

Luciane Teixeira Stanck

**PRODUÇÃO DE FLORES E AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DE
FOLHAS DE GLADIÓLO EM SISTEMAS DE MANEJO DO
SOLO EM SANTA CATARINA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais (PPGEAN) da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus de Curitibanos para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Leosane Cristina Bosco

Coorientador: Prof. Dr. Otavio Bagiotto Rossato

Curitibanos
2019

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

Stanck, Luciane Teixeira
Produção de flores e avaliação estrutural de
folhas de gladiolo em sistemas de manejo do solo em
Santa Catarina / Luciane Teixeira Stanck ;
orientadora, Leosane Cristina Bosco, coorientador,
Otavio Bagiotto Rossato, 2019.
108 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Campus Curitibanos, Programa de Pós
Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais,
Curitibanos, 2019.

Inclui referências.

1. Ecossistemas Agrícolas e Naturais. 2.
Gladiolus x grandiflorus Hort. 3. Sistemas de
cultivo. 4. Resposta espectral. 5. Anatomia foliar.
I. Bosco, Leosane Cristina . II. Bagiotto Rossato,
Otavio. 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

Produção de flores e avaliação estrutural de folhas de gladiolo em sistemas de manejo do solo em Santa Catarina


Por

LUCIANE TEIXEIRA STANCK


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. Paulo Cesar Poeta Fermino Junior – UFSC



Dr. Djalma Eugênio Schmitt – UFSC

Curitibanos, 20 de fevereiro de 2019.

DEDICATÓRIA

*Aos meus queridos pais,
Sebastião Stanck e Lúcia Sutil Teixeira Stanck,
pela educação, apoio e por sempre estarem ao meu lado.
AMO VOCÊS!!!*

AGRADECIMENTOS

Á Deus pelo dom da vida e pela constante proteção, durante toda essa caminhada, pois sei que ele foi minha sustentação durante muitos momentos dessa jornada.

Aos meus pais Sebastião Stanck e Lúcia Sutil Teixeira Stanck que sempre estiveram ao meu lado, torcendo e rezando por mim. Muito obrigada pelo apoio, confiança e ensinamentos. Aos meus irmãos Lucí Teixeira Stanck e Alex Teixeira Stanck e meu cunhado Lucas Sutil Tavares pelo carinho, incentivo, por acreditarem e me dar apoio constante. Aos meu tios, tias, primos e primas.

Aos meus colegas e amigos, pelas alegrias e angústias compartilhadas. Em especial à Nádia da Silva e Melina Bonatto pela amizade e companheirismo em todos os momentos. Ao meu namorado Idanir Rosa Camargo, pela paciência, carinho e compreensão.

A UFSC Campus de Curitiba, pela oportunidade de realização do curso de Pós-graduação. Aos professores do PPGEAN, que deram o melhor de si, tornando-se verdadeiros mestres. Agradeço em especial a minha orientadora Profa. Leosane Cristina Bosco por todos os ensinamentos, conselhos, apoio, atenção e profissionalismo em me orientar durante a graduação e Pós-graduação. Ao meu Coorientador Prof. Otavio Bagiotto Rossato, pela colaboração e apoio nesses dois anos.

Aos professores Alexandre ten Caten e Paulo César Poeta Fermino Júnior e a colega Luiza Kreimeier pelo grande apoio e disponibilidade em ajudar nas atividades do segundo capítulo dessa dissertação. Ao professor João Batista Tolentino Júnior pela paciência e ajuda nas análises estatísticas.

Ao grande trabalho em conjunto realizado pelas equipes PhenoGlad de Curitiba, Concórdia, Rio do Sul e Santa Maria. Em especial aos professores Nereu Augusto Streck, Otavio Bagiotto Rossato, Alexandra Goede de Souza, Lilian Osmari Uhlmann e Rudinei Exterckoter. Aos colegas Camila Becker, Márcio Rampelotti, Ozair Silvério, Marcos Kramer, Melina Bonatto, Bruna Medeiros, Dislaine Becker, Yngrid Nascimento, Ana Rosa França, Renata Contini, Shirley Zanelatto, Grace Romani, Yasmin Siega, Leonardo Santiani, Alessandra Krug, David Azeredo Neto, Fernanda Broggiatto e Fátima Saraiva. Muito obrigada... Sem vocês esse trabalho não se tornaria realidade!

À UNIEDU (Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina), FAPESC (Fundação de amparo à pesquisa e inovação do estado de Santa Catarina), Agência de Fomento Capes, UFSC

(Universidade Federal de Santa Catarina), UFSM (Universidade Federal de Santa Maria), IFC (Instituto Federal Catarinense de Concórdia e Rio do Sul) e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico).

Á direção do Campus de Curitibanos pelo apoio às atividades e aos motoristas pelas viagens realizadas nas áreas experimentais de Concórdia e Rio do Sul. Aos técnicos, servidores e funcionários da universidade pelo apoio e conversas, em especial aos guardas Cláudio, Joilson, Adenis e Devanil que sempre tiveram uma palavra amiga. Também ao Sr. Alexandre Gemelli pela doação de material para a área experimental.

Enfim, a todos que de uma forma ou de outra torceram e contribuíram para o meu crescimento moral, espiritual e profissional. Muito Obrigada!!!

RESUMO

O gladiolo é uma flor de corte cultivada com preparo do solo de forma intensiva para formação de canteiros. Além disso, quando cultivado em diferentes condições ambientais podem ocorrer modificações no crescimento e desenvolvimento das plantas, na qualidade da haste floral e na estrutura das folhas de gladiolo. O objetivo do trabalho foi caracterizar o crescimento, desenvolvimento, qualidade de hastes, avaliar a resposta espectral de folhas e relacionar com a estrutura foliar sob diferentes sistemas de cultivo em Santa Catarina. Foram realizados experimentos de campo em três locais de Santa Catarina representativos das Zonas Agroecológicas do Vale do Rio do Peixe e Planalto Central (clima Cfb), Alto Vale do Rio Itajaí e no Vale do Rio Uruguai (clima Cfa). As áreas experimentais estavam localizadas na Universidade Federal de Santa Catarina Campus de Curitiba; no Instituto Federal Catarinense (IFC) em Rio do Sul e no IFC em Concórdia. O gladiolo foi cultivado em três sistemas de cultivo, em canteiros onde há revolvimento intensivo do solo, em canteiros com mulching de polietileno e em cultivo mínimo. Foram utilizadas três cultivares de gladiolo, Amsterdam, Red Beauty e White Goddess. Foram realizadas avaliações fenométricas, fenológicas e de qualidade de hastes florais em 12 plantas por tratamento. Para determinar a resposta espectral e a morfofisiologia foram utilizadas folhas saudáveis e totalmente expandidas da cultivar Amsterdam, quando as plantas estavam no início do espigamento. Em cada sistema de plantio e local foi analisada a resposta espectral de folhas com espectrorradiômetro. Os fatores que tiveram maior influência nas análises fenométricas, fenológicas e de qualidade de hastes foram locais e épocas de cultivo. Nos diferentes tratamentos, o número final de folhas variou de 7 a 10, o índice de área foliar variou de 0,8 a 2,1 cm²/cm². Em relação à duração do ciclo, o ciclo mais longo foi da cultivar Red Beauty (123 dias) em Curitiba e o ciclo mais curto foi da cultivar White Goddess (89 dias) em Concórdia. Independente da cultivar ou sistema de cultivo, plantas em clima Cfa apresentaram ciclo mais curto. As hastes florais apresentaram maiores comprimento de haste e pendão e espessura do pendão em cultivos realizados em clima Cfa em relação ao clima Cfb independente do sistema de cultivo. Para as cultivares Red Beauty e White Goddess observa-se que há maior efeito da época de cultivo em todos os locais e para a Amsterdam o local apresentou maior influência, não tendo efeito do sistema de cultivo. A resposta espectral das folhas foi diferente entre locais de produção na região do visível (Vis), no entanto entre os sistemas de cultivo não houve diferença. Em

relação aos dados morfofisiológicos, estes foram diferentes entre os locais e sistemas de cultivo, indicando que as condições ambientais na qual as plantas foram expostas, seja o local ou o sistema de cultivo, influenciaram na estrutura foliar do gladiolo. Para avaliação estomática as plantas cultivadas em Concórdia observaram-se maiores valores para comprimento do estômato (CE), largura do poro e comprimento do poro, no entanto a densidade estomática não se diferenciou entre os locais e sistemas de cultivo. A espessura da cutícula apresentou maior índice de plasticidade e o CE e carotenoides totais o menor IP. Através desses índices é possível afirmar que o gladiolo possui capacidade de se adaptar em diferentes condições ambientais.

Palavras-chave: *Gladiolus x grandiflorus* Hort. Clima. Sistemas de cultivo do solo. Resposta espectral. Anatomia foliar.

ABSTRACT

The gladiolus is a cut flower cultivated with intensive soil preparation for the formation of beds. In addition, when grown under different environmental conditions, changes in plant growth and development, floral stem quality and the structure of gladiolus leaves may occur. The objective of the study was to characterize the growth, development, quality of stems and to evaluate the leaves spectral response and to relate to the leaf structure under different cropping systems in Santa Catarina. Field experiments were carried out in three locations in Santa Catarina, Agroecological Zones of Vale do Rio do Peixe e Planalto Central (Cfb climate), Alto Vale do Rio Itajaí e no Vale do Rio Uruguai (Cfa climate). The experimental areas were located at the Federal University of Santa Catarina in Curitibanos, Federal Institute Catarinense (IFC) in Rio do Sul and the IFC in Concórdia. The gladiolus was cultivated in three different cropping systems, in beds where there is intensive soil mobilization, in polyethylene mulching beds and in minimum tillage. Three gladiolus cultivars, Amsterdam, Red Beauty and White Goddess were used. Phenometric, phenological and quality evaluation of floral stems were carried out on 12 plants of each treatment. To determine the spectral response and morphophysiology, healthy and fully expanded leaves of the Amsterdam cultivar were used when the plants were at the beginning of the ear. In each planting and site system the spectral response of leaves with spectroradiometer was analyzed. The factors that had the greatest influence on the phenometric, phenological and stem quality analyzes were local and growing seasons. In the different treatments, the final leaf number varied from 7 to 10, the leaf area index ranged from 0.8 to 2.1 cm²/cm². In relation to the duration of the cycle, the longest cycle was the cultivar Red Beauty (123 days) in Curitibanos and the shortest cycle was the cultivar White Goddess (89 days) in Concórdia, regardless of the cultivar or cultivation system. The floral stems presented greater length of stem and tassel and thickness of the tassel in cultures realized in climate Cfa in relation to the climate Cfb independent of the cropping system. For the cultivars Red Beauty and White Goddess it was observed that there is greater effect of the time of cultivation in all the places and for the Amsterdam the place had greater influence, having no effect of the cropping system. It was observed that the spectral response was different between the sites in the visible region of the electromagnetic spectrum, however, between the cropping systems there was no difference. Regarding the morphophysiological data, these were different between the sites and cultivation systems,

indicating that the environmental conditions in which the plants were exposed, be it the site or the cultivation system, influenced the leaf structure of the gladiolus. For stomatal evaluation, the plants grown in Concórdia presented higher values for stomatal length (SL), pore width and pore length. However, stomatal density did not differ between sites and cultivation. The cuticle thickness showed a higher plasticity index (PI) and total carotenoids the lower PI. Through these indexes it is possible to affirm that the gladiolus has the capacity to adapt in different environmental conditions.

Keyword: *Gladiolus x grandiflorus* Hort. Climate. Cropping systems. Spectral response. Leaf anatomy.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1: Crescimento, desenvolvimento e qualidade de hastes florais de gladiólo em diferentes sistemas de cultivo do solo em Santa Catarina.

Figura 1- Solos dos experimentos realizados em Curitiba (A), Concórdia (B) e Rio do Sul (C).....	30
Figura 2- Sistemas de cultivo utilizados nos experimentos: A) sistema de cultivo convencional; B) sistema de cultivo mínimo e C) sistema de cultivo em mulching.....	32
Figura 3- Cultivares utilizadas nos experimentos: A) Amsterdam; B) Red Beauty e C) White Goddess.....	33
Figura 4 - Radiação solar global e precipitação pluvial diária durante o ciclo do gladiólo na época 1 em Curitiba (A), Concórdia (B) e Rio do Sul (C), 2017.	38
Figura 5- Temperatura mínima (Tmin), média (Tmed) e máxima (Tmax) do ar diária no ciclo do gladiólo na época 1 em Curitiba (A), Concórdia (B) e Rio do Sul (C), 2017.....	40
Figura 6- Radiação solar global e precipitação pluvial diária durante o ciclo do gladiólo nas épocas 2 e 3 em Curitiba (A), Concórdia (B) e Rio do Sul (C), 2018.	41
Figura 7- Temperatura mínima (Tmin), média (Tmed) e máxima (Tmax) do ar diária do ciclo do gladiólo nas épocas 2 e 3 em Curitiba (A), Concórdia (B) e Rio do Sul (C), 2018.....	43
Figura 8 - Curvas de crescimento da época 1 (E1) para estatura (A, B, C), número de folhas (D, E, F), massa seca nos estádios V6 e R1 (G, H, I) e IAF (J, K, L) de plantas de gladiólo da cultivar Amsterdam cultivada no sistema de cultivo convencional e sistema de cultivo mínimo e em Curitiba, Concórdia e Rio do Sul, e em sistema de cultivo mulching em Curitiba, 2017.	44
Figura 9 - Análises de crescimento da época 1(E1), 2 (E2) e 3 (E3) de estatura (A, B, C), número de folhas (D, E, F), massa seca (G, H, I) e IAF (J, K, L) de plantas de gladiólo da cultivar Red Beauty cultivada no sistema de cultivo mínimo (mín) e em sistema de cultivo convencional (con) em Curitiba, Concórdia e Rio do Sul e em mulching (mul) em Curitiba, 2017/2018.	47
Figura 10 - Análises de crescimento da época 2(E2) e 3(E3) de estatura (A, B, C), número de folhas (D, E, F), massa seca (G, H, I) e IAF (J, K, L) de plantas de gladiólo da cultivar White Goddess cultivada no sistema de cultivo mínimo (mín) e em sistema de cultivo	

convencional (con) em Curitibaanos, Concórdia e Rio do Sul e em mulching (mul) em Curitibaanos, 2017/2018.	50
Figura 11 - Duração em dias do calendário civil (A) e em soma térmica acumulada (B) do ciclo de desenvolvimento do gladiólo cultivado em três épocas e diferentes sistemas de cultivo em Curitibaanos, Concórdia e Rio do Sul (SC). PL = plantio; EM = emergência; R1 = início de espigamento e R5 = senescência da haste (2017/2018).	53
Figura 12 - Classes de comercialização de hastes, de acordo com Veilling Holambra (2013), para as cultivares de gladiólo em diferentes épocas de plantio e sistemas de cultivo em Curitibaanos, Concórdia e Rio do Sul, SC, 2017/2018.	62
Capítulo 2: Espectrorradiometria e morfofisiologia de folhas de gladiólo	
Figura 1 - Escala fenológica da cultura do gladiólo com indicação do momento das avaliações fisiológicas, anatômicas e espectrais.....	57
Figura 2 - Ruídos das amostras da resposta espectral de folhas de gladiólo (A) e reflectância sendo medida nos sistemas de cultivo convencional (B), mínimo (C) e mulching (D), em Curitibaanos, SC.....	58
Figura 3 - Temperatura mínima (Tmin), média (Tmed) e máxima (Tmax) do ar da fase de emergência (VE) ao início do espigamento (R1) do gladiólo em Curitibaanos (A), Concórdia (B) e Rio do Sul (C).....	85
Figura 4 - Resposta espectral de folhas de gladiólo cultivadas no sistema de cultivo convencional em Curitibaanos, Rio do Sul e Concórdia, SC.	86
Figura 5 - Resposta espectral de folhas de gladiólo cultivadas em diferentes sistemas de cultivo (convencional, mínimo e mulching) nas condições edafoclimáticas de Curitibaanos, SC.	87
Figura 6- Feixes vasculares e células mesofílicas alongadas de folhas de gladiólo em nível microscópico (A) e visualização de folhas de gladiólo em plantas no campo (B). Barra = 20 µm.	88
Figura 7 - Resposta espectral dos sistemas de cultivo convencional, mínimo e mulching nas condições edafoclimáticas de Curitibaanos, SC.	90
Figura 8 - Estômatos de plantas de gladiólo cultivado em Concórdia (A), Curitibaanos (B) e Rio do Sul (C). Setas indicam os estômatos. Barras = 20 µm.	93
Figura 9 - Análise de Componentes Principais das variáveis anatômicas e espectrais de folhas de gladiólo cultivado em Curitibaanos, Concórdia e Rio do Sul. A = Espessura total da lâmina foliar (ET), espessura da epiderme (EE), espessura do mesofilo (EM) e densidade estomática (DS); B = Comprimento (CE) e largura (LE) do complexo estomático,	

comprimento do poro estomático (CP) e espessura da cutícula (EC); C = Teores de clorofila a (CloA), clorofila b (CloB), clorofila total (CloT) e carotenoides totais (CarT); D = Largura (LP) do poro estomático, espessura da parede periclinal externa (EPPE), Vis (500, 600 e 700nm) e Nir. Curitiba = CTB, Concórdia = CDIA e Rio do Sul = RDS..... 96

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1: Crescimento, desenvolvimento e qualidade de hastes florais de gladiolo em diferentes sistemas de cultivo do solo em Santa Catarina

Tabela 1 - Condições edafoclimáticas das áreas experimentais (ALVARES et al., 2013; EMBRAPA, 2011).	29
Tabela 2 - Características granulométrica e química dos solos dos experimentos realizados em Curitiba, Concórdia e Rio do Sul, SC. 30	
Tabela 3 - Datas de plantio definidas a partir do modelo PhenoGlad para os experimentos visando a colheita para Dia de Finados (02/11/2017), Dia das Mães (13/05/2018) e Dia dos Namorados (12/06/2018) em diferentes locais de Santa Catarina.	33
Tabela 4 - Estádios de desenvolvimento em que foram realizadas as coletas para massa seca, nos diferentes locais, épocas e sistemas de cultivo.	35
Tabela 5 - Análises de crescimento de estatura final (EST), número final de folhas (NFF), massa seca nos estádios V6 e R1 (MS) e índice de área foliar final (IAF) de plantas de gladiolo da cultivar Amsterdam cultivadas na época 1 no sistema de cultivo convencional (C), sistema de cultivo mínimo (M) e mulching (MU) em Curitiba (CTB), Concórdia (CDA) e Rio do Sul (RDS), SC, 2017.....	46
Tabela 6 - Análises de crescimento de estatura final (EST), número final de folhas (NFF), massa seca no estágio R2 (MS) e índice de área foliar final (IAF) de plantas de gladiolo da cultivar Red Beauty cultivadas no sistema de cultivo convencional (C), sistema de cultivo mínimo (M) e mulching (MU) em Curitiba, Concórdia e Rio do Sul SC, 2017/2018.	48
Tabela 7- Análises de crescimento de estatura final (EST), número final de folhas (NFF), massa seca no estágio R2 (MS) e índice de área foliar final (IAF) de plantas de gladiolo da cultivar White Goddess cultivadas no sistema de cultivo convencional (C), sistema de cultivo mínimo (M) e mulching (MU) em Curitiba, Concórdia e Rio do Sul SC, 2018. .	51
Tabela 8 - Duração da fase de plantio à emergência (PL-EM) de plantas de gladiolo em cultivo mínimo e convencional em Curitiba (CTB), Concórdia (CDA) e Rio do Sul (RDS) em 2017 e 2018.	55
Tabela 9 - Comprimento total da haste (CH), comprimento do pendão (CP), e espessura da haste (EH), em centímetros, no estágio de ponto de colheita 1 (R2) em sistema de cultivo convencional (C), cultivo mínimo (M) e sistema de cultivo em mulching (MU) da cultivar Amsterdam	

cultivada em Curitiba (CTB), Concórdia (CDA) e Rio do Sul (RDS), SC em 2017.....	57
Tabela 10 - Comprimento total da haste (CH), comprimento do pendão (CP), e espessura da haste (EH), em centímetros, no estádio de ponto de colheita 1 (R2) para a cultivar Red Beauty cultivada em três épocas de plantio no sistema de cultivo convencional (C), mínimo (M) e mulching (MU) nas condições edafoclimáticas de Curitiba, SC em 2017 e 2018.....	58
Tabela 11- Comprimento total da haste (CH), comprimento do pendão (CP), e espessura da haste (EH), em centímetros, no estádio de ponto de colheita 1 (R2) para a cultivar Red Beauty cultivada em três épocas de plantio no sistema de cultivo convencional (C) e mínimo (M) nas condições edafoclimáticas de Concórdia, SC em 2017 e 2018.	58
Tabela 12 - Comprimento total da haste (CH), comprimento do pendão (CP), e espessura da haste (EH), em centímetros, no ponto de colheita 1 (R2) para a cultivar Red Beauty cultivada em três épocas de plantio no sistema de cultivo convencional (C) e mínimo (M) nas condições edafoclimáticas de Rio do Sul, SC em 2017 e 2018.....	59
Tabela 13 - Comprimento total da haste (CH), comprimento do pendão (CP), e espessura da haste (EH), em centímetros, no estádio de ponto de colheita 1 (R2) para a cultivar White Goddess cultivada em duas épocas de plantio no sistema de cultivo convencional (C), mínimo (M) e mulching (MU) nas condições edafoclimáticas de Curitiba, SC, 2018.....	60
Tabela 14 - Comprimento total da haste (CH), comprimento do pendão (CP), e espessura da haste (EH), em centímetros, no estádio de ponto de colheita 1 (R2) para a cultivar White Goddess cultivada em duas épocas de plantio no sistema de cultivo convencional (C) e mínimo (M) nas condições edafoclimáticas de Concórdia, SC em 2017 e 2018.	60
Tabela 15 - Comprimento total da haste (CH), comprimento do pendão (CP), e espessura da haste (EH), em centímetros, no estádio de ponto de colheita 1 (R2) para a cultivar White Goddess cultivada em duas épocas de plantio no sistema de cultivo convencional (C) e mínimo (M) nas condições edafoclimáticas de Rio do Sul, SC em 2017 e 2018.....	61

Capítulo 2: Espectrorradiometria e morfofisiologia de folhas de gladiolo

Tabela 1 - Tabela 1 - Dados médios de radiação solar global (R_g ; $\text{cal cm}^{-2} \text{ hora}^{-1}$), totais de precipitação pluvial (PP; mm), evapotranspiração diária (ETP; mm dia^{-1}), temperaturas máxima (T_{max} ; °C), mínima (T_{min} ; °C) e média (T_{med} ; °C), no período da emergência ao início do

espigamento do gladiolo nos diferentes locais de cultivo em SC, 2018.....	92
Tabela 2 - Espessura total da lâmina foliar (ET), espessura da epiderme (EE), espessura da parede periclinal externa (EPPE), espessura do mesófilo (EM) e espessura da cutícula (EC), em μm , de gladiolo cultivado em diferentes locais de Santa Catarina.....	96
Tabela 3 - Espessura total da lâmina foliar (ET), espessura da epiderme (EE), espessura da parede periclinal externa (EPPE), espessura do mesófilo (EM) e espessura da cutícula (EC), em μm , de gladiolo cultivado nas condições edafoclimáticas de Curitiba, SC.....	99
Tabela 4 - Comprimento (CE) e largura (LE) do complexo estomático (μm), comprimento (CP) e largura (LP) do poro estomático (μm) e densidade estomática (DS; μm^2) em folhas de gladiolo cultivado em diferentes locais, no sistema de cultivo convencional.....	99
Tabela 5 - Comprimento (CE) e largura (LE) do complexo estomático (μm), comprimento (CP) e largura (LP) do poro estomático (μm) e densidade estomática (DS; μm^2) em folhas de gladiolo cultivado nas condições edafoclimáticas de Curitiba, SC, em diferentes sistemas de cultivo.....	100
Tabela 6 - Teores de clorofila a (CloA), clorofila b (CloB), clorofila total (CloT) e carotenóides totais (CarT) em $\mu\text{g/mL}$ em folhas de gladiolo cultivado em diferentes locais no sistema de cultivo convencional.....	102
Tabela 7 - Teores de clorofila a (CloA), clorofila b (CloB), clorofila total (CloT) e carotenóides totais (CarT) em $\mu\text{g/mL}$ em folhas de gladiolo cultivado nas condições edafoclimáticas de Curitiba, SC, em diferentes sistemas de cultivo.....	103
Tabela 8 – Índice de plasticidade fenotípica (IP) em folhas de gladiolo em Santa Catarina.....	105

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	19
REFERÊNCIAS.....	22
CAPÍTULO 1: Crescimento, desenvolvimento e qualidade de hastes florais de gladiolo em diferentes sistemas de cultivo do solo em Santa Catarina.....	24
1 INTRODUÇÃO.....	27
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	29
2.2 SISTEMAS DE CULTIVO.....	31
2.3 ANÁLISES FENOMÉTRICAS	34
2.4 ANÁLISES FENOLÓGICAS	35
2.5 QUALIDADE DE HASTES FLORAIS	36
2.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	37
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
3.1 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS	38
3.2 ANÁLISES FENOMÉTRICAS	44
3.2.1 Cultivar Amsterdam	44
3.3.2 Cultivar Red Beauty.....	47
3.3.3 Cultivar White Goddess.....	50
3.4 ANÁLISES FENOLÓGICAS.....	52
3.5 INFLUÊNCIA DOS FATORES AVALIADOS NOS PARÂMETROS DE QUALIDADE	56
3.5.1 Cultivar Amsterdam	56
3.5.2 Cultivar Red Beauty.....	57
3.5.3 Cultivar White Goddess.....	59
3.6 QUALIDADE DE HASTES FLORAIS	62
3.6.1 Classes de comercialização	62
4 CONCLUSÃO.....	70
REFERÊNCIAS.....	71
CAPÍTULO 2: Espectrorradiometria e morfofisiologia de folhas de gladiolo.....	70
1 INTRODUÇÃO.....	74
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	77
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	77
2.2 SISTEMAS DE CULTIVO.....	77
2.3 DETERMINAÇÃO DA RESPOSTA ESPECTRAL DAS FOLHAS E DOS SISTEMAS DE CULTIVO	78
2.5 ÍNDICE DE PLASTICIDADE FENOTÍPICA (IP)	82

2.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	82
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	83
3.1 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS	83
3.2 RESPOSTA ESPECTRAL	86
3.3 ANATOMIA FOLIAR E FISIOLOGIA	87
3.3.1 Morfometria da lâmina foliar	87
3.3.2 Avaliação estomática.....	91
3.3.3 Avaliação fisiológica.....	93
3.3.4 Índice de plasticidade fenotípica.....	96
4 CONCLUSÃO	98
REFERÊNCIAS.....	99
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	111
REFERÊNCIAS.....	108

INTRODUÇÃO GERAL

O estado de Santa Catarina se destaca na floricultura por possuir diversas vantagens da produção de flores e plantas ornamentais, como o clima favorável para o cultivo e disponibilidade hídrica adequada. Além disso, possui um polo de produção consolidado (LIMA JÚNIOR et al., 2015). De acordo com o IBGE (2017) no estado o cultivo de flores é de 7.771 hectares, o predomínio é de pequenos produtores, que praticam agricultura familiar. Atualmente existem em média, 1.675 estabelecimentos que atuam no cultivo de flores no estado de SC.

O gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) ou palma de Santa-Rita, é uma flor de corte, propagada através de cormos, seu cultivo é fácil de ser realizado porque é uma planta rústica, de baixo custo de implantação, ciclo curto, fácil condução, possui alto valor agregado e retorno financeiro rápido. Além de permitir o seu cultivo em pequenas áreas e a possibilidade de produção comercial de cormos para o mercado interno e exportação (PAIVA et al., 1999; BARBOSA et al., 2011).

A cultura se adapta a vários tipos de solo, no entanto deve-se evitar seu cultivo em solos mal drenados que pode acarretar o apodrecimento dos cormos, além disso, deve-se ter cuidado com a deficiência hídrica, pois pode antecipar o florescimento, reduzir a porcentagem de florescimento, número de floretes e tamanho da haste floral. O pH do solo recomendado para a cultura é de 5,5 a 6,0 (PAIVA; ALMEIDA, 2012; PORTO et al., 2014). Sugere-se irrigação por gotejamento para evitar molhamento das folhas e reduzir a incidência de doenças. O gladiolo possui boa aceitação no mercado nacional de flores, por isso o produto colhido deve ser de excelente qualidade para atender às exigências do mercado. A parte comercial é uma espiga composta de vários floretes que podem apresentar diversas colorações, sendo utilizada principalmente no Dia de Finados, mas também é utilizado em outras datas comemorativas e na ornamentação de casamentos, festas e jardins (TOMBOLATO, 2010).

O cultivo do gladiolo é realizado da forma convencional, utilizando máquinas agrícolas para a preparação do solo, onde ocorre revolvimento do solo e formação dos canteiros (PAIVA, 1999). Atualmente, vários estudos mostram a importância da implantação de cultivos sem revolvimento do solo, como o cultivo mínimo, indicando benefícios como maior conservação da umidade e redução da erosão e variação na temperatura do solo (MARTINS FILHO, 2009; SOUZA et al., 2013; KIELING et al., 2009). Reduz, ainda, o custo de cultivo e atua

na conservação do solo, melhorando os teores de matéria orgânica (MATHEW et al., 2012). Além do cultivo mínimo outro sistema de cultivo que pode ser adotado é o mulching, sistema que consiste em cobrir os canteiros com plástico de polietileno, sendo o de cor preta o mais utilizado, ajudando no controle da erosão. Esse sistema reduz a deterioração do solo através da prevenção do escoamento e perda de solo, minimiza a infestação de plantas daninhas e reduz a evaporação da água (BHARDWAJ, 2013).

Na floricultura estudos abordando diferentes sistemas de cultivo com a cultura do gladiolo são essenciais para proposição de formas de manejo mais sustentáveis dos recursos naturais. No entanto, a mudança no sistema de cultivo pode influenciar no crescimento, desenvolvimento e qualidade das plantas. Além da forma de cultivo condições de clima, solo e diferentes épocas podem influenciar o desenvolvimento da cultura, por isso existe importância e relevância técnico-científica a realização de experimentos em diferentes condições edafoclimáticas visando a conservação do solo e da água, principalmente em regiões com relevo acentuado e com destaque na produção de flores, como é o caso de Santa Catarina.

Outro fator que pode ser influenciado pelas diferentes condições edafoclimáticas e diferentes sistemas de cultivo é a morfofisiologia das plantas, pois as estruturas ou órgãos das plantas se adaptam às condições ambientais a que estão expostas, apresentando plasticidade e variações na resposta espectral conforme intensidade luminosa, temperatura, regime hídrico e evapotranspiração. Sendo assim, este trabalho também fará um estudo inicial com novas estratégias ou metodologias baseadas na espectrorradiometria para reconhecimento das características fisiológicas e anatômicas de gladiolo, pois através da utilização da técnica de espectrorradiometria, torna-se possível a obtenção de características da vegetação. A luz refletida pela vegetação na região Vis (Visível) do espectro é predominantemente influenciada por pigmentos de clorofila nos tecidos foliares. No entanto, a região do Nir (infravermelho próximo) está associada com a parede celular, celulose e lignina, estrutura celular da folha, como o volume dos espaços de ar e a direção da luz (BARANKOVA et al., 2016).

Resultados que mostram relação do comportamento espectral com a estrutura foliar, poderão servir de base para o desenvolvimento de novas pesquisas, pois em alguns trabalhos realizados com outras culturas, através de medidas de reflectância pode-se avaliar deficiência de nutrientes e decidir sobre a aplicação de fertilizantes e correção de deficiências nutricionais, sem precisar usar medidas destrutivas das

plantas, além de agir antes que o dano seja irreversível na lavoura, como exemplo, para a cultura da pera foi possível realizar a determinação de nitrogênio (N) na folha por método não destrutivo e em tempo real para prever o estado de N para gerenciar melhor a nutrição e consequentemente obter maiores rendimentos e qualidade da fruta (WANG et al., 2017).

A abordagem pioneira da conservação do solo e da relação de aspectos anatômicos com resposta espectral do gladiolo dará subsídios para melhorar os sistemas de cultivo dessa cultura e para ampliar análises realizadas no campo, otimizando recursos e tempo.

Diante do exposto, esta dissertação está dividida em dois capítulos, tendo como objetivos:

1. Caracterizar o crescimento, desenvolvimento e a qualidade de hastes de gladiolo, sob diferentes épocas e sistemas de cultivo em Santa Catarina.
2. Avaliar a resposta espectral de folhas de gladiolo em diferentes locais e sistemas de cultivo e relacionar com a estrutura foliar da planta.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, J. G. et al. **Palma-de-Santa-Rita (Gladiolo):** Produção comercial de flores e cormos. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 113p, 2011.
- BHARDWAJ, R.L. Effect of mulching on crop production under rainfed condition - a review. **Agricultural Reviews**, v.34, n.3, 10p, 2013.
- BARANKOVA, B.; LAZAR, D.; NAUS, J. Analysis of the effect of chloroplast arrangement on optical properties of green tobacco. **Remote Sensing of Environment**, v.174, n.1, p.181-196, 2016.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário 2017**. Disponível em:https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro_2017_resultados_preliminares.pdf. Acesso em: 19 jan. 2018.
- KIELING, A.S et al. Plantas de cobertura de inverno em sistema de plantio direto de hortaliças sem herbicidas: efeitos sobre plantas espontâneas e na produção de tomate. **Ciência Rural**, v.39, n.7, p.2207-2209, 2009.
- LIMA JÚNIOR, J. C. et al. **Mapeamento e quantificação da cadeia de flores e plantas ornamentais do Brasil**. 1.ed. São Paulo: OCESP, 132p, 2015.
- MARTINS FILHO, M. V et al. Perdas de solo e nutrientes por erosão num argissolo com resíduos vegetais de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, v.29, n.1, p.8-18, 2009.
- MATHEW, R. P et al. Impact of No-Tillage and Conventional Tillage Systems on Soil Microbial Communities. **Applied and Environmental Soil Science**, v. 2012, n.1, p.1-10, 2012.
- PAIVA, P. D. O.; ALMEIDA, E. F. A. **Produção de flores de corte**. Lavras: editora UFLA, v.1, 678p, 2012.
- PAIVA, P. D. O. et al. **Cultura do gladiolo**. Lavras: UFLA - Departamento de Agricultura, 12p. 1999.

PORTO, R. A. et al. Effects of water replacement levels and nitrogen fertilization on growth and production of gladiolus in a greenhouse. **Agricultural Water Management**, v. 131, n.1, p. 50-56, 2014.

SOUZA, M. et al. Matéria seca de plantas de cobertura, produção de cebola e atributos químicos do solo em sistema plantio direto agroecológico. **Ciência Rural**, v.43, n.1, p.21-7, 2013.

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

WANG, J et al. Non-Destructive Evaluation of the Leaf Nitrogen Concentration by In-Field Visible/Near-Infrared Spectroscopy in Pear Orchards. **Sensors**, v.17, n.538, p.1-15, 2017.

CAPÍTULO 1: Crescimento, desenvolvimento e qualidade de hastes florais de gladiólo em diferentes sistemas de cultivo do solo em Santa Catarina

RESUMO

No cultivo do gladiólo, geralmente o preparo do solo é intensivo para formação de canteiros. Diante dos problemas relacionados ao revolvimento do solo adotado por essa prática não conservacionista e também falta de estudos relacionados ao cultivo mínimo e mulching na área da floricultura, experimentos com diferentes sistemas de cultivo com gladiólo são essenciais para auxiliar na conservação dos solos. O objetivo do trabalho foi caracterizar o crescimento, desenvolvimento e a qualidade de hastes de gladiólo sob diferentes sistemas de cultivo em Santa Catarina. Foram realizados experimentos de campo em três épocas e em três locais de Santa Catarina representativos das Zonas Agroecológicas do Vale do Rio do Peixe e Planalto Central (clima Cfb), Alto Vale do Rio Itajaí e no Vale do Rio Uruguai (clima Cfa). As áreas experimentais estavam localizadas na Universidade Federal de Santa Catarina Campus de Curitiba; no Instituto Federal Catarinense (IFC) em Rio do Sul e no IFC em Concórdia. O gladiólo foi cultivado em três sistemas de cultivo, em canteiros onde há revolvimento intensivo do solo, em canteiros com mulching de polietileno e em cultivo mínimo. Foram utilizadas três cultivares de gladiólo, Amsterdam, Red Beauty e White Goddess. Foram realizadas avaliações fenométricas, fenológicas e de qualidade de hastes florais em 12 plantas de cada tratamento. Os fatores que tiveram maior influência nas análises fenométricas, fenológicas e de qualidade de hastes foram locais e épocas de cultivo, indicando não haver alterações significativas provocadas pelo sistema de cultivo. Nos locais de clima Cfa, as plantas de gladiólo apresentam maior crescimento e melhor qualidade das hastes florais em um período de desenvolvimento menor quando comparado às plantas cultivadas em clima Cfb. Para as cultivares Red Beauty e White Goddess observou-se que houve maior efeito da época de cultivo na qualidade de haste em todos os locais, no entanto para a cultivar Amsterdam houve maior efeito do local de cultivo, não sendo, portanto, influenciadas pelo sistema de cultivo. Dessa forma, evidencia-se que os sistemas de cultivo interferem muito pouco nas características de crescimento, desenvolvimento e qualidade de haste de gladiólo. Portanto, sistemas de cultivo conservacionistas do solo poderiam ser ajustados ao cultivo do gladiólo de modo a preservar esse recurso natural.

Palavras-chave: *Gladiolus x grandiflorus* Hort. Clima. Conservação do solo

CHAPTER 1: Growth, development and quality of gladiolus flower stems in different cropping systems in Santa Catarina

ABSTRACT

In the cultivation of gladiolus, the preparation of the soil is usually intensive for the formation of beds. Faced with the problems related to soil disturbance adopted by this non conservation practice and also the lack of related studies to minimum tillage and mulching in the field of floriculture, experiments addressing different cropping systems with gladiolus are essential for improve soil conservation. The objective of this study was to characterize the growth, development and quality of gladiolus stems under different cropping systems in Santa Catarina. Fields experiments were carried out in three seasons and three places of Santa Catarina representative of Vale do Rio do Peixe e Planalto Central (Cfb climate), Alto Vale do Rio Itajaí e no Vale do Rio Uruguai (climate Cfa). The experimental areas were located at the Federal University of Santa Catarina campus of Curitibanos, the Federal Institute Catarinense (IFC) in Rio do Sul and the IFC in Concórdia. The gladiolus was grown in three cropping systems in sites where there is intensive soil tillage, in beds with polyethylene mulching and minimum tillage. Three gladiolus cultivars, Amsterdam, Red Beauty and White Goddess were used. Phenometric, phenological and quality evaluation of floral stems were carried out on 12 plants of each treatment. The factors that had the greatest influence on the phenometric, phenological and stem quality analyzes were local and growing seasons, indicating that there are no significant changes because the cropping system. In Cfa climates, the gladiolus plants have higher growth and better stem flower quality in a shorter period of development when compared to plants grown in Cfb climate. For the cultivars Red Beauty and White Goddess, it was observed that there was a greater effect of the cultivation season in quality stems in all places, however for Amsterdam had a greater effect in relation to the place, being not influenced by the cropping system. Thus, it is evident that the cropping systems interfere very little in the characteristics of growth, development and quality of gladiolus stem. Therefore, a system of soil conservation could be adjusted in the cultivation of gladiolus in order to preserve natural resources.

Keyword: *Gladiolus x grandiflorus* Hort. Climate. Soil conservation.

1 INTRODUÇÃO

Na agricultura uma das práticas intensivas de manejo do solo adotadas é o sistema de preparo convencional que leva a um aumento gradual no declínio da matéria orgânica do solo através da oxidação acelerada, com conseqüente redução na capacidade do solo para regular o abastecimento de água e nutrientes para as plantas (NARESH et al., 2013). Além disso, a erosão do solo é destacada como as principais causas de degradação do solo (MACHADO et al., 2013). Ela é responsável por eliminar cerca de 25 a 40 bilhões de toneladas de solo por ano, e como conseqüência há redução da produtividade das culturas e na capacidade de armazenamento de carbono, nutrientes e água (FAO, 2015). Naresh et al (2013) destaca que práticas agrícolas convencionais não serão sustentáveis para a produtividade agrícola e a segurança alimentar nos próximos anos.

O sistema de preparo convencional é adotado principalmente nas áreas de olericultura e floricultura. Uma das florícolas cultivadas em canteiros é o gladiolo (PAIVA; ALMEIDA, 2012; BARBOSA et al., 2011). Essa forma de preparo do solo tem várias desvantagens, principalmente em regiões com relevo acentuado ou irregular, como é o caso de grande parte das propriedades rurais de Santa Catarina. Em trabalho realizado por Martins Filho (2009) sobre a quantificação das perdas de solo e de água por erosão, em condições de chuva artificial, realizada sob três condições de cobertura vegetal, estes observaram que as taxas de infiltração de água no solo são maiores nas áreas com 50% e 100% de cobertura por resíduos vegetais e, nessa ordem, a erosão é reduzida em até 68% e 89% em comparação ao solo descoberto. Diante disso, a importância de se realizar trabalhos que tenham como foco diminuição da degradação do solo.

Em hortaliças, por exemplo, as primeiras experiências no Brasil com cultivos conservacionistas surgiram em Santa Catarina na década de 1980 com o cultivo mínimo de cebola (MADEIRA, 2009), experiências que foram motivadas pelo agravamento contínuo dos processos erosivos dos solos locais. Atualmente vários estudos mostram a importância da implantação de cultivos sem revolvimento do solo, indicando benefícios como a manutenção da umidade e da temperatura do solo, fornecimento maior de matéria orgânica, favorecimento da atividade biológica, redução da erosão causada por ventos e chuvas, redução de plantas daninhas, além de função reguladora e protetora, atenuando os efeitos dos fatores pedológicos mais ativos, como o clima,

relevo e material de origem (FERREIRA et al., 2009; SOUZA et al., 2013; KIELING et al., 2009).

Além do cultivo mínimo outro sistema de cultivo que pode ser adotado é com uso de mulching artificial que ajuda no controle da erosão e na sanidade das plantas. Esse sistema facilita maior retenção da umidade do solo e reduz a amplitude térmica do solo, melhorando as propriedades físicas, químicas e biológicas, além de atuar na conservação do solo e redução de plantas daninhas (BHARDWAJ, 2013; JUNIOR et al., 2015).

Diante dos problemas relacionados à prática não conservacionista do solo como o revolvimento e também da falta de estudos relacionados ao cultivo mínimo e mulching na área da floricultura, um estudo abordando diferentes sistemas de cultivo tem destacada importância para melhorar a conservação dos solos e conseqüentemente do sistema produtivo florícola. No entanto os sistemas de cultivo influenciam nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, podendo ter interferência no crescimento, desenvolvimento e qualidade das plantas. Aumento de produtividade das plantas, maior crescimento, número de frutos com menos defeitos são algumas modificações causadas nas plantas devido ao sistema de cultivo utilizado (ECHER et al., 2016; TAVARES et al., 2010). A principal hipótese desse estudo suporta a teoria de que o sistema de cultivo do solo não interfere negativamente na produção do gladiolo, sendo que em sistemas conservacionistas as plantas têm crescimento e desenvolvimento mais vigorosos que em sistema de revolvimento do solo. Além disso, considera-se que a época de cultivo e o local influenciam nos parâmetros de produção da cultura.

O objetivo do trabalho é caracterizar o crescimento, desenvolvimento e a qualidade de hastes de gladiolo, sob diferentes épocas e sistemas de cultivo em Santa Catarina.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Foram realizados experimentos de campo em três locais de Santa Catarina representativos das Zonas Agroecológicas do Vale do Rio do Peixe e Planalto Central, Alto Vale do Rio Itajaí e no Vale do Rio Uruguai. As áreas experimentais utilizadas estão localizadas na Universidade Federal de Santa Catarina campus de Curitibanos (latitude 27°17'05'', longitude 50°32'04'' e altitude 1096 m); no Instituto Federal Catarinense (IFC) em Rio do Sul (latitude 27°11'16'', longitude 49°39'22'' e altitude 673 m) e no IFC em Concórdia (latitude 27°12'08'', longitude 52°05'06'' e altitude 640 m).

As condições edafoclimáticas das áreas experimentais estão destacadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Condições edafoclimáticas das áreas experimentais (ALVARES et al., 2013; EMBRAPA, 2011).

Locais	Clima	Temperatura média anual (°C)	Classificação do solo
Curitibanos	Cfb, subtropical úmido com verões amenos	16,5	Cambissolo Húmico
Rio do Sul	Cfa, subtropical úmido com verões quentes.	18,0	Cambissolo Háplico
Concórdia		19,0	Nitossolo Vermelho

Os dados meteorológicos do período experimental utilizados nesse trabalho foram obtidos de estações meteorológicas próximas dos locais de cultivo. Para Curitibanos e Concórdia os dados foram obtidos de estações meteorológicas automáticas instaladas em cada área experimental (UFSC, 2018). Dados meteorológicos de Rio do Sul foram obtidos de estação meteorológica automática instalada a 100 m da área experimental para a época de cultivo 1 (ANÁLISES CLIMATOLÓGICAS, 2018) e devido a problemas operacionais, nas épocas 2 e 3 foram utilizados dados da estação meteorológica automática mais próxima, instalada em Ituporanga, a 26 Km da área

experimental, sendo que os dados de radiação solar global nas 3 épocas foram utilizadas do INMET (INMET, 2018).

Para caracterização do solo, além da classificação existente em cada local de cultivo, (Tabela 1; Figura 1), realizou-se a análise química e granulométrica a partir de amostras de solo de cada área experimental. Através do método de pipeta (KLEIN, 2014) foi possível determinar as frações de areia, silte e argila para cada local de cultivo (Tabela 2).

Entre os diferentes tipos de solos dos experimentos (Figura 1), a porcentagem de areia variou de 9,90% a 24,1%, sendo que em Rio do Sul o solo é mais arenoso. A porcentagem de silte variou de 35,1% a 48,5% e a porcentagem de argila variou de 26,4% a 51,0%, sendo que em Concórdia o solo é mais argiloso, seguido de Curitibaanos (Tabela 2).

Tabela 2 - Características granulométrica e química dos solos dos experimentos realizados em Curitibaanos, Concórdia e Rio do Sul, SC.

Características do solo	Curitibaanos	Concórdia	Rio do Sul
Areia (%)	9,9	13,9	24,1
Silte (%)	41,8	35,1	48,5
Argila (%)	48,3	51,0	26,4
Ph:água	6,5	5,3	5,5
Índice SMP	6,6	6,1	5,9
K (mg/dm ³)	140,0	220,0	158,0
P (mg/dm ³)	14,1	15,9	8,7
Ca (cmol/dm ³)	10,2	5,7	6,8
Mg (cmol/dm ³)	7,4	2,9	3,1
Al (cmol/dm ³)	0,0	0,2	0,0
H+Al (cmol/dm ³)	2,2	4,0	4,7
M.O (dag/Kg)	4,1	3,5	4,3

Figura 1 - Solos dos experimentos realizados em Curitibaanos (A), Concórdia (B) e Rio do Sul (C).



Fonte: Equipe PhenoGlad.

2.2 SISTEMAS DE CULTIVO

O gladiolo foi cultivado em três sistemas de cultivo em Curitibaanos, SC, em canteiros onde há revolvimento intensivo do solo (Figura 2A), em cultivo mínimo (Figura 2B) e em canteiros com mulching de polietileno (Figura 2C). Em Concórdia e Rio do Sul foi realizado o cultivo em canteiros e cultivo mínimo. Os canteiros foram formados através de uma aração e duas gradagens e por último o encanteiramento. Os canteiros com mulching foram formados da mesma maneira, mas quando as plantas estavam no estágio V3 (3 folhas) foi colocado o plástico de polietileno preto, com espessura de 200 μ (mícrons), como uma cobertura artificial do solo. Na primeira época de plantio o cultivo mínimo em Curitibaanos e Concórdia foi realizado sobre a palhada de aveia preta (*Avena strigosa*) dessecada 20 dias antes do plantio e em Rio do Sul foi sobre a palhada de crotalária (*Crotalaria spectabilis*). Na segunda e terceira época de plantio o cultivo mínimo foi realizado sobre palhada de milheto (*Pennisetum glaucum*) em todos os locais. Nesse sistema, foi realizado corte na linha plantio com 15 cm de profundidade e posteriormente foi realizado o plantio.

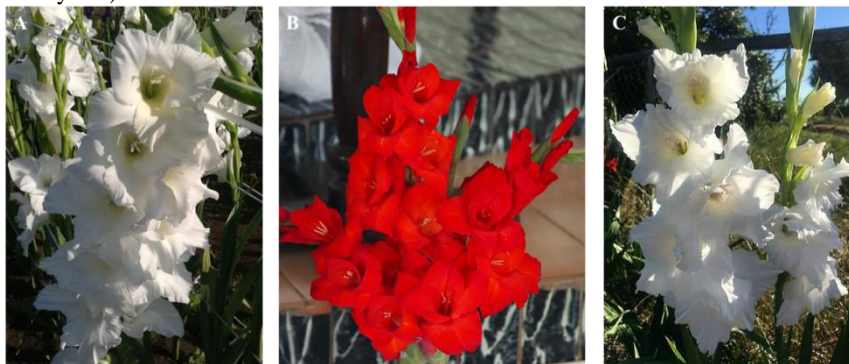
Figura 2 - Sistemas de cultivo utilizados nos experimentos: A) sistema de cultivo convencional; B) sistema de cultivo mínimo e C) sistema de cultivo em mulching.



Fonte: Equipe PhenoGlad SC.

Em todos os sistemas de cultivo as plantas foram cultivadas em fileiras pareadas com espaçamento entre fileiras de 40 cm e 20 cm entre plantas. Os canteiros possuíam dimensões de 10 m de comprimento e 1 m de largura. O espaçamento entre os canteiros foi de 0,5 m. Foram utilizadas três cultivares de gladiolo (Amsterdam, Red Beauty e White Goddess), sendo sua propagação por cormos saudáveis vernalizados, de classe 12/14, adquiridos da empresa Terra Viva de São Paulo, única produtora brasileira de cormos. A cultivar Amsterdam é de coloração branca de ciclo intermediário I, com ciclo de 86 dias entre plantio-colheita e as cultivares Red Beauty (vermelha) e White Goddess (branca) são de ciclo intermediário II com ciclo de 89 dias entre o plantio-colheita (Figura 3A, 3B, 3C). As cultivares Amsterdam e Red Beauty foram utilizadas na primeira época de plantio e a Red Beauty e White Goddess na segunda e terceira época. O sistema de irrigação utilizado em todos os locais, épocas e sistemas de cultivo foi o sistema por gotejamento, sendo a irrigação realizada conforme necessidade no campo.

