



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRARIAS
CURSO DE AGRONOMIA
AREIA – PB

CICATRIZAÇÃO DE CORMOS DE GLADIÓLOS LESIONADOS E
ARMAZENADOS SOB REFRIGERAÇÃO

RENATA RANIELLY PEDROZA CRUZ

AREIA- PB
JUNHO DE 2017

RENATA RANIELLY PEDROZA CRUZ

**CICATRIZAÇÃO DE CORMOS DE GLADÍOLOS LESIONADOS E
ARMAZENADOS SOB REFRIGERAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso
apresentada à Universidade
Federal da Paraíba, como parte
das exigências do para obtenção
do título de Engenheira
Agrônoma


**AREIA- PB
JUNHO DE 2017**

RENATA RANIELLY PEDROZA CRUZ

**CICATRIZAÇÃO DE CORMOS DE GLADIÓLOS LESIONADOS E
ARMAZENADOS SOB REFRIGERAÇÃO**

Aprovada em: 19 de junho de 2017.

Francisco de Assys R. da Mota Sousa
Msc. Francisco de Assys Romero da Mota Sousa
Universidade Federal da Paraíba
(Examinador)


Profª Drª Elida Barbosa Corrêa
Universidade Estadual da Paraíba
(Examinadora)

Silvanda de Melo Silva
Profª Drª Silvanda de Melo Silva
Universidade Federal da Paraíba
(Examinadora)

Wellington Souto Ribeiro
Prof. Dr. Wellington Souto Ribeiro
Universidade Estadual da Paraíba
(Orientador)

Dedico a pessoa mais importante da minha vida, minha mãe Lucidalva Pedroza da Costa. Tivemos que nos separar já faz algum tempo, no entanto, ela está mais viva do que nunca no meu coração e em todos os momentos da minha vida (*in memorium*).

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, Nosso Senhor, por estar comigo desde o primeiro momento da minha vida e ter me concedido muita força nos últimos quatro anos para seguir em frente, bem como, apesar de todas as minhas falhas (imensas falhas) ainda zela por mim.

A minha mãe Lucidalva Pedroza da Costa dedico esta vitória, ela não está fisicamente comigo, o que me deixa demasiadamente triste. No entanto, se houver a mínima possibilidade de estar vendo que cheguei até aqui, eu sei o quão orgulhoso estará do que me tornei e do que fui capaz de conquistar. Além disso, usei de todos seus ensinamentos, da sua garra, da sua perseverança e de sua fé para primeiramente me reconstruir, logo após, a sua partida. Afinal, não haveria exemplo maior para me espelhar nesta vida. Meu coração tem muito ainda a dizer, mas meus olhos não aguentam expor tanta dor através de lágrimas por está escrevendo isso em vez de dizê-la pessoalmente, por isso, dou como encerrado este agradecimento dedicado à minha mãe.

Ao meu pai José Marques Cruz Neto por todo carinho e amor expressado de sua própria forma peculiar e toda ajuda me concedida ao longo da vida.

Ao meu irmão Renato Wallas Pedroza Cruz sou grata pelo companheirismo e pelo amor que foi me dado ao longo da minha vida.

A minha tia Lucia Pedroza da Costa sou grata por sua vida e por tê-la na minha, eu não teria tido as mínimas condições de ter chegado à conclusão do meu curso sem esta mulher. Além disso, agradeço ao seu amor, a sua preocupação e por se fazer presente sempre mesmo estando longe de mim.

Ao meu orientador Wellington Souto Ribeiro, agradeço por ser meu amigo, meu companheiro desta vida tão desleal e acreditar em mim mesmo que os outros duvidassem e acima de tudo, um irmão que a vida me deu. Durante quatro anos, tivemos bons momentos e outros bem difíceis, os quais sempre recebi conselhos sábios e eficazes. Além disso, sou grata pelas palavras “duras” que li e ouvi, quando meu foco estava distante do que era cabível aos meus sonhos. “Somos dois rios que sempre se encontram no mar”, ou seja, nossa amizade será muito além dos muros da academia.

A Larissa Evelyn Pontes Farias, agradeço sua amizade e irmandade, levando comigo nossos quase quatro anos de convívio, de amizade, as nossas brigas maravilhosas (todos achavam que um dia nos mataríamos) e principalmente, toda a forma de amor que me deu, ora minha amiga, ora uma espécie de mãe. A frase “ levamos amigos da faculdade para a vida” é totalmente coerente neste caso, porque mesmo com o passar dos anos desejo estar presente na sua vida.

