sendo uma ótima ferramenta para o planejamento agrícola.

AGRADECIMENTOS

CIRAM/EPAGRI (Centro de Informações Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina), FAPESC (Fundação de amparo à pesquisa e inovação do Estado de Santa Catarina), UNIEDU (Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina), Agência de Fomento Capes, CNPq, UFSC, UFSM, Instituto Federal Catarinense de Concórdia e Rio do Sul.

REFERÊNCIAS

ACEITUNO, P.; PRIETO, M. DEL R.; SOLARI, M. E.; MARTÍNEZ, A.; POVEDA, G.; FALVEY, M. The 1877–1878 El Niño episode:

associated impacts in South America. **Climatic Change**, v. 92, p.389–416, 2008. <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-008-9470-5>

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2013. <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

ALVINO, A.; ANDRIA, R.; CERIO, L.; MORI, M.; SORRENTINO, G. Physiological response of gladiolus to carbonated water application under two water regimes. **Advances in Horticultural Science**, v. 12, p. 145–152, 1998. <http://www.jstor.org/stable/42883202>.

ANDRADE, A. R. D.; BALDO, M. C.; NERY, J. T. Variabilidade sazonal da precipitação pluviométrica de Santa Catarina. **Acta Scientiarum**, v. 21, p. 923-928, 1999. <http://dx.doi.org/10.4025/actascitechnol.v21i0.3164>.

ARNOLD. C. Y. Maximum-minimum temperatures as a basic for computing heat unit. **Proceedings off the American Society for Horticultural Sciences**. v.76, p. 682-692, 1960.

BASTUG, R.; KARAGUZEL, O.; AYDINSAKIR, K.; BUYUKTAS, D. The effects of drip irrigation on flowering and flower quality of glasshouse gladiolus plant. **Science Direct**, v. 81, p. 132-144, 2006.

BAPTISTA, G. C. Z.; SEVERO, D. L. Variabilidade espacial e temporal da precipitação de Santa Catarina. **Geosul**, v. 33, p.184-200, 2018.

BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M. A. **Agrometeorologia aplicada a irrigação**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 1992. 125p.

BISOGNIN, D. A.; MÜLLER, D. R.; STRECK, N. A.; GNOCATO, F. S. Thermal sum of potato plants and tuber sprouting. **Ciência Rural**, v. 47, online, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160806>.

BOYLE, R. L.; UCHÔA, S. C. P.; SANTOS, C. S. V. dos; ALVES, J. M. A.; ALBUQUERQUE, J. de A. A. de; MARTINS, S. A. Introdução e avaliação de gladiolos em ambiente de cerrado no Estado de Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 3, p. 36-41, 2009. <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v3i1.315>.

CARVALHO, J. A.; HENRIQUES, E. B.; PAIVA, P. D. O.; PEREIRA, G. M.; PEREIRA, J. R. D. Crescimento e produção de hastes florais de gladiolo cultivado com déficit hídrico nas diferentes fases fenológicas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.7, p.95-100, 2001. <https://doi.org/10.14295/rbho.v7i2.84>.

COAN, B. D. P.; BACK, A. J.; BONETTI, A. V. Precipitação mensal e anual provável no Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 15, p. 122-142, 2014. <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v15i0.38348>.

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

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Zoneamento Agrícola de Risco Climático: Instrumento de Gestão de Risco Utilizado pelo Seguro Agrícola do Brasil**. 2015. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Zoneamento_agricola_000f17v6vox02wyiv80ispcruh04mek.pdf>. Acesso em: 02 dezembro 2018.

FARIAS, J. R. B; NEUMARIER, N.; NEPUMUCENO, A. L. Soja. In: MONTEIRO, J.E.B.A. (Org). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Instituto Nacional de Meteorologia, 2009. Cap. 8, 133 – 149.

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

LUZ, G. L. D.; MEDEIROS, S. L. P.; TOMM, G. O.; BIALOZOR, A.; AMARAL, A. D. D.; PIVOTO, D. Temperatura base inferior e ciclo de híbridos de canola. *Ciência Rural*, v. 42, p. 1549-1555, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012000900006>.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Portarias**. Brasília, 2018a. Disponível em:< <http://indicadores.agricultura.gov.br/zarc/index.htm>>. Acesso em 17 novembro de 2018.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Portarias**. Brasília, 2018b. Disponível em:<<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco-agropecuário/zonaamento-agricola>. Acesso em 17 novembro de 2018

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Portarias**. Brasília, 2018c. Disponível em:<<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco-agropecuário/documentos/Parametrosderiscoclimatico.pdf>>. Acesso em: 15 novembro 2018.

MAZZINI-GUEDES, R. B.; FILHO, O. G.; BONFIM-SILVA, E. M.; COUTO, J. C. C.; PEREIRA, M. T. J.; SILVA, T. J. A. D. Management of corm size and soil water content for gladiolus flower production. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 23, p. 152-159, 2017. <http://dx.doi.org/10.14295/oh.v23i2.972>.

MUTTONI, M.; ALBERTO, C. M.; BARTZ, A. C.; UHLMANN, L. O.; TARTAGLIA, V. D. L.; STRECK, N. A. Cardinal temperatures for planting-emergence phase in gladiolus. **Ciência Rural**, v. 47, online, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160824>.

PANDOLFO, C.; RICCE, W. D. S.; VIANNE, L. F. D. N.; MASSIGNAM, A. M. Zoneamento agroclimático do mirtilo irrigado em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 30, p.84-88, 2017.

PEREIRA, J. R. D.; CARVALHO, J. D. A.; PAIVA, P. D. D. O.; SILVA, D. J. D.; SOUZA, A. M. G. D.; SOUZA, K. J. D. Crescimento e produção de hastes florais de gladiolo cultivado sob diferentes tensões de água no solo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 4, p. 965–970, ago. 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000400004>.

PORTO, R. D. A.; KOETZ, M.; BONFIM-SILVA, E. M.; POLIZEL, A. C.; SILVA, T. J. A. D. Effects of water replacement levels and nitrogen fertilization on growth and production of gladiolus in a greenhouse. **Agricultural Water Management**, v. 131, p. 50-56, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2013.09.007>.

RENATO, N. DOS S.; SILVA, J. B. L.; SEDIYAMA, G. C.; PEREIRA, E. G. Influência dos métodos para cálculo de graus-dia em condições de

aumento de temperatura para as culturas de milho e feijão. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 28, p. 382-388, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-77862013000400004>.

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, 2015. <http://dx.doi.org/10.1111/aab.12198>.

SCHWAB, N. T.; STRECK, N. A.; UHLMANN, L. O.; RIBEIRO, B. S. M. R.; BECKER, C. C.; LANGNER, J. A. Temperatura base para abertura de floretes e antocrono em gladiolo. **Revista Ceres**, v. 64, p. 557-560, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201764060008>.

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. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 24, n. 2, p.163-173, 2018. <http://dx.doi.org/10.14295/oh.v24i2.1174>.

SENTELHAS, P. C.; MONTEIRO, J. E. B. de A. Informações para uma Agricultura Sustentável. In: MONTEIRO, J. E. B. de A. (Org.). **Agrometeorologia dos Cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009. p.530.

SHILLO, R., SIMCHON, S. Effect of water content and storage temperature of gladiolus corms on flowering. **Scientia Horticulturae**, v. 1, p.57–62, 1973. [http://dx.doi.org/10.1016/03044238\(73\)90006X](http://dx.doi.org/10.1016/03044238(73)90006X).

SHILLO, R.; HALEVY, A. H. The effects of various environmental factors on flowering of gladiolus. III. Temperature and moisture. **Scientia Horticulturae**, v. 4, p. 147-155, 1976. [http://dx.doi.org/10.1016/S03044238\(76\)800064](http://dx.doi.org/10.1016/S03044238(76)800064).

STRECK, N.A.; BELLÉ, R. A.; BACKES, F. A. A. L. B.; GABRIEL, L.F.; UHLMANN, L. O.; BECKER, C. C. Desenvolvimento vegetativo e reprodutivo em gladiolo. **Ciência Rural**, v. 42, p.1968–1974, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012001100010>.

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

TOMBOLATO, A. F. C.; UZZO, R. P.; JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. D. S.; STANCATO, G. C.; ALEXANDRE, M. A. V. Bulbosas ornamentais no Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.16, p. 127-138, 2010.

UHLMANN, L. O.; STRECK, N. A.; BECKER, C. C.; SCHWAB, N. T.; BENEDETTI, R. P.; CHARÃO, A. S.; RIVEIRO, 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. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2016.10.001>.

USGS. **Shuttle Radar Topography Mission**. 3 Arc Second, Filled Finished 2.0, Global Land Cover Facility. Jet Propulsion Laboratory, California: California Institute of Technology, February 2000. 2006.

WREGE, M. S.; FRITZSONS, E.; SOARES, M. T. S.; PRELA-PÂNTANO, A.; STEINMETZ, S.; CARAMORI, P. H.; RADIN, B.; PANDOLFO, C. Risco de ocorrência de geada na Região Centro-Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 22, p. 524-553, 2018. <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v22i0.57306>.

3 CAPÍTULO 2: Zoneamento de datas de plantio para gladiolo em Santa Catarina, Sul do Brasil¹

RESUMO

O agendamento da produção é importante principalmente para as flores de corte que, de maneira geral, apresentam datas de comercialização específicas, permitindo que o produtor se organize quanto a colheita e venda de seus produtos. Visando adequar a data de plantio de gladiolos para que a colheita seja realizada no momento desejado e minimizar os problemas com perda de produção, o objetivo deste estudo foi desenvolver o zoneamento das melhores datas de plantio, visando comercialização para dia das Mães, dia dos Namorados e dia de Finados. Para simular a melhor data de plantio os dados de entrada no modelo PhenoGlad foram temperatura mínima e máxima diária do ar de 107 locais do Estado. A melhor data de plantio foi indicada através da média das datas encontradas para cada ano de simulação. Após a determinação da melhor data de plantio para cada um dos locais, utilizou-se o software de Sistema de Informação Geográfica para realizar a interpolação e geração dos mapas através da técnica Ponderação pelo Inverso da Distância. Foi realizada a avaliação das interpolações utilizando 20 estações meteorológicas distribuídas no Estado com dados observados de temperatura máxima e mínima do ar. Os resultados mostram que em algumas épocas de venda como para o dia dos Namorados, parte do Estado não tem o plantio recomendado, essa restrição é devido a alta ocorrência de geadas na época de outono-inverno. Nas demais datas de plantio permitido, independente da época de colheita e também do ciclo de desenvolvimento, as regiões do Extremo Oeste, Oeste, Norte e Litoral do Estado, devem realizar plantios mais tardios quando comparadas com a região do planalto Catarinense.

Palavra-chave: *Gladiolus x grandiflorus* Hort.. Colheita de flores. PhenoGlad.

¹ Resultados parcialmente submetidos como artigo completo no XX Congresso Brasileiro de Meteorologia.

Chapter 2: Zoning of plantation dates for gladiolus in Santa Catarina, South Brazil.

ABSTRACT

The scheduling of the production is important mainly for the cut flowers that, in general, present specific dates of commercialization, allowing the producer to plan harvest and sale of flowers. In order to define the best gladiolus planting date for harvesting on specific dates and to minimize problems related to loss of production, this study developed zoning maps to obtain flowers for commercialization on Mother's Day, Valentine's Day in Brazil (June 12th) and Soul's Day. To simulate the best planting date the input data in the PhenoGlad model were the daily minimum and maximum air temperature of 107 sites in the state. The best planting date was indicated by the average of the dates estimated for each simulation year. After the determination of the best planting date for each of the sites, the Geographic Information System software was used to perform the interpolation and generate the maps using the Inverse Distance Weighting technique. The interpolations were evaluated using observed maximum and minimum air temperature data from 20 meteorological stations distributed in the state. The results show that for some commemorative dates like Valentine's Day, a significant part of the state is not indicated for planting, due to the high occurrence of frost in the autumn-winter season. In the remaining planting dates, Western, Northern and Coastal regions should carry out later plantations compared to Santa Catarina Plateau, regardless of the harvest season and the development cycle.

Keyword: *Gladiolus x grandiflorus* Hort. Harvest flowers. PhenoGlad.

3.1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o gladiolo (*Gladiolus x Grandiflorus* Hort.) tem importância significativa entre as bulbosas ornamentais. A parte comercial são as hastes florais (espiga) compostas de vários floretes (TOMBOLATO et al., 2005) que podem apresentar diversas cores como branco, rosa, vermelho, amarelo, roxo, laranja e lilás (TOMBOLATO et al., 2010; SCHWAB et al., 2015). As hastes são utilizadas para confecção de arranjos florais, ornamentação de cerimônias e decorações em geral. No Brasil seu principal pico de comercialização ocorre no Dia de Finados (SCHWAB et al., 2014), porém há comercialização nas datas de Dia das Mães, Namorados, Natal e Ano Novo.