Figura 3 - Cultivares utilizadas nos experimentos: A) Amsterdam; B) Red Beauty e C) White Goddess.



Fonte: Equipe PhenoGlad SC.

A definição da data de plantio foi realizada a partir do modelo PhenoGlad (UHLMANN et al., 2017) que utiliza dados de temperatura do ar, de modo que a data de plantio seja definida visando a colheita em datas desejadas. Neste trabalho, visou-se a colheita para Dia de Finados (02 de novembro de 2017), Dia das Mães (12 de maio de 2018) e Dia dos Namorados (12 de junho de 2018) (Tabela 3).

Tabela 3 - Datas de plantio definidas a partir do modelo PhenoGlad para os experimentos visando a colheita para Dia de Finados (02/11/2017), Dia das Mães (13/05/2018) e Dia dos Namorados (12/06/2018) em diferentes locais de Santa Catarina.

Época colheita/local	Cultivar/Data plantio	
Época 1 - Dia de Finados	Amsterdam	Red Beauty
Curitibanos	21/07/17	11/07/17
Concórdia	05/08/17	28/07/17
Rio do Sul	28/07/17	18/07/17
Época 2 - Dia das Mães	White Goddess	Red Beauty
Curitibanos	12/02/18	
Concórdia	15/02/18	
Rio do Sul	19/02/18	
Época 3 - Dia dos Namorados	White Goddess	Red Beauty
Curitibanos	03/03/18	
Concórdia	08/03/18	
Rio do Sul	09/03/18	

O gladiolo não apresenta uma recomendação de adubação, sendo assim, foi realizado uma adubação seguindo o que a SBCS (2004) recomenda para a cultura do crisântemo, que também é uma planta ornamental e apresenta características semelhantes ao gladiolo. A adubação de base (NPK) foi aplicada na linha no momento do plantio, sendo 55 kg ha^{-1} de uréia, 217 kg ha^{-1} de SFT e 200 kg ha^{-1} de KCL para a área experimental de Curitiba e em Concórdia e Rio do Sul foi aplicada 55 kg ha^{-1} de uréia, 217 kg ha^{-1} de SFT e 170 kg ha^{-1} de KCL. Para a adubação de cobertura no estádio da terceira folha visível (V3) foi utilizado 130 kg ha^{-1} de uréia e 130 kg ha^{-1} de KCL para todos os locais.

O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente. Realizou-se o tutoramento com fitilho, quando as plantas estavam entre 6 e 7 folhas e no início do espigamento, para obter a produção de hastes eretas. A condução das plantas foi em haste única e o controle de pragas e doenças foi realizado com a aplicação de inseticidas e fungicidas.

2.3 ANÁLISES FENOMÉTRICAS

Em cada planta marcada, realizou-se semanalmente a contagem do número de folhas e a estatura de plantas com régua graduada em cm até o estádio R3 (Ponto de colheita 2). A área foliar foi medida a partir de medidas de comprimento e largura de todas as folhas de cada planta marcada. Com esses dados foi utilizada a metodologia de cálculo de área foliar proposta por Schwab et al. (2014) e o cálculo do índice de área foliar (IAF, $\text{cm}^2\text{folha}/\text{cm}^2\text{solo}$), considerando que a área de solo ocupada pela planta foi de 800 cm^2 .

Também foram realizadas coletas para quantificação de massa seca em diferentes estágios de desenvolvimento ao longo do ciclo das cultivares. Em Concórdia e Rio do Sul foram realizadas três coletas em cada época de plantio. Na época 3 em Rio do Sul para a White Goddess coletou-se apenas em dois estádios, pois na última coleta as plantas já estavam em estágio avançado, com alguns floretes senescentes (Tabela 4).

Tabela 4 - Estádios de desenvolvimento em que foram realizadas as coletas para massa seca, nos diferentes locais, épocas e sistemas de cultivo.

Época/local	Estádios de coleta			
	Amsterdam		Red Beauty	
Época 1	Convencional	Mínimo	Convencional	Mínimo
Curitibanos	VE,V2,V4,V6,R1,R2			
Concórdia	V1,V6,R1		V2,V6,R2	
Rio do Sul	V2,V6,R1		V2,V6,R2	
Época 2	White Goddess		Red Beauty	
	Convencional	Mínimo	Convencional	Mínimo
Curitibanos	VE,V2,V4,V6,R1,R2			
Concórdia	V2,V6,R2		V2,V6,R2	
Rio do Sul	V1,V5,R2	V1,V6,R2	V2,V4,R2	V2,V5,R2
Época 3	White Goddess		Red Beauty	
	C	M	C	M
Curitibanos	V2,V6,R2			
Concórdia	V2,V5,R2	V2,V7,R2	V2,V5,R2	V2,V6,R2
Rio do Sul	V3,V7	V3,V7	V3,V6,R2	

A massa seca foi determinada a partir de coleta de seis plantas não marcadas de cada cultivar. As plantas foram dissecadas colocadas em envelopes e secas em estufa de ar ventilado por 15 dias a 65°C. Após esse período foi realizado a pesagem da massa seca total em balança analítica. Para identificar a curva padrão de crescimento das plantas de cada tratamento foram elaborados gráficos que demonstram a evolução do crescimento das plantas ao longo do seu ciclo, conforme descrito por Benicasa (2004).

2.4 ANÁLISES FENOLÓGICAS

Em cada planta marcada foi acompanhado, diariamente, o estágio de desenvolvimento, anotando-se a data de ocorrência dos mesmos. 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). Foram caracterizados os seguintes estádios,

conforme descrito em Schwab et al. (2015a): A emergência, considerado quando 50% das plantas encontram-se visíveis acima da superfície do solo. O aparecimento de folhas, na fase vegetativa, onde foi acompanhado o desenvolvimento de cada folha a partir da emergência das plantas até o início do espigamento. Na fase reprodutiva foi feito o acompanhamento a partir de R1 até a senescência da haste (R5).

Para a determinação da duração total do ciclo de desenvolvimento do gladiolo e para cada fase de desenvolvimento foi realizado a contagem a partir de dias do calendário civil e também em termos de soma térmica, de modo a caracterizar a duração do ciclo e das fases fenológicas em dias e em graus-dia.

A soma térmica diária foi calculada a partir da diferença entre temperatura média do ar obtida em estação meteorológica automática e a temperatura basal inferior da cultura ($T_b = 5^{\circ}\text{C}$ na fase de brotação, $T_b = 2^{\circ}\text{C}$ na fase vegetativa, e $T_b = 6^{\circ}\text{C}$ na fase reprodutiva (UHLMANN et al., 2017). A soma térmica acumulada foi calculada pelo acúmulo térmico diário do ciclo total e de cada fase. Os dados meteorológicos foram obtidos de estações meteorológicas próximas aos experimentos.

2.5 QUALIDADE DE HASTES FLORAIS

Em cada planta marcada avaliou-se a qualidade de hastes florais. Quando as hastes florais estavam em ponto de colheita, ou seja, no estágio R2 foi realizada a medida do comprimento total da planta (distância da base da planta no solo até a ponta da espiga), comprimento do pendão (distância desde a inserção do primeiro florete até a ponta da espiga) e o diâmetro da base da espiga. Posteriormente realizou-se a classificação conforme as normas descritas em Veilling Holambra (2013).

A partir de um dos padrões quantitativos de qualidade de hastes florais estabelecidos para o gladiolo (VEILLING HOLAMBRA, 2013), as plantas foram classificadas: classe 75, haste com comprimento de 75 cm; classe 90, haste com comprimento de 90 cm; classe 110, haste com comprimento de 110 cm. Além disso, a espessura da haste também foi enquadrada de acordo com o comprimento: classe 75, espessura mínima de 0,5 cm; classe 90, espessura mínima de 0,8 cm; e classe 110, espessura mínima de 1,0 cm. A partir disso, as hastes com comprimento menor do que 75cm e/ou que não atendam a um dos critérios de diâmetro mínimo ou tamanho de pendão, serão classificadas como não comercializáveis. Além disso, a haste de gladiolo deve apresentar no mínimo 40% de pendão em relação ao total da haste.

2.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As análises estatísticas foram realizadas, separadamente, para cada cultivar, pois assumiu-se que existem diferenças genotípicas entre cultivares, sendo o objetivo do trabalho, portanto, identificar a influência dos sistemas de cultivo e épocas em cada local para cada genótipo. Os tratamentos foram: três locais de cultivo (Curitibanos, Concórdia e Rio do Sul), três sistemas de cultivo (convencional, mínimo e mulching) e três épocas de cultivo (Dia de Finados, Dia das Mães e Dia dos Namorados). Cada tratamento foi constituído por doze repetições, e cada repetição constituiu-se de uma planta marcada na área central do canteiro correspondente ao tratamento. Foram aplicados os testes de normalidade e de homogeneidade de variância aos dados e quando necessárias foram feitas as devidas transformações. A análise de variância levou em consideração o teste Tukey para identificar diferenças estatísticas entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade de erro. As análises estatísticas foram realizadas a partir de linguagem de programação R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Foi analisado cada local separadamente, sendo esquema bifatorial para todas as cultivares (três épocas de plantio x dois sistemas de cultivo) para a cultivar Red Beauty, para a White Goddess (duas épocas de plantio x dois sistemas de cultivo). E para a Amsterdam foi (três locais x dois sistemas de cultivo), pois foi plantada em apenas uma época.

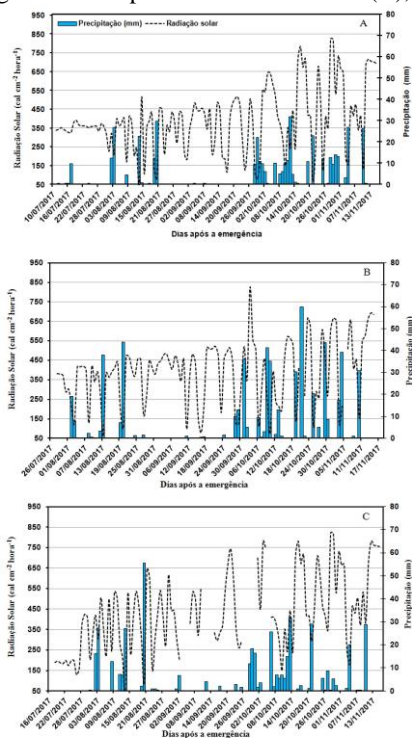
Para Curitibanos, devido à existência do tratamento com mulching, analisou-se também esse sistema de cultivo, comparando-o com o cultivo mínimo e convencional. Nesse caso, o esquema foi bifatorial 3x3 (três épocas x três sistemas de cultivo), para a cultivar Red Beauty, (2 épocas x três sistemas de cultivo), para a cultivar White Goddess e para a cultivar Amsterdam foi realizado a comparação entre os sistemas de cultivo na única época que essa cultivar foi plantada (Dia de Finados).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

A radiação solar global total no ciclo do gladiólo na época 1 (Dia de Finados) foi de $49.606 \text{ cal cm}^{-2}$, $42.146 \text{ cal cm}^{-2}$ e $46.647 \text{ cal cm}^{-2}$ para Curitiba, Concórdia e Rio do Sul, respectivamente. Verifica-se que em Curitiba e Rio do Sul a radiação foi 9,6% maior. A precipitação durante o ciclo foi de 30 dias em Curitiba, 35 dias em Concórdia e 42 dias em Rio do Sul (Figura 4). As condições de maior disponibilidade de radiação e água ocorreram durante a primavera, período de maior demanda pelas plantas para formação das hastes florais.

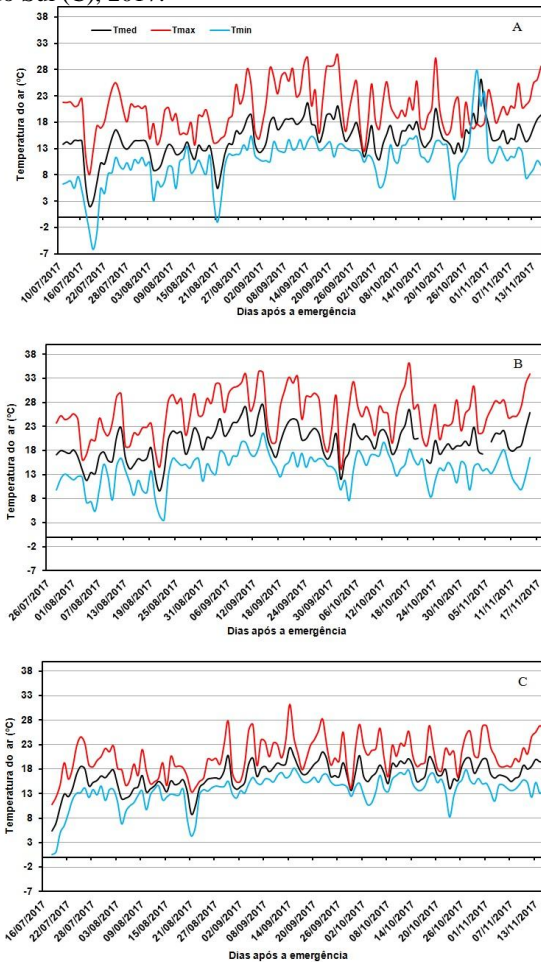
Figura 4 - Radiação solar global e precipitação pluvial diária durante o ciclo do gladiólo na época 1 em Curitiba (A), Concórdia (B) e Rio do Sul (C), 2017.



Fonte: O autor

Durante o período experimental da época 1, a temperatura máxima absoluta do ar foi de 30,7°C em Curitiba, 36,1°C em Concórdia e em Rio do Sul foi de 31,3°C. A temperatura mínima absoluta do ar foi de -6,2°C, 3,6°C e 0,5°C, respectivamente. As temperaturas mínimas estiveram abaixo da temperatura basal inferior do gladiolo durante cinco dias em Curitiba (Figura 5). De acordo com Uhlmann et al. (2017) danos para a cultura podem ocorrer se a temperatura mínima for menor que 2°C, por três dias consecutivos e se a temperatura máxima for maior ou igual a 34°C durante 3 dias consecutivos no período reprodutivo. Foi registrado em Curitiba por 4 dias consecutivos temperaturas mínimas menores que 2°C e observou-se alguns danos nas plantas na fase vegetativa, como amarelecimento e murcha de folhas. Não foram observados danos ocasionados por altas temperaturas.

Figura 5 - Temperatura mínima (Tmin), média (Tmed) e máxima (Tmax) do ar diária no ciclo do gladiólo na época 1 em Curitibaanos (A), Concórdia (B) e Rio do Sul (C), 2017.

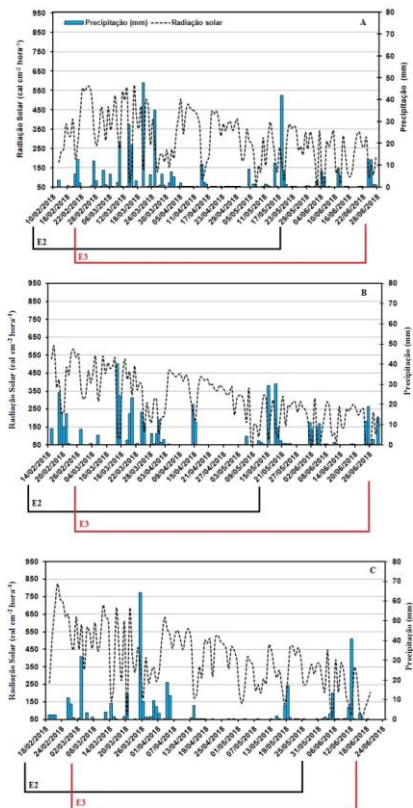


Fonte: O autor

A radiação solar global total no ciclo do gladiólo na época 2 (Dia das Mães) foi de $34.536 \text{ cal cm}^{-2}$, $33.222 \text{ cal cm}^{-2}$ e $44.038 \text{ cal cm}^{-2}$. Na época 3 (Dia dos namorados) foi de $33.778 \text{ cal cm}^{-2}$, $31.658 \text{ cal cm}^{-2}$ e $38.005 \text{ cal cm}^{-2}$ para Curitibaanos, Concórdia e Rio do Sul, respectivamente. Essas épocas de plantio têm radiação solar reduzida em relação à época 1, devido à redução do comprimento do dia, que ocorre

entre 22 de dezembro e 21 de junho. A precipitação foi bem distribuída durante o desenvolvimento do gládio, com exceção do mês de abril que, historicamente, é considerado o mês menos chuvoso em SC (Figura 6).

Figura 6 - Radiação solar global e precipitação pluvial diária durante o ciclo do gládio nas épocas 2 e 3 em Curitiba (A), Concórdia (B) e Rio do Sul (C), 2018.

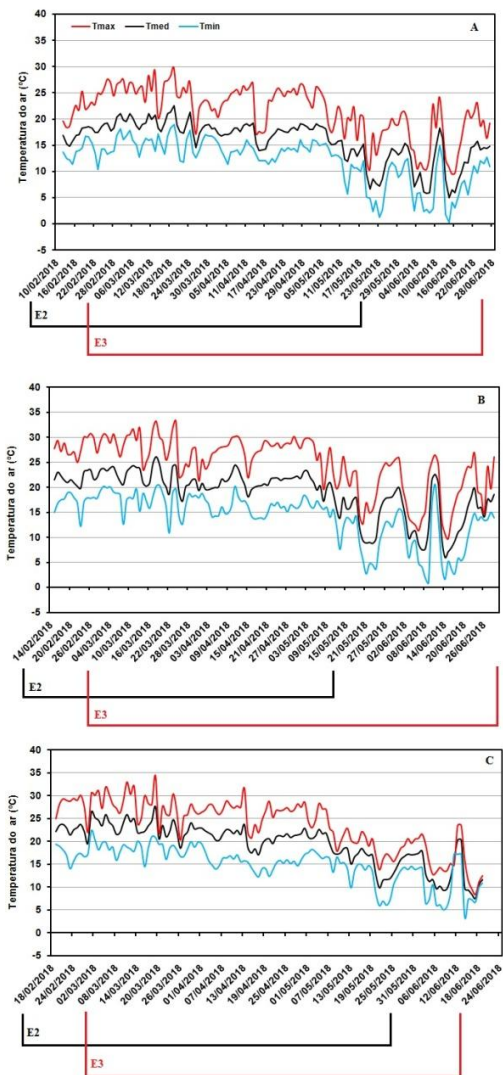


Fonte: O autor

No período experimental da época 2 e 3, a temperatura máxima absoluta do ar foi de 29,8°C em Curitiba, 33,3°C em Concórdia e 34,4°C em Rio do Sul. A temperatura mínima absoluta do ar na época 2 foi de 1,3°C, 2,7°C e 6,0°C e na época 3 foi de 0,3°C, 0,9°C e 3,5°C para Curitiba, Concórdia e Rio do Sul, respectivamente. Na época 2, a

temperatura mínima, durante vários dias esteve inferior a 15°C principalmente no final do ciclo (Curitibanos 69 dias, Concórdia 27 dias e Rio do Sul 36 dias). Severino (2007) considera essa temperatura abaixo da ótima para as plantas e afirma que para bons rendimentos, a temperatura durante o cultivo deve estar entre 20°C e 25°C. Na época 3 as temperaturas foram ainda mais baixas, sendo que entre maio a junho (data de colheita) as temperaturas mínimas foram inferiores a 10°C, por um período de 30 dias em Curitibanos, 22 dias em Concórdia e 18 dias em Rio do Sul (Figura 7). Próximo à época da colheita em Curitibanos ocorreram temperaturas inferiores a 5°C, estando abaixo da temperatura basal inferior da fase reprodutiva que é de 6°C (SCHWAB et al., 2017), sendo registradas nesse período nove geadas. No estágio final do florescimento, ocorreu congelamento dos floretes das plantas cultivadas na época 3 em Curitibanos. Em condições não experimentais, as hastes teriam sido colhidas no ponto de colheita 1 (R2) e, nesse estágio não se observou danos nas hastes florais. Diante disso, é importante ressaltar que os riscos de perda aumentam nos plantios muito tardios, como para colheita no Dia de Namorados nas regiões de clima Cfb.

Figura 7 - Temperatura mínima (Tmin), média (Tmed) e máxima (Tmax) do ar diária do ciclo do gladiolo nas épocas 2 e 3 em Curitiba (A), Concórdia (B) e Rio do Sul (C), 2018.



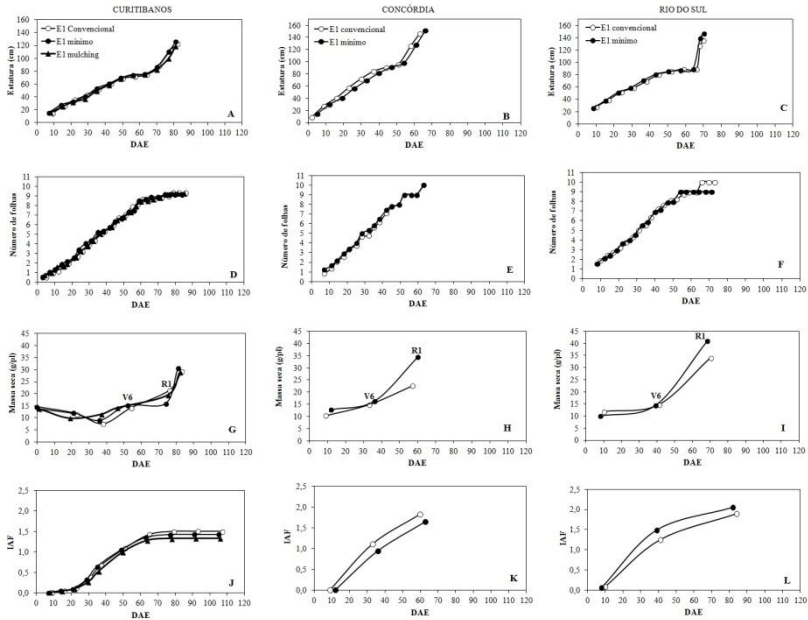
Fonte: O autor

3.2 ANÁLISES FENOMÉTRICAS

3.2.1 Cultivar Amsterdam

Nas curvas de crescimento da cultivar Amsterdam, cultivada apenas na época 1, verificou-se similaridade entre os sistemas de cultivo, sendo que não houve diferença estatística em relação à estatura, número de folhas, massa seca de planta no estádio V6 e IAF (Figura 8A, 8B, 8C, 8D, 8E, 8F, 8G, 8H, 8I, 8J e 8L; Tabela 5). No entanto, em R1 a massa seca foi diferente entre os sistemas em todos os locais avaliados (8G, 8H, 8I). O IAF final das plantas cultivadas em sistema de preparo convencional do solo, em Concórdia, foi maior que no cultivo mínimo (Figura 8K).

Figura 8 - Curvas de crescimento da época 1 (E1) para estatura (A, B, C), número de folhas (D, E, F), massa seca nos estádios V6 e R1 (G, H, I) e IAF (J, K, L) de plantas de gláfolo da cultivar Amsterdam cultivada no sistema de cultivo convencional e sistema de cultivo mínimo e em Curitiba, Concórdia e Rio do Sul, e em sistema de cultivo mulching em Curitiba, 2017.



Fonte: O autor

Iftikhar Ahmad et al., (2017) observaram que não houve diferença na estatura das plantas de gladiolo cultivadas em canteiros e em cultivo mínimo, concordando com os resultados obtidos para esta cultivar (Figura 8A, 8B, 8C). Em trabalhos com mandioca (OLIVEIRA et al., 2001) e cana-de-açúcar (TAVARES et al., 2010) os sistemas que envolvem preparo mínimo do solo têm demonstrado influência em algumas características de crescimento de planta, como produtividade de parte aérea, de raízes tuberosas e diâmetro do colmo.

Gonzales et al. (2014) destaca em seu trabalho que o preparo de solo influencia na massa seca da cultura da mandioca, indicando que o plantio direto exerceu influência nas partículas do solo, representando uma restrição de ordem física ao desenvolvimento do diâmetro das raízes e ao acúmulo de massas seca. Além disso, o sistema de plantio direto proporcionou aumento na matéria seca em plantas de feijoeiro, em função das menores taxas de evaporação, maiores potenciais de água no solo e conseqüentemente melhor disponibilidade hídrica. E devido a maior incidência de plantas daninhas observadas no plantio convencional, isso pode ter contribuído para diminuição da produção de matéria seca nesse sistema (URCHEI et al., 2000). Isso também pode ser atribuído para o cultivo do gladiolo, pois no sistema sem cobertura há uma maior evaporação e maior incidência de plantas daninhas. Devido a maior disponibilidade de água por longos períodos, favoreceu a absorção pelas plantas, aumentando a síntese de fotoassimilados e conseqüentemente a massa seca.

Em relação aos locais de cultivo os valores de massa seca não diferiram entre os locais no estádio V6, entretanto as demais variáveis apresentaram diferenças (Tabela 5).