Aos meus coleguinhas de turma João Paulo (Joãozinho), André Spinosa, Helen Carolline (Carol), Caroline Marques (Tia Carol), Robevania Alves (Ro) e Christian Delfino, agradeço pelos momentos bons que compartilhamos, pela amizade, pelas tretas gigantescas e as tantas pelotas que pagaram para mim.

As professoras Márcia Eugênia e Márcia Targino, que são duas mulheres de fibra e que se tornaram heroínas para mim, agradeço pelos ensinamentos, pelas belas palavras de incentivo e como sempre digo “ se um dia eu for como vocês duas, eu venci na vida”.

Aos professores Ademar Pereira e Manoel Bandeira, eu sou imensamente grata por todas as conversas proveitosas que tivemos, os conselhos e as conversas de como conduzir a vida.

A Evilásio, meu querido, agradeço de coração pelos tantos fiados que me vendeu para que pudesse me manter alimentada nos dias sombrios do R.U., pela amizade que foi desenvolvida e por me deixar ver as novelas das 18h diariamente.

Agradeço a Andreia, Dalvinha, Dona Dulce, Dona Denise, Adriana, seu Ronaldo, Candinho, Seu Nino, dona Marielza, Cícero, Roque, Naum, Seu Toinho, Seu Dequinha, seu Antonio, Zezinho e todos os outros por serem meus queridos amigos, pela sua gentileza, seu respeito e acima de tudo sua amizade. Espero que todos os alunos tenham a oportunidade de estar sempre com pessoas tão maravilhosas como vocês, a saudade será imensa de não os ver todas as manhãs.

Aos meus amigos Magnólia (Mag), Anderson Dantas, Victor (Índio), Rafael (Fiu), Waleska (Waleskão), Viviane (Vivoca), Carol Eloy, Dinho Avelino, Mário Veras Shayane (Shay), Ramerson, Francine (Devil), Arielly (Ary), José Gomes, Geysilene, Vilar (Viletinha), Franciane (Fran), Rafaela (Rafa), Arielly (Ary), Amadeu (Dedeu), Eliane, Ana Carolina (Carol), Jean, Nadja, Paloma e tantos outros, agradeço a Deus por suas vidas, por Ele os ter colocado na minha vida e pelo companheirismo ao longo dos anos.

Agradeço a mim mesma, afinal de contas, sem mim este capítulo da minha história não teria sido concretizado.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo Geral	3
2.2. Objetivos específicos	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1.1. Plantas ornamentais no contexto social	4
3.1.2. Mercado de Flores e Plantas Ornamentais.....	5
3.1.3. Cultura do Gladiolo	6
3.1.4. Armazenamento Refrigerado	8
3.1.5. Gênero <i>Fusarium</i>	9
3.1.6. Mecanismos de Defesa	10
4. MATERIAL E MÉTODOS	12
4.1. Localização e matéria-prima	12
4.2. Procedimento experimental	12
4.2.1. Perda de massa fresca	12
4.2.2. Respiração	12
4.2.3. Suberização e lignificação	13
4.2.4. Escurecimento dos tecidos	14
4.2.5. Compostos Fenólicos	14
4.3. Indução dos mecanismos de cicatrização	14
4.4. Obtenção dos isolado de <i>Fusarium oxysporum</i>	14
4.5. Inoculação pós-colheita	15
4.6. Análise dos dados.....	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
6. CONCLUSÕES.....	31
7. LITERATURA CITADA.....	32

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** (A) Lago de peixes com flores de Lótus e alameda de palmeiras. The Garden in Ancient Egypt. London: The Rubicon Press. (B) Jardins Suspensos da Babilônia por Martin Heemskerck e Petit Larousse.....4
- Figura 2.** Aspecto geral de inflorescência e cormos de *Gladiolus grandiflorus*.....6
- Figura 3.** Aspecto geral das embalagens de gladiolo.....8
- Figura 4.** Aspecto geral de cormos de gladiolos infectados por *Fusarium oxysporum* sp. *gladioli*.....10
- Figura 5.** Perda de massa (%) de cormos lesionados e não lesionados de *Gladiolus grandiflora* (Hort.) sob armazenamento refrigerado a 12°C por 21 dias.....16
- Figura 6.** Taxa respiratória (CO₂ (mg.Kg⁻¹)) de cormos lesionados e não lesionados de *Gladiolus grandiflora* (Hort.) sob armazenamento refrigerado a 12°C por 21 dias.....18
- Figura 7.** Evolução de compostos fenólicos (mg de ácido gálico.g⁻¹) em cormos lesionados de *Gladiolus grandiflora* (Hort.) durante o armazenamento.....19
- Figura 8.** Lignificação em cormos lesionados armazenados a 12° C durante 21 dias. As setas identificam áreas lignificadas (Objetivas 10x e 40x). Bar = 100 um.....21
- Figura 9.** Suberização em cormos lesionados armazenados a 12° C durante 21 dias (Objetivas 10x e 40x). Bar = 100 um.....22