As cultivares encontradas no mercado são híbridos modernos que foram originados de intercruzamentos de, aproximadamente, 11 espécies (TOMBOLATO et al., 2005). As cultivares de gladiolo se diferenciam pela coloração das hastes florais e também pela duração do ciclo até a floração. Segundo a escala fenológica do gladiolo desenvolvida por Schwab et al. (2015), o desenvolvimento da cultura apresenta três fases principais. A primeira fase é a de brotação dos bulbos que inicia no plantio (PL) e vai até a emergência (EM). A segunda fase é a vegetativa, que vai da emergência até o início do espigamento (R1.0), e a terceira fase é a reprodutiva, que vai do início do espigamento até a senescência completa dos florestes da haste (R5).

Condições ambientais e genotípicas interferem no crescimento, desenvolvimento e qualidade das hastes florais do gladiolo. Entre as condições ambientais que influenciam a cultura destacam-se a temperatura do ar (SHILLO e HALEVY, 1976, STRECK et al., 2012). O cultivo do gladiolo pode ser realizado durante o ano inteiro, desde que, as exigências térmicas sejam atendidas, ou seja, temperaturas médias do ar entre 10°C e 25°C (LIM, 2014). As plantas não toleram geadas de forte intensidade (TOMBOLATO et al., 2004; LIM, 2014, SCHAWAB et al., 2018), e temperaturas elevadas acima de 34°C também são prejudiciais, uma vez que, podem ocasionar queimaduras nas sépalas e pétalas e os últimos floretes da espiga podem não abrir (UHLMANN et al., 2017).

Os processos de crescimento e desenvolvimento podem ser caracterizados por modelos matemáticos, que permitem descrever as interações entre a planta e o ambiente e ainda auxiliam no manejo das culturas (STRECK et al., 2003). Estudos mostram as várias aplicações destes modelos, para previsão de rendimento de safra (SETIYONO et al., 2010; MORELL et al., 2016; LENG, 2017; OJEDA et al., 2018), avaliação do impacto das mudanças climáticas na produção das culturas

(RAYMUNDO et al., 2018; HERNANDEZ-OCHOA et al., 2018), inclusive para determinação das melhores datas de plantio e semeadura (ARDAZIAN et al., 2015; BECKER, 2017).

O PhenoGlad é um modelo matemático que foi desenvolvido para simular a emissão de folhas e os estádios de desenvolvimento do gladiolo (UHLMANN et al., 2017). O modelo simula o aparecimento foliar através da taxa de aparecimento foliar diária e o desenvolvimento através do acúmulo da taxa de desenvolvimento diário que são calculados utilizando a abordagem descrita em Wang e Engel (1998). O modelo utiliza uma resposta não-linear, ou seja, a relação entre a temperatura do ar e taxa de desenvolvimento da cultura é não-linear, e considera condições específicas do genótipo como número de folhas e duração do ciclo. Para que seja possível realizar uma simulação, faz-se necessário que o usuário introduza no modelo dados meteorológicos de temperatura diária do ar máxima e mínima. O modelo possui aplicações a campo devido a simulação do dia de ocorrência dos estádios de desenvolvimento, incluindo datas importantes como o ponto de colheita. Este modelo foi previamente calibrado e validado para nove diferentes cultivares e quatro ciclos de desenvolvimento no Sul do Brasil (UHLMANN et al., 2017).

A data de plantio desempenha papel importante na regulação do crescimento e qualidade do gladiolo (ZUBAIR et al., 2006; SUDHAKAR e KUMAR, 2015). É um dos principais fatores para que se colha flores na época desejada, pois resulta em alterações nos elementos como temperatura e radiação solar, disponíveis a planta. Segundo SCHWAB et al. (2018), o gladiolo tem seu ciclo de desenvolvimento reduzido durante períodos de altas temperaturas do ar e prolongado em temperaturas do ar mais baixas. A colheita das hastes florais da cultura do gladiolo pode ocorrer em dois momentos. O primeiro ponto de colheita é no estágio R2 da escala de Schwab et al. (2015), em que os três primeiros floretes da espiga mostram a cor das flores da cultivar. E o segundo ponto de colheita é no estágio R3 da escala, caracterizado pela abertura do primeiro florete da haste floral. Esses pontos podem ser adaptados em função da distância do mercado, da liberação de espaço para produções caso a produção de bulbos não seja uma opção do produtor, exigência do consumidor, e até condições climáticas (LIMA e FERRAZ, 2008; SCHWAB et al., 2015).

Portanto, a adoção das datas de plantio que propiciem condições climáticas próximas às exigidas pelas plantas é essencial para um bom desempenho produtivo. Atraso na colheita, menor tamanho das hastes florais e redução no número de floretes, são algumas características modificadas pela data de plantio inadequada (SEVERINO, 2007). O agendamento da produção é especialmente importante para as culturas

que tem maior comercialização em datas específicas, portanto, nestes casos, a data de plantio apresenta um papel fundamental para que as plantas estejam no momento adequado de colheita próximo a data de comercialização.

Este trabalho foi desenvolvido considerando as seguintes hipóteses: A) O modelo PhenoGlad simula com eficiência o desenvolvimento do gladiolo nas diferentes Zonas Agroecológicas de Santa Catarina, B) Devido aos riscos climáticos, o cultivo do gladiolo apresenta limitação quanto ao plantio conforme a data de comercialização, C) O município de produção e a data de plantio do gladiolo, visando produção de hastes para o Dia das Mães, Dia dos Namorados e Dia de Finados, é diferente entre os locais de cultivo.

O objetivo deste trabalho é propor um zoneamento das melhores datas de plantio do gladiolo, para cada um dos quatro ciclos de desenvolvimento no Estado de Santa Catarina para comercialização no Dia das Mães, Dia dos Namorados e Dia de Finados, utilizando o modelo PhenoGlad e ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Área de estudo

Este estudo foi realizado para o Estado de Santa Catarina, localizado no centro da região Sul do Brasil. Com uma área territorial de 95.737 km² e dividido em 295 municípios (PANDOLFO et al., 2002; IBGE, 2013). De acordo com a classificação climática de Köppen, o Estado apresenta uma área de 40,1% com clima Cfa subtropical úmido com verões quentes e 59,9% de clima Cfb subtropical úmido com verões amenos (ALVARES et al., 2013).

3.2.2 Experimentos de campo

Foram realizados experimentos de campo em três localidades de Santa Catarina, representando as Zonas Agroecológicas do Vale do Rio do Peixe e Planalto Central, Alto Vale do Rio Itajaí e no Vale do Rio Uruguai (THOMÉ et al., 1999). Os experimentos em Curitibanos foram realizados na área experimental da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) (latitude 27°17'05'', longitude 50°32'04'' e altitude 1096 m), em Rio do Sul na estação experimental do Instituto Federal Catarinense (IFC) (latitude 27°11'16'', longitude 49°39'22'' e altitude 673 m) e em Concórdia na estação experimental do IFC (latitude

27°12'08'', longitude 52°05'06'' e altitude 640 m) (APÊNDICES C, D e E) totalizando 13 experimentos de campo com diferentes cultivares, datas de plantio e locais.

Em todos os experimentos o gladiolo foi cultivado em canteiros. Os bulbos comercialmente vernalizados, de classe 12-14, foram plantados em duas linhas por canteiro, com espaçamento de 40 cm entre linhas e 20 cm entre plantas, em profundidade aproximada de 10 cm. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em cada época de plantio, sendo cada tratamento constituído por 12 repetições e cada repetição foi constituída por uma planta marcada na área central de cultivo.

Os experimentos foram realizados durante 2016, 2017 e 2018. Em 2016, apenas em Curitiba foram realizados experimentos. No ano de 2017, foram realizados no outono-inverno somente para Curitiba, visando a colheita no Dia das Mães e Dia dos Namorados. E na primavera-verão, visando a colheita no Dia de Finados para todos os locais. No ano de 2018, os experimentos foram no outono-inverno visando a colheita no Dia das Mães e Dia dos Namorados, para os três locais (Tabela 1).

3.2.2.1 Práticas de manejo

As práticas de manejo realizadas foram adubações de base no momento do plantio e de cobertura quando as plantas estavam com três folhas, segundo interpretação das análises de solo. O controle de plantas daninhas foi realizado sempre que necessário de forma manual. As plantas foram conduzidas em haste única. O controle de doenças e insetos, foi feito com fungicidas e inseticidas. A irrigação foi realizada por gotejamento. O tutoramento foi feito com fitilho, passados na horizontal do início ao final da linha de plantas, permitindo manter as mesmas com crescimento vertical e com produção de flores em hastes eretas. Realizou-se o tutoramento quando as plantas estavam entre 6 e 7 folhas e no início do espigamento.

Tabela 1 - Experimentos realizados em diferentes locais de Santa Catarina com distintas cultivares de gladiolo e datas de plantio.

Número do experimento	Cultivares	Data de Plantio	Município
1	Amsterdam ² , Gold Field ⁴ , Green Star ³ , Jester ³ , Purple Flora ¹ , White Goddess ³	20/06/2016	Curitibanos
2	Amsterdam ² , Gold Field ⁴ , Green Star ³ , Jester ³ , Purple Flora ¹ , White Goddess ³	22/07/2016	Curitibanos
3	Black Velvet ³ , Gold Field ⁴ , Jester ³ , Peter Pears ² , White Goddess ³	09 a 22/02/2017	Curitibanos
4	Black Velvet ³ , Gold Field ⁴ , Jester ³ , Peter Pears ² , White Goddess ³	02 a 11/03/2017	Curitibanos
5	Amsterdam ³ , Jester Gold ⁴ , Red Beauty ³ , Rose Friendship ¹	28/06 a 24/07/2017	Curitibanos
6	Amsterdam ³ , Jester ³ , Jester Gold ⁴ , Red Beauty ³ , Rose Friendship ¹	28/07 a 09/08/2017	Concórdia
7	Amsterdam ³ , Jester ³ , Jester Gold ⁴ , Red Beauty ³ , Rose Friendship ¹	07/07 a 04/08/2017	Rio do Sul
8	Jester ³ , Red Beauty ³ , Rose Supreme ³ , White Goddess ³	12/02/2018	Curitibanos
9	Fidélío ³ , Jester ³ , Red Beauty ³ , Rose Supreme ³ , White Goddess ³	03/03/2018	Curitibanos
10	Fidélío ³ , Jester ³ , Red Beauty ³ , Rose Supreme ³ , White Goddess ³	15/02/2018	Concórdia
11	Fidélío ³ , Jester ³ , Red Beauty ³ , Rose Supreme ³ , White Goddess ³	08/03/2018	Concórdia
12	Jester ³ , Red Beauty ³ , Rose Supreme ³ , White Goddess ³	19/02/2018	Rio do Sul
13	Fidélío ³ , Jester ³ , Red Beauty ³ , Rose Supreme ³ , White Goddess ³	09/03/2018	Rio do Sul

* ¹ Cultivares Precoces, ² Cultivares Intermediárias I, ³ Cultivares Intermediárias II e ⁴ Cultivares Tardia. Ilustração das cultivares no Apêndice B.

3.2.3 Avaliações de desenvolvimento

Em todos os experimentos de campo, foram observadas as datas de ocorrência dos estádios de desenvolvimento vegetativos e reprodutivos nas plantas marcadas (12 plantas por tratamento) de acordo com a escala fenológica do gladiolo (SCHWAB et al., 2015). O ciclo da cultura do gladiolo foi dividido em três fases: a fase da brotação dos cormos, que vai do plantio até a emergência (PL-EM), a fase vegetativa que vai da emergência da cultura ao início do espigamento (EM-R1) e a fase reprodutiva, do início do espigamento ao final do florescimento (R1-R5). A data de emergência foi obtida a partir de acompanhamento diário após o plantio e considerada quando 50% das plantas estavam acima do nível do solo. O acompanhamento do número de folhas foi realizado duas vezes por semana até que a folha final (folha bandeira) estivesse visível. Quando as plantas iniciaram o período reprodutivo o acompanhamento foi diário, para obtenção da data de ocorrência dos seguintes estádios reprodutivos (R): R1.0 (início do espigamento); R1.2 (espigamento completo); R2 (primeiros três botões florais da parte inferior da espiga mostram a cor); R3 (primeiro florete com anteras visíveis); R3.4 (metade dos floretes abertos); R3.5 (primeiro florete senescente); R3.6 (metade dos floretes senescentes); R4 (último florete aberto) e R5 (final da senescência dos floretes) (Figura 1).

Figura 1 - Estádios de desenvolvimento vegetativos e reprodutivos avaliados: emergência (A), primeira folha (B), segunda folha (C), início do espigamento (D), espigamento completo (E), primeiros três botões florais da parte inferior da espiga mostram a cor (F), primeiro florete com anteras visíveis (G), metade dos floretes abertos (H), primeiro florete senescente (I) e final da senescência dos floretes (J).