Tabela 5 - Análises de crescimento de estatura final (EST), número final de folhas (NFF), massa seca nos estádios V6 e R1 (MS) e índice de área foliar final (IAF) de plantas de gladiolo da cultivar Amsterdam cultivadas na época 1 no sistema de cultivo convencional (C), sistema de cultivo mínimo (M) e mulching (MU) em Curitiba (CTB), Concórdia (CDA) e Rio do Sul (RDS), SC, 2017.

Variáveis	Sistemas de cultivo	CTB	CDA	RDS
EST (cm)	C	122,6Ba	146,6Aa	135,3Aba
	M	125,9Ba	151,4Aa	146,4Aa
	MU	121,2a	-	-
NFF	C	9Ba	10Aa	10Aa
	M	9Ba	10Aa	9Ba
	MU	9a	-	-
MS (V6) (g)	C	14,2Aa	14,9Aa	15,6Aa
	M	15,2Aa	16,4Aa	14,3Aa
	MU	14,3a	-	-
MS (R1) (g)	C	21,5Ba	22,6Bb	33,9Ab
	M	16,0Cb	34,4Ba	40,8Aa
	MU	19,4a	-	-
IAF (cm²/cm²)	C	1,5Ba	1,8Aa	1,9Aa
	M	1,4Ca	1,7Bb	2,0Aa
	MU	1,3a	-	-

Médias com letras maiúsculas iguais na linha e letras minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$). (-) em Concórdia e Rio do Sul não realizou-se experimentos com mulching.

Essa diferença mostra que ambientes distintos alteram o padrão de comportamento das plantas. Para a cultura da cenoura Pereira et al. (2015) observaram que maiores valores de altura da parte aérea no final do ciclo entre dois locais ocorreram devido aos maiores valores de temperatura. Para o gladiolo a maioria das variáveis de crescimento também foram maiores nos locais com as maiores temperaturas (Figura 4; Tabela 5), ou seja, nas plantas cultivadas em Concórdia e Rio do Sul.

De acordo com Severino (2007) o cultivo de gladiolo, em épocas de baixa temperatura, resulta em plantas com tamanho reduzido (menor comprimento da haste), neste caso foi observado plantas menores para Curitiba, devido as menores temperaturas registradas durante o ciclo das plantas (Figura 5A). Observa-se que a maior massa seca produzida originou-se de plantas cultivadas em Concórdia e Rio do Sul, isso pode ser explicado devido ao melhor aproveitamento da radiação solar

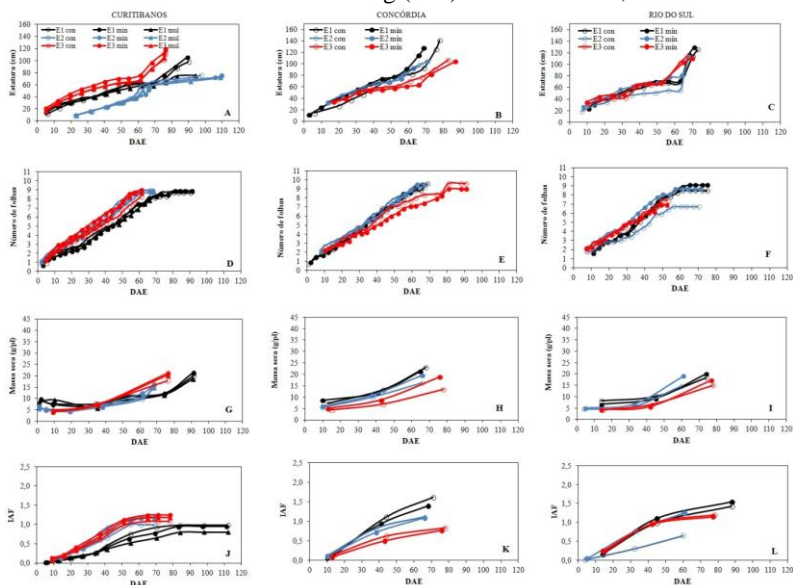
disponível para a fotossíntese associado a temperaturas maiores, acelerando os processos metabólicos das plantas, resultando em maior acúmulo de matéria seca (ALMEIDA et al., 2004).

No crescimento das plantas da cultivar Amsterdam, os sistemas de cultivo influenciaram as variáveis de crescimento MS (R1) e IAF, sendo que em Concórdia e Rio do Sul o crescimento das plantas é maior que em Curitibaanos.

3.3.2 Cultivar Red Beauty

Nos diferentes locais de cultivo, caracterizou-se as curvas de crescimento da cultivar Red Beauty em relação à estatura, número de folhas, massa seca e IAF nos tratamentos realizados nas três épocas de plantio (Figura 9).

Figura 9 - Análises de crescimento da época 1 (E1), 2 (E2) e 3 (E3) de estatura (A, B, C), número de folhas (D, E, F), massa seca (G, H, I) e IAF (J, K, L) de plantas de gladiólio da cultivar Red Beauty cultivada no sistema de cultivo mínimo (mín) e em sistema de cultivo convencional (con) em Curitibaanos, Concórdia e Rio do Sul e em mulching (mul) em Curitibaanos, 2017/2018.



Fonte: O autor

Na curva de crescimento para estatura, pode-se observar que as plantas de gladiólo tiveram maior incremento na estatura entre 50 DAE e 80 DAE em Curitibaanos, entre 50 DAE e 70 DAE em Concórdia e Rio do Sul. Na curva de crescimento para número de folhas no período de 35 DAE até 70 DAE houve um maior acréscimo no número de folhas, após esse período se estabilizaram até o final do ciclo, pois iniciou a fase reprodutiva das plantas.

Verificou-se similaridade entre os sistemas de cultivo, com exceção para número de folhas e IAF em Rio do Sul (Figura 9). Estatisticamente, o sistema de cultivo é o fator com menor influência nas características de crescimento de plantas de gladiólo em comparação a época de cultivo (Tabela 6).

Tabela 6 - Análises de crescimento de estatura final (EST), número final de folhas (NFF), massa seca no estádio R2 (MS) e índice de área foliar final (IAF) de plantas de gladiólo da cultivar Red Beauty cultivadas no sistema de cultivo convencional (C), sistema de cultivo mínimo (M) e mulching (MU) em Curitibaanos, Concórdia e Rio do Sul SC, 2017/2018.

Variáveis	Sistemas de cultivo	Época 1	Época 2	Época 3
Curitibaanos				
EST (cm)	C	98Ba	97Bb	110Aa
	M	105Ba	109Aba	119Aa
	MU	73Bb	108Aab	118Aa
NFF	C	9Aa	9Aa	9Aa
	M	9Aa	9Aa	9Aa
	MU	9Aa	9Aa	9Aa
MS (g)	C	20Aa	16Ba	18Aba
	M	21Aa	16Ba	21Aab
	MU	19Aa	15Ba	20Ab
IAF (cm²/cm²)	C	1Aa	1Aa	1Aa
	M	1Ba	1Aba	1 Aa
	MU	0,8Ba	1Aa	1 Aa
Concórdia				
EST (cm)	C	141Aa	99Ba	107Ba
	M	127Ab	104Ba	104Ba
NFF	C	10 Aa	10 Aa	10Aa
	M	10 Aa	10 Aa	9Bb
MS (g)	C	23 Aa	16Ba	13Bb

	M	21 Aa	19Ab	18Aa
IAF (cm ² /cm ²)	C	1,6Aa	1,1Ba	0,8Ca
	M	1,4 Ab	1,1Ba	0,8Ca
Rio do Sul				
EST (cm)	C	125Aa	82Cb	114Ba
	M	129Aa	113Ba	110Ba
NFF	C	10Aa	7Bb	7Ba
	M	9Aa	8Aa	7Ba
MS (g)	C	18Aa	15Ab	15Aa
	M	20Aa	19Aa	17Aa
IAF (cm ² /cm ²)	C	1,4Aa	0,7Cb	1,2 Ba
	M	1,5 Aa	1,3 Ba	1,2Ba

Médias com letras maiúsculas iguais na linha (épocas) e letras minúsculas na coluna (sistemas de cultivo), não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$).

Observa-se que o NFF foi menor na época 3, não diferindo da época 2 no sistema de cultivo convencional, em Rio do Sul, nesta época foram registradas mais dias com menores temperaturas mínimas em todos os locais. De acordo com Adil et al. (2013) há uma forte correlação observada entre o número de folhas e a temperatura em plantas de gladiolo nas condições do Paquistão, na qual nas épocas com maiores temperaturas registrou-se maiores NFF. Além disso, o autor destaca que maior número de folhas foi produzido em plantas com maior estatura e estrutura bem desenvolvida. Para a Red Beauty, isso se confirma na maioria das épocas e locais (Figura 9A, 9B, 9C, 9D, 9E, 9F).

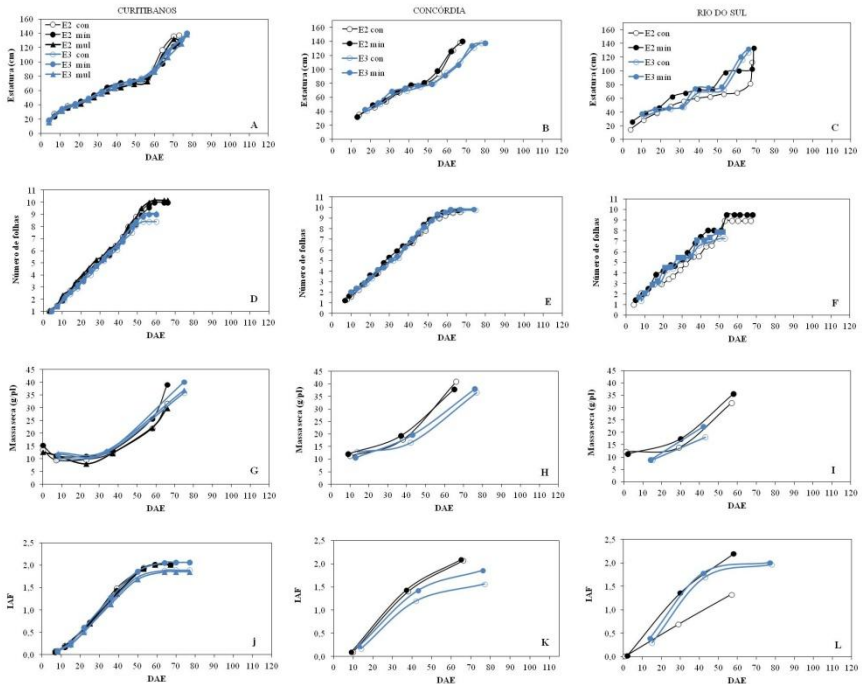
A massa seca e o IAF tiveram variação entre as diferentes épocas de cultivo em todos os locais. No trabalho com a cultura do rabanete (SILVA et al., 2017) também é destacado a influência da época de cultivo na estatura, número de folhas, diâmetro e massa seca de raiz tuberosa. O autor destaca que na primavera foram obtidos menores indicadores agrônômicos, pois há influência dos fatores meteorológicos sobre as plantas e nessa época de cultivo obteve-se temperaturas médias e radiação solar superiores aos observados no plantio de outono-inverno. No entanto para a cultura do gladiolo, na época 1, com maiores temperaturas e radiação solar, a maioria das variáveis de crescimento teve uma tendência de serem maiores em relação às demais épocas em quase todos os locais (Figura 9G, 9H, 9I). Apenas algumas variáveis não se diferiram entre as épocas, como exemplo o NFF em Curitiba e MS em Rio do Sul. Observa-se que a estatura em Curitiba, se destacou nas épocas 2 e 3.

De modo geral, para crescimento das plantas da cultivar Red Beauty identifica-se a época como o fator com maior influência nas características quantitativas em todos os locais, independente do sistema de cultivo utilizado. Apenas para NFF que não teve influência entre as épocas em Curitibaanos, no entanto em Rio do Sul a época de cultivo teve forte influência nesse parâmetro.

3.3.3 Cultivar White Goddess

Nos diferentes locais de cultivo, caracterizou-se as curvas de crescimento da cultivar White Goddess em relação à estatura, número de folhas, massa seca e IAF nos tratamentos realizados em duas épocas de plantio (Figura 10).

Figura 10 - Análises de crescimento da época 2(E2) e 3 (E3) de estatura (A, B, C), número de folhas (D, E, F), massa seca (G, H, I) e IAF (J, K, L) de plantas de gladiolo da cultivar White Goddess cultivada no sistema de cultivo mínimo (mín) e em sistema de cultivo convencional (con) em Curitibaanos, Concórdia e Rio do Sul e em mulching (mul) em Curitibaanos, 2017/2018.



Fonte: O autor

Na curva de crescimento para estatura, pode-se observar que as plantas de gladiolo da cultivar White Goddess tiveram maior incremento na estatura entre 50 DAE e 70 DAE em Curitibaanos, Concórdia e Rio do Sul. Na curva de crescimento para número de folhas no período de 30 DAE até 50 DAE houve um maior acréscimo no número de folhas, após esse período se estabilizaram em função da emissão da espiga floral. Observa-se que, em Rio do Sul, no sistema de cultivo mínimo, na época 2, há maior estatura e número de folhas em comparação ao sistema convencional (Figura 10 C e 10F). A massa seca foi maior no cultivo mínimo na época 2 em Curitibaanos e o IAF nesse sistema foi maior em Concórdia (Época 3) e Rio do Sul (Época 2) (Figura 10G, 10H, 10I, 10J, 10K, 10L; Tabela 7).

Tabela 7- Análises de crescimento de estatura final (EST), número final de folhas (NFF), massa seca no estádio R2 (MS) e índice de área foliar final (IAF) de plantas de gladiolo da cultivar White Goddess cultivadas no sistema de cultivo convencional (C), sistema de cultivo mínimo (M) e mulching (MU) em Curitibaanos, Concórdia e Rio do Sul SC, 2018.

Variáveis	Sistemas de cultivo	Época 2	Época 3
		Curitibaanos	
EST (cm)	C	137Aa	140Aa
	M	125Bb	140Aa
	MU	130Bab	138Aa
NFF	C	10Aa	9Ba
	M	10Aa	9Ba
	MU	10Aa	9Ba
MS (g)	C	32Ab	36Aa
	M	39Aa	40Aa
	MU	30Bb	37Aa
IAF (cm ² /cm ²)	C	2Aa	1,9Aa
	M	2Aa	2,1Aa
	MU	2Aa	1,9Aa
Concórdia			
EST (cm)	C	138Aa	138Aa
	M	140Aa	138Aa
NFF	C	10Aa	10Aa
	M	10Aa	10Aa
MS (g)	C	41Aa	37Aa

	M	38Aa	38Aa
IAF	C	2,1Aa	1,6Bb
(cm²/cm²)	M	2,1Aa	1,9Ba
Rio do Sul			
EST (cm)	C	113Bb	127Aa
	M	134Aa	132Aa
NFF	C	9Ab	7Bb
	M	10Aa	8Ba
MS (g)	C	32a	-
	M	36a	-
IAF	C	1,3Bb	2,0Aa
(cm²/cm²)	M	2,2Aa	2,0Ba

Médias com letras maiúsculas iguais na linha (épocas) e letras minúsculas na coluna (sistemas de cultivo), não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$). (-) não realizou-se coleta nesse momento, pois as plantas estavam em estádios avançados em Rio do Sul no momento da realização da mesma.

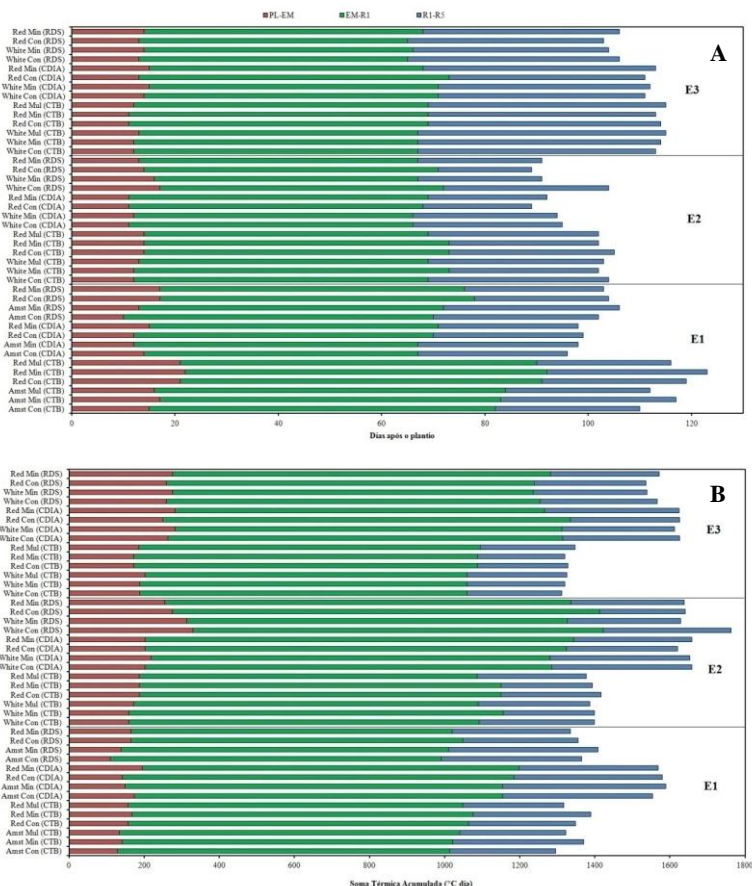
As características de crescimento da cultivar White Goddess tiveram forte influência da época de cultivo. Em Curitiba e Rio do Sul o NFF foi menor na época 3, podendo estar relacionado às menores temperaturas registradas nessa época (ADIL et al., 2013). Em Concórdia, o IAF foi menor nessa mesma época.

E quanto ao sistema de cultivo, o IAF se destacou no sistema de cultivo mínimo na época 2 em Rio do Sul e na época 3 em Concórdia, sendo maior em relação ao sistema de cultivo convencional. Em trabalho realizado com feijoeiro o IAF foi maior no sistema plantio direto, sendo que as plantas tendem a aumentar o IAF devido aos sistemas conservacionistas do solo possibilitarem maior expansão e menor abscisão das folhas (URCHEI et al., 2000).

3.4 ANÁLISES FENOLÓGICAS

Na época 1, o ciclo mais longo das cultivares foi em Curitiba, sendo 117 dias para a Amsterdam e 123 dias para a Red Beauty, sendo a exigência térmica de 1.370 °C dia e 1.389 °C dia, respectivamente. O ciclo mais curto foi registrado em Concórdia e Rio do Sul, em todos os sistemas de cultivo. Para as duas cultivares avaliadas observa-se que o ciclo do gláfolo no sistema de cultivo mínimo foi mais longo com 2 a 7 dias que o convencional, exceto em Concórdia e em Rio do Sul para a Red Beauty que foi um dia a menos em relação ao convencional (Figura 11A; 11B).

Figura 11 - Duração em dias do calendário civil (A) e em soma térmica acumulada (B) do ciclo de desenvolvimento do gladiolo cultivado em três épocas e diferentes sistemas de cultivo em Curitiba, Concórdia e Rio do Sul, SC, 2017/2018. PL = plantio; EM = emergência; R1 = início de espigamento e R5 = senescência da haste



Fonte: O autor

Na época 2 a duração do ciclo da cultivar White Goddess variou de 91 a 104 dias, sendo a exigência térmica de 1.398 e 1.629°C dia. A duração de EM-R1 variou de 66 a 73 dias e 1.155 a 1.327°C dia. Para a cultivar Red Beauty a duração do ciclo variou de 89 a 105 dias. A duração de EM-R1 variou de 68 a 73 dias (Figura 11A; 11B). Na época

3 a duração do ciclo dessa cultivar foi de 104 a 115 dias e a Red Beauty variou de 103 a 116 dias (Figura 11A; 11B).

Para as cultivares Red Beauty e White Goddess o ciclo mais curto foi visando à colheita para o Dia das Mães e o ciclo mais longo ocorreu na época 1 (Dia de Finados) para a Red Beauty e para a White Goddess (Dia dos Namorados). Esses resultados indicam o efeito da temperatura média do ar sobre o desenvolvimento das plantas. De acordo com Bahuguna e Jagadish (2015), a mudança de temperatura é percebida simultaneamente em todos os componentes celulares e modulam a programação de desenvolvimento em todo o ciclo de vida da planta, com a ajuda de uma rede complexa de hormônios e metabólitos. As respostas de crescimento e desenvolvimento das plantas são fortemente influenciadas pela temperatura e sua interação com outros fatores como a umidade relativa e a luz em ambientes naturais. As menores temperaturas foram registradas no ciclo de cultivo da época 1, entre julho e novembro (Figura 4) e da época 3, entre fevereiro e junho (Figura 6), onde as plantas demoraram mais para obter o acúmulo térmico necessário para seu desenvolvimento do que aquelas que se desenvolveram sob temperaturas mais elevadas na época 2, entre fevereiro e maio (Figura 6). Esse evento propiciou maior acúmulo térmico e ciclo mais curto em dias na época 2, independente da cultivar (Figura 11). Segundo Zubair et al. (2006), o desenvolvimento do gladiolo depende da época de plantio e se for cultivado em outras épocas de plantio haverá mudanças nos resultados encontrados.

Nas três épocas de cultivo (Figura 11A) há tendência de diminuição da duração das fases e do ciclo total nos locais que apresentam temperatura média do ar mais elevada, ou seja, em sequência, Concórdia, Rio do Sul e Curitiba. Na cultura do crisântemo (TEIXEIRA, 2004) e da oliveira (SOUZA; MARTINS, 2014) também foi caracterizada redução na duração do ciclo em períodos com temperaturas mais elevadas. Adil et al. (2013) também destaca para o gladiolo temperaturas maiores dentro do intervalo apropriado (20°C a 25°C), influenciam na brotação precoce de cormos e salienta que há uma forte correlação entre a temperaturas e dias para a brotação. No caso dos experimentos, o período de brotação entre locais foi diferente entre as épocas 1 e 2 de cultivo, sendo que em Concórdia e Rio do Sul a brotação foi mais rápida em relação a Curitiba, devido as maiores temperaturas do ar e consequentemente do solo. No entanto, na época 3 em Curitiba, as plantas brotaram 4 dias antes, pois nesse período a diferença de temperatura média entre os locais foi menor (Figura 4; Figura 6).

Estudos sobre a influência dos sistemas de plantio nas culturas abordam questões relacionadas a produtividade, com pouca menção na duração do ciclo. Por exemplo, o incremento produtivo em cultivos de verão de couve-flor e brócolis produzidos em cultivo mínimo (MADEIRA, 2009); desenvolvimento inicial lento e baixo desempenho de amendoim, no cultivo mínimo, com colheita tardia para não reduzir a produtividade (BOLONHEZI et al., 2007). No caso do gladiólo, as plantas em sistema de cultivo mínimo no período PL-EM apresentaram um atraso de no máximo três dias em relação ao sistema de cultivo convencional, sendo que na maioria dos casos a emergência ocorreu no mesmo dia ou até antes (Tabela 8).

Tabela 8 - Duração da fase de plantio à emergência (PL-EM) de plantas de gladiólo em cultivo mínimo e convencional em Curitiba (CTB), Concórdia (CDA) e Rio do Sul (RDS) em 2017 e 2018.

Cultivar	Época	Local	PL-EM (dias)	
			Mínimo	Convencional
Amsterdam	1	CTB	17	15
		CDA	12	14
		RDS	13	10
Red Beauty	1	CTB	22	21
		CDA	12	15
		RDS	17	17
	2	CTB	14	14
		CDA	11	11
		RDS	13	14
3	CTB	11	11	
	CDA	15	13	
	RDS	14	13	
White Goddess	2	CTB	12	12
		CDA	12	11
		RDS	16	17
	3	CTB	12	12
		CDA	15	14
		RDS	14	13

De modo geral, em relação ao desenvolvimento do gladiólo as plantas cultivadas em clima Cfa apresentam ciclo mais rápido, independente do sistema de cultivo utilizado. O clima Cfa adianta o ciclo porque apresenta temperaturas mais elevadas. Esse adiantamento do ciclo permite um plantio mais tardio que em locais de clima

Cfb. Mas se o ciclo adiantar muito pode ocorrer à redução da qualidade da haste floral, número de floretes e ainda devido às altas temperaturas ocorrer queimadura de sépalas e murchamento temporário das hastes nas horas mais quentes do dia, ocasionando depreciação do produto (SCHWAB et al., 2015).

3.5 INFLUÊNCIA DOS FATORES AVALIADOS NOS PARÂMETROS DE QUALIDADE

3.5.1 Cultivar Amsterdam

O fator que teve influência nos diferentes parâmetros de qualidade de haste para a Amsterdam foi o local de cultivo. Os sistemas de cultivo utilizados não tiveram influência na qualidade de haste (Tabela 9). De modo geral, independente do sistema de cultivo as plantas cultivadas em Concórdia e Rio do Sul tiveram maior comprimento de haste (CH), comprimento de pendão (CP) e espessura da haste (EH).

O CH variou de 118,0 a 143,2 cm no sistema de cultivo convencional, semelhante a resultados obtidos por Schwab et al. (2015b) para a mesma cultivar que obteve CH de 118,8 cm em Santa Maria, Rio Grande do Sul, em clima Cfa. No entanto, em Concórdia com o mesmo clima Cfa, o CH foi 17% maior, indicando melhores condições edáficas que Santa Maria. Em relação ao CP em SC as dimensões foram superiores do que os 51,7 cm destacados por Schwab et al. (2015b), sendo os valores de EH semelhantes (1,1 cm).