Figura 10. Corte transversal em cormos de <i>Gladiolus grandiflora</i> denotando os danos causados a epiderme e a ruptura celular após as lesões (Objetiva 20x)	24
Figura 11. Aspecto geral das superfícies de cormos lesionados destacando a mudança da coloração durante o armazenamento.....	25
Figura 12. Esquema simplificado das reações de escurecimento na superfície injuriada de cormos de gladiólo.....	26
Figura 13. Área lesionada (%) de cormos lesionados e não lesionados de <i>Gladiolus grandiflora</i> (Hort.) sob armazenamento refrigerado à 12°C e 90% de umidade relativa por 30 dias.....	28
Figura 14. Aspecto dos cormos de <i>Gladiolus gradiflora</i> após a infecção de <i>Fusarium oxysporum</i> sob armazenamento refrigerado à 12° C e 90% de umidade relativa durante 30 dias.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resumo da tabela de variância para as variáveis perda de massa, respiração, compostos fenólicos e infecção de cormos de <i>Gladiolus grandiflora</i>	16
---	----

CRUZ, R. R. P. **Cicatrização de cormos de gladiolos lesionados e armazenados sob refrigeração.** 2017. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB.

RESUMO

A produção e comercialização de flores e plantas ornamentais vêm se expandindo consideravelmente no mercado mundial. No Brasil, o setor de flores e plantas ornamentais faturou cerca de R\$ 6,2 bilhões em 2016. No entanto, cerca de 50% da produção neste setor é facilmente deteriorada, e os principais fatores geradores destas perdas são as práticas precárias de colheita, armazenamento e transporte – causando abrasões, atritos e ferimentos – que podem ser usados por patógenos oportunistas para a infecção dos tecidos. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar e identificar, durante o armazenamento refrigerado, os processos de cicatrização de cormos de gladiolos submetidos à simulação de transporte e manuseio inadequados e como estes eventos atuam contra a entrada e estabelecimento de infecção causada por *Fusarium oxysporum*. O trabalho foi conduzido no Laboratório de Biologia do Departamento de Agroecologia e Agropecuária do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual da Paraíba e no Laboratório de Botânica do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. Os cormos de gladiolos foram lesionados com escova de aço inoxidável Sudomar 25 cm em movimentos verticais (simulando as injúrias causadas pelo manuseio e transporte inadequados) e armazenados em sacos do tipo Kraft em câmara fria com temperatura média de $12^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $90\% \pm 5\%$. Durante o período de armazenamento realizaram-se as análises de perda de massa, respiração, lignificação, suberização, compostos fenólicos e taxa de infecção dos tecidos. Foi observado que os eventos de cicatrização em cormos de gladiolo podem ser sistematizados em uma sequência temporal definida: no primeiro momento, a descompartimentalização celular expõe enzimas a substratos e O_2 que pode resultar na formação de melanina (escurecimento), que é a primeira fase de defesa dos cormos. No segundo momento, a lesão resulta em imediato aumento da taxa respiratória que formam os esqueletos de carbono utilizados para síntese de componentes da parede celular e compostos fenólicos que comporão a segunda defesa dos cormos, os substratos fenólicos gerados na etapa anterior são utilizados para formação de camadas de deposição de lignina e suberina durante o armazenamento que fortaleceram o tecido lesionado, selando-o da entrada de água, evitando a lixiviação de compostos exsudados e protegendo contra a entrada e colonização/infecção de patógenos e por fim, a produção de compostos fenólicos e os eventos cicatrizantes em cormos de gladiolos atuaram efetivamente contra a entrada e estabelecimento da infecção de *Fusarium oxysporum* ao 3º dia após a lesão, graças aos mecanismos de defesa induzidos e pré-formados.

Palavras-Chave: horticultura; flores; plantas ornamentais; *Fusarium oxysporum*.