Fonte: a Autora.

3.2.4 Avaliação do modelo PhenoGlad

O modelo PhenoGlad (UHLMANN et al., 2017) foi utilizado para simular o desenvolvimento das plantas de gladiolo. Os dados de entrada no modelo são temperatura mínima e máxima diária do ar, data de plantio e cultivar ou caso a cultivar for desconhecida, o ciclo de desenvolvimento.

A avaliação do modelo em simular os estádios de desenvolvimento foi feita com os dados coletados nos experimentos de campo. Para cada data de plantio, cultivar e local, o modelo foi executado iniciando na data de emergência. Estatísticas que avaliaram o desempenho do modelo:

Raiz do quadrado médio do erro (RQME) através da Equação 1 (JANSSEN e HEUBERGER, 1995);

$$RQME = \left[\frac{\sum (S_i - O_i)^2}{n} \right]^{0,5} \quad (1)$$

Índice BIAS através da Equação 2 (DE LEITE e ANDRADE, 2002);

$$BIAS = \frac{\sum S_i - \sum O_i}{\sum O_i} \quad (2)$$

Coefficiente de correlação de Pearson através da Equação 3 (WILLMOTT, 1981);

$$r = \frac{\sum (O_i - \bar{O}) \times (S_i - \bar{S})}{\sqrt{[\sum (O_i - \bar{O})^2] \times \sum (S_i - \bar{S})^2}} \quad (3)$$

Índice de concordância através da Equação 4 (WILLMOTT, 1981);

$$dw = 1 - \frac{[\sum (S_i - O_i)^2]}{[\sum (S_i - \bar{O}) + (O_i - \bar{O})]^2} \quad (4)$$

Porcentagem de desvio através da Equação 5;

$$PD = \frac{(S_i - O_i)}{O_i} \times 100 \quad (5)$$

em que:

S_i - Valores simulados;

\bar{S} - Média dos valores simulados;

O_i - Valores observados;

\bar{O} - Média dos valores observados;

n - Número de observações.

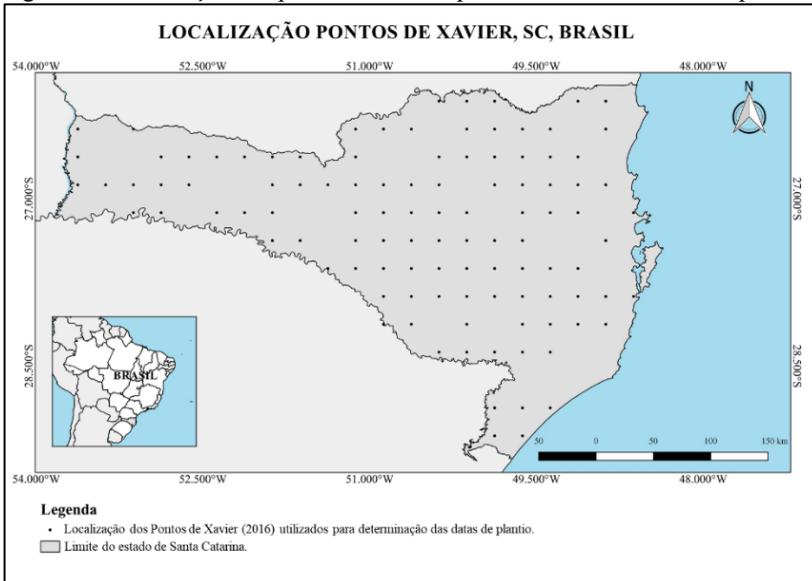
Quando necessário os resultados obtidos através das estatísticas analisadas (raiz do quadrado médio do erro) foram submetidas à análise de variância em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo programa de análise estatística R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013). O erro

aleatório foi calculado através do coeficiente de variação obtido da diferença entre os dados observados a campo e obtidos no modelo.

3.2.5 Determinação da melhor data de plantio

A determinação da melhor data de plantio foi realizada utilizando o modelo PhenoGlad para simular o desenvolvimento do gladiolo (UHLMANN et al., 2017). Os dados de entrada no modelo foram dados de temperatura máxima e mínima do ar. Nesse estudo foram utilizados 107 pontos distribuídos em todo o Estado, extraídos do grid de variáveis meteorológicas diárias do Brasil (XAVIER; KING; SCANLON, 2016). As séries históricas de temperatura correspondem ao período de 1980 a 2013 (Figura 2).

Figura 2 - Localização dos pontos utilizados para determinar as datas de plantio.



Fonte: a Autora.

O modelo foi rodado para todos os anos de dados meteorológicos e para os quatro ciclos de desenvolvimento (precoce, intermediário I, intermediário II e tardio) de gladiolo, visando encontrar a data de plantio que produzirá plantas com estágio R2 (primeiros três botões florais da parte inferior da espiga mostrando a cor) da escala de Schwab et al. (2015), cinco dias antes das datas de venda do Dia das Mães (segundo

domingo do mês de maio), do Dia dos Namorados (12 de junho) e do Dia de Finados (2 de novembro). O período indicado para o plantio do gladiolo foi considerado a média das datas encontradas para cada ano.

3.2.6 Interpolação dos dados

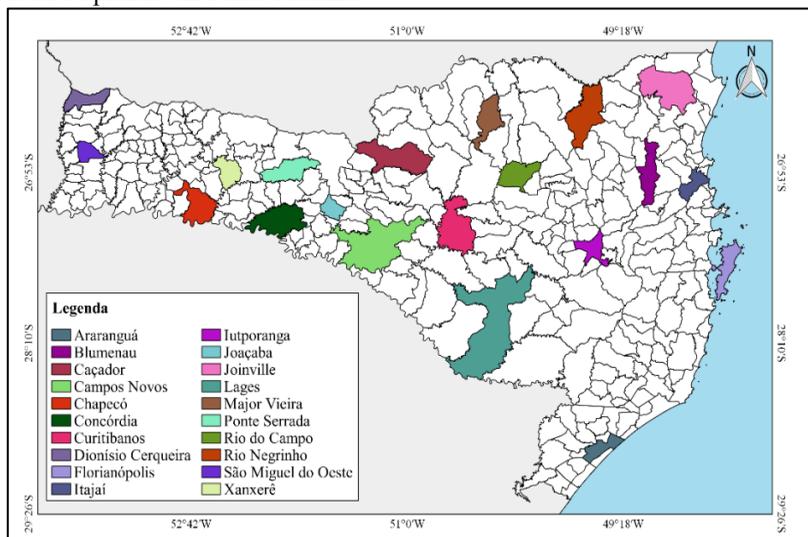
Após a determinação da melhor data de plantio para cada um dos 107 pontos do Estado, utilizou-se o software QGIS® 2.18 (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2019) para realizar a interpolação por meio da técnica de Ponderação pelo Inverso da Distância (IDW). Para realizar a técnica foi necessário além da melhor data de plantio para cada um dos pontos, um arquivo *shapefile* dos municípios do Estado (IBGE, 2018a). Para a identificação dos municípios com data de plantio não indicada para determinada data de comercialização, foi necessária a sobreposição dos mapas gerados com o Zoneamento Agrícola de Risco Climático apresentado no capítulo anterior.

3.2.7 Avaliação da interpolação

De posse dos mapas gerados, realizou-se a avaliação da interpolação utilizando 20 estações meteorológicas distribuídas no Estado com dados observados de temperatura máxima e mínima do ar (Figura 3). Esses dados foram obtidos de estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e do Centro de Informações Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM/EPAGRI).

Os dados obtidos das estações meteorológicas passaram por uma triagem para identificação de dados discrepantes e falhas no período analisado. Os dados faltantes no período de 1980-2013 foram preenchidos com dados de Xavier, King e Scanlon (2016), sendo que, os pontos utilizados para preenchimento das estações observadas não foram utilizados anteriormente para obter datas para interpolação. Para os períodos que antecederem 1980 e de 2014-2017 o preenchimento foi realizado com a média diária das séries temporais para cada local. O processo de determinação da melhor data de plantio ocorreu como descrito no item 2.5.

Figura 3 - Localização das estações meteorológicas utilizadas para avaliar as datas de plantio em Santa Catarina.



Fonte: a Autora.

A avaliação dos resultados ocorreu por meio do cálculo do erro. A avaliação dos resultados interpolados é importante para verificar a acurácia de cada mapa gerado através dos métodos de interpolação. Os erros foram calculados seguindo as Equação 6 e 7, segundo Dirks et al., (1998):

$$e = \frac{|Vr - Vp|}{Vp} \times 100 \quad (6)$$

$$em = \frac{\sum_{i=1}^n ei}{n} \quad (7)$$

Vr: valor da variável real; Vp: valor da variável predita; ei: erro da i-ésima observação (%); em: erro médio (%); n: número de situações avaliadas.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Caracterização Meteorológica

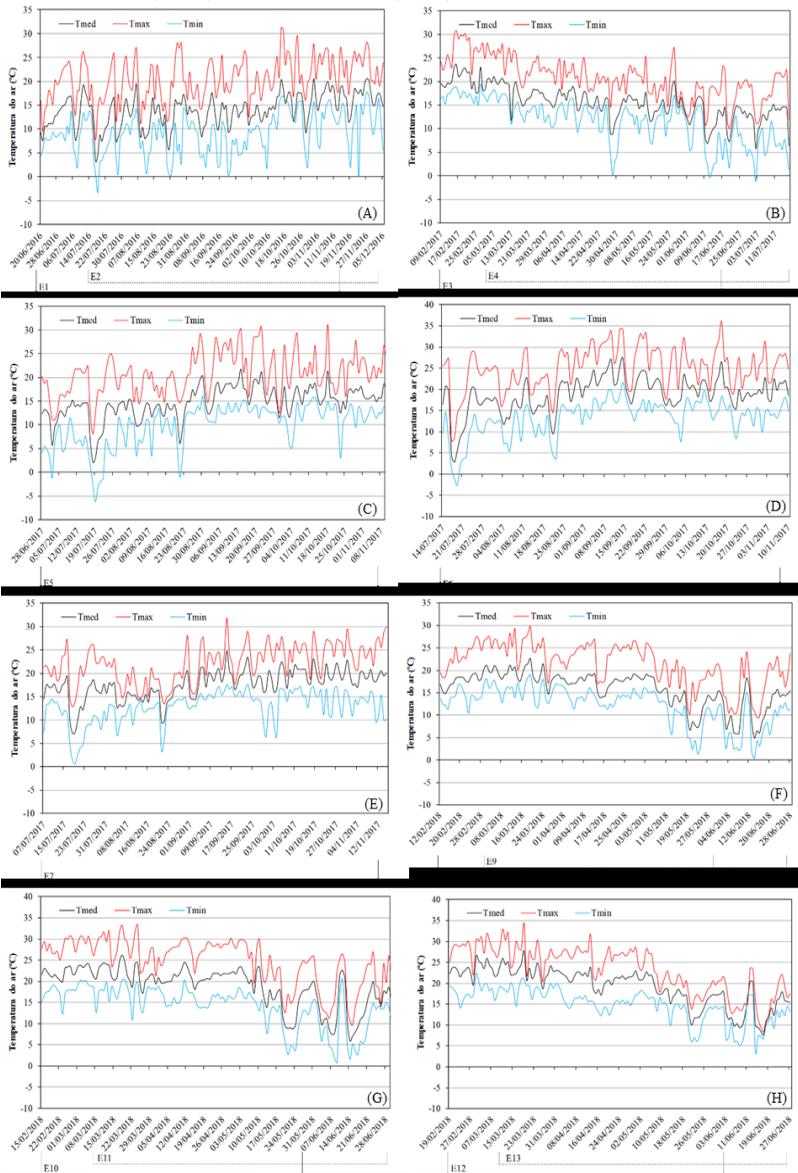
Para testar de forma mais satisfatória a capacidade do modelo em simular os estádios de desenvolvimento é importante que haja plantas crescendo em diferentes condições ambientais. Desta forma a realização de experimentos em diferentes épocas do ano e diferentes locais, permite a exposição das plantas de gladiolo a diferentes condições meteorológicas, inclusive condições adversas como eventos de geadas. Essas diferentes condições podem ser observadas através dos dados de temperatura máxima, média e mínima do ar no período experimental (Figura 4).

A temperatura média variou de 13,5°C a 17,0°C, considerando todas as épocas de plantio para o município de Curitiba. As menores temperaturas foram encontradas nos experimentos de outono-inverno. A temperatura mínima absoluta do ar para o ano de 2016 foi de -3,3°C (18/07), para o ano de 2017 foi -6,2°C (19/07) e para o ano de 2018 foi 0,3°C (14/06). A temperatura máxima absoluta do ar foi de 31,2°C (16/10) para o ano de 2016, 31,2°C (18/10) para o ano de 2017 e 29,8°C (19/03) para o ano de 2018.