Tabela 9 - Comprimento total da haste (CH), comprimento do pendão (CP), e espessura da haste (EH), em centímetros, no estádio de ponto de colheita 1 (R2) em sistema de cultivo convencional (C), cultivo mínimo (M) e sistema de cultivo em mulching (MU) da cultivar Amsterdam cultivada em Curitibaanos (CTB), Concórdia (CDA) e Rio do Sul (RDS), SC em 2017.

Variáveis	Sistemas de cultivo	CTB	CDA	RDS
CH	C	118,0Ba	143,2Aa	127,9Ba
	M	121,1Ba	144,1Aa	139,4Aa
	MU	113,2a	-	-
CP	C	58,2Ba	71,4Aa	70,7Aa
	M	63,4Ba	69,8Aba	76,3Aa
	MU	58,2a	-	-
EH	C	1,0Ba	1,1Aa	1,1Aa
	M	1,0Ba	1,1Aa	1,2Aa
	MU	1,0a	-	-

Médias com letras maiúsculas iguais na linha (local) e letras minúsculas na coluna (sistemas de cultivo), não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$). (-) em Concórdia e Rio do Sul não realizou-se experimento com sistema de cultivo em mulching.

As hastes da cultivar Amsterdam cultivadas em Concórdia e Rio do Sul possuem maiores espessuras de haste que aquelas cultivadas em Curitibaanos, sendo este parâmetro importante, pois as hastes com maiores espessuras são mais resistentes a danos mecânicos que podem ocorrer na lavoura devido à ocorrência de ventos, no manuseio no processo de colheita, na embalagem e transporte das hastes (ALBUQUERQUE et al., 2010; FARIAS et al., 2013).

3.5.2 Cultivar Red Beauty

Em Curitibaanos, local com três sistemas de cultivo, observou-se que a época de cultivo teve efeito na qualidade de haste, sendo na época 3 obtido maior CH em todos os sistemas de cultivo. Para EH, a época 3 também se destacou no cultivo convencional e mínimo. Em relação aos sistemas de cultivo a qualidade de haste foi semelhante nas épocas 2 e 3, sendo que na época 1 o sistema de cultivo em mulching apresentou menores valores em todos os parâmetros avaliados (Tabela 10).

Tabela 10 - Comprimento total da haste (CH), comprimento do pendão (CP), e espessura da haste (EH), em centímetros, no estádio de ponto de colheita 1 (R2) para a cultivar Red Beauty cultivada em três épocas de plantio no sistema de cultivo convencional (C), mínimo (M) e mulching (MU) nas condições edafoclimáticas de Curitiba, SC em 2017 e 2018.

Variáveis	Sistemas de cultivo	Época 1	Época 2	Época 3
CH	C	91Ba	86Bb	103Aa
	M	97Ba	100Ba	112Aa
	MU	73Cb	95Bab	110Aa
CP	C	46Aa	36Ba	42ABa
	M	48Aa	42Aa	43Aa
	MU	34Bb	40Ba	48Aa
EH	C	0,8Aba	0,7Ba	0,9Aa
	M	0,9Aba	0,8Ba	1,0Aa
	MU	0,7Bb	0,9Aa	0,9Aa

Médias com letras maiúsculas iguais na linha (épocas) e letras minúsculas na coluna (sistemas de cultivo), não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$).

Para Concórdia (Tabela 11) e Rio do Sul (Tabela 12) observou-se influência da época de plantio no tamanho da haste floral. O crescimento e o rendimento da cultura do gladiolo, que inclui o comprimento da haste floral, depende da época de plantio (ZUBAIR et al., 2006).

Tabela 11- Comprimento total da haste (CH), comprimento do pendão (CP), e espessura da haste (EH), em centímetros, no estádio de ponto de colheita 1 (R2) para a cultivar Red Beauty cultivada em três épocas de plantio no sistema de cultivo convencional (C) e mínimo (M) nas condições edafoclimáticas de Concórdia, SC em 2017 e 2018.

Variáveis	Sistemas de cultivo	Época 1	Época 2	Época 3
CH	C	125Aa	92Ca	103Ba
	M	114Ab	97Ba	94Bb
CP	C	67Aa	45Ca	56Ba
	M	58Ab	48Ba	48Ba
EH	C	1Aa	0,8Ba	0,8Ba
	M	1Aa	0,8Ba	0,8Ba

Médias com letras maiúsculas iguais na linha (épocas) e letras minúsculas na coluna (sistemas de cultivo), não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$).

Em Concórdia, na época 1, obteve-se melhores parâmetros de qualidade das hastes em relação às demais épocas avaliadas. Em relação

aos sistemas de cultivo observa-se diferença em relação à CH (época 1 e 3) e CP (época 1), ocorrendo maiores medidas no sistema convencional. Nos demais parâmetros e épocas não houve diferença entre os sistemas de cultivo (Tabela 11).

Em Rio do Sul, nas épocas 1 e 3 não houve diferença entre os sistemas de cultivo para todos os parâmetros avaliados, no entanto na época 2 o sistema de cultivo mínimo teve melhor desempenho em relação ao sistema de cultivo convencional. Em relação às diferentes épocas, CH e CP foram maiores na época 1 e EH maior na época 3 (Tabela 12).

Tabela 12 - Comprimento total da haste (CH), comprimento do pendão (CP), e espessura da haste (EH), em centímetros, no ponto de colheita 1 (R2) para a cultivar Red Beauty cultivada em três épocas de plantio no sistema de cultivo convencional (C) e mínimo (M) nas condições edafoclimáticas de Rio do Sul, SC em 2017 e 2018.

Variáveis	Sistemas de cultivo	Época 1	Época 2	Época 3
CH	C	113Aa	80Bb	103Aa
	M	117Aa	102Ba	103Ba
CP	C	68Aa	55Bb	58Ba
	M	69Aa	68Aa	54Ba
EH	C	1,0Ba	1,0Bb	1,5Aa
	M	1,1Ba	1,3ABa	1,4Aa

Médias com letras maiúsculas iguais na linha (épocas) e letras minúsculas na coluna (sistemas de cultivo), não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$).

3.5.3 Cultivar White Goddess

Em Curitiba o CP e EH da cultivar White Goddess, praticamente, não diferenciaram estatisticamente entre os sistemas de cultivo. As plantas cultivadas em sistema de cultivo mínimo e mulching apresentaram maior CH na época 3. Sendo a EH na época 3 maior, apenas nas plantas em cultivo mínimo. No entanto, em relação à época de plantio há influência no CH, CP e EH (Tabela 13). Para a maioria das variáveis analisadas a época 3 apresentou maiores medidas. A época de plantio possui um papel muito importante na regulação do crescimento e da qualidade das plantas de gladiolo, pois as condições ambientais na qual as plantas são expostas influenciam nessas variáveis (ZUBAIR et al., 2006; ADIL et al., 2013).

Tabela 13 - Comprimento total da haste (CH), comprimento do pendão (CP), e espessura da haste (EH), em centímetros, no estádio de ponto de colheita 1 (R2) para a cultivar White Goddess cultivada em duas épocas de plantio no sistema de cultivo convencional (C), mínimo (M) e mulching (MU) nas condições edafoclimáticas de Curitibaanos, SC, 2018.

Cultivo	Época 2			Época 3		
	CH	CP	EH	CH	CP	EH
C	130Aa	56Aa	1,0Aa	136Aa	48Ba	1,0Aa
M	119Bb	49Ba	0,9Ba	136Aa	57Aa	1,0Aa
MU	123Bab	53Aa	0,9Aa	133Aa	54Aa	1,0Aa

Médias com letras maiúsculas iguais na linha (épocas) e letras minúsculas na coluna (sistemas de cultivo), não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$).

Em concórdia, as épocas de cultivo e os sistemas de cultivo não influenciaram nos parâmetros de qualidade (Tabela 14). O CH variou de 126 a 131 cm, o CP variou de 65 a 73 cm e a EH de 0,9 a 1,0 cm.

Tabela 14 - Comprimento total da haste (CH), comprimento do pendão (CP), e espessura da haste (EH), em centímetros, no estádio de ponto de colheita 1 (R2) para a cultivar White Goddess cultivada em duas épocas de plantio no sistema de cultivo convencional (C) e mínimo (M) nas condições edafoclimáticas de Concórdia, SC em 2017 e 2018.

Cultivo	Época 2			Época 3		
	CH	CP	EH	CH	CP	EH
C	127Aa	66Aa	0,9Aa	131Aa	73Aa	0,9Aa
M	128Aa	65Aa	1,0Aa	126Aa	69Aa	0,9Aa

Médias com letras maiúsculas iguais na linha (épocas) e letras minúsculas na coluna (sistemas de cultivo), não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$).

Em Rio do Sul, a época 3 apresentou melhores parâmetros de qualidade, em relação à CH e EH da época 2 no sistema de cultivo convencional (Tabela 15). O CH e EH são parâmetros importantes para a comercialização da cultura, pois podem influenciar na durabilidade pós-colheita. Quanto maior o CH e a EH maior será a reserva de carbono presente na mesma, aumentando a longevidade das flores e favorecendo a durabilidade das hastes florais no período pós-colheita. Além disso, hastes longas são desejáveis para que durante a pós-colheita possam ser realizados cortes na base da haste para renovar os tecidos e restabelecer a absorção de água, mantendo as hastes com tamanho comercializável (SCHWAB et al., 2015b).

Em relação aos sistemas de cultivo não houve diferença nas variáveis de qualidade de haste na época 3. Na época 2, o sistema de

cultivo mínimo produziu hastes maiores em relação ao sistema de cultivo convencional (Tabela 15).

Tabela 15 - Comprimento total da haste (CH), comprimento do pendão (CP), e espessura da haste (EH), em centímetros, no estádio de ponto de colheita 1 (R2) para a cultivar White Goddess cultivada em duas épocas de plantio no sistema de cultivo convencional (C) e mínimo (M) nas condições edafoclimáticas de Rio do Sul, SC em 2017 e 2018.

Cultivo	Época 2			Época 3		
	CH	CP	EH	CH	CP	EH
C	108Bb	68Ab	1,5Bb	116Aa	66Aa	1,8Aa
M	127Aa	82Aa	1,9Aa	121Aa	69Ba	1,8Aa

Médias com letras maiúsculas iguais na linha (épocas) e letras minúsculas na coluna (sistemas de cultivo), não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$).

As hastes florais de gladiolo apresentaram maiores tamanhos de CH, CP e EH em cultivos realizados em clima Cfa em relação ao clima Cfb independente do sistema de cultivo. Para as cultivares Red Beauty e White Goddess observou-se que houve maior efeito da época de cultivo em todos os locais, no entanto para a cultivar Amsterdam houve maior efeito em relação ao local, não sendo influenciada pelo sistema de cultivo.

A evidência de que os sistemas de cultivo interferem muito pouco nas características de qualidade de haste de gladiolo, torna viável a recomendação de utilização de sistemas de cultivo conservacionistas do solo. Alguns trabalhos já mostraram, por exemplo, que não há diferença na produtividade e qualidade de batata produzida em sistema de preparo convencional e em cultivo mínimo (CARTER et al., 2009; GORDON et al., 2011). Além disso, deve-se levar em consideração os benefícios para o solo nos sistemas conservacionistas, onde cobertura permanente sobre o solo atua na redução da erosão e, conseqüentemente no custo de produção, além de permitir a redução da utilização de máquinas. A cobertura do solo permite que os resíduos das culturas atuem como isolante, reduzam a amplitude da temperatura do solo, e acumulem matéria orgânica, conservando a sua umidade (MATHEW et al., 2012). O cultivo em mulching e cultivo mínimo atuam no controle de plantas daninhas, ocasionam um equilíbrio da temperatura no solo e diminuem a evaporação da água no solo, diminuindo os custos com irrigação.

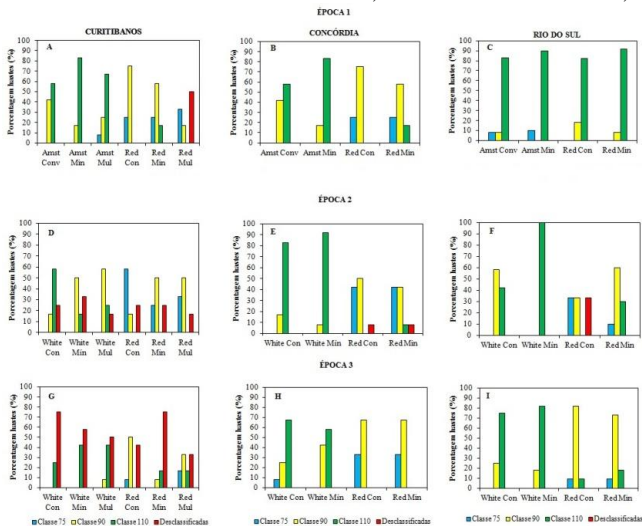
3.6 QUALIDADE DE HASTES FLORAIS

3.6.1 Classes de comercialização

Na época 1 em Curitibaanos, as hastes da cultivar Amsterdam no sistema convencional, mínimo e mulching enquadraram-se nas maiores classes, 110 e 90. No caso da cultivar Red Beauty em sistema de cultivo convencional 75%, no cultivo mínimo 58%, e no mulching 17% das hastes enquadraram-se na classe 90. No sistema de cultivo em mulching 50% foram desclassificadas, pois apresentaram comprimento de haste menores que 75 cm (Figura 12A).

Para as plantas cultivadas em Concórdia na época 1, a cultivar Amsterdam nos cultivos convencional e mínimo teve mais de 50% das hastes na classe 110 e a Red Beauty mais de 50% na classe 90 (Figura 12B). Em Rio do Sul as cultivares Amsterdam e Red Beauty, independente do sistema de cultivo, apresentaram mais de 80% das hastes na classe 110 (Figura 12).

Figura 12 - Classes de comercialização de hastes, de acordo com Veilling Holambra (2013), para as cultivares de gladiolo em diferentes épocas de plantio e sistemas de cultivo em Curitibaanos, Concórdia e Rio do Sul, SC, 2017/2018.



Fonte: O autor

Na época 2 em Curitibaanos a cultivar White Goddess e Red Beauty tiveram mais de 17% das hastes desclassificadas, independente

do sistema de cultivo (Figura 12D). Em Concórdia, apenas a cultivar Red Beauty teve plantas desclassificadas (8%) (Figura 12E). Em Rio do Sul a cultivar White Goddess teve hastes enquadradas na classe 90 e 110, sendo que a Red Beauty teve 33% das hastes desclassificadas (Figura 12F).

Na época 3 em Concórdia e Rio do Sul não houve hastes desclassificadas, porém em Curitiba todas as cultivares e sistemas de cultivo tiveram hastes desclassificadas, principalmente por não atender o critério de que o comprimento do pendão deve ter 40% em relação ao total da haste (Figura 12G, 12H, 12I). Observa-se que mais de 30% das hastes de cada cultivar desclassificaram-se independente do sistema de cultivo utilizado. Em Concórdia e Rio do Sul a maioria das hastes enquadraram-se nas classes 90 e 110.

A maior quantidade de hastes desclassificadas nas épocas 2 e 3 em Curitiba ocorreram devido às baixas temperaturas registradas durante o período de formação das hastes (Figura 6A), sendo que ocorreram temperaturas abaixo da temperatura basal inferior da fase reprodutiva do gladiolo. Nos cultivos em Concórdia e em Rio do Sul na época 2 as temperaturas médias oscilaram entre 20°C e 25°C estando dentro da faixa de temperatura que gera bons rendimentos para a cultura (SEVERINO, 2007), justificando a menor quantidade de hastes desclassificadas nesses locais.

Do total de 496 hastes avaliadas em todos os tratamentos, 43,1% foram classificadas como 110, 31,7% como 90, 11,3% como 75. Apenas 13,9% das hastes foram desclassificadas, sendo a maior parte dessas cultivadas na época 3 (40 hastes desclassificadas), seguida da época 2 (23 hastes desclassificadas) e época 1 (6 hastes desclassificadas). No Rio Grande do Sul, do total das hastes de gladiolo avaliadas, 54,7% foram classificadas como 90, 31,3% 110, e apenas 14,1% na classe 75 (SCHWAB et al., 2015). Os experimentos realizados em SC indicam produção de hastes florais de gladiolo com padrões elevados de qualidade nos diferentes sistemas de cultivo analisados e nas três regiões de estudo. No entanto, é importante destacar que a região de Curitiba (Vale do Rio do Peixe e Planalto Central) caracterizada por clima Cfb, tem probabilidade de danos nas hastes florais devido às baixas temperaturas nas épocas de cultivo para colheita no Dia das Mães e Namorados. Diante disso, há estudos recomendando para que não haja plantios para Dia dos Namorados nessa região, e para Dia das Mães indica-se utilizar cultivares precoces de modo a diminuir a probabilidade de ocorrência de danos nas hastes florais (BONATTO et al., 2018).

4 CONCLUSÃO

Os fatores que tiveram maior influência nas avaliações de crescimento, desenvolvimento e qualidade de hastes florais de gladiolo foram os locais e épocas de cultivo. Nos locais de clima Cfa, as plantas de gladiolo apresentam maior crescimento e melhor qualidade das hastes florais em um período de desenvolvimento menor quando comparado às plantas cultivadas em clima Cfb, independente do sistema de cultivo.

As plantas cultivadas no sistema de cultivo mínimo e sistema de cultivo em mulching apresentaram crescimento e desenvolvimento que permitiram a formação de hastes florais de qualidade, similar às aquelas do cultivo convencional. Dessa forma, recomenda-se a utilização desses sistemas conservacionistas.

Os experimentos realizados nas diferentes regiões de Santa Catarina indicam produção de hastes florais de gladiolo com elevados padrões de qualidade, sendo que 86% do total de hastes produzidas foram classificadas dentro dos padrões de referência para a cultura.

REFERÊNCIAS

ADIL, M. et al. Effect of Different planting dates on growth and development of *Gladiolus grandiflorus* under the ecological conditions of Faisalabad, Pakistan. **IJAVMS**, V.7, n.3, p.94-107, 2013.

ALBUQUERQUE, A. W. et al. Produção de helicônia Golden Torch influenciada pela adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.10, p.1052-1058, 2010.

ALMEIDA, L. P. et al. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, v.34, n.1, p.83-88, 2004.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

ANALISES CLIMATOLÓGICAS. **Meteorologia**. Disponível em: <<https://petagroecologiaifc.wordpress.com/downloads/analises-climatologicas/>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

BAHUGUNA, R. N.; JAGADISH, K.S.V. Temperature regulation of plant phenological development. **Environmental and Experimental Botany**, v.111, n.1, p.83-90, 2015.

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

BENICASA, M. M. P. Análise de Crescimento de Plantas (noções básicas). Jaboticabal. FUNEP, 42p, 2004.

BHARDWAJ, R. L. Effect of mulching on crop production under rainfed condition - a review. **Agricultural Reviews**, v.34, n.3, p.188-197, 2013.

BOLONHEZI, D.; MUTTON, M. A.; MARTINS, A. L. M. Sistemas conservacionistas de manejo do solo para amendoim cultivado em sucessão à cana crua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.7, p.939-947, 2007.

BONATTO, M. I. et al. **Zoneamento das datas de plantio para cultura do gladiolo em Santa Catarina.** In: XX Congresso Brasileiro de Meteorologia, 15p, 2018.

CARTER, M. R.; SANDERSON, J. B.; PETERS, R. D. Long-term conservation tillage in potato rotations in Atlantic Canada: Potato productivity, tuber quality and nutrient content. **Canadian Journal of Plant Science**, v.89, n.2, p.273-280, 2009.

ECHER, M. M. et al. Desempenho de cultivares de berinjela em dois sistemas de preparo do solo. **Horticultura Brasileira**, v.34, n.2, p.239-243, 2016.

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. 334p.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Status of the World's Soil Resources.** Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 648p, 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i5199e.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

FARIAS, A. P. et al. Produtividade de *Heliconia psittacorum* x *Heliconia pathocircinada* cv. Golden Tortch sob diferentes fontes de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.7, p.713-720, 2013.

FERREIRA R. L. F. et al. Combinações entre cultivares, ambientes, preparo e cobertura do solo em características agrônômicas de alface. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.3, p.383-388, 2009.

GORDON, R. J. et al. Impact of modified tillage on runoff and nutrient loads from potato fields in Prince Edward Island. **Agricultural Water Management**, v.98, n.12, p.1782-1788, 2011.

GONZALES, P. F. et al. Componentes de produção e morfologia de raízes de mandioca sob diferentes preparos do solo. **Bragantia**, v.73, n.4, p.357-364, 2014.

INMET- Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações automáticas**. 2018. Disponível em:

<<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 10 out. 2018.

IFTIKHAR, A. et. al. Optimal planting systems for cut gladiolus and stock production. **Ornamental Horticulture**, v.23, n.3, p.345-350, 2017.

JUNIOR, A. B. et al. A importância do plantio direto e do plantio convencional e as suas relações com o manejo e conservação do solo. **Revista Conexão Eletrônica**, v.12, n.1, p.1-11, 2015.

KIELING, A. S. et al. Plantas de cobertura de inverno em sistema de plantio direto de hortaliças sem herbicidas: efeitos sobre plantas espontâneas e na produção de tomate. **Ciência Rural**, v.39, n.7, p.2207-2209, 2009.

KLEIN, V. A. **Física do solo**. Passo Fundo: editora UPF, 3ed, 263p, 2014.

MACHADO, R. L. et al. Erosividade das chuvas associada a períodos de retorno e probabilidade de ocorrência no estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, n.2, p.529-547, 2013.

MADEIRA, N. R. Avanços tecnológicos no cultivo de hortaliças em sistema de plantio direto. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.2, p.4036-4037, 2009.

MATHEW, R. P. et al. Impact of no-tillage and conventional tillage systems on soil microbial communities. **Applied and Environmental Soil Science**, v. 2012, n.1, p.1-10, 2012.

MARTINS FILHO, M. V. et al. Perdas de solo e nutrientes por erosão num argissolo com resíduos vegetais de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, v.29, n.1, p.8-18, 2009.

NARESH, R. K. et al. Role of conservation agriculture for sustainable horticultural crop production through intercropping in North-West India. **Annals of Horticulture**, v.6, n.1, p.82-92, 2013.

OLIVEIRA, J. O. A. P. et al. Influência de sistemas de preparo do solo na produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, n.2, p.443-450, 2001.

PAIVA, P. D. O.; ALMEIDA, E. F. A. **Produção de flores de corte**. Lavras: editora UFLA, v.1, 678p, 2012.

PEREIRA, G. A. M. et al. Crescimento de cultivares de cenoura em diferentes ambientes. **Comunicata Scientiae**, v.6, n.3, p.317-325, 2015.

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/>>. Acesso em: 26 jan. 2019.

SBCS - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Editora: Porto Alegre, ed.10, 400p. 2004.

SCHWAB, N.T. et al. Dimensões lineares da folha e seu uso na determinação do perfil vertical foliar de gladiolo. **Bragantia**, v.73, n.2 p.97-105, 2014.

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

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

SCHWAB, N. T. et al. Temperatura base para abertura de floretes e antocrono em gladiolo. **Revista Ceres**, v.64, n.6, p.557-560, 2017.

SEVERINO, C.A. de M. **Cultivo comercial de Palma de Santa Rita (*Gladiolus sp. Tourm.*)**. Brasília: Ibict, Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas; Salvador: Rede de Tecnologia da Bahia, 22p, 2007.

SILVA, A. F. et al. Desempenho agrônômico do rabanete adubado com *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. em duas épocas de cultivo. **Revista Ciência Agrônômica**, v.48, n.2, p.328-336, 2017.

SOUZA, P. M. B. de; MARTINS, F. B. Estimativa da temperatura basal inferior para as cultivares de oliveira Grappolo e Maria da fé. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.29, n.2, p.307-313, 2014.

SOUZA, M. et al. Matéria seca de plantas de cobertura, produção de cebola e atributos químicos do solo em sistema plantio direto agroecológico. **Ciência Rural**, v.43, n.1, p.21-7, 2013.

TAVARES, O. C. H.; LIMA, E.; ZONTA, E. Crescimento e produtividade da cana planta cultivada em diferentes sistemas de preparo do solo e de colheita. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.32, n.1, p.61-68, 2010.

TEIXEIRA, A. J. **A cultura do crisântemo de corte**. Emater – RJ: Nova Friburgo, 42p, 2004.

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina. **Agrometeorologia**. Disponível em: <<http://agriculturaconservacionista.ufsc.br/agrometeorologia/>>. Acesso em: 06 out. 2018.

UHLMANN, L. O. et al. PhenoGlad: A model for simulating development in *Gladiolus*. **European Journal of Agronomy**, v. 82, n.1, p.33-49, 2017.

URCHEI, M. A.; RODRIGUES, J. D.; STONE, L. F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.3, p.497-506, 2000.

VEILLING HOLAMBRA. **Critérios de classificação: Gladiolo corte**. Cooperativa Veilling Holambra: Departamento de Qualidade e Pós-Colheita. 5 p. 2013.