CRUZ, R. R. P. **Healing of injured gladiolus corms and stored under refrigeration.** 2017. 41f. Completion of course work - Center of Agrarian Sciences, Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB.

ABSTRACT

The production and marketing of flowers and ornamental plants have been expanding considerably in the world market. In Brazil, the sector of flowers and ornamental plants earned about R\$ 6.2 billion in 2016. However, about 50% of production in this sector is easily deteriorated, and the main factors responsible for these losses are poor harvesting practices, Storage and transport - causing abrasions, friction and injury - that can be used by opportunistic pathogens for tissue infection. In this context, the objective of this work is to evaluate and identify, during refrigerated storage, the healing processes of gladiolus corms submitted to the simulation of inadequate transport and handling and how these events act against the entry and establishment of *Fusarium oxysporum* infection. The work was conducted at the Laboratory of Biology of the Department of Agroecology and Agropecuaria of the Center of Agrarian and Environmental Sciences of the State University of Paraíba and in the Laboratory of Botany of the Department of Plant Science and Environmental Sciences of the Center of Agricultural Sciences of the Federal University of Paraíba. The gladiolus corms were injured with a Sudomar 25 cm stainless steel brush in vertical movements (simulating injuries caused by inadequate handling and transport) and stored in Kraft-type bags in a cold room with a mean temperature of $12^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ and relative humidity of $90\% \pm 5\%$. During the storage period, analyzes of mass loss, respiration, lignification, suberization, phenolic compounds and tissue infection rate were performed. It was observed that the healing events in gladiolus corms can be systematized in a defined temporal sequence: at the first moment, the cellular decompartmentalization exposes enzymes to substrates and O_2 that can result in the formation of melanin (darkening), which is the first phase of defense of the corms. In the second moment, the lesion results in an immediate increase in the respiration rate that form the carbon skeletons used for the synthesis of cell wall components and phenolic compounds that will compose the second defense of the corms, the phenolic substrates generated in the previous stage are used for the formation of lignin deposition layers and suberin during storage that strengthened the injured tissue, sealing it from the ingress of water, avoiding the leaching of exudate compounds and protecting against the entry and colonization / infection of pathogens and, finally, the production of phenolic compounds and The healing events in gladiolus corms effectively acted against the entry and establishment of *Fusarium oxysporum* infection on the 3rd day after injury, thanks to the induced and preformed defense mechanisms.

Keywords: horticulture; flowers; ornamental plants; *Fusarium oxysporum*.

1. INTRODUÇÃO

A produção e comercialização de flores e plantas ornamentais vêm crescendo significativamente no mercado mundial, sendo um dos segmentos mais promissores da horticultura intensiva. (JUNQUEIRA & PEETZ, 2014).

No Brasil, a produção e consumo de flores e plantas ornamentais está acompanhando a tendência do mercado mundial (ESPERANÇA, 2016). Atualmente, dentre os diversos segmentos do agronegócio, o setor de floricultura se destaca pelos altos investimentos em tecnologia e o faturamento com vendas no mercado interno e externo. No ano de 2014, o setor de bulbos e sementes correspondeu a 58% das exportações com faturamento de US\$ 46,81 milhões. No ano de 2015 ocorreu um crescimento de 6% das exportações em relação ao ano anterior (IBRAFLOR, 2016).

No Brasil, a exploração desta atividade econômica é favorecida pela grande diversidade das condições edafoclimáticas dos ecossistemas, que permitem a produção de diversas espécies de flores e plantas ornamentais, além de possibilitar a introdução, domesticação e produção de novas espécies não identificadas e/ou não exploradas economicamente (KAMPF, 2005).

Gladiolus sp. é um gênero proveniente da África do Sul, pertencente à divisão das Angiospermas e à família Iridaceae. É popularmente conhecida por gladiólo e Palma-de-Santa-Rita. Bem adaptada ao desenvolvimento em diferentes condições climáticas, o gladiólo possui elevada produtividade, apresenta um ciclo curto e alto retorno econômico sendo utilizada em todo o mundo como flor de corte. A grande variedade de coloração das flores (HASSAN *et al.*, 2014; KUMAR *et al.*, 2014; GIACON, 2015) faz do gladiólo uma das espécies mais cultivadas no mundo.