Para o município de Concórdia a temperatura média variou de 18,2°C a 20,4°C, considerando todas as épocas de plantio. A temperatura mínima absoluta do ar para o ano de 2017 foi -2,6°C (19/07) e para o ano de 2018 foi 0,9°C (09/06). A temperatura máxima absoluta do ar foi de 36,1°C (18/10) para o ano de 2017 e 33,3°C (18/03) para o ano de 2018.

Para Rio do Sul a temperatura média variou de 17,5°C a 20,5°C, considerando todas as épocas de plantio. A temperatura mínima absoluta do ar para o ano de 2017 foi 0,5°C (19/07) e para o ano de 2018 foi 3,5°C (14/06). A temperatura máxima absoluta do ar foi de 31,9°C (15/09) para o ano de 2017 e 34,4°C (19/03) para o ano de 2018.

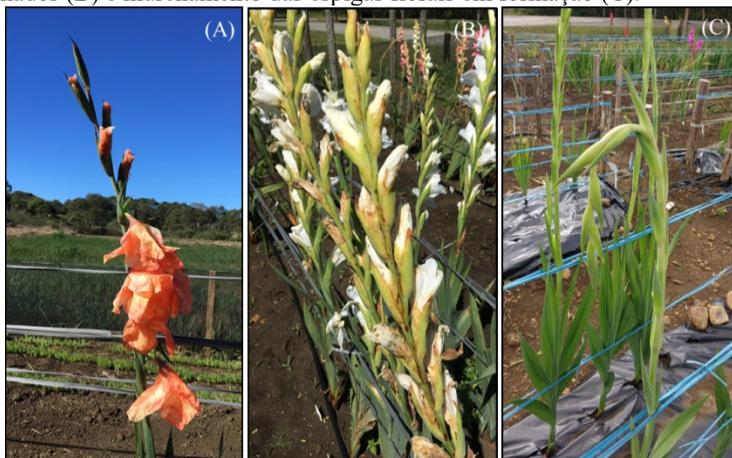
Figura 4 - Dados de temperatura mínima, temperatura média e temperatura máxima do ar medidos nos experimentos realizados em Curitibaanos (A, B, C, F) em Concórdia (D, G) e em Rio do Sul (E, H), SC, Brasil.



Fonte: a Autora.

Estresses térmicos por baixas temperaturas foram identificados para o município de Curitibaanos. Nos experimentos 2 e 3, foram registradas temperaturas baixas em torno de $0,0^{\circ}\text{C}$, porém, as plantas estavam na fase vegetativa, sendo somente observadas queimaduras nas folhas e atraso no desenvolvimento. No experimento 4, que visava colheita no dia dos namorados ocorreu a morte da haste floral por geada no final do ciclo. As plantas foram submetidas a temperaturas mínimas de $1,2^{\circ}\text{C}$, $-2,7^{\circ}\text{C}$ e $-3,0^{\circ}\text{C}$ durante três dias consecutivos (17, 18 e 19/07). A morte da haste floral também foi identificada pelo modelo. Os danos visíveis foram a senescência de botões florais abertos (Figura 5A), botões que ainda estavam fechados senesceram antes da abertura (Figura 5B) e houve o murchamento das espigas florais que ainda estavam em formação (Figura 5C).

Figura 8 - Danos visíveis em experimento realizado em Curitibaanos, causados por ocorrência de geada: senescência dos botões abertos (A), senescência dos botões fechados (B) e murchamento das espigas florais em formação (C).



Fonte: a Autora.

As plantas de gladiolo apresentam sensibilidade elevada a geadas ou temperaturas muito baixas, causando o atrasado na produção de flores e queimaduras nas folhas. As baixas temperaturas também reduzem a qualidade das hastes florais, e a formação de geada pode levar a morte da planta (LIN, 2004; SCHWAB et al., 2018).

No experimento 9, as plantas foram submetidas a temperaturas baixas por três dias consecutivos de $2,8^{\circ}\text{C}$, $2,1^{\circ}\text{C}$ e $2,9^{\circ}\text{C}$ nos dias 07, 08 e 09/06. Nesse caso, o modelo penalizou as plantas indicando a morte da

espiga, mas no campo observou-se a paralização no desenvolvimento das plantas, que retornou quando as temperaturas se elevaram, além disso, observou-se um avermelhamento nas sépalas em 71% das plantas. Essas, foram consideradas geadas de fraca intensidade que se formam em temperaturas mínimas do ar entre 3 e 1°C, diferente das que ocorreram no experimento 4, que são geadas de forte intensidade e se formam em temperaturas mínimas do ar menores que -2°C, sendo identificado uma possível tolerância das hastes florais a geadas de fraca intensidade.

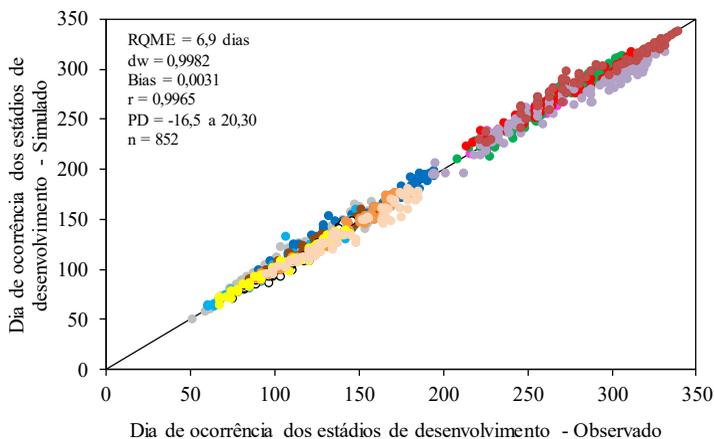
Nos demais locais não houve registro de penalização visível das plantas pelo frio nos experimentos e nem pelas simulações do modelo. Estresses térmicos por altas temperaturas não foram identificados nos experimentos. De acordo com Uhlmann et al. (2017) danos para a cultura podem ocorrer se a temperatura máxima for maior ou igual a 34°C durante 3 dias consecutivos no período reprodutivo.

3.3.2 Avaliação do modelo PhenoGlad

Os valores de correlação encontrados entre as datas de ocorrência dos estádios de desenvolvimento observados e simulados pelo modelo, foram elevados (acima de 0,82), o desvio médio dos valores estimados em relação aos valores observados (BIAS) foi próximo a zero e o índice de concordância próximo a um, mostram que o modelo PhenoGlad tem elevada capacidade de prever a data de ocorrência dos estádios de desenvolvimento da cultura, quando utilizado em condições diferentes de clima no Estado de Santa Catarina.

Nos 13 experimentos realizados em três diferentes municípios do Estado de Santa Catarina, totalizando 26 diferentes épocas de plantio, os estádios de desenvolvimento foram simulados com um RQME de 6,9 dias (Figura 6). Quando analisado apenas a predição do modelo em simular os estádios vegetativos (Figura 7A) o RQME passa a ser 7,1 dias. A simulação dos estádios reprodutivos apresenta um RQME de 6,6 dias (Figura 7B). Mesmo apresentando uma variação de 6,9 a 7,1 dias para simulação dos estádios de desenvolvimento, os índices avaliados ainda mostram um desempenho satisfatório do modelo.

Figura 69 - Estádios de desenvolvimento simulados com o modelo PhenoGlad e observados durante o desenvolvimento das plantas. Cada experimento (E) é representado por uma cor, roxo (E1), bordo (E2), cinza (E3), azul escuro (E4), vermelho (E5), rosa (E6), verde (E7), azul claro (E8), marrom (E9), amarelo (E10), salmão (E11), branco (E12) e laranja (E13). RQME = raiz do quadrado médio do erro, dw = índice de concordância, BIAS = índice de BIAS, r = coeficiente de correlação de Pearson, PD = porcentagem de desvio, n = número de observações.



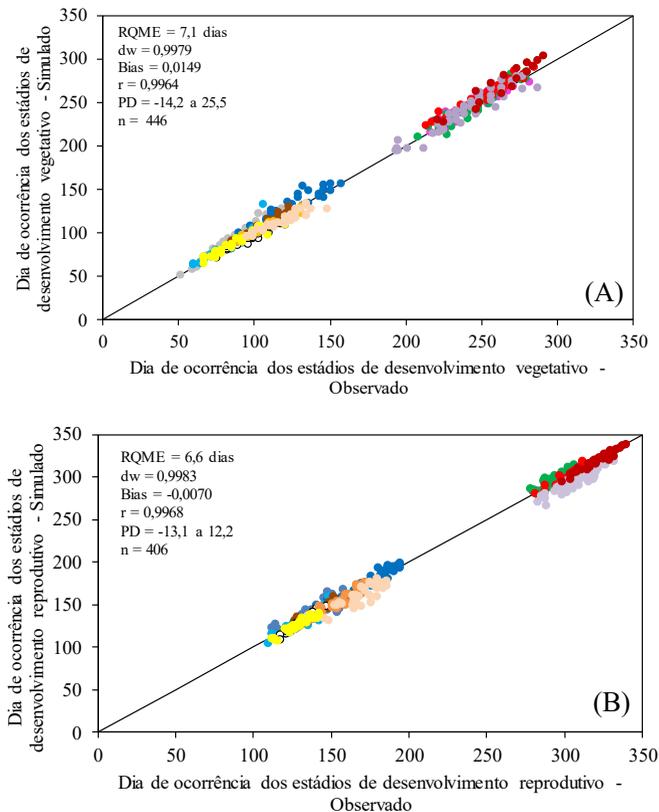
Fonte: a Autora.

Analisando o estágio R2 (primeiros três botões florais da parte inferior da espiga mostram a cor), ou seja, o momento utilizado para colheita das hastes, é possível observar também um desempenho satisfatório do modelo através dos índices de concordância próximo a unidade, BIAS próximo de zero, coeficiente de correlação de 0,99 e RQME de 3,5 dias (Figura 8).

Através da porcentagem de desvio que variou nesta fase de -4,06 a 4,22 observa-se uma tendência de o modelo superestimar esse estágio. Além disso, em um total de 54 observações, o número de observações superestimadas pelo modelo foi de 54%, exatas de 5,5% e 40,5% foi de subestimação. Devido a superestimação ser maior, foi considerado que para que o ponto de colheita das hastes florais indicado seja mais aceitável seria necessário adicionar um período de cinco dias antes da data de venda nas simulações. Diante disso, considerou-se o erro de estimação do modelo de três dias em simular o estágio de desenvolvimento R2, quando avaliado seu desempenho em simular o desenvolvimento do gladiolo do Estado de Santa Catarina e mais dois dias para que o produtor prepare o

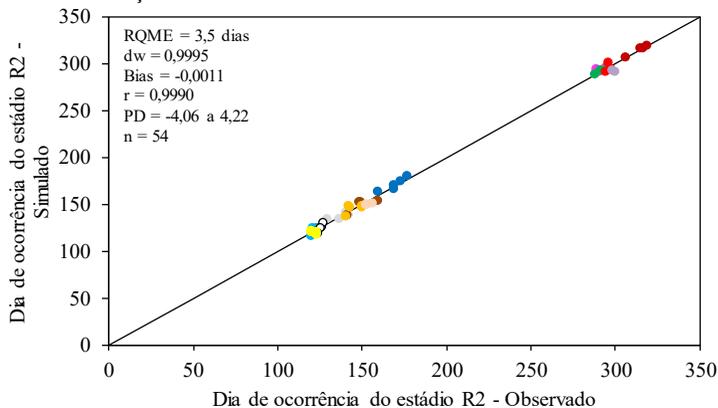
produto para a venda após a colheita. A subestimação tem uma porcentagem considerável, mas não é tão crítica quanto a superestimação, uma vez que o adiantamento do ponto de colheita, permite manejos que tornam possível postergar a abertura das flores até a data desejada.

Figura 7 - Estádios de desenvolvimento vegetativo (A) e reprodutivo (B) simulados com o modelo PhenoGlad e observados à campo. Cada experimento (E) é representado por uma cor, roxo (E1), bordo (E2), cinza (E3), azul escuro (E4), vermelho (E5), rosa (E6), verde (E7), azul claro (E8), marrom (E9), amarelo (E10), salmão (E11), branco (E12) e laranja (E13). RQME = raiz do quadrado médio do erro, dw = índice de concordância, BIAS = índice de BIAS, r = coeficiente de correlação de Pearson, PD = porcentagem de desvio, n = número de observações.



Fonte: a Autora.