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

CAPÍTULO 2: Espectrorradiometria e morfofisiologia de folhas de gladiolo

RESUMO

A espectrorradiometria é um método utilizado na agricultura que possibilita a verificação de alterações na vegetação que variam conforme as condições climáticas. É interessante avaliar as plantas em diferentes condições ambientais e observar modificações em sua anatomia foliar, pois a folha é um órgão plástico e sua estrutura interna adapta-se às condições do ambiente. O objetivo desse estudo é avaliar a resposta espectral de folhas de gladiolo em diferentes locais e sistemas de cultivo e relacionar com a estrutura foliar. Foram realizados experimentos em três locais do estado de Santa Catarina, sendo eles, Curitiba, Concórdia e Rio do Sul. Os sistemas de cultivo do gladiolo utilizados foram em canteiros, onde há revolvimento intensivo do solo, canteiros com mulching de polietileno e em cultivo mínimo. Para determinar a resposta espectral e a morfofisiologia foram utilizadas folhas sadias e totalmente expandidas da cultivar Amsterdam de ciclo intermediário I, quando as plantas estavam no início do espigamento (ponta da espiga visível). Em cada sistema de plantio e local foi analisada a resposta espectral de folhas com espectrorradiômetro. As análises morfofisiológicas realizadas foram espessura total da lâmina foliar (ET), espessura da epiderme (EE), espessura da parede periclinal externa (EPPE), espessura do mesofilo (EM), espessura da cutícula (EC), comprimento (CE) e largura do estômato (LE) e comprimento (CP) e largura do poro (LP), densidade estomática (DS) e concentração de clorofila (Clo A, Clo B e Clo T) e carotenoides (Car T). A resposta espectral na região do visível foi diferente entre os locais sendo que, os sistemas de cultivo não influenciaram a resposta espectral das folhas. Os locais e sistemas de cultivo influenciaram nas variáveis morfofisiológicas. A EE variou de 9,72 a 12,02 μm , a EC variou de 1,74 a 2,20 μm , a DS variou de 280 a 300 estômatos/ mm^2 nos diferentes locais e sistemas de cultivo, sendo que a EE foi maior no sistema de cultivo convencional e mínimo, a EC foi maior no sistema de cultivo em mulching e a DS não se diferenciou entre os locais e sistemas utilizados. O CE, LE e CP foram maiores em plantas cultivadas em Concórdia. Apenas dados de clorofila e carotenoides não apresentaram diferenças entre os locais. Os sistemas de cultivo influenciaram no teor de CloB. Em relação a plasticidade fenotípica (IP), a EC apresentou o maior IP (0,70) e CE e Car T o menor IP (0,43). Esses resultados indicam que as

condições diferentes na qual as plantas foram expostas, seja o local ou o sistema de cultivo, influenciaram na estrutura foliar do gladiolo e que a cultura exibe plasticidade fenotípica, possibilitando aclimação em diferentes condições ambientais.

Palavras-chave: *Gladiolus x grandiflorus Hort.* Resposta espectral. Anatomia foliar.

CHAPTER 2: Spectroradiometry and morphology of gladiolus leaves

ABSTRACT

Spectroradiometry is a method used in agriculture that allows the verification of vegetation changes that vary according to the climatic conditions. It is interesting to evaluate the plants in different environmental conditions and observe modifications in their leaf anatomy, because the leaf is a plastic organ and its internal structure adapts to the conditions of the environment. The objective of this study is to evaluate the spectral response of gladiolus leaves in different locations and cropping systems and relate to the leaf structure. Experiments were carried out in three locations in the state of Santa Catarina, Curitiba, Concórdia and Rio do Sul. The gladiolus cropping systems used were in beds, where there is intensive soil rotation, polyethylene mulching beds and minimum cultivation. To determine the spectral response and morphophysiology, healthy and fully expanded leaves of the Amsterdam cultivar of intermediate I cycle were used when the plants were at the beginning of the pluming (tip of the visible spike). In each planting and site system the spectral response of leaves with spectroradiometer was analyzed. The morphophysiological analyzes were total leaf thickness (ET), epidermal thickness (EE), external periclinal wall thickness (EPPE), thickness of the mesophyll (EM), cuticle thickness (EC), length (CE) and width (LE) of stomata and length (CP) and width (LP) of stomatic pore, stomatal density (DS) and chlorophyll concentration (Clo A, Clo B and Clo T) and carotenoids (Car T). It was observed that the spectral response differed between sites in the visible region. The cropping systems did not influence the spectral response of the leaves. In relation to the morphophysiological data, these were differentiated between the sites and cropping systems. EE ranged from 9.72 to 12.02 μm , EC ranged from 1.74 to 2.20 μm , DS ranged from 280 to 300 stomata/ mm^2 at different sites and cropping systems. EE was higher in the conventional and minimum cropping system and EC was higher in the mulching and DS did not differentiate between the sites and systems used. CE, LE and CP were higher in plants grown in Concórdia. Only chlorophyll and carotenoid data showed no differences between sites. The cropping systems influenced the content of Clo B. In relation to phenotypic plasticity (IP), EC has the highest IP (0.70) and CE and Car T has the lowest IP (0.43). These results indicate that the different conditions in which the plants were exposed, either the local or cropping system,

influenced the leaf structure of the gladiolus that exhibits phenotypic plasticity, allowing acclimatization in different environmental conditions.

Keywords: *Gladiolus* x *grandiflorus* Hort. Spectral response. Leaf anatomy.

1 INTRODUÇÃO

O estado de Santa Catarina se destaca na floricultura por possuir diversas vantagens da produção de flores e plantas ornamentais, como o clima favorável para o cultivo, a disponibilidade hídrica favorável e chuva bem distribuída. Além disso, possui um polo de produção consolidado (LIMA JÚNIOR et al., 2015). Dentre as flores cultivadas no estado se destaca o gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) ou palma de Santa-Rita, uma flor de corte, propagada através de cormos. Seu cultivo é fácil de ser realizado porque é uma planta rústica, de baixo custo de implantação, apresentando larga produção em áreas menores (BARBOSA et al., 2011). A parte comercial é uma espiga composta de vários floretes que podem apresentar diversas colorações, sendo utilizada principalmente no Dia de Finados, mas também é bastante utilizado na ornamentação de casamentos, festas e jardins (TOMBOLATO, 2010).

O tipo de folha de gladiolo descrito por Ruddal e Goldblatt (1991) é caracterizado por possuir duas filas de feixes vasculares opostos com pelo menos dois grandes feixes e células mesofilicas alongadas ao longo do eixo das folhas. As folhas são unifaciais, diferentes da maioria das folhas de espécies conhecidas, as folhas possuem apenas a face abaxial (YAMAGUCHI; TSUKAYA, 2010). A anatomia foliar é diretamente influenciada pelos fatores ambientais. A estrutura interna da folha é composta pelo sistema dérmico que reveste a superfície foliar e forma a epiderme, pelo sistema que constitui o mesofilo da lâmina foliar e o córtex da nervura mediana e pelo sistema vascular que constitui os feixes vasculares das nervuras (CASTRO et al., 2009; BATISTA et al., 2010). Entre os fatores ambientais, a disponibilidade hídrica influencia na anatomia foliar, como exemplo, a deficiência hídrica, reduz à condutância estomática e taxas de transpiração, isso ocorre devido à redução do potencial da água na folha, onde a diminuição desse potencial provoca o fechamento dos estômatos, diminuindo a condutância estomática e conseqüentemente o decréscimo na transpiração (LIMA et al., 2007). Além disso, a temperatura do ar e do solo e a radiação solar, também apresentam efeito direto sobre a estrutura e a anatomia das plantas, pois as folhas são órgãos especializados na absorção de luz. As folhas de sol apresentam uma camada mais grossa de mesofilo paliçádico dos que as folhas de sombra e um aumento da epiderme em locais com menor luminosidade indica uma forma de adaptação da planta a essa condição (ARAGÃO et al., 2014; GONDIM et al., 2008).

O comportamento espectral de uma folha está relacionado com a sua composição, morfologia e estrutura interna. Na região do visível do espectro eletromagnético, a resposta da espectral da vegetação fotossinteticamente ativa, corresponde a uma baixa reflectância devido à absorção da radiação incidente pela clorofila e pelos carotenoides da planta. No entanto, na região do infravermelho próximo ocorre uma alta reflectância devido à estrutura celular da folha, a qual tem essas condições alteradas quando submetida a situações de estresse. Os fatores aos quais as plantas estão expostas, como exemplo, a disponibilidade de água, pode ocasionar alterações na relação água-ar no mesófilo, podendo alterar a reflectância nessa região. Geralmente, quanto mais lacunosa a estrutura interna foliar, maior será o espelhamento interno da radiação incidente e como consequência maior será a reflectância (PONZONI; SHIMABUKURU, 2010).

A espectrorradiometria é uma ferramenta muito utilizada na agricultura, que possibilita detectar a resposta espectral através do contato direto com o alvo, podendo ser realizada em laboratório, diminuindo as interferências dos fatores ambientais presentes nas leituras (SILVA et al., 2012). Através dessa ferramenta é possível obter medidas ao longo do ciclo de crescimento e desenvolvimento das culturas, sendo obtidas informações de como a vegetação processa a radiação eletromagnética e como se comporta em diferentes tipos de vegetação, estádios fenológicos, estrutura do dossel, quantidade de nutrientes e em situações de estresse. Em espécies da Caatinga, foi verificada relação entre os comprimentos de onda da região do visível (450 a 600 nm) e a espessura total da folha, e entre a região do infravermelho (760 a 900 nm) e a espessura da cutícula e da face abaxial da epiderme (MACHADO et al., 2015).

A espessura da folha é fator importante no caminho da radiação eletromagnética, sendo a transmitância maior do que a reflectância para folhas finas, e o inverso para as folhas espessas. A cutícula e a epiderme são as primeiras barreiras no caminho da radiação eletromagnética, desta forma influenciam fortemente o comportamento espectral da folha. A espessura destas estruturas varia de espécie para espécie e de acordo com as características particulares do ambiente. Em ambientes mais secos, as espécies vegetais tendem a apresentar cutícula mais espessa, de forma a reduzir a perda de água por transpiração da folha (MACHADO et al., 2015; PONZONI; DISPERATI, 1995).

Novas estratégias para determinação das características morfofisiológicas em gladiólo são essenciais para evitar métodos de avaliação destrutiva das folhas, evitando assim estresse para as plantas.

Além disso, esse conhecimento gerado será a base para o desenvolvimento de outros estudos. Medidas de reflectância podem ser uma poderosa técnica não destrutiva para decidir sobre a aplicação de fertilizantes e quantificação e monitoramento de parâmetros nutricionais e de qualidade dos alimentos (KUMAR, 2015). Em trigo, verificou-se que na relação entre variação espectral e o conteúdo de Cobre (Cu) nas folhas enquanto a planta absorve o excesso de Cu, induziu a inibição da síntese de pigmentos e afetou o desenvolvimento do aparelho fotossintético, sendo identificado, nesse caso, que a reflectância aumenta na região visível e diminuiu no infravermelho próximo, devido ao dano às paredes das células da folha e aos tecidos mesofilicos (QU et al., 2010).

A espectrorradiometria pode ser usada como uma fonte de subsídio para a agricultura de precisão, uma vez que através da curva de reflectância é possível verificar alterações na vegetação. Como a resposta espectral varia conforme as condições climáticas antes e durante o ciclo de vida das plantas é interessante avaliar as plantas em diferentes condições ambientais. E relacionar a resposta das plantas com possíveis modificações em sua anatomia foliar, pois a folha é um órgão plástico a sua estrutura interna adapta-se às condições externas do ambiente (BRAGA et al., 2009).

À luz de nosso conhecimento, não foi possível identificar na literatura trabalhos que caracterizem a morfofisiologia com aplicação da espectrorradiometria para gladiolo cultivado em diferentes condições ambientais e sistemas de cultivo. Essas, por sua vez, são características importantes, pois influenciam diretamente no desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente na qualidade da produção. Essas características constituem ciência básica de relevância técnico científica que pode fornecer subsídios para estudos aplicados. A hipótese desse trabalho suporta que as características morfofisiológicas e espectrais das folhas de gladiolo não se alteram devido aos sistemas de cultivo, modificando-se em função dos locais de cultivo. Diante do exposto o objetivo desse estudo é avaliar a resposta espectral de folhas de gladiolo em diferentes locais e sistemas de cultivo e relacionar com a estrutura foliar, a fim de verificar a influência das condições ambientais e sistemas de cultivo na qual as plantas foram expostas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Foram realizados experimentos de campo em três locais de Santa Catarina representativos das Zonas Agroecológicas do Vale do Rio do Peixe e Planalto Central, Alto Vale do Rio Itajaí e no Vale do Rio Uruguai. As áreas experimentais utilizadas estão localizadas na Universidade Federal de Santa Catarina campus de Curitibanos (latitude 27°17'05'', longitude 50°32'04'' e altitude 1096 m); no Instituto Federal Catarinense (IFC) em Rio do Sul (latitude 27°11'16'', longitude 49°39'22'' e altitude 673 m) e no IFC em Concórdia (latitude 27°12'08'', longitude 52°05'06'' e altitude 640 m).

As condições edafoclimáticas dos locais de cultivo são distintas entre si. O clima, segundo classificação de Köppen, de Curitibanos é do tipo Cfb, subtropical úmido com verões amenos, e dos demais locais do tipo Cfa, subtropical úmido com verões quentes. A temperatura média anual de Curitibanos é 16,5°C, de Rio do Sul é 18°C e Concórdia 19°C (ALVARES et al., 2013; EMBRAPA, 2011). Os dados meteorológicos das áreas experimentais foram obtidos em estações meteorológicas automáticas localizadas próximas de cada local de cultivo. O solo da área experimental de Curitibanos é CAMBISSOLO HÚMICO. Da área experimental de Rio do Sul é CAMBISSOLO HÁPLICO e em Concórdia o NITOSSOLO VERMELHO.

2.2 SISTEMAS DE CULTIVO

O experimento em Curitibanos e Rio do Sul foi implantado em julho e em Concórdia em agosto de 2017, com o intuito de colheita das hastes florais para o Dia de Finados (02/11). A definição da data de plantio foi realizada a partir do modelo PhenoGlad (UHLMANN et al., 2017) que utiliza dados de temperatura do ar.

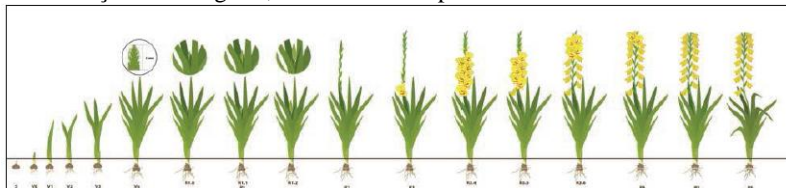
A cultivar utilizada foi a Amsterdam, de ciclo intermediário I, com floretes de coloração branca. Os sistemas de cultivo do gladiolo nos três locais foram em canteiros, onde há revolvimento intensivo do solo. Em Curitibanos, além do sistema em canteiros foi avaliado em mulching de polietileno e em cultivo mínimo. Os canteiros foram formados através de aração e gradagem e por último o encanteiramento. Os canteiros com mulching foram formados da mesma maneira, mas após o estádio V3 (três folhas) das plantas foi colocado o plástico de polietileno preto, com espessura de 200 μ (mícrons), como uma cobertura artificial

do solo. O cultivo mínimo foi realizado sobre a palhada de aveia preta (*Avena strigosa*) dessecada 20 dias antes do plantio. Nesse sistema, foi realizado sulcamento na linha de plantio com 15 cm de profundidade e posteriormente realizado o plantio. Em todos os sistemas de cultivo as plantas foram cultivadas em fileiras pareadas com espaçamento entre fileiras de 40 cm e 20 cm entre plantas, com sistema de irrigação. Os canteiros possuíam medidas de 10 m de comprimento e 1 m de largura. O espaçamento entre os canteiros foi de 0,5 m.

2.3 DETERMINAÇÃO DA RESPOSTA ESPECTRAL DAS FOLHAS E DOS SISTEMAS DE CULTIVO

Para determinar a reflectância espectral de folhas de gladiolo nos diferentes locais e sistemas de cultivo, foram utilizadas folhas saudáveis e totalmente expandidas quando as plantas estavam no início do espigamento (estágio R1), seguindo a escala fenológica descrita por Schwab et al. (2015) (Figura 1).

Figura 1 - Escala fenológica da cultura do gladiolo com indicação do momento das avaliações fisiológicas, anatômicas e espectrais.



R1= Início do espigamento

Fonte: Adaptada de SCHWAB et al. (2015).

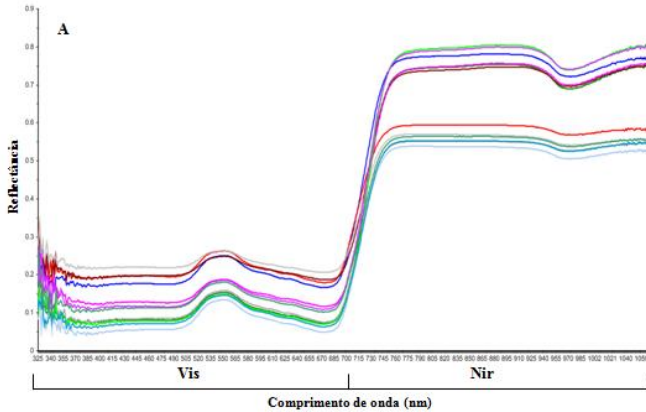
Em cada sistema de plantio e local foi realizada a medida da resposta espectral de seis folhas saudáveis e totalmente expandidas, totalizando trinta folhas para as análises. Essas folhas foram coletadas no terço médio das plantas de cada canteiro. A resposta espectral foi coletada na região mediana de cada folha por aparelho espectrorradiômetro HandeHell II, marca ASD Panalytical. Sendo realizadas medidas em cada folha para obter a refletância. O conjunto de dados coletados teve o comprimento de onda na amplitude de 325 nm a 1075 nm.

Um microcomputador acoplado ao espectrorradiômetro realizou o armazenamento das medidas radiométricas obtidas durante a coleta dos

dados. As leituras espectrais foram transformadas pelo programa Unscrambler X (CAMO Technologies Inc., Woodbridge, NJ, 2006). Primeiramente, todos os dados obtidos via espectrorradiômetro, foram importados para o software, para ser realizado um pré-tratamento dos dados, que consiste em diminuir o ruído das amostras (Figura 2A), na qual foi aplicado o filtro de suavização Savitzky Golay. Após esse procedimento e com intuito de diminuir o número de variáveis, realizou-se a redução das variáveis no fator de divisão por 5. O processamento dos dados foi realizado no software Excel para obter as médias dos dados de resposta espectral das seis plantas para cada local e sistema de cultivo e em seguida a realização dos gráficos referentes a esses dados (SILVA JÚNIOR., et al, 2008). Os dados de resposta espectral de folhas de gladiolo da média das seis plantas de cada local e sistema de cultivo após o pré-tratamento e diminuição das variáveis ficaram nos comprimentos de onda de 392 a 1020 nm. Sendo na região do visível (Vis) (392 a 702 nm) e na região do infravermelho (Nir) (707 a 1020 nm).

Também realizou-se a resposta espectral dos sistemas de cultivo utilizados, convencional (Figura 2 B), mínimo (Figura 2C) e mulching (Figura 2D), essa análise partiu da necessidade de tentar explicar algumas características morfofisiológicas das plantas cultivadas em Curitiba, pois possuem as mesmas condições climáticas e apresentaram características diferenciadas, sendo os sistema de cultivo, uma hipótese dessa diferenciação. Foram coletados os dados utilizando a mesma metodologia usada para as folhas. Os comprimentos de onda ficaram de 400 a 900 nm, sendo na região do visível (Vis) (400 a 702 nm) e na região do infravermelho (Nir) (707 a 900 nm).

Figura 2 - Ruídos das amostras da resposta espectral de folhas de gladiólo (A) e reflectância sendo medida nos sistemas de cultivo convencional (B), mínimo (C) e mulching (D), em Curitiba, SC.



Fonte: Equipe PhenoGlad

2.4 ANÁLISES MORFOFISIOLÓGICAS DAS FOLHAS

As análises morfofisiológicas das folhas de gladiólo foram realizadas no Laboratório de Ecologia e Morfofisiologia Vegetal da UFSC/Curitiba. Foram coletadas em condições similares a análise radiométrica, folhas saudáveis e totalmente expandidas no estágio R1, sendo utilizada a parte mediana da folha, a partir dessas coletas realizou-se as medidas de morfometria das folhas, avaliação dos estômatos, teor de clorofila e carotenoides.

Para a morfometria, as folhas coletadas foram seccionadas em partes de 5 cm², as quais foram colocadas em frascos de reagentes, mergulhadas em FAA70 por 48 horas. Após, foram desidratadas em série alcoólica-etílica, mergulhadas por 30 minutos em concentrações de

70%, 80%, 90% e 100%. Logo após a desidratação as amostras foram infiltradas em parafina. Para a infiltração em parafina, o material após a desidratação, passou por xilol por 30 minutos e xilol/parafina (1:1) durante 10 horas (over night) em estufa a 58°C (JOHANSEN,1940). Após foram montados blocos com parafina pura, sendo 3 blocos por tratamento e 2 folíolos por bloco, os quais foram seccionados em micrótomo de rotação, com cortes de 8 µm de espessura. Foi utilizado o Adesivo de Bissing (BISSING, 1974) para fixação das secções sobre a lâmina. As secções foram distendidas sobre chapa aquecedora a 40°C. Após a secagem das lâminas realizou-se a coloração com safranina/fast-green, e posteriormente, montadas entre lâminas-lamínula com bálsamo do Canadá sintético. A observação e documentação foram realizadas e fotomicrografadas com microscópio óptico, modelo Olympus BX 53 equipado com fotoautomático, câmera modelo DP 73. Foram feitos registros de imagens e mensurações com o software CellSens Standard. Realizaram-se as medições de espessura total da lâmina foliar, espessura da célula epidérmica, espessura da parede periclinal externa, espessura do mesofilo e espessura da cutícula. As medidas foram aferidas com escala micrométrica, de modo a apresentar os resultados em micrômetros. Foram realizadas 10 medidas por bloco, totalizando 30 medidas por tratamento.

Para estudo dos estômatos foi realizada a diafanização descrita por Bersier e Bocquet (1960), as amostras foram colocadas em solução composta por água sanitária (100 ml) e etanol (300 ml) no período de 5 dias, posteriormente lavou-se as amostras em ácido clorídrico 5% + água, em hidróxido de amônio 5% + água e em água corrente. Após esses procedimentos, realizou-se a coloração em safranina 1% por 10 minutos. Foi retirada a película das folhas com a estampa dos estômatos. Essa película foi fixada entre lâmina-lamínula com uma gota de água. Utilizou-se 10 lâminas por tratamento, sendo 3 medidas em cada lâmina, um total de 30 medidas/tratamento. A contagem do número de estômatos por área foi realizada em microscópio óptico modelo Olympus BX 53. A determinação das dimensões do complexo estomático foi feita considerando o comprimento (eixo longitudinal) e largura (eixo transversal) e para a determinação das dimensões do poro também foi considerado o eixo longitudinal e o transversal, padronizados na objetiva de 20x.

A concentração de clorofila e carotenoides foram determinadas através do corte de discos com 1,0 cm de diâmetro, nos quais foi determinada a massa fresca, com amostras de 100 mg de folhas frescas, sendo em cada tratamento seis repetições. As amostras foram incubadas

em banho-maria com 7 ml de dimetilsulfóxido (DMSO) por duas horas a 65°C, sem maceração. Após a filtragem, o volume foi corrigido para 10 ml. Os valores foram obtidos por meio de espectrofotometria, com o espectrofotômetro (marca Instrutherm, modelo UV-2000A), considerando-se a densidade ótica medida a 480 nm, 649 nm e 665 nm, conforme descrito por Hiscox e Israelstam (1979). A partir dessas leituras, foi determinada a concentração de clorofilas *a*, *b* e totais e carotenoides totais. Foram utilizadas as fórmulas de Wellburn (1994), sendo os dados expressos em µg/ml:

$$\text{Clorofila A} = [12,19*(A_{665}) - 3,45*(A_{649})]; (1)$$

$$\text{Clorofila B} = [21,99*(A_{649}) - 5,32*(A_{665})]; (2)$$

$$\text{Clorofila Total} = \text{Clorofila } a + \text{Clorofila } b; (3)$$

Carotenoides totais =

$$[1.000*(A_{480}) - 2,14*(\text{Chl } a) - 70,16*(\text{chl } b)]/220; (4)$$

Onde A_{665} , A_{649} , A_{480} correspondem a densidade ótica medida a 665 nm, 649 nm e 480 nm, respectivamente, Chl a é o teor de clorofila a e Chl b é o teor de clorofila b.

2.5 ÍNDICE DE PLASTICIDADE FENOTÍPICA (IP)

Para cada parâmetro morfofisiológico avaliado foi calculado o índice de plasticidade fenotípica de acordo com Valladares et al. (2000), variando de zero a um, expresso pela fórmula:

$$IP = (M - m) / M; (5)$$

Onde “M” é o valor médio dos valores máximos de cada tratamento, e “m” o valor médio dos valores mínimos de cada tratamento.

2.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Foram aplicados os testes de normalidade e de homogeneidade de variância aos dados e quando necessárias foram feitas as devidas transformações. A análise de variância levou em consideração o teste Tukey para identificar diferenças estatísticas entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade de erro. Para a espectrorradiometria a

análise estatística foi dividida em duas regiões do espectro, sendo elas, região do Vis e Nir. As análises estatísticas foram realizadas a partir de linguagem de programação R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013). Compararam-se os dados dos diferentes locais de cultivo (Curitibanos, Concórdia e Rio do Sul) e os sistemas de cultivo nas condições edafoclimáticas de Curitibanos (convencional, mínimo, mulching).