Os cormos de gladiólo são comumente vendidos em sacos de polipropileno agrupados em número de 6-10. Estes sacos permitem o contato com o ambiente circundante e não protegem os bulbos contra danos mecânicos causados pelo atrito, amassamento ou cortes. Estas são as principais portas de entrada para o ataque de diversas espécies de *Fusarium*, que causam sérias perdas durante o armazenamento (LAKSHMAN, 2012).

O processo de cicatrização é caracterizado por uma série complexa de eventos moleculares e celulares que interagem e se sobrepõem para a resposta da reconstrução do tecido a lesão durante as operações de colheita, manuseio, transporte e armazenamento inadequados. Os mecanismos de cicatrização atuam através da divisão

celular, biossíntese de calose, formação de camadas de suberina e lignina e uso de proteínas estruturais para auxiliar na defesa do vegetal selando o local do ferimento, reparando o dano para minimizar a desidratação e a infecção por patógenos (EL HADIDI, 1969; RITTINGER *et al.*, 1987; LÉON *et. al.*, 2001).

A fusariose é a doença mais severa dos gladiolos nas condições brasileiras. Ela é um dos maiores fatores limitantes para o desenvolvimento da cultura. Os ferimentos não cicatrizados, proporcionam aos agentes patogênicos, acesso ao tecido vegetal interno e aumentam a incidência de doenças no armazenamento. É necessário, o uso de medidas que visem à redução ou inibição dos danos causados pela doença. Neste sentido, o armazenamento refrigerado é uma alternativa importante para conter a sua senescência e deterioração, bem como, evitar o aparecimento de patógenos como também em alguns casos retardar a infecção (VAN DOOR, 2001; CÁSARES WONG, 2014; MUNIZ, 2015).

O fato é que os mecanismos moleculares e bioquímicos dos eventos cicatrizantes e o efeito de condições ideais de armazenamento para acelerar a cicatrização de feridas em cormos de gladiolo exige estudos aprofundados. Com o objetivo de começar a compreender estes eventos, foi conduzida esta pesquisa para determinar, a priori, uma sequência de eventos cicatrizantes em cormos de gladiolo. A partir desta pesquisa, serão fornecidas evidências de como os processos de cicatrização de feridas em cormos de gladiolo acontecem e como eles impactam a qualidade e sanidade dos cormos durante o armazenamento.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho foi avaliar, durante o armazenamento refrigerado, os eventos de cicatrização em cormos de gladiolo submetidos à simulação de transporte e manuseio inadequados pela indução de lesões e como estes eventos interferem contra a entrada e estabelecimento de infecção causada por *Fusarium oxysporum*.

2.2. Objetivos específicos

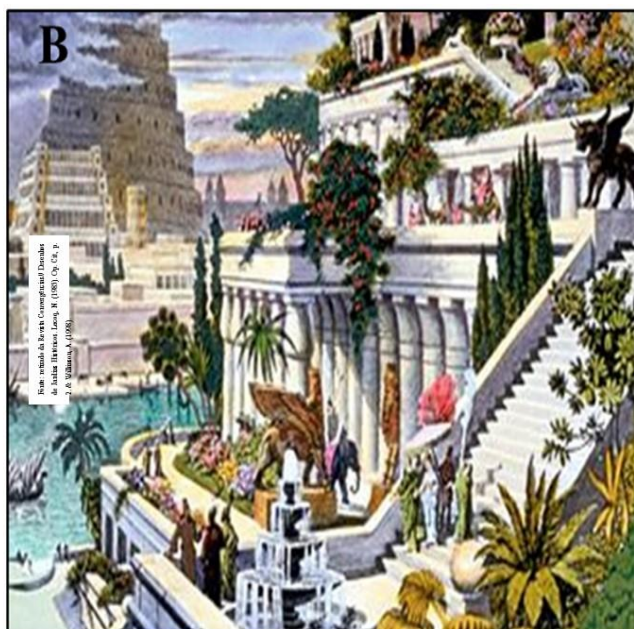
- 1) Compreender o(s) possível(eis) evento(s) de cicatrização nos cormos de gladiolo, ordenando-os e organizando-os em uma sequência temporal;
- 2) Avaliar as possíveis interações do(s) evento(s) de cicatrização com a dinâmica de restabelecimento ou não do ferimento;
- 3) Avaliar a eficiência da cicatrização, contra a entrada e estabelecimento de infecções causadas por *Fusarium oxysporum*.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1.1. Plantas ornamentais no contexto social