Figura 810 - Estádio de desenvolvimento R2 (momento utilizado para colheita das hastes) simulados com o modelo PhenoGlad e observados à campo. Cada experimento (E) é representado por uma cor, roxo (E1), bordo (E2), cinza (E3), azul escuro (E4), vermelho (E5), rosa (E6), verde (E7), azul claro (E8), marrom (E9), amarelo (E10), salmão (E11), branco (E12) e laranja (E13). RQME = raiz do quadrado médio do erro, dw = índice de concordância, BIAS = índice de BIAS, r = coeficiente de correlação de Pearson, PD = porcentagem de desvio, n = número de observações.



Fonte: a Autora.

As estatísticas confirmam que o modelo PhenoGlad conseguiu capturar as variações no ponto de colheita das hastes florais existentes entre as Zonas Agroecológicas do Estado de SC (Tabela 2). O índice de concordância foi superior a 0,99 nas três regiões, sendo que na região do Vale do Rio do Peixe e Planalto Central, obteve-se o menor valor, o que indica uma predição um pouco inferior do modelo, esta também foi a região em que se encontrou o maior RQME de 3,9 dias. O coeficiente de correlação também foi menor nesta região, mais um indicativo que o modelo teve uma menor precisão. O índice BIAS foi próximo de zero em todas as regiões.

Mesmo não havendo diferença estatística entre as regiões, o maior RQME foi encontrado no Vale do Rio do Peixe e Planalto Central, e pode ser explicado pela utilização de um maior número de observações no local representativo desta região. Além disso, essa região apresentou em todos os experimentos as menores temperaturas médias do ar (Figura 4) fazendo com que o modelo calculasse uma menor taxa de desenvolvimento diária, aumentando o ciclo da cultura, o que fez com que os valores simulados acontecessem após observados a campo, porém no campo não deve ter

acontecido essa diminuição, acarretando em um maior erro, o que atesta a tendência do modelo em superestimar a data de ocorrência, conforme relatado anteriormente.

Tabela 2 - Estatísticas do desempenho da simulação do primeiro ponto de colheita (R2) nas diferentes zonas agroecológicas de Santa Catarina com o modelo PhenoGlad.

Regiões	RQME (dias)^{NS}	BIAS	dw	r
Vale do Rio do Peixe e Planalto Central	3,9	-0,0017	0,9994	0,9989
Vale do Rio Uruguai	3,1	-0,0012	0,9996	0,9995
Alto Vale do Rio Itajaí	3,4	0,0046	0,9995	0,9991

* NS – Médias não diferem entre si de acordo com ANOVA, ao nível de 5% de probabilidade

O RQME variou de 3,1 a 3,9 dias e na média do Estado de SC foi de 3,5 dias. Em experimentos realizados em Santa Maria – RS, Itaqui – RS, Frederico Westphalen – RS e Curitiba – SC o modelo apresentou erros de até 6,8 dias em simular o estágio R2 no teste da versão do modelo (UHLMANN et al., 2017). Entre as três regiões avaliadas no presente estudo, a que apresentou um menor RQME de 3,1 dias, foi o Vale do Rio Uruguai, representado pelo município de Concórdia. Diante disso, os erros encontrados em todas as regiões de SC, podem ser considerados aceitáveis.

O modelo teve um erro maior em simular os estádios de desenvolvimento vegetativo. Uma hipótese levantada é que inicialmente no desenvolvimento da cultura há formação de uma estrutura chamada catáfilo (SCHWAB et al., 2015) que pode ser facilmente confundida com a folha. Logo, a contagem desta estrutura como folha pode prejudicar a predição do modelo, uma vez, que é contabilizada no número de folhas no campo. Além disso, a qualidade dos bulbos plantados influencia na quantidade de reserva energética que a planta terá disponível para se desenvolver, o que pode afetar a brotação, o crescimento e o desenvolvimento inicial das plantas, levando a erros na simulação (SINGH et al., 2002; MEMON et al., 2009).

Levando em consideração todos os estádios de desenvolvimento, o erro foi reduzido porque levou em consideração também os estádios reprodutivos, que foram simulados com menor erro. Para a cultivar Red Beauty, quando se considerou seu desenvolvimento em Rio do Sul, esta teve um RQME de 8,4 dias, enquanto que para a cultivar Jester o RQME foi de 6,0 dias. Algumas cultivares, como a Red Beauty, não estão

calibradas neste modelo, sendo necessário a rodada através do ciclo de desenvolvimento, o que pode levar a erros maiores uma vez que não são considerados os coeficientes específicos destes genótipos. Erros maiores podem ser verificados na literatura, como é o caso da cultura da soja em que utilizando-se o modelo SoySim, os valores de RQME variaram de 10 a 25 dias para cultivares de soja indeterminadas e RQME de 12 a 24 dias para cultivares de soja semi-indeterminadas (CERA et al., 2017).

Outros elementos meteorológicos, como disponibilidade hídrica, radiação solar e fotoperíodo, que influenciam o desenvolvimento da cultura em menor intensidade, não foram considerados no modelo e podem contribuir para os erros neste tipo de simulação. Para a cultura da batata obteve-se um RQME de 10,4 dias na simulação dos estádios de desenvolvimento da cultura (STRECK et al., 2007), e levantou-se a hipótese da influência do fotoperíodo, que mesmo sendo considerada no cálculo do tempo térmico, acredita-se que a utilização de um fotoperíodo médio durante a fase ocasionou uma provável simplificação excessiva do efeito do fotoperíodo no desenvolvimento da batata.

O ponto de colheita é o estágio de desenvolvimento de maior interesse para os agricultores, e o modelo teve um bom desempenho nesta simulação (Figura 8). Valores de erros maiores aos deste trabalho foram encontrados para cultivares crioulas e melhoradas de milho com erro entre 0 a 14 dias para simular o estágio de espigamento (R1) (SILVA, 2015). Ribas et al., (2017) encontrou erros que variaram de 4,2 a 5,9 dias para os híbridos de arroz irrigado, para simulação dos estádios de emergência, diferenciação de panículas, antese e maturidade fisiológica.

O erro aleatório de 89,6% mostrou que os erros encontrados na simulação são de esclarecimento difícil uma vez que foram causados por elementos variáveis, no espaço e no tempo, que acontecem de forma imprevisível e não podem ser controlados, ou que não foram controlados, como temperatura do solo, elementos meteorológicos já citados, distância entre a estação meteorológica e o local dos experimentos (ROSA et al., 2015; UHLMANN et al., 2017).

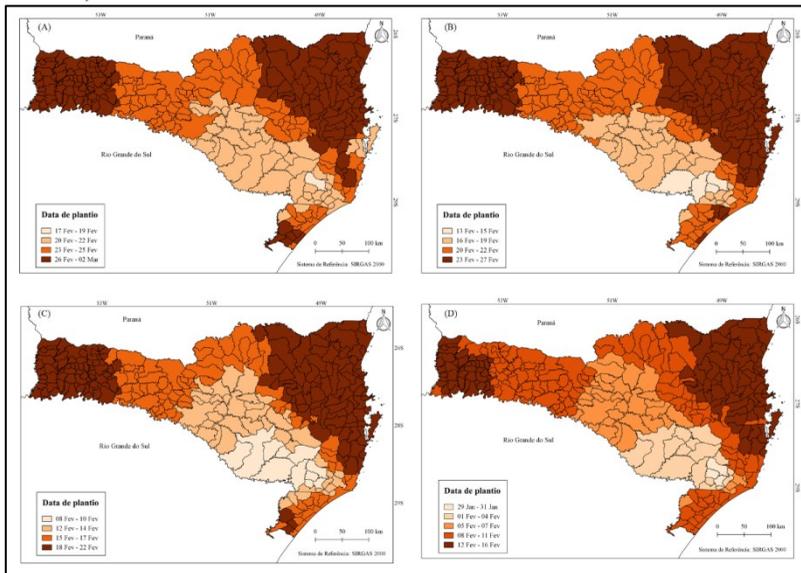
3.3.3 Data de plantio

Nas figuras a seguir é possível observar as datas de plantio para os diferentes ciclos de desenvolvimento de gladiolo em Santa Catarina, para comercialização no Dia das Mães (Figura 9), Dia dos Namorados (Figura 10) e Dia de Finados (Figura 11). Para que as plantas de gladiolo de ciclo de desenvolvimento precoce estejam em ponto de colheita para comercialização no Dia das Mães a melhor data de plantio variou de 17

de fevereiro a 03 de março. Para o ciclo intermediário I foi de 15 a 27 de fevereiro, para intermediário II entre 08 e 22 de fevereiro e para o ciclo tardio de 29 de janeiro a 16 de fevereiro (Figura 9).

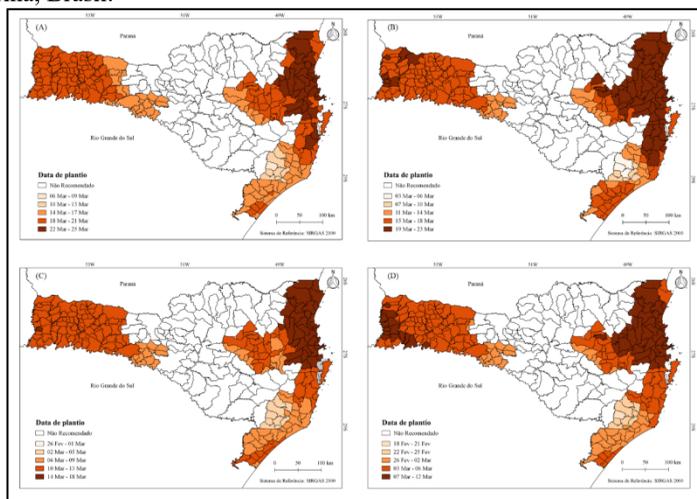
Para comercialização no Dia dos Namorados as datas de plantio para as cultivares de ciclo precoce variaram de 06 a 25 de março, para o ciclo intermediário I de 03 a 23 de março, para o intermediário II de 26 de fevereiro a 18 de março e para o ciclo tardio variou de 18 de fevereiro a 12 de março (Figura 10). Para a comercialização no Dia de Finados, a variação foi de 29 de junho a 11 de agosto, 25 de junho a 05 de agosto, 20 junho a 29 de julho e de 02 a 20 de junho para os ciclos de desenvolvimento precoce, intermediário I, intermediário II e tardia, respectivamente (Figura 11).

Figura 9 - Zoneamento das melhores datas de plantio para o ciclo de desenvolvimento precoce (A), intermediário I (B), intermediário II (C) e tardia (D) com colheita prevista para comercialização no Dia das Mães em Santa Catarina, Brasil.



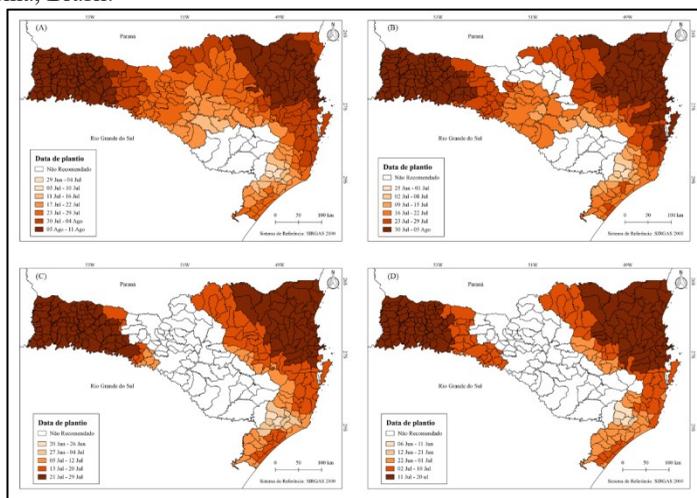
Fonte: a Autora.

Figura 110 - Zoneamento das melhores datas de plantio para o ciclo de desenvolvimento precoce (A), intermediário I (B), intermediário II (C) e tardia (D) com colheita prevista para comercialização no Dia dos Namorados em Santa Catarina, Brasil.



Fonte: a Autora.

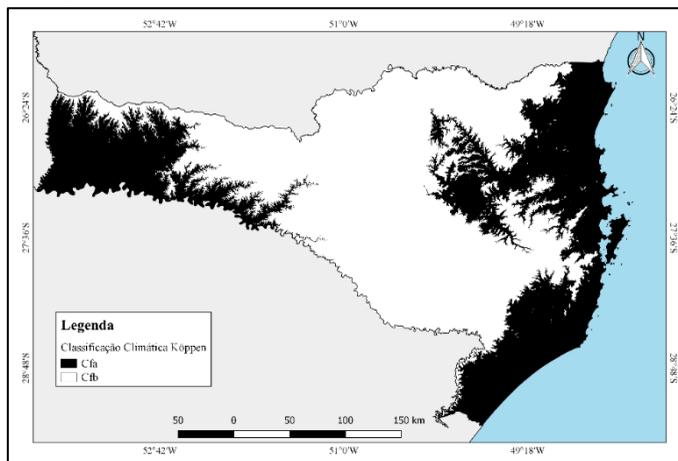
Figura 121 - Zoneamento das melhores datas de plantio para o ciclo de desenvolvimento precoce (A), intermediário I (B), intermediário II (C) e tardia (D) com colheita prevista para comercialização no Dia de Finados em Santa Catarina, Brasil.