Para a comparação entre os locais realizou-se também a Análise de Componentes Principais (ACP), para saber quais as variáveis que contribuíram para a separação dos locais. Para tal realizou-se as médias da resposta espectral para cada local separadamente, totalizando 6 valores para cada local, referentes às seis folhas avaliadas, sendo a região do Vis dividida em azul (500 nm), verde (600 nm) e vermelho (700 nm) e o Nir (+700 nm) (MACHADO et al., 2015). Para os dados anatômicos, realizou médias de 5 em 5 medidas/tratamento, totalizando seis valores para cada item anatômico. Para os dados fisiológicos foram utilizados os valores obtidos das seis repetições. Esses procedimentos foram realizados com o intuito de deixar a mesma quantidade de repetições e posteriormente serem analisados. Os dados foram submetidos no CanoImp para criação dos ficheiros de entrada de dados, posteriormente foram analisados no programa CANOCO 4.5 para escolha do melhor modelo e cálculo da ordenação. E os gráficos foram realizados no programa CanoDraw (BRAAK; SMILAUER, 2002).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

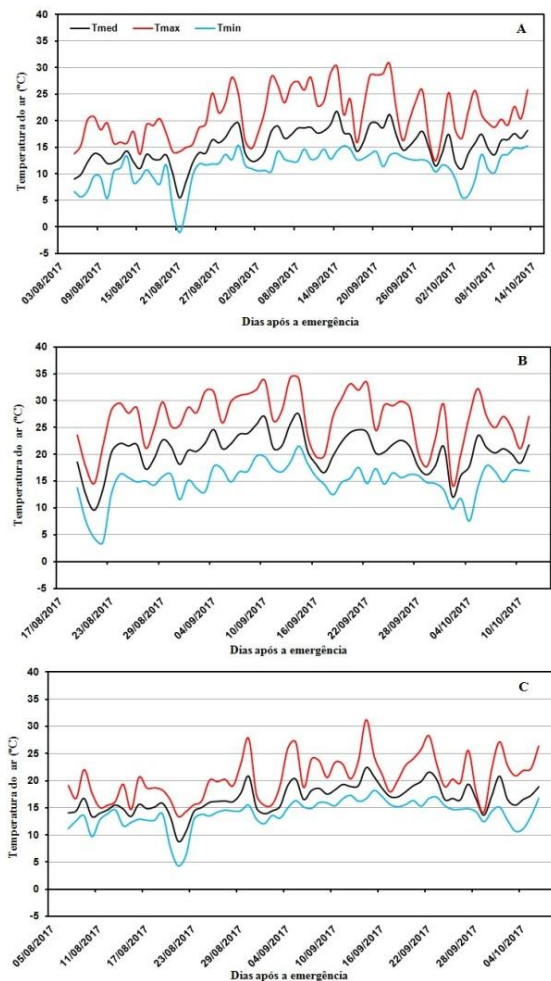
A radiação solar global (R_g) média disponível na fase de emergência (VE) ao início do espigamento (R1) para as plantas de gladiolo cultivadas em Curitibanos foi de $349,7 \text{ cal cm}^{-2} \text{ hora}^{-1}$, em Concórdia foi de $376,6 \text{ cal cm}^{-2} \text{ hora}^{-1}$ e em Rio do Sul foi de $421,8 \text{ cal cm}^{-2} \text{ hora}^{-1}$. Verifica-se que nessa fase de desenvolvimento do gladiolo (VE-R1) a radiação solar média foi 17,1% maior em Rio do Sul em relação a Curitibanos e 10,7% maior em relação à Concórdia. Quanto à disponibilidade hídrica, a precipitação total nesse período foi maior em Rio do Sul, com 212,2 mm, sendo que em todos os locais havia sistema de irrigação de modo a evitar déficit hídrico. A evapotranspiração média variou de $2,4 \text{ mm dia}^{-1}$ a $3,3 \text{ mm dia}^{-1}$ (Tabela 1).

Tabela 1- Dados médios de radiação solar global (Rg; cal cm⁻² hora⁻¹), totais de precipitação pluvial (PP; mm), evapotranspiração diária (ETP; mm dia⁻¹), temperaturas máxima (Tmax; °C), mínima (Tmin; °C) e média (Tmed; °C), no período da emergência ao início do espigamento do gladiolo nos diferentes locais de cultivo em SC, 2018.

LOCAIS	Rg	PP	ETP	Tmax	Tmin	Tmed
Curitibanos	349,7	211,4	2,4	21,1	11,2	15,2
Concórdia	376,6	211,8	3,3	26,7	15,0	20,5
Rio do Sul	421,8	212,2	3,2	20,6	13,9	16,7

Durante o período experimental (VE-R1) a temperatura máxima absoluta do ar foi de 30,7°C em Curitibanos, 34,4°C em Concórdia e em Rio do Sul foi de 31,3°C. A temperatura mínima absoluta do ar foi de -1,0°C, 3,6°C e 4,3°C para Curitibanos, Concórdia e Rio do Sul, respectivamente. Não foram identificados estresses térmicos nas plantas nos diferentes locais de cultivo. De acordo com Uhlmann et al. (2017) danos para a cultura podem ocorrer se a temperatura mínima for menor que 2°C, por 3 dias consecutivos e se a temperatura máxima for maior ou igual a 34°C durante 3 dias consecutivos no período reprodutivo (Figura 3).

Figura 3 - Temperatura mínima (Tmin), média (Tmed) e máxima (Tmax) do ar da fase de emergência (VE) ao início do espigamento (R1) do gladiolo em Curitiba (A), Concórdia (B) e Rio do Sul (C).

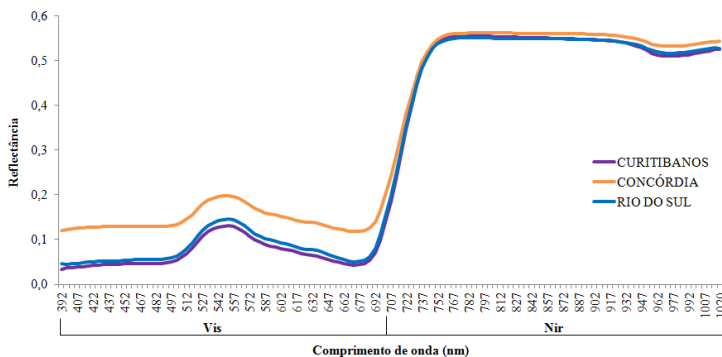


Fonte: O autor

3.2 RESPOSTA ESPECTRAL

A curva da vegetação possui um comportamento de baixos valores de reflectância na faixa do visível (Vis) e altos valores no infravermelho próximo (Nir) (Figura 4). A resposta espectral das folhas de gladiolo foi semelhante na região do Nir para os diferentes locais, sendo 55% de reflectância para as folhas de plantas cultivadas em Curitiba e Rio do Sul e 56% em Concórdia. Na região do Vis, a reflectância de folhas de gladiolo em Curitiba e Rio do Sul foi 12 e 13%, respectivamente. No entanto, em Concórdia a reflectância nesta região foi de 20%, diferenciando-se significativamente dos outros locais (Figura 4).

Figura 4 - Resposta espectral de folhas de gladiolo cultivadas no sistema de cultivo convencional em Curitiba, Rio do Sul e Concórdia, SC.



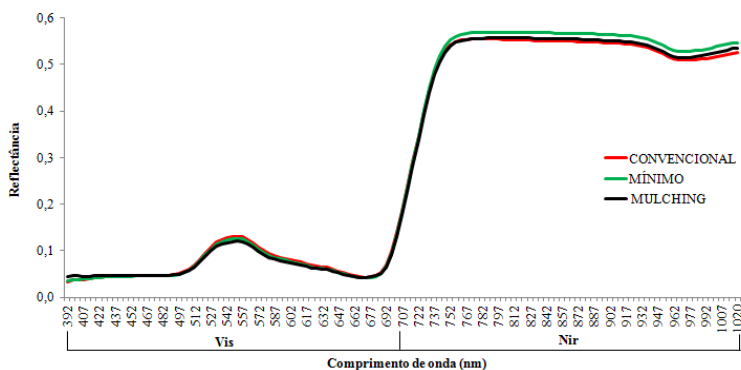
Fonte: O autor

A diferença de reflectância apresentada na Figura 4 pode ser atribuída às diferentes condições ambientais que as plantas foram expostas, pois cada local possui sua característica climática. Portanto, o estudo anatômico e fisiológico das folhas pode explicar o pico na região do visível para as plantas cultivadas em Concórdia.

Nos diferentes sistemas de cultivo observou-se que a resposta espectral foi semelhante nas duas regiões do espectro, não houve diferença estatística ao nível de probabilidade de 5% (Figura 5). Na região do Vis a porcentagem de reflectância para os sistemas convencional, mínimo e mulching foi de 13, 12 e 11% e na região do Nir a reflectância foi de 55, 58 e 56%, respectivamente. Corroborando

aos resultados encontrados nos sistemas de cultivo analisados neste estudo, em trabalho realizado com a cultura da soja em sistema convencional irrigado e sistema de plantio direto irrigado também observou-se ausência de diferença no comportamento espectral na região do visível, sendo que na região do infravermelho foi observada reflectância maior que 50% nos dois sistemas (ALMEIDA et al., 2005).

Figura 5 - Resposta espectral de folhas de gladiolo cultivadas em diferentes sistemas de cultivo (convencional, mínimo e mulching) nas condições edafoclimáticas de Curitiba, SC.



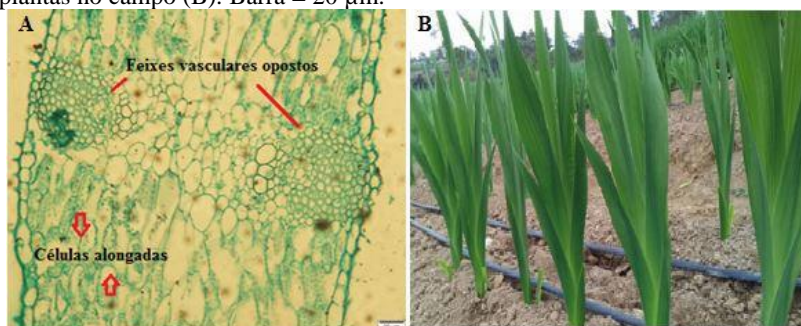
Fonte: O autor

3.3 ANATOMIA FOLIAR E FISIOLOGIA

3.3.1 Morfometria da lâmina foliar

A folha de gladiolo é unifaciada, caracterizada por apresentar duas filas de feixes vasculares opostos com pelo menos dois grandes feixes e as células mesofílicas são alongadas ao longo do eixo das folhas (Figura 6). Essa descrição está de acordo com a anatomia descrita para gladiolo por RUDDAL & GOLDBLATT (1991) e YAMAGUCHI & TSUKAYA (2010).

Figura 6 - Feixes vasculares e células mesofílicas alongadas de folhas de gladiolo em nível microscópico (A) e visualização de folhas de gladiolo em plantas no campo (B). Barra = 20 μ m.



Fonte: O autor

Em relação às espessuras dos tecidos da lâmina foliar há variações entre os locais cultivados (Tabela 2). As variações anatômicas podem ser interpretadas como uma estratégia de adaptação aos diferentes ambientes no qual as plantas estão expostas (ARIANO e SILVA, 2016).

Tabela 2 - Espessura total da lâmina foliar (ET), espessura da epiderme (EE), espessura da parede periclinal externa (EPPE), espessura do mesofilo (EM) e espessura da cutícula (EC), em μ m, de gladiolo cultivado em diferentes locais de Santa Catarina.

Locais	ET	EE	EPPE	EM	EC
Curitibanos	248,95a	11,50a	1,96b	226,89a	1,74b
Concórdia	179,44b	10,20b	2,30a	161,29b	2,20a
Rio do Sul	172,24b	9,72b	2,16ab	153,77b	1,84b

Médias seguidas por letra diferente na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$).

A espessura total da lâmina foliar (ET), espessura da epiderme (EE) e espessura do mesofilo (EM) foram maiores em plantas cultivadas em Curitibanos. No entanto, a espessura da cutícula (EC) foi maior em plantas cultivadas em Concórdia podendo estar associado à ocorrência de maior radiação solar e temperatura média do ar em relação a Curitibanos. Esses fatores podem desempenhar importante papel na reflexão da luz solar, para manutenção dos níveis ótimos de temperatura

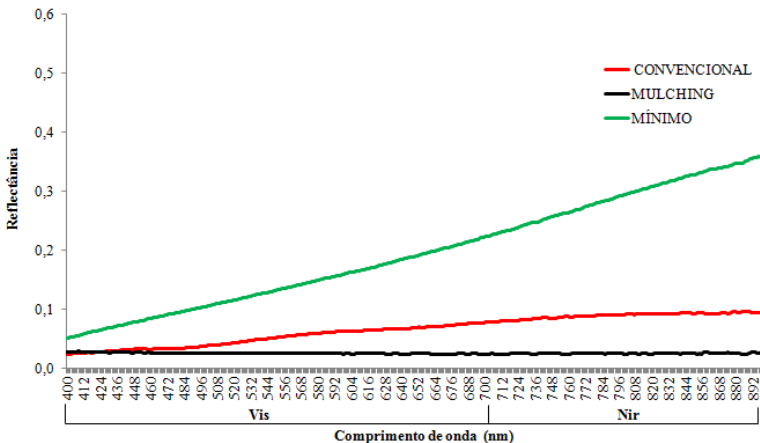
foliar e para efetivação dos processos fisiológicos, sendo assim a cutícula mais espessa reflete mais luz, podendo estar associado a maior reflectância medida em Concórdia (Figura 4). A espessura da parede periclinal externa (EPPE) para folhas de plantas cultivadas em Concórdia e Rio do Sul foram maiores. Na literatura verifica-se que quanto maior a radiação solar, maior o espessamento da parede periclinal externa protegendo os tecidos do mesofilo (SCHMIDT et al., 2017), nesse caso esses locais apresentaram maior radiação solar e temperatura média do ar. Estudos com inhame (*Colocasia esculenta*) mostraram que o aumento do sombreamento promoveu menor espessamento da cutícula e da parede celular (GONDIM et al., 2008), e que a modificação da epiderme é evidente especialmente devido a mudanças nos níveis de radiação em espécies do Cerrado (ROSSATTO, 2011). O aumento da epiderme em locais com menor luminosidade indica uma forma de adaptação da planta a essa condição (GONDIM et al., 2008). Outra espécie em que observou-se variação da estrutura anatômica de acordo com o ambiente em que se desenvolveu foi *Theobroma speciosum*, demonstrando capacidade adaptativa diante de diferentes condições de luminosidade (DARDENGO et al., 2017).

Além disso, estudos anatômicos com folhas de *Qualea parviflora* Mart. coletadas em três diferentes fitofisionomias no Mato Grosso indicaram diferenças entre os locais de coleta, principalmente, devido à disponibilidade hídrica. No Cerrado Rupestre de Transição, com menor índice pluviométrico que as outras regiões estudadas e por estar em afloramentos rochosos, essa espécie apresentou paredes celulares mais espessas, responsáveis pelo armazenamento de água em períodos mais longos de seca, evitando a perda de água (ARIANO e SILVA, 2016). Nos resultados obtidos para gladiolo em Curitiba, local com menor precipitação pluvial em relação à Concórdia e Rio do Sul, obteve-se as maiores medidas morfométricas, com exceção da EC e EPPE (Tabela 2). No entanto, em todos os locais havia sistemas de irrigação instalados nos canteiros, o que indica que outro elemento interferiu nessas variáveis.

Nas plantas cultivadas sob diferentes sistemas de cultivo também foi observado diferença estatística na morfometria das folhas, apenas para a EPPE não houve diferença entre os sistemas. A ET, EM e EE foram maiores em plantas cultivadas no sistema convencional, isso poderia ser atribuído à menor reflexão de luz pelo solo, pois não há nenhum tipo de cobertura no solo que poderia ocasionar refletividade, apenas absorvidade. No entanto, com a medida da resposta espectral dos sistemas de cultivo foi observado que no sistema convencional há

uma reflectância de 9,7% a mais que o mulching e menor que o cultivo mínimo com palhada. Nesse caso, a hipótese é de que outros fatores podem estar interferindo nas características foliares, como exemplo a temperatura e umidade do solo. Na região do Nir observa-se uma reflectância de 36% no sistema de cultivo mínimo, 10% no sistema convencional e 0,3 % no cultivo em mulching (Figura 7). Nas plantas do sistema de mulching é observado maior EC, o que pode ser atribuído à cobertura artificial utilizada, que ocasiona a maior absorção de energia, manutenção da umidade do solo e conseqüentemente teria a maior temperatura do solo. A maior reflectância observada no sistema de cultivo mínimo, na região do Nir, deve-se pela pouca radiação absorvida, ocasionando significativo espalhamento da radiação eletromagnética dentro da folha. Nesta faixa espectral, a estrutura celular predominou na refletância espectral da folha. Quanto mais seca a folha, nesse caso a palhada, maior é o vácuo dentro da folha e, conseqüentemente, maior será o espalhamento da radiação, resultando em altos valores de reflectância (SILVA, 2012).

Figura 7 - Resposta espectral dos sistemas de cultivo convencional, mínimo e mulching nas condições edafoclimáticas de Curitiba, SC.



Fonte: O autor

Em *Iris nezahatiae* da família Iridaceae, mesma família do gladiolo, a epiderme na superfície superior e inferior da folha são de camada única. E as células da epiderme superior (50-90 μm) são maiores do que as células da epiderme inferior (22-30 μm). A camada de cutícula é espessa (10-14 μm) em ambas as epidermes (KANDEMIR,

2016), essas medidas são maiores comparadas com as do gladiolo em que a espessura da epiderme variou de 9,72 a 12,02 μm e o espessamento da cutícula variou de 1,74 a 2,20 μm nos diferentes locais e sistemas de cultivo (Tabela 2 e 3).

Tabela 3 - Espessura total da lâmina foliar (ET), espessura da epiderme (EE), espessura da parede periclinal externa (EPPE), espessura do mesofilo (EM) e espessura da cutícula (EC), em μm , de gladiolo cultivado nas condições edafoclimáticas de Curitiba, SC.

Sistema de cultivo	ET	EE	EPPE*	EM	EC
Convencional	248,95a	11,50a	1,96	226,89a	1,74b
Mínimo	188,64c	12,02a	1,98	165,43c	1,78b
Mulching	210,70b	10,49b	1,87	191,43b	1,99a

Médias seguidas por letra diferente na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$). *Médias não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$).

3.3.2 Avaliação estomática

Os estômatos estão relacionados com a capacidade fotossintética, e, alterações em sua quantidade afeta diretamente a condutância estomática, ou seja, quanto maior a densidade estomática, maior a absorção de CO_2 (ABRANS et al., 1992; EVANS, 1999). Nesse caso, a densidade estomática (DS) não diferenciou significativamente entre os locais e sistemas de cultivo, sendo encontrados 280 a 300 estômatos por mm^2 (Tabela 4 e 5).

Tabela 4 - Comprimento (CE) e largura (LE) do complexo estomático (μm), comprimento (CP) e largura (LP) do poro estomático (μm) e densidade estomática (DS; número de estômatos/ mm^2) em folhas de gladiolo cultivado em diferentes locais, no sistema de cultivo convencional.

Locais	CE	LE	CP	LP*	DS*
Curitiba	16,44b	13,82b	9,34b	4,78	280,00
Concórdia	18,20a	15,77a	10,62a	4,84	280,00
Rio do Sul	14,83c	11,79c	8,20c	4,70	300,00

Médias seguidas por letra diferente na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$). *Médias não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$).

Em *Iris nezahatiae* a largura do estômato é de 29-31 μm e comprimento 30-35 μm (KANDEMIR, 2016). No gladiolo essas medidas foram menores, a largura variou de 11,79 a 15,77 μm e o comprimento variou de 14,83 a 16,47 μm , nos diferentes locais e sistemas de cultivo (Tabela 4 e 5).

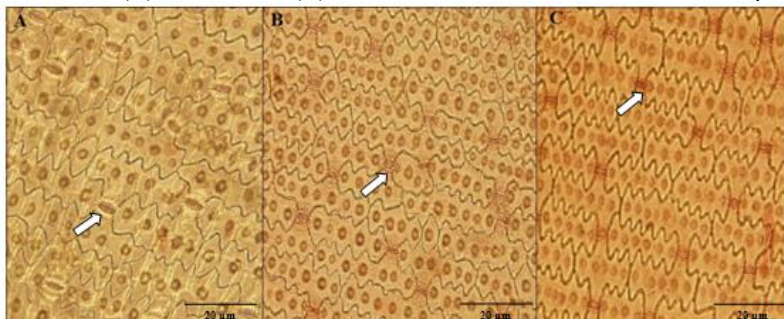
Tabela 5 - Comprimento (CE) e largura (LE) do complexo estomático (μm), comprimento (CP) e largura (LP) do poro estomático (μm) e densidade estomática (DS; número de estômatos/ mm^2) em folhas de gladiolo cultivado nas condições edafoclimáticas de Curitiba, SC, em diferentes sistemas de cultivo.

Sistema de cultivo	CE*	LE*	CP	LP*	DS*
Convencional	16,44	13,82	9,34a	4,78	280,00
Mínimo	16,47	14,00	8,95ab	4,82	280,00
Mulching	16,18	14,36	8,35b	4,53	300,00

Médias seguidas por letra diferente na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$). *Médias não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$).

Mudanças no comportamento estomático, em relação ao seu tamanho, é uma característica muito variável em plantas em função do ambiente (SILVA et al., 2005; MELO et al., 2004). Entre locais houve diferença estatística, em relação ao comprimento do estômato (CE), largura do estômato (LE) e comprimento do poro (CP), sendo Concórdia o local em que se obteve maiores medidas (Tabela 4; Figura 8). Devido a maior evapotranspiração e temperatura média, as plantas possuem a estratégia de manter a temperatura ótima das folhas, por isso ocorre um aumento dessas estruturas. Em ambientes com menor disponibilidade hídrica há tendência de diminuição no tamanho dos estômatos para que a folha tenha menor perda de água para o ambiente pela transpiração, contribuindo para o equilíbrio das trocas gasosas (BATISTA et al., 2010). Neste caso em todos os locais havia sistema de irrigação e a ETP e a temperatura foi maior em Concórdia em comparação aos demais locais. Dessa forma pode-se atribuir esse aumento do tamanho das estruturas (CE, LE e CP) à ETP e as temperaturas ocorridas em Concórdia (Tabela 4).

Figura 8 - Estômatos de plantas de gladiolo cultivado em Concórdia (A), Curitibabanos (B) e Rio do Sul (C). Setas indicam os estômatos. Barras = 20 μm .



Fonte: O autor

As dimensões estomáticas (comprimento e largura do poro estomático) de mudas de *Carapa guianensis* foram influenciadas significativamente pelo sombreamento, indicando o efeito da disponibilidade de radiação solar sobre as dimensões estomáticas, sendo maiores em plantas desenvolvidas a pleno sol (ARAGÃO et al., 2014). Para o gladiolo, sem utilização de sombreamento artificial, os níveis de radiação solar foram similares entre locais, indicando que outros fatores estão interferindo nas dimensões estomáticas. A quantidade, a distribuição, o tamanho e o formato dos estômatos são características de cada espécie e podem ou não ser modificadas em função das adaptações às condições ambientais (LARCHER, 2004).

Em relação aos sistemas de cultivo essa diferença não é observada, pois a condição ambiental foi a mesma, e os sistemas de cultivo utilizados não tiveram influência na maioria das variáveis avaliadas, apenas no comprimento do poro com tendência de ser menor no cultivo em mulching e mínimo, pois esses sistemas mantêm a temperatura do solo estável e provavelmente o poro estomático diminui evitando a perda excessiva de água. Além disso, o sistema de cultivo mínimo possui maior reflectância chegando a 36% na região do Nir o que pode influenciar nessa variável (Figura 7; Tabela 5).

3.3.3 Avaliação fisiológica

Em relação aos locais de cultivo, estes não influenciaram as variáveis fisiológicas, indicando que as plantas estavam fisiologicamente similares quanto a essas variáveis (Tabela 6). Outros autores também não encontraram diferenças nos teores de clorofila

como exemplo, em acerola em que os teores de clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila total não se diferenciaram estatisticamente em folhas expostas ao sol e folhas de sombra (SILVA e SILVA, 2005), e em folhas de sol e folhas de sombra de seringueira em que os teores de clorofila total em algumas cultivares foram semelhantes (CONFORTO; ANDREOLI, 2005). Hipoteticamente, a clorofila poderia ser maior em Curitiba que é o local com menor incidência de radiação solar (Tabela 1), mas isso não ocorreu. A tendência é de que com menor quantidade de luz há maior conteúdo de clorofila, como mostra o trabalho sobre crescimento inicial de *Piptadenia stipulacea* e *Anadenanthera colubrina* sob diferentes níveis de sombreamento, em que nas duas espécies estudadas, a concentração de clorofila total tendeu a aumentar com o acréscimo do nível de sombreamento, sendo que os maiores teores de clorofila foram encontrados nas plântulas submetidas ao tratamento de 70% de sombreamento (30% em relação ao pleno sol) (FERREIRA et al., 2012). No caso do gladiolo a máxima diferença de radiação foi de 17% entre os diferentes locais, podendo ser a hipótese dessa não diferença entre os locais, talvez se essa diferença de radiação fosse maior poderia ser encontrado resultados diferentes.