Fonte: a Autora.

Os resultados mostram que independente da época de colheita e também do ciclo de desenvolvimento, as regiões do Extremo Oeste, Norte e Litoral do Estado, devem realizar plantios mais tardios quando comparadas com a região do Planalto. Essa condição ocorre pela característica climática dessas regiões. De acordo com a classificação de Köppen, o Planalto apresenta um clima do tipo Cfb - subtropical úmido com verões amenos. As chuvas são bem distribuídas ao longo do ano com acúmulo variando de 1.100 a 2.000 mm, sem estações de seca. Apresenta temperatura média do ar aproximada de 22°C no mês mais quente. Ocorrência de geadas frequentes de 10 a 25 dias anualmente. A região Oeste do Estado e o Litoral apresentam um clima do tipo Cfa, subtropical úmido com verões quentes, as temperaturas do ar são superiores a 22°C no verão, e o mês mais seco apresenta precipitação superior a 30 mm (ALVARES et al., 2013; PANDOLFO et al., 2002). Observa-se que os municípios que apresentam um clima do tipo Cfb os plantios deverão ser antecipados quando comparados aos municípios que apresentam classificação climática Cfa (Figura 12).

Figura 12 - Representação da classificação climática de Köppen no Estado de Santa Catarina.



Fonte: a Autora. Adaptado de Pandolfo et al. (2002).

Para comercialização no dia das Mães não há restrição de plantio no Estado de SC, considerando qualquer ciclo de desenvolvimento. Devido ao início do outono no final do mês de março, as temperaturas do ar começam a diminuir. Essa diminuição, dependendo da intensidade,

poderá causar um atraso no desenvolvimento das plantas, desta forma, indica-se que o plantio seja realizado nas primeiras datas do período indicado de plantio, principalmente para os municípios que se encontram na região do Meio-Oeste, Planalto Serrano e Planalto Norte Catarinense. Por exemplo, para o município de Curitiba, o período indicado para cultivares precoce é de 20 a 22 de fevereiro, desta forma deve-se preconizar o plantio na data do dia 20 de fevereiro.

Para comercialização no dia dos Namorados, há restrição de plantio em pelo menos 26% dos municípios Catarinenses para os diferentes ciclos de desenvolvimento. A região do Extremo Oeste, Litoral e Vale do Itajaí tem o plantio permitido, pois o risco de geada nesta região é menor. O período de desenvolvimento das plantas ocorrerá nos meses de março, abril, maio, junho, sendo estes meses inseridos no período que comumente ocorrem geadas no Estado, entre abril e setembro, sendo mais intensas em junho e julho, e no mês de julho as plantas já estarão na fase reprodutiva, quase entrando em ponto de colheita, e ficam mais suscetíveis a ocorrência de geadas. Desta forma as regiões do Meio-Oeste, Planalto Serrano e Planalto Norte Catarinense que apresentam o clima Cfb, não permitem o plantio devido ao risco de geadas no período de desenvolvimento das plantas (WREGÉ et al., 2018).

Para o dia de Finados é possível observar que há uma redução nos municípios que permitem o plantio conforme o ciclo de desenvolvimento. Sendo que para as cultivares de ciclo tardio, ou seja, aquelas que apresentam um ciclo maior de desenvolvimento, o cultivo é mais restrito, uma vez que o plantio deve ocorrer mais cedo, no final de junho até metade de julho, que é o período mais crítico de geada no Estado. Nos municípios de Ireneópolis, Canoinhas, Bela Vista do Toldo, Três Barras, Major Vieira, Monte Castelo e Mafra, o plantio é permitido para cultivares de todos os ciclos de desenvolvimento. No caso da escolha de cultivares de ciclo tardio, indica-se que o plantio seja feito nas datas finais do período indicado. Nos demais municípios localizados principalmente no Meio-Oeste, Planalto Serrano indica-se o plantio de cultivares com ciclo mais curto (precoces), como a White Friendship (Branca), Purple Flora (Roxa) e Rose Friendship (Rosa). Não é recomendado o plantio para Finados nos municípios de Capão Alto, Lages, São Joaquim, Bom Jardim da Serra, Urubici, Urupema, Rio Rufino, Bom Retiro, Paineira e Bocaina do Sul que são os municípios que apresentam as maiores altitudes, e também os que apresentam os maiores riscos de geada até o final de setembro com riscos que variam de 30 a 70% para esses municípios (WREGÉ et al., 2018).

3.3.4 Avaliação do mapeamento das datas de plantio

O erro encontrado na interpolação através do método IDW está apresentado na tabela 3. Houve uma variação entre todos os ciclos de desenvolvimento e datas de comercialização de 2,8% a 6,1%. A maior porcentagem de erro foi encontrada para as cultivares tardias, que serão comercializadas no Dia de Finados. De maneira geral, este é um dos métodos que tem sido bastante utilizado para a interpolação das mais diversas variáveis e apresentando resultados satisfatórios para o método IDW. Mello et al. (2003) obteve um erro que variou de 4,4% a 27,8% utilizando o IDW para interpolação de parâmetros da equação de chuvas intensas. A Ponderação pelo Inverso da Distância (IDW), Krigagem esférico, Spline regularizada e Topo to Raster foram métodos de interpolação utilizados para espacialização da precipitação pluvial na bacia do rio Itapemirim (ES), sendo o IDW o segundo melhor método, o que foi considerando satisfatório (GARDIMAN JUNIOR et al., 2012).

Tabela 3 - Erro calculado para o método de interpolação IDW.

Ciclo de desenvolvimento	Dia das Mães	Dia dos Namorados	Dia de Finados
Precoce	4,7%	4,4%	2,4%
Intermediário I	3,9%	3,9%	2,8%
Intermediário II	4,5%	4,3%	3,0%
Tardia	3,0%	3,0%	6,1%

Outra avaliação das datas de plantio indicadas neste estudo foi feita através dos experimentos de campo realizados no outono-inverno de 2018 nas três regiões (Tabela 2). Utilizou-se este estudo para realizar plantios pensando em vendas para o Dia das Mães e Dia dos Namorados. Neste caso, foi observado que as hastes florais, ficaram prontas antes da data de comercialização almejada. Para o município de Curitiba para comercialização no dia das Mães, as plantas foram colhidas entre 08 e 13 dias antes do predito, para Concórdia de 10 a 13 dias antes e para Rio do Sul a colheita foi de 03 a 09 dias antes. Para a comercialização no dia dos Namorados a colheita ocorreu entre 04 e 14 dias antes em Curitiba, para Concórdia de 11 dias antes a 01 dia após e para Rio do Sul foi de 13 a 23 dias antes.

Esse adiantamento do ponto de colheita das hastes florais pode ter sido ocasionado pelas temperaturas mais elevadas, quando comparadas com as normais climatológicas, durante o período experimental,

principalmente nos meses de abril e maio. No município de Curitiba nos meses de março, abril e maio foram de 15,7°C, 13,8°C e 10,2°C, respectivamente, sendo a média histórica de 15,5°C, 13,2°C e 9,4°C. A temperatura média máxima nos meses de março, abril e maio foram de 25,0°C, 23,7°C e 19,4°C, enquanto as médias históricas são de 24,9°C, 22,3°C e 19,9°C, respectivamente. Para Concórdia o aumento foi principalmente nas temperaturas médias máximas nos meses de abril e maio, sendo de 27,7°C e 23,2°C respectivamente, e as médias históricas são de 25°C e 21,4°C. Para o município de Rio do Sul as temperaturas médias mínimas estiveram acima das normais climatológicas para os meses de março, abril e maio com valores acima da média de 1,2°C, 0,3°C e 2,3°C, respectivamente (EMBRAPA, 2011).

Sabe-se que o principal elemento que influencia o desenvolvimento do gladiolo é a temperatura do ar, e quando ocorre um aumento desta, tem-se como consequência a redução na duração do ciclo (STRECK, 2003; STRECK et al., 2012). A redução do ciclo da cultura devido ao aumento da temperatura do ar também foi observada em experimentos conduzidos no período de primavera-verão em comparação aos experimentos de outono-inverno (SCHWAB et al., 2018).

Os experimentos foram conduzidos durante o período de outono de 2018, que estava sofrendo a influência do fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) na fase La Niña (NOAA, 2018), caracterizado pelo resfriamento da temperatura do Oceano Pacífico Equatorial. Becker (2017) também encontrou temperaturas médias mais elevadas para o mesmo período em anos de La Niña para o Estado do Rio Grande do Sul. Entretanto, a hipótese de influência de fenômeno no adiantamento das datas de plantio é reduzida, pois os efeitos são mais pronunciados no período de primavera e verão (GRIMM et al., 2004; GUIMARÃES e REIS, 2012; ANDREOLI et al., 2016). Corroborando com trabalho de Becker (2017), que avaliou o efeito do ENOS nas datas de plantio do gladiolo e verificou que há uma menor influência deste fenômeno nas datas de plantio com colheita no dia das Mães, principalmente para o fenômeno de La Niña.

Em algumas cultivares não houve adiantamento do ponto de colheita, por exemplo, a White Goddess cultivada no município de Rio do Sul, que atingiu o ponto de colheita apenas três dias antes do Dia das Mães. A cultivar Jester no município de Concórdia, teve o ponto de colheita no Dia dos Namorados, e a cultivar Fidélio teve seu ponto de colheita atrasado em um dia. Acredita-se que essa demora e diferenças

entre as cultivares esteja ligada com a qualidade ou maturação dos bulbos utilizados nos experimentos.

3.4 CONCLUSÃO

O modelo PhenoGlad apresentou desempenho satisfatório em simular os estádios de desenvolvimento do gladiolo em Santa Catarina. A data do estádio de ponto de colheita foi melhor simulado que os estádios vegetativos. Portanto, o modelo PhenoGlad é uma ótima ferramenta para ser utilizada pelos produtores e também para desenvolvimento de trabalhos como a determinação das melhores datas de plantio.

A técnica de interpolação IDW obteve valores de erros baixos, sendo considerada satisfatória para a espacialização das datas de plantio.

No Estado de Santa Catarina não há restrição de plantio para o dia das Mães. Os municípios localizados no Meio-Oeste, Planalto Serrano e Planalto Norte Catarinense apresentam restrição de plantio para o dia dos Namorados. Para o dia de Finados há uma menor restrição de plantio para o cultivo de cultivares de ciclo precoce.

O zoneamento das datas de plantio é uma ferramenta importante que auxiliará os produtores a definirem a melhor data de plantio e no planejamento de suas atividades para que as plantas estejam prontas para serem colhidas nas principais datas de venda.

AGRADECIMENTOS

FAPESC (Fundação de amparo à pesquisa e inovação do estado de Santa Catarina), UNIEDU (Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina), Agência de Fomento Capes, CNPq, UFSC, UFSM, Instituto Federal Catarinense de Concórdia e Rio do Sul.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVEZ, J. L. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2013. <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

ANDARZIAN, B.; HOOGENBOOM, G.; BANNAYAN, M. S.; ANDARZIAN, B. Determining optimum sowing date of wheat using CSM-CERES-Wheat model. **Journal of the Saudi Society of**

Agricultural Sciences, v. 14, p. 189-190, 2015.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2014.04.004>.

ANDREOLI, R.V.; OLIVEIRA, S.S.; KAYANO, M.T.; VIEGAS, J.; SOUZA, R. A. F.; CANDIDO, L. A. The influence of different El Niño types on the South American rainfall. **International Journal of Climatology**, v. 37, p. 1374-1390, 2016.
<http://dx.doi.org/10.1002/joc.4783>.

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

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. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2017.

CERA, J. C.; STRECK, N. A.; YANG, H.; ZANON, A. J.; PAULA, G. M. de; LAGO, I. Extending the evaluation of the SoySim model to soybean cultivars with high maturation groups. **Field Crops Research**, v. 201, p. 162-174, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2016.11.006> 0378-4290.

DE LEITE, H. G.; ANDRADE, V. C. L. de. Um método para condução de inventários florestais sem o uso de equações volumétricas. **Revista Árvore**, v. 26, p. 321-328, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622002000300007>.

DIRKS, K. N.; HAY, J. E.; STOW, C. D.; HARRIS, D. High-resolution studies of rainfall on Norfolk Island Part II: Interpolation of rainfall data. **Journal of Hydrology**, v. 208, p. 187-193, 1998.
[https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(98\)00155-3](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(98)00155-3).

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Atlas climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Editores técnicos: Wreg. M.S.; Steinmetz. S.; Reisser. J.C.; Almeida. I.R. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas. 2011.

GARDIMAN JUNIOR, B. S.; MAGALHÃES, I. A. L.; FREITAS, C. A. A. de; CECÍLIO, R. A. Análise de técnicas de interpolação para espacialização da precipitação pluvial na bacia do rio Itapemirim (ES). **Revista Ambiência**, v. 8, p. 61-71, 2012.
<http://dx.doi.org/10.5777/ambiencia.2012.01.05>.

GUIMARÃES, D. P.; REIS, R. D. Impactos do Fenômeno Enos Sobre a Temperatura no Brasil. **Revista Espinhaço**, v. 1 p. 34-40, 2012.
Disponível em:
<<http://revistaespinhaco.com/index.php/journal/article/view/8>>. Acesso em: 23 dezembro 2018.

HERNANDEZ-OCHOA, I. M.; ASSENG, S.; KASSIE, B. T.; XIONG, W.; ROBERTSON, R.; PEQUENO, D. N. L.; SONDER, K.; REYNOLDS, M.; BABAR, M. A.; MILAN, A. M.; HOOGENBOOM, G. Climate change impact on Mexico wheat production. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 263, p. 373-387, 2018.
<https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.09.008>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Atlas do censo demográfico 2010**. Editores: IBGE. Rio de Janeiro. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Portal de mapas do IBGE**, 2018a. Disponível em: <<https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>>. Acesso em: 01 outubro 2018.

JANSSEN, P. H. M.; HEUBERGER, P.S.C. Calibration of process-oriented models. **Ecological Modelling**, v. 83, p. 55-56, 1995.
[https://doi.org/10.1016/0304-3800\(95\)00084-9](https://doi.org/10.1016/0304-3800(95)00084-9).

LENG, G. Recent changes in county-level corn yield variability in the United States from observations and crop models. **Science of the Total Environment**. v. 607, p. 683-690, 2017.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.07.017>.

LIMA, J., D., FERRAZ, M., V. Cuidados na colheita e na pós-colheita das flores tropicais. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 14, p. 29-34, 2008. <https://doi.org/10.14295/rbho.v14i1.228>.

- MELLO, C. R.; LIMA, J. M.; SILVA, A. M.; MELLO, J. M.; OLIVEIRA, M.S. Krigagem e inverso do quadrado da distância para interpolação dos parâmetros da equação de chuvas intensas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 925-933, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832003000500017>.
- MEMON, N.; QASIM, M.; JASKANI, M. J.; AHMAD, R. ANWAR, R. Effect of various corm sizes on the vegetative, floral and corm yield attributes of gladiolus. **Pakistan Journal of Agricultural Science**, v. 46, p.13-19, 2009.
- MORELL, F. J.; HAISHUN, S. Y.; CASSMAN, K. G.; WART, J. V.; ELMORE, R. W.; LICHT, M.; COULTER, J. A.; CIAMPITTI, I. A.; PITTELKOW, C. M.; BROUDER, S. M.; THOMISON, P.; LAUER, J.; GRAHAM, C.; MASSEY, R.; GRASSINI, P. Can crop simulation models be used to predict local to regional maize yields and total production in the U.S. Corn Belt?. **Field Crops Research**. v. 192, p.1-12, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2016.04.004>.
- OJEDA, J. J.; VOLENEC, J. J.; BROUDER, S. M.; CAVIGLIA, O. O.; AGNUSDEI, M. C. Modelling stover and grain yields, and subsurface artificial drainage from long-term corn rotations using APSIM. **Agricultural Water Management**. v.195, p. 154-171, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.10.010>.
- PANDOLFO, C.; BRAGA, H. J.; SILVA JÚNIOR, V. P.; MASSIGNAN, A. M.; PEREIRA, E. S.; THOMÉ, V. M. R.; VALCI, F. V. **Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. CD-ROM.
- QGIS Development Team, <YEAR>. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org>>.
- RAYMUNDO, R.; ASSENG, S.; ROBERTSON, R.; PETSAKOS, A.; HOOGENBOOM, G.; QUIROZ, R.; HAREAU, G.; WOLF, J. Climate change impact on global potato production. **European Journal of Agronomy**, v. 100, p. 87-98, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.11.008>.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2013. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>.

RIBAS, G. G.; STRECK, N. A.; JUNIOR, A. J. D.; NASCIMENTO, M. F. D.; ZANON, A. J.; SILVA, M. R. D. Number of leaves and phenology of rice hybrids simulated by the SimulArroz model **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, p.221-226, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n4p221-226>.

ROSA, H. T.; WALTER, L. C.; STRECK, N. A.; CARLI, C. D.; RIBAS, G. G.; MARCHESAN, E. Simulação do crescimento e produtividade de arroz no Rio Grande do Sul pelo modelo SimulArroz. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, p. 1159–1165, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n12p1159-1165>.

SCHWAB, N. T.; STRECK, N. A.; REHBEIN, A.; RIBEIRO, B. S. M. R.; UHLMANN, L. O.; LANGNER, J. A.; BECKER, C. C. Dimensões lineares da folha e seu uso na determinação do perfil vertical foliar de gladiolo. **Bragantia**, v. 73, p. 97-105, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/brag.2014.014>.

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, 2015. <http://dx.doi.org/10.1111/aab.12198>.

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. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 24, n. 2, p.163-173, 2018. <http://dx.doi.org/10.14295/oh.v24i2.1174>.

SETIYONO, T. D., CASSMAN, K. G., SPECHT, J. E., DOBERMANN, A., WEISS, A., YANG, H., CONLEY, S. P., ROBINSON, A. P., PEDERSON, P., DE BRUIN, J. L. Simulation of soybean growth and yield in near-optimal growth conditions. **Field Crops Research**, v. 119, p. 161-174. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2010.07.007>.

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.

SILVA, S. D. Calibração e avaliação do modelo CSM-CERES-MAIZE para cultivares crioulas e melhoradas de milho. 2015. 54 f. Dissertação (Mestrado) – Curso Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2015.

SHILLO, R.; HALEVY, A. H. The effects of various environmental factors on flowering of gladiolus. III. Temperature and moisture. **Scientia Horticulturae**, v. 4, p. 147-155, 1976.
[http://dx.doi.org/10.1016/S03044238\(76\)800064](http://dx.doi.org/10.1016/S03044238(76)800064).

STRECK, N. A.; WEISS, A.; XUE, Q.; BAENZIGER, P. S. Improving predictions of developmental stages in winter wheat: a modified Wang and Engel modes. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 115, p.139-150, 2003. [http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1923\(02\)00228-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1923(02)00228-9).

STRECK, N. A.; PAULA, F. L. M. D.; BISOGNIN, D. A.; HELDWEIN, A. B.; DELLAI, J. Simulating the development of field grown potato (*Solanum tuberosum* L.). **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 142, p. 1-11, 2007.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.09.012>.

STRECK, N.A.; BELLÉ, R. A.; BACKES, F. A. A. L. B.; GABRIEL, L.F.; UHLMANN, L. O.; BECKER, C. C. Desenvolvimento vegetativo e reprodutivo em gladiolo. **Ciencia Rural**, v. 42, p.1968–1974, 2012.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012001100010>.

SUDHAKAR, M.; KUMAR, S. R. Studies on the influence of planting season and wather parameters on growth parameters of two different varieties of *G. grandiglorus* L. **The Asian Journal of Horticulture**, v. 10, p. 36-40, 2015. <http://dx.doi.org/10.15740/HAS/TAJH/10.1/36-40>.

THOMÉ, V. M. R.; ZAMPIERI, S.; BRAGA, H. J.; PANDOLFO, C.; SILVA, J. V. P. D.; BACIC, I.; LAUS NETO, J.; SOLDATELI, D.; GEBLER E.; ORE, J. D.; ECHEVERRIA, L.; MATTOS, M.; SUSKI, P. P. **Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 1999, v.1000. p.1000. Disponível em:<

http://www.ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=88&Itemid=273>. Acesso em: 18 maio 2018.

TOMBOLATO, A. F. C.; CASTRO, J. L.; MATTHES, L. A. F.; LEME, J. M. Melhoramento genético do gladiolo no IAC: novas cultivares “IAC Carmim” e “IAC Paranapanema”. **Científica**, v.33, p. 142-147, 2005. <http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2005v33n2p142+-+147>.

TOMBOLATO, A. F. C.; UZZO, R. P.; JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. D. S.; STANCATO, G. C.; ALEXANDRE, M. A. V. Bulbosas ornamentais no Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.16, p. 127-138, 2010.

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. D.; 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. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2016.10.001>.

WREGGE, M. S.; FRITZSONS, E.; SOARES, M. T. S.; PRELA-PÂNTANO, A.; STEINMETZ, S.; CARAMORI, P. H.; RADIN, B.; PANDOLFO, C. Risco de ocorrência de geada na Região Centro-Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 22, p. 524-553, 2018. <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v22i0.57306>.

WILLMOTT, C. J. On the validation of models. **Physical Geograph**, v.2, p.184-194, 1981. <https://doi.org/10.1080/02723646.1981.10642213>.

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. <https://doi.org/10.1002/joc.4518>.

ZUBAIR, M.; WAZIR, F. K.; AKHTAR, S.; AYUB, G. Planting dates affect floral characteristics of *Gladiolus* under the soil and climatic conditions of Peshawar. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 9, p.1669–1676, 2006. <http://dx.doi.org/10.3923/pjbs.2006.1669.1676>.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste trabalho mostram que Santa Catarina apresenta potencial para o cultivo do gladiolo. O principal risco associado está relacionado a ocorrência de geada, que limita a produção em grande parte do Estado durante o período do outono e inverno, com exceção da região litorânea do Estado. Ambientes protegidos, como casa de vegetação e estufas, são uma opção para o cultivo do gladiolo nos locais que apresentam restrição ao plantio no período do inverno, permitindo a produção ao longo de todo ano. Estudos mostram que há uma diminuição de 5 a 35% da radiação solar incidente no interior do ambiente protegido, essa porcentagem varia principalmente conforme o material utilizado na cobertura e o ângulo de elevação do sol (PURQUERIO e TIVELLI, 2006). Mesmo sendo uma planta heliófila, de desenvolvimento a pleno sol, esta se desenvolve adequadamente em ambientes protegidos (PAIVA et al., 1999). Devido à pouca perda de calor no interior das estufas, as temperaturas do ar tendem a ser maiores que as externas. Se o aumento de temperatura não for controlado, fará com que as temperaturas se elevem a uma condição desfavorável para as plantas, ou seja, acima do seu limite térmico (CALVETE e TESSARO, 2008). A duração do ciclo de desenvolvimento tende a reduzir em ambiente protegido, devido à elevação das temperaturas (PURQUERIO, e TIVELLI, 2006). Segundo ISLAM e HAQUE (2011) plantas de gladiolo produzidas sob túnel de polietileno apresentaram um adiantamento no florescimento quando comparadas com plantas a céu aberto. Além disso, observaram um melhor desenvolvimento das plantas e um maior número de floretes por espiga.

O aumento da temperatura do ar diminui a umidade relativa e, conseqüentemente, aumenta a demanda evaporativa que implicará em um maior consumo de água pelas plantas, uma vez que a demanda evaporativa é o fator que desencadeia o fluxo de água no sistema solo-planta-atmosfera, determinando a necessidade de absorção de água pelas plantas (BERGAMASCHI e BERLATO, 1992; PEREIRA, ANGELOCCI e SENTELHAS, 2002). Desta forma, a irrigação é um elemento crucial para o cultivo de plantas em estufa e em céu aberto. Além disso, em estufas o cultivo é realizado, geralmente, em vasos onde há um menor desenvolvimento das raízes e uma menor capacidade de armazenamento de água (BELLÉ, 2008). A falta de água durante o crescimento e desenvolvimento das plantas de gladiolo pode levar ao desenvolvimento precário e desuniforme do produto final. Para cultivos em campo em Santa Catarina, com base no ISNA, indica-se a utilização de irrigação nos plantios comerciais de gladiolo. A irrigação é imprescindível,

especialmente nas regiões Oeste e Litorânea, que apresentam maior número de decêndios com risco acima de 20%, principalmente nos cultivos de primavera e verão. Manter a umidade de solo em pelo menos 75% da capacidade de campo é importante para a qualidade do produto final (PORTO et al., 2014).

Para que se mantenha a umidade no solo, o sistema de irrigação por gotejamento é o mais indicado, para evitar o molhamento das folhas, reduzindo ocorrências de doenças e favorecendo uma maior umidade na zona radicular das plantas (BASTUG et al., 2006; SEVERINO, 2007). O gladiolo apresenta um sistema radicular raso, estando concentrado nas camadas mais superficiais do solo, até 30 cm de profundidade (ALVINO et al, 1998). Em trabalhos realizados com irrigação por gotejamento, os autores encontraram as raízes concentradas em camada de 15 a 20 cm de profundidade (BASTUG et al., 2006). Devido ao desenvolvimento da haste floral acontecer durante a fase vegetativa, é fundamental que haja o fornecimento regular de água principalmente neste período e também ao longo do espigamento (SEVERINO, 2007).