Tabela 6 - Teores de clorofila *a* (CloA), clorofila *b* (CloB), clorofila total (CloT) e carotenoides totais (CarT) em µg/mL em folhas de gladiolo cultivado em diferentes locais no sistema de cultivo convencional.

Locais	CloA*	CloB*	CloT*	CarT*
Curitiba	14,08	6,46	20,54	3,33
Concórdia	16,46	6,76	23,23	3,39
Rio do Sul	14,86	6,14	20,99	2,99

*Médias na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$).

No cultivo mínimo existe maior refletividade de luz, devido à cobertura utilizada no solo. No sistema convencional a luz refletida deve ser menor, portanto, os fotossistemas aumentam a síntese de clorofila *b*, no intuito de aumentar a captação da menor quantidade de luz refletida (Tabela 7). Também pode-se atribuir esses resultados a outros fatores como, umidade do solo, temperatura e presença de plantas daninhas, pois as características fisiológicas são influenciadas por uma série de fatores interligados (MACEDO; SILVA; SILVA, 2009).

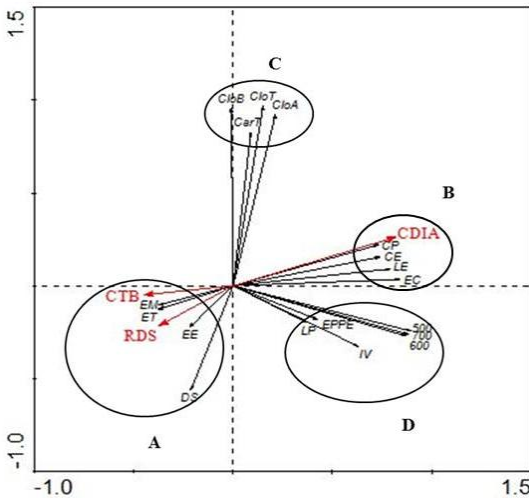
Tabela 7 - Teores de clorofila *a* (CloA), clorofila *b* (CloB), clorofila total (CloT) e carotenoides totais (CarT) em $\mu\text{g/mL}$ em folhas de gladiolo cultivado nas condições edafoclimáticas de Curitiba, SC, em diferentes sistemas de cultivo.

Sistema de cultivo	CloA*	CloB	CloT*	CarT*
Convencional	14,08	6,45a	20,54	3,33
Mínimo	12,50	5,26b	17,76	3,24
Mulching	12,76	5,56ab	18,33	3,03

Médias seguidas por letra diferente na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$). *Médias não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$).

A Análise de Componentes Principais (ACP) permite avaliar quais são as variáveis correlacionadas, sendo muito interessante, visto que permite elucidar relações entre as variáveis. E inclusive retirar algumas que são excessivamente correlacionadas, pois neste estudo tem um grande conjunto de variáveis medidas nas plantas. Na ACP representada pela Figura 9 observa-se que Curitiba e Rio do Sul estão no mesmo quadrante e o que influenciou a separação desses dois locais foram as variáveis anatômicas espessura total da lâmina foliar, espessura do mesofilo, espessura da epiderme e densidade estomática (Figura 9A). Para Concórdia o que diferenciou dos demais locais foram as variáveis comprimento do estômato, comprimento do poro, largura do estômato (Tabela 4; Figura 9B) e espessura da cutícula (Tabela 2; Figura 9B), sendo que as variáveis de clorofila *a*, *b*, totais e carotenoides tiveram menor influência para a separação dos locais (Tabela 6; Figura 9C). Os comprimentos de onda na região do Vis (500, 600, 700nm) e na região do infravermelho e as variáveis (largura do poro e espessura da parede periclinal externa, não tiveram muita influência na separação dos locais com essa análise (Figura 9D). O eixo 1 explica 32,9% e o eixo 2 explica 23,6% da variância das variáveis analisadas.

Figura 9 - Análise de Componentes Principais das variáveis anatômicas e espectrais de folhas de gladiolo cultivado em Curitiba, Concórdia e Rio do Sul. A = Espessura total da lâmina foliar (ET), espessura da epiderme (EE), espessura do mesofilo (EM) e densidade estomática (DS); B = Comprimento (CE) e largura (LE) do complexo estomático, comprimento do poro estomático (CP) e espessura da cutícula (EC); C = Teores de clorofila a (CloA), clorofila b (CloB), clorofila total (CloT) e carotenoides totais (CarT); D = Largura (LP) do poro estomático, espessura da parede periclinal externa (EPPE), Vis (visível nos comprimentos de onda de 500, 600 e 700nm) e Nir (infravermelho próximo nos comprimentos de onda de 707nm a 1020nm). Curitiba = CTB, Concórdia = CDIA e Rio do Sul = RDS.



3.3.4 Índice de plasticidade fenotípica

A plasticidade fenotípica em folhas de gladiolo apresentou índices para os parâmetros morfofisiológicos avaliados com ampla variação (Tabela 8). O parâmetro espessura da cutícula (EC) apresentou o maior IP nesse estudo (0,70), enquanto o comprimento do estômato (CE) e Carotenoides Totais (Car T) o menor IP (0,43). São consideradas muito plásticas as variáveis com IP superior a 0,6 e não plásticas aquelas cujo IP é próximo de 0 (VALLADARES et al., 2005). Identificou-se que 35,7% das variáveis analisadas exibem alta plasticidade (ET, EPPE, EM, EC e LE) e o restante (64,3%) apresentam valores medianos. Isso mostra que as plantas de gladiolo possuem alta capacidade em modificar sua morfologia e fisiologia em resposta a alterações ambientais, sendo

que os parâmetros estruturais são mais plásticos em comparação aos fisiológicos.

Tabela 8 - Índice de plasticidade fenotípica (IP) em folhas de plantas de gladiolo cultivadas em Santa Catarina.

Parâmetros morfofisiológicos	IP
Espessura da cutícula (EC)	0,70
Espessura do mesofilo (EM)	0,67
Espessura total da lâmina foliar (ET)	0,65
Espessura da parede periclinal externa (EPPE)	0,63
Largura do complexo estomático (LE)	0,60
Largura do poro estomático (LP)	0,59
Espessura da epiderme (EE)	0,58
Comprimento do poro estomático (CP)	0,56
Teores de clorofila <i>a</i> (Clo A)	0,54
Teores de clorofila <i>b</i> (Clo B)	0,53
Clorofila total (Clo T)	0,53
Densidade estomática (DS)	0,45
Comprimento do complexo estomático (CE)	0,43
Carotenoides totais (Car T)	0,43

As espécies de *Paratecoma peroba* e *Cariniana legallis* também tiveram um dos maiores IP da cutícula abaxial, sendo 0,08 e 0,16 respectivamente. Também teve destaque a epiderme adaxial, parênquima paliádico, parênquima esponjo, limbo e a densidade estomática (PARADIZO et al., 2015), no entanto os valores indicaram baixa plasticidade dessas plantas, ao contrário do gladiolo que foram as variáveis mais plásticas. Conforme a espécie estudada tem-se respostas diferentes às diferenças no meio abiótico, indicando estratégias ecológicas distintas. Isso pode ocorrer devido a diferentes demandas por recursos e diferentes características entre as espécies (MAIORALLI et al., 2009).

Estudos com outras espécies indicaram que o IP para espessura da cutícula em condições de maior radiação solar foi de 0,50, espessura do parênquima esponjoso (0,69) e densidade estomática (0,74 na face adaxial e 0,67 na face abaxial) (SOARES, 2012) e isso tem forte relação com os caracteres que influenciam na fotoproteção. Como exemplo, a cutícula que possui papel ecológico fundamental, referente à redução na perda de água, à reflexão de irradiação luminosa e na redução da temperatura, principalmente nas folhas expostas diretamente à radiação solar.

4 CONCLUSÃO

O estudo anatômico e fisiológico das folhas de gladiolo pode ter explicado a diferença de reflectância na região do Vis para as plantas cultivadas em Concórdia, pois a maior temperatura média pode ter influenciado na cutícula das folhas aumentando sua espessura. A consequência dessa característica é a maior reflexão de luz, indicada pela maior reflectância medida. Em relação à região do Nir não apresentou diferença entre as respostas espectrais medidas.

As condições diferentes na qual as plantas foram expostas seja o local ou o sistema de cultivo influenciaram na estrutura foliar do gladiolo.

A cultura do gladiolo exhibe plasticidade fenotípica para parâmetros morfofisiológicos, possibilitando a aclimação em diferentes condições ambientais, sendo os parâmetros estruturais mais plásticos em comparação aos fisiológicos.

REFERÊNCIAS

- ABRANS, M. C.; KLOEPPEL, B. D.; KUBISKE, M. E. Ecophysiological and morphological responses to shade and drought in two contrasting ecotypes of *Prunus serotina*. **Tree physiology**, v.4, n.10, p.343-355, 1992.
- ALMEIDA, T. S. et al. **Associação entre teor de clorofila na folha e a refletância da cultura da soja em distintas condições de manejo**. In: XIV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2p, 2005.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.
- ARAGÃO, D. S. et al. Efeito do sombreamento na anatomia foliar de plantas jovens de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.). **Revista Árvore**, v.38, n.4, p.631-639, 2014.
- ARIANO, A. P. R.; SILVA, I. V. Leaf anatomy of *Qualea parviflora* (Vochysiaceae) in three phytophysiognomies of the Mato Grosso State, Brazil. **Acta Amazonica**, v.46, n.2, p.119-126, 2016.
- BARBOSA, J. G. et al. **Palma-de-Santa-Rita (Gladíolo): Produção comercial de flores e cormos**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 113p, 2011.
- BATISTA, L. A. et al. Anatomia foliar e potencial hídrico na tolerância de cultivares de café ao estresse hídrico. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.3, p.475-481, 2010.
- BERSIER, J. D., BOCQUET, G. Les methodes d'éclaircissement en vascularisation et en morphogénie végétales comparées. **Archives Science**, v.13, n.4, p.555-556, 1960.
- BISSING, D. R. Haupt's Gelatin Adhesive Mixed with Formalin for Affixing Paraffin Sections to Slides. **Stain Technology**, v.49, n.2, p.116-117. 1974.
- BRAAK, C. J. F.; SMILAUER, P. **CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination (version 4.5)**. Microcomputer power, 2002.

BRAGA, F. T. et al. Qualidade de luz no cultivo in vitro de *Dendranthema grandiflorum* cv. Rage: características morfofisiológicas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.2, p.502-508, 2009.

CAMO Technologies Inc. **The Unscrambler appendices: method references .PDF document**, 2006. Disponível em: <https://www.camo.com/TheUnscrambler/Appendices/The%20Unscrambler%20Technical%20References.pdf> Acesso em: 19 jan.2019.

CASTRO, E. M.; PEREIRA, F. J.; PAIVA, R. **Histologia Vegetal: Estrutura e Função de Órgãos Vegetativos**. Lavras: UFLA, 234 p, 2009.

CONFORTO, E. C.; ANDREOLI, R. P. **Trocas gasosas e teor de clorofila em folhas autossombreadas de plantas jovens de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg.) cultivares RRIM 600 e FX 3864**. In: XX Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 2005.

DARDENGO, J. F. E. et al. Análise da influência luminosa nos aspectos anatômicos de folhas de *Theobroma speciosum* willd ex spreng. (Malvaceae). **Ciência Florestal**, v.27, n.3, p.843-851, 2017.

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. 334p.

EVANS, J. R. Leaf anatomy enables more equal access to light and CO₂ between chloroplasts. **New Phytologist**, v.143, n.1, p.93-104, 1999.

FERREIRA, W. N. et al. Crescimento inicial de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke (Mimosaceae) e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altshul (Mimosaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. **Acta Botanica Brasilica**, v.26, n.2, p.408-414. 2012.

GONDIM, A. R. O. et al. Plasticidade anatômica da folha de taro cultivado sob diferentes condições de sombreamento. **Bragantia**, v.67, n.4, p.1037-1045, 2008.

HISCOX, J. D.; ISRAESLTAN, G. F. A method for extraction of chlorophyll from leaf without maceration. **Canadian Journal of Botany**, v.57, n.12, p.1332-1334, 1979.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York, McGraw Hill Book Company, Inc. 523p, 1940.

KANDEMİR, N.; YAKUPOĞLU, H. Morphological and anatomical properties of endemic *Iris nezahatiae* distributed in the North-East Anatolia region (Turkey). **BEU Journal of Science**, v.5, n.1, p.104-112, 2016.

KUMAR, R. **Non-destructive assessment of nutritional and quality parameters during ripening of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruits**. Dissertação (Mestrado em Ciências), Indian Agricultural Research Institute, 193p, 2015.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMA Artes e Textos, 531p. 2004.

LIMA, A. P. B. et al. Transpiração e Condutância Estomática em Folhas de Mudas de Mogno (*Swietenia macrophylla* King R.A) Submetidas ao Estresse Hídrico e à Reidratação. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, n.2, p.933-935, 2007.

LIMA JÚNIOR, J. C. et al. **Mapeamento e quantificação da cadeia de flores e plantas ornamentais do Brasil**. 1.ed. São Paulo: OCESP, 132p, 2015.

MACÊDO F. S.; SILVA R. J. da; SILVA E. C. da. Exigências Climáticas. In: SOUZA, R. J. D.; MACÊDO F. S. 2009. **Cultura do alho: técnicas modernas de produção**. Lavras: UFLA, p.29-38, 2009.

MACHADO, C. C. C. et al. Relação entre parâmetros hídricos e morfoanômicos foliares e o comportamento espectral de espécies da caatinga utilizando imagem de satélite (thematic mapper landsat). **Revista de Geografia**, v.32, n.1, p.208-220, 2015.

MAIORALLI, C. P. et al. **Plasticidade anatômica e morfo-funcional em três espécies lenhosas crescendo sob Pinheiral e em Cerrado (Itirapina-SP)**. Tópicos em Ecologia Vegetal, 20p, 2009.

MELO, H. C. et al. Influência da aplicação de cálcio e alagamento do solo sobre características anatômicas das folhas de milho (*Zea mays* L.) “Saracura” BRS-4154. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.3, p.333-342, 2004.

PARADIZO, I. C. et al. Plasticidade fenotípica como indicador de arbóreas não pioneiras mais tolerantes à elevada luminosidade. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.35, n.84, p.359-369, 2015.

PONZONI, F. J.; DISPERATI, A. A. **Comportamento espectral da vegetação**. INPE, 1995. 37p.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos: Parêntese, 127 p., 2010.

QU, Y.; SUHONG, L.; JIANGZHOU, X. Spectral response of wheat (*Triticum aestivum* L.) leaves to copper stress. **International Geoscience and Remote Sensing Symposium**, v.978, n.1, p.2780-2783, 2010.

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/>>. Acesso em: 26 jan. 2019.

ROSSATTO, D. R. **Grupos em estudo do cerrado sensorial: uso de recursos hídricos, variabilidade e efeito filogenético em diferentes grupos de estudo e funções foliares**. Tese (Doutorado em Ecologia), Universidade de Brasília. Instituto de Ciências Biológicas, 137p, 2011.

RUDDAL, P.; GOLDBLATT, P. Leaf anatomy and phylogeny of Ixiodeae (Iridaceae), **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.106, n.4, p.329-345, 1991.

SCHMIDT, D. et al. Morfoanatomia foliar de azevém no sub-bosque de espécies arbóreas em sistemas agroflorestais. **Revista Ceres**, v.64, n.4, p.368-375, 2017.

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

SILVA, A. M. **Caracterização espectral das folhas úmidas e secas, da cana-de-açúcar, com ênfase nos componentes lignina, celulose e hemicelulose.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola, 156p, 2012.

SILVA, L. M.; ALQUINI, Y.; CAVALLET, V. J. Interrelações entre anatomia e a produção vegetal. **Acta Botânica**, v.19, n.1, p.183-194, 2005.

SILVA, J. M.; SILVA, M. C. F. Determinação dos teores de clorofilas, estômatos e parênquima em aceroleira. **Revista Hispec & Lema**, v.1, n.1, p.1-7, 2005.

SILVA JÚNIOR, M.C. et al. Detecção do efeito da adubação nitrogenada em *Brachiaria decumbens* Stapf. utilizando um sistema de sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.411-419, 2008.

SOARES, M. G. **Plasticidade fenotípica de plantas jovens de *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex. DC) Matos (Bignoniaceae) em resposta a radiação solar.** Dissertação (Mestrado em Biologia), Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Humanas e Naturais, 91p, 2012.

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

UHLMANN, L. O. et al. PhenoGlad: A model for simulating development in *Gladiolus*. **European Journal of Agronomy**. v.82, n.1, p.33-49, 2017.

VALLADARES, F. et al. Plastic phenotypic response to light of 16 congeneric shrubs from a Panamanian rainforest. **Ecology**, v.81, n.7, p.1925-1936, 2000.

VALLADARES F. et al. Shade tolerance, photo inhibition sensitivity and phenotypic plasticity of *Ilex aquifolium* in continental Mediterranean sites. **Tree Physiology**, v.25, n.8, p.1041-1052, 2005.

WELLBURN, A. R. The spectral determination of chlorophyll a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal of Plant Physiology**, v.144, n.3, p.307-313, 1994.

YAMAGUCHI, T.; TSUKAYA, H. Evolutionary and developmental studies of unifacial leaves in monocots: *Juncus* as a model system. **Journal of Plant Research**, v.123, n.35, p.35-41, 2010.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estado de Santa Catarina possui características climáticas e topográficas que permitem a produção de espécies diversificadas e plantas de qualidade, como exemplo a cultura do gladiolo, que se adapta a diferentes tipos de solos e a variações de temperatura do ar e do solo, por isso é considerada uma planta rústica. A temperatura do ar ótima para o cultivo está entre 20°C e 25°C, temperaturas extremas causam queimaduras na planta e atrasam seu desenvolvimento e produção de flores (PAIVA et al., 1999; SCHWAB et al., 2018). De acordo com Zubair et al. (2006), os cultivos de gladiolo sofrem influência tanto dos diferentes anos de cultivos, quanto das diferentes épocas e locais de plantio, influenciando no crescimento, desenvolvimento e conseqüentemente na qualidade final do produto. Além disso, é importante ressaltar que as características anatômicas das folhas e resposta espectral podem ser influenciadas pelas condições ambientais, como exemplo a baixa temperatura pode levar a modificações na morfologia externa e interna das plantas (CARVALHO, 2012).

Nesse estudo observou-se que as diferentes condições climáticas em que as plantas foram expostas influenciaram em suas características de produção e anatômicas. Na produção da cultura é importante ressaltar que os riscos de perda aumentam nos plantios mais tardios, como exemplo visando à colheita para o Dia dos Namorados nas regiões de clima Cfb. Além disso, o período de desenvolvimento é maior e as plantas apresentam menor crescimento e qualidade de haste em relação ao clima Cfa. A anatomia foliar caracterizada principalmente pela Espessura total da lâmina foliar (ET), Espessura da epiderme (EE) e Espessura do mesofilo (EM) é alterada em plantas de clima Cfb. A Espessura da cutícula (EC) foi maior em plantas cultivadas em Concórdia, sendo assim a cutícula mais espessa reflete mais luz, podendo estar contribuindo para a maior reflectância medida. Outro fator importante é que quanto mais espessa é a cutícula, mais resistente é a planta aos patógenos e insetos, aspecto que influencia nas características produtivas da cultura (SILVA; ALQUINI; CAVALLE, 2005).

Outro parâmetro que é influenciado pelas condições abióticas são os estômatos, importantes estruturas para a produção vegetal, que variam conforme a espécie (SILVA; ALQUINI; CAVALLE, 2005). Em baixa intensidade luminosa, pode ocorrer menor quantidade de estômatos, no entanto, nesse estudo, nos diferentes locais, a densidade estomática não se alterou, apenas Comprimento do poro estomático

(CP), Comprimento do complexo estomático (CE) e Largura do complexo estomático (LE) foram maiores em Concórdia, provavelmente está relacionado às maiores temperaturas registradas. Nesse caso, as plantas possuem a estratégia de manter a temperatura ótima das folhas, ocasionando um aumento dessas estruturas, ajudando a planta a manter o balanço entre a perda de água e suas necessidades de oxigênio e gás carbônico.

Em relação às características fisiológicas, como teor de clorofila, o local de cultivo não teve influência, sendo um indicativo de que as plantas estavam fisiologicamente iguais para esses parâmetros observados. O teor de clorofila nas folhas é um indício da capacidade de assimilação de carbono em plantas, podendo também fornecer informações relevantes sobre variações do estado fisiológico das plantas em relação às estratégias de resposta para condições de estresse.

Através do índice de plasticidade foi possível observar que as plantas de gladiolo possuem capacidade de se adaptar a diferentes condições ambientais, pois têm alta plasticidade para parâmetros morfofisiológicos, tornando-se importante para a manutenção e proteção do processo fotossintético, mantendo-o em funcionamento mesmo em condições adversas.

Em relação à influência dos diferentes sistemas de cultivo do solo nas características das plantas, observa-se que o sistema de cultivo influenciou na estrutura do gladiolo. As plantas cultivadas em sistema de cultivo mínimo e mulching tiveram desempenho normal no crescimento, desenvolvimento e qualidade das hastes nas diferentes épocas, podendo ser adotados para as três cultivares estudadas. No entanto, recomenda-se mais estudos com diferentes tipos de palhada para o cultivo mínimo, de modo a caracterizar e indicar para os produtores em cada região. Esses sistemas são opções de melhoria da conservação dos solos proporcionando maior controle de plantas daninhas e menor consumo de água para irrigação devido à redução no processo de evaporação (YURI et al., 2014). No caso do cultivo mínimo, a menor mobilização do solo favorece melhoria das qualidades físicas e químicas do solo. É importante destacar que para o cultivo mínimo, tem-se uma exigência de maior umidade no solo na época de plantio, uma vez que o solo não é revolvido. Além disso, nesse tipo de cultivo não há maquinário específico para o plantio, podendo ser realizado com enxadas em caso de pequena área ou pode-se adaptar com outros equipamentos agrícolas, como exemplo rotocar, utilizado para o plantio de cebola em SC ou sulcadores estreitos que cortam a linha na

profundidade de 15 cm. Para o mulching, como os canteiros ficam totalmente cobertos e o sistema de irrigação por gotejamento ficam embaixo da cobertura, problemas com entupimento ou vazamentos são de difícil observação, necessitando monitoramento detalhado. Há também a necessidade de mão de obra qualificada e tempo para manusear o plástico para colocar nos canteiros. Além disso, é importante o produtor estar ciente do custo para a aquisição da cobertura artificial.

Os experimentos realizados em SC indicam produção de hastes florais de gladiolo com padrões elevados de qualidade, sendo 86,1% das hastes classificadas. A porcentagem de hastes classificadas não foi maior devido a baixas temperaturas registradas durante o ciclo da cultura. Nesses experimentos não foram observados danos causados por altas temperaturas, mas é um fator que também pode influenciar na qualidade do produto, principalmente em locais de clima Cfa. A produção de gladiolo é uma alternativa de renda para os produtores, pois se adapta em diferentes condições ambientais, tornando-se uma opção na diversificação das propriedades de SC, uma vez que se produz hastes de qualidade, sendo os sistemas de cultivo mínimo e mulching uma forma de minimizar os impactos no solo, pois o estado possui relevo acentuado tornando mais suscetível aos processos erosivos.

Através desse estudo, foi possível destacar opções de preparo do solo, como nova alternativa de cultivo desta flor. Esta iniciativa, na busca da sustentabilidade tem visão de sistema na floricultura, uma vez que a maioria dos estudos relacionados a conservação dos solos são realizados com culturas anuais de grãos. Com os resultados encontrados, pode-se destacar que esses sistemas de cultivo podem ser adotados, pensando na conservação dos recursos naturais e serão divulgados para agricultores e extensionistas.

Além dos sistemas de cultivo que podem ser adotados, o manejo da cultura pode ser realizado através da espectrorradiometria, uma ferramenta que obtém informações sobre como a vegetação processa a radiação eletromagnética ao longo do crescimento e desenvolvimento das culturas. Com esse estudo inicial das características fisiológicas e anatômicas, futuramente será possível a realização de aplicação de fertilizantes e parâmetros nutricionais e de qualidade, evitando a coleta de plantas, minimizando ou reduzindo, previamente estresses nas plantas.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, C. P. **Influência de baixas temperaturas no crescimento, conteúdo de carboidratos e aclimatização da bromélia endêmica *Nidularium minutum* Mez. cultivada in vitro.** Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente), Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, 119 p, 2012.

PAIVA, P. D. O. et al. **Cultura do gladiolo.** Lavras: UFLA - Departamento de Agricultura, 12p. 1999.

SILVA, L. M.; ALQUINI, Y.; CAVALLE, V. J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta Botânica Brasilica**, v.19, n.1, p.183-194, 2005.

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

YURI, J. E.; COSTA, N. D.; PINTO, J. M.; CORREIA, R. C. Uso de cobertura plástica no cultivo do meloeiro, **Instruções Técnicas da Embrapa Semiárido**, 2p, 2014.

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