Flores de corte geralmente apresentam datas de comercialização específicas, no caso do gladiolo seu principal consumo acontece na época de Finados. O zoneamento de datas de plantio para gladiolo em Santa Catarina sugere as melhores datas de plantio em picos de comercialização. Devido ao importante papel da data de plantio na regulação do crescimento e qualidade do gladiolo, o plantio nas datas adequadas, potencializa o crescimento, diminuindo o tempo de colheita, reduz o custo de produção, gera produtos de melhor qualidade e permite que estejam prontos na época de comercialização (ISLAM e HAQUE, 2011; ADIL et al., 2013; MAURYA et al., 2017; FERDOUSI et al., 2018). Para Finados, principal data de comercialização do gladiolo, indica-se o cultivo de cultivares de ciclo de desenvolvimento precoce, uma vez que, o menor ciclo de desenvolvimento permite um plantio mais tardio, evitando que as plantas fiquem expostas a ocorrência de geadas principalmente no mês de julho, que seria o período indicado de plantio em boa parte do Estado para os demais ciclos de desenvolvimento. Apresenta potencial de cultivo para o dia das Mães em todo o Estado, e algumas regiões também apresentam potencial para comercialização no dia dos Namorados. A utilização de bulbos de qualidade, manejo adequado, controle de pragas e doenças, também são fatores importantes para o sucesso da cultura.

Devido a variações climáticas interanuais é possível que as datas de colheita sofram alterações. Se as hastes florais ficarem prontas após o período que se pretende a comercialização, o preço de venda

provavelmente será reduzido. E se as hastes florais ficarem prontas antes da demanda, o produtor poderá realizar a colheita e armazená-las. Neste caso, indica-se que a colheita seja realizada no estágio R2 para facilitar o manuseio uma vez que todos os florestes estarão fechados. Indica-se que a colheita seja realizada no período da manhã ou final da tarde, para que as temperaturas estejam mais amenas, e não provoque a desidratação das hastes (LIMA e FERRAZ, 2008). As hastes necessitam ser colocadas em recipientes com água para que não desidratem e mantidas da forma mais ereta possível para que não fiquem tortuosas, diminuindo a qualidade do produto. Devem ser mantidas em câmara fria ou geladeira, a temperaturas reduzidas próximas de 3 a 5°C para que não ocorra a abertura dos floretes antes da comercialização (FERMINO e GROLII, 2008).

Além do zoneamento das datas de plantio apresentados neste trabalho, o produtor conta hoje com um aplicativo desenvolvido pela Equipe PhenoGlad que estará auxiliando no planejamento da produção. O PhenoGlad Mobile SC é uma ferramenta para dispositivos móveis que simula o desenvolvimento do gladiolo, através de dados de temperatura do ar e fenologia de plantas. O aplicativo que apresenta uma interface amigável, com comandos simples e funcionamento offline, permite ao produtor realizar simulações de plantio com previsão de data de colheita e *vice-versa* (STRECK et al, 2018). O aplicativo permite chegar a resultados próximos aos encontrados nesse trabalho. Devido a utilização de diferentes metodologias, alguns resultados podem não corroborar com a restrição indicada no presente estudo. As diferenças são encontradas principalmente em datas não indicadas de cultivo, uma vez que, utilizou-se critérios mais restritos no desenvolvimento do Zoneamento Agrícola de Risco Climático.

As previsões do desenvolvimento do gladiolo são baseadas essencialmente em dados de temperatura do ar e em séries históricas. Em decorrência das mudanças climáticas que apontam para um aumento das temperaturas do ar, pode ser que haja uma mudança nos períodos recomendados de plantio no Estado e também nas melhores datas de plantio visando as principais datas de comercialização. O aumento das temperaturas do ar tende a causar uma diminuição no ciclo de desenvolvimento da cultura, desta forma, acredita-se que o impacto das mudanças climáticas ocasione um aumento no período recomendado de plantio para os municípios da região do Planalto Serrano, Planalto Norte e Meio-Oeste Catarinense. Para os municípios do Extremo-Oeste e Litoral que apresentam temperaturas mais elevadas que as demais pode vir a ter o período de cultivo reduzido pelas temperaturas mais elevadas, que causam danos a cultura. Porém, a redução do ciclo de desenvolvimento

pode ter efeitos negativos sobre a qualidade das hastes florais, como a diminuição dos números de floretes e tamanho da haste floral. De maneira geral, as datas de plantio indicadas para as datas de comercialização podem sofrer um atraso, devido as maiores temperaturas do ar. Assim, faz-se necessário que haja uma atualização do zoneamento ao longo do tempo para melhor predição do momento de colheita ou plantio.

Este trabalho tem viés técnico-científico aplicado, de modo a apresentar para a sociedade e governo uma ferramenta ou produto com potencial aplicabilidade no planejamento da produção da cultura do gladiolo. Sendo fundamental para que os produtores colham hastes florais nas principais datas de comercialização, para atender a demanda do mercado, flores com qualidade e reduzido risco de dano. Ferramenta que poderá dar suporte para políticas agrícolas que visem à diversificação dos cultivos e que serão fundamentais para o incentivo da produção de flores em Santa Catarina.

REFERÊNCIAS

- ADIL, M.; AHMAD, W.; AHMAD, K. S.; SHAFI, J.; SHEHZAD, M. A.; SARWAR, M. A.; SALMAN, M.; GHANI, M. I.; IQABAL, M. Effect of different planting dates on growth and development of *gladiolus grandiflorus* under the ecological conditions of Faisalabad, Pakistan. **Universal Journal of Agricultural Research**, v. 1, p. 110-117, 2013. <https://doi.org/10.13189/ujar.2013.010311>.
- ALVINO, A.; ANDRIA, R.; CERIO, L.; MORI, M.; SORRENTINO, G. Physiological response of gladiolus to carbonated water application under two water regimes. **Advances in Horticultural Science**, v. 12, p. 145–152, 1998. <http://www.jstor.org/stable/42883202>.
- BASTUG, R.; KARAGUZEL, O.; AYDINSAKIR, K.; BUYUKTAS, D. The effects of drip irrigation on flowering and flower quality of glasshouse gladiolus plant. **Agricultural Water Management**, v. 81, p. 132-144, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2005.04.001>.
- BELLÉ, S. Irrigação de plantas ornamentais. In: PETRY, C. (Org.). **Plantas Ornamentais: aspectos para a produção**. 2. Ed. Passo Fundo: UPF, 2008, p. 101-106.
- BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M. A. **Agrometeorologia aplicada a irrigação**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 1992. 125p.

CALVETE, E. O.; TESSARO, F. **Ambiente protegido: aspectos gerais**. In: PETRY, C. (Org.). *Plantas Ornamentais: aspectos para a produção*. 2. Ed. Passo Fundo: UPF, 2008, p. 24-45.

FERDOUSI, S.; FERDOUSI, J.; ISLAM, M. S.; NATH, D. D.; HOSSAIN, M. I. Effects of corm size and planting date on flower and corm production of gladiolus in sylhet region. **Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research**, v. 1, p.2581-4478, 2018. <https://doi.org/10.9734/AJAHR/2018/39465>.

FERMINO, M. H.; GROLLI, P. R. Produção de gladiolo. In: PETRY, C. (Org.). **Plantas Ornamentais: aspectos para a produção**. 2. Ed. Passo Fundo: UPF, 2008, p. 166-171.

ISLAM, M. S.; HAQUE, A. F. M. E. Performance of gladiolus under protected cultivation in the rainy season. **Bangladesh Journal of Agricultural Research**, v. 36, p. 285-290, 2011. <https://doi.org/10.3329/bjar.v36i2.9256>.

LIMA, J., D., FERRAZ, M., V. Cuidados na colheita e na pós-colheita das flores tropicais. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 14, p. 29-34, 2008. <https://doi.org/10.14295/rbho.v14i1.228>.

MAURYA, A. K.; MAJI, S.; KUMAR, S. Effect of planting time and spacing on growth, flowering and spike yield of gladiolus. **Acta Horticulturae**, v. 1181, p. 93-98, 2017. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1181.12>.

PAIVA, P. D. O. et al. **Cultura do gladiolo**. Lavras: UFLA - Departamento de Agricultura, 1999. 28p.

PORTO, R. D. A.; KOETZ, M.; BONFIM-SILVA, E. M.; POLIZEL, A. C.; SILVA, T. J. A. D. Effects of water replacement levels and nitrogen fertilization on growth and production of gladiolus in a greenhouse. **Agricultural Water Management**, v. 131, p. 50-56, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2013.09.007>.

PURQUERIO, L. F. V.; TIVELLI, S. W. **Manejo do ambiente em cultivo protegido**. 2006. Disponível em:

<http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/58.pdf>. Acesso em: 16 dezembro 2018.

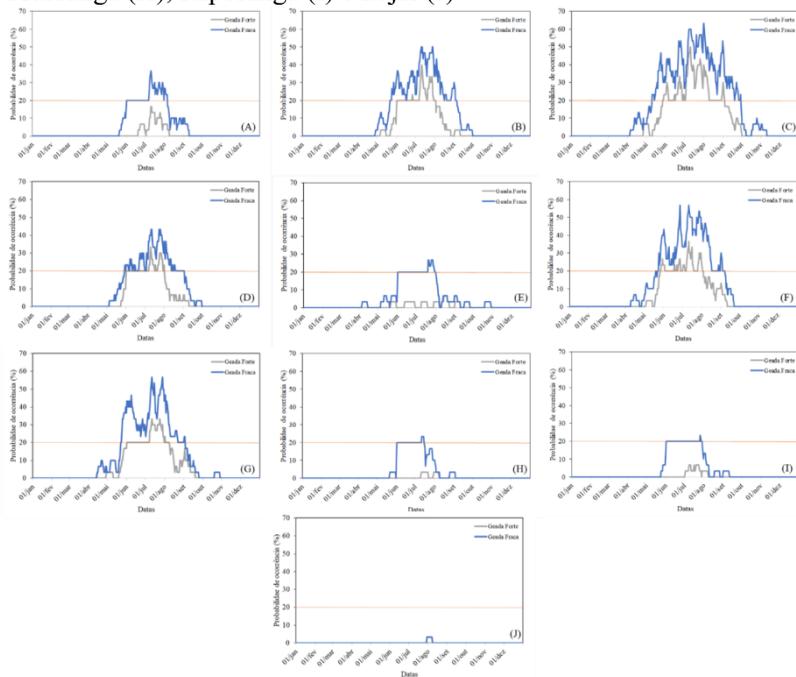
SEVERINO, C.A.M. Dossiê técnico: Cultivo comercial de Palma de Santa Rita (*Gladiolus sp. Tourm.*). Rede de Tecnologia da Bahia – RETEC/BA, 2007. 22p.

STRECK, N. A.; SILVA, L. F. D.; UHLMANN, L. O.; BECKER, C. C.; TOMIOZZO, R.; BENEDETTI, R. P.; CHARÃO, A. S.; BRAGA, M. D. S.; SCHWAB, N. T.; BACKES, F. A. A. L.; BOSCO, L. C.; BONATTO, M. I.; STANCK, L. T.; SILVA, B. M. D.; BECKER, D.

Phenoglad mobile - SC: um aplicativo para o planejamento da produção de gladiólo. 2018. Disponível em:

<http://coral.ufsm.br/phenoglad/images/PhenoGlad_MobileRS/Help_PhenoGlad_Mobile_SC.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2018.

APÊNDICE A – Probabilidade de ocorrência de geada de forte intensidade que apresenta risco para a fase de brotação e vegetativa, e de geadas de fraca intensidade que apresenta risco para fase reprodutiva no município de Itaporanga (A), Lages (B), São Joaquim (C), Campos Novos (D), São Miguel do Oeste (E), Major Vieira (F), Videira (G), Urussanga (H), Itaporanga (I) e Itajaí (J).



APÊNDICE B – Cultivares utilizadas nos experimentos. Ciclo Precoce: Purple Flora (A) e Rose Friendship (B). Ciclo Intermediário I: Amsterdam (C) e Peter Pears (D). Ciclo Intermediário II: Black Velvet (E), Fidelio (F), Jester (G), Green Star (H), Red Beauty (I), Rose Supreme (J) e White Goddess (K). Ciclo Tardio Gold Field (L) e Jester Gold (M).



APÊNDICE C – Experimentos realizados em Curitibaanos.

APÊNDICE D – Experimentos realizados em Rio do Sul.



APÊNDICE E – Experimentos realizados em Concórdia.