A utilização de flores e plantas com o propósito de ornamentação existe desde as culturas mais longínquas. Relatos mostram que alguns sítios arqueológicos, os quais, eram destinados ao sepultamento de membros de diversas tribos tinham seus túmulos adornados com flores. Há evidências do cultivo de plantas ornamentais datadas de 1.500 A.C. no antigo Egito, onde foram encontrados monumentos funerários com gravuras de flores de lótus cercadas por acácias e palmeiras. Durante o reinado de Nabucodonosor II, na cidade da Babilônia na Mesopotâmia foi erguida uma obra maravilhosa aos olhos de todos, os Jardins Suspensos, que, juntamente com os palácios e muralhas, representavam a glória e o esplendor daquela cidade. Esses jardins, também foram erguidos como símbolo de amor a Rainha Amyitis que sentia saudade das montanhas verdejantes de sua terra natal, chamada Medes, região montanhosa e de pastagens viçosas. Os Jardins Suspensos da Babilônia, uma das sete maravilhas do mundo antigo, foram descritos pelo geógrafo Strabo e lindamente imaginados por Martin Heemskerck e Petit Larousse (BRANCO, 1991).

Figura 1. (A) Lago de peixes com flores de Lótus e alameda de palmeiras. The Garden in



Ancient Egypt. London: The Rubicon Press. (B) Jardins Suspensos da Babilônia por Martin Heemskerck e Petit Larousse.

No Brasil, o comércio de flores e plantas ornamentais é datado da década de 1950, nos grandes pólos de produção e comercialização de flores nas regiões de Atibaia e Holambra, no estado de São Paulo, sendo o estado de Pernambuco, o pioneiro (KIYUNA, 2004).

3.1.2. Mercado de Flores e Plantas Ornamentais

Os produtos que constituem o setor brasileiro de flores e plantas ornamentais são diversificados e dividem-se em três grandes grupos: plantas ornamentais destinadas ao paisagismo e jardinagem; flores e folhagens de corte; flores e plantas envasadas. Segundo o SEBRAE (2016), no ano de 2013, o grupo das plantas ornamentais destinadas ao paisagismo e jardinagem foi responsável por cerca de 41,55% das transações financeiras do setor, seguido pelo de flores e folhagens de corte (34,44%) e flores e plantas envasadas (24,12%).

A globalização permite que, este mercado, esteja em constante expansão no país, consolidando-se em regiões produtoras e exportadoras, principalmente, nas regiões com clima, geografia, biodiversidade, mão de obra abundante e de baixo custo, proporcionando vantagens competitivas em comparação com outros países (ROSA, 2005; RÊGO *et al.*, 2011).

A produção em grande escala e comercialização de flores e plantas ornamentais está concentrada nas regiões Sudeste, Sul e Nordeste do país que destinam suas produções para o mercado interno e externo (ANEFALOS, 2003; BONATO, 2015). O mercado interno é o principal alvo da produção brasileira de flores e plantas ornamentais (SONCIN, 2004) e representa 97% dos lucros do setor (NEVES e PINTO, 2016). Mesmo diante de uma crise financeira, o mercado externo no ano de 2016 teve um crescimento no número de exportações de flores e plantas ornamentais cerca de 8% maior em relação ao ano de 2015 (EXPOFLORA, 2016).

As perdas pós-colheita de flores e plantas ornamentais dentro do setor atingem valores em torno de 50%, havendo, portanto, a necessidade de uma renovação das tecnologias pós-colheitas que aumentem a durabilidade destes produtos, prolongando a sua durabilidade e reduzindo as perdas pós-colheitas. A deterioração de flores e plantas ornamentais ocorre, devido os processos ordinários da senescência que podem ser influenciados diretamente por fatores externos como: murchamento, exposição a temperaturas inadequadas, danos mecânicos, infecção por fungos e bactérias (SONEGO & BRACKMANN, 1995).

Atualmente, a área agrícola brasileira total produtora de flores e plantas ornamentais ocupa cerca de 14.992 ha, distribuída entre 8.248 produtores de pequeno e médio porte, respectivamente. O setor emprega em média seis pessoas/ha. O valor é considerado alto quando

comparado, principalmente, com número pessoas/ha envolvidas na produção de grandes *commodities* como a soja, principalmente na agricultura moderna atual. Diante disto, a elevada taxa de empregabilidade no setor demonstra o quão é importante sua participação social e econômica para um país produtor (IBRAFLOR, 2016).

3.1.3. Cultura do Gladíolo

O gladíolo popularmente conhecido pelos nomes de Palma, Palma-Holandesa ou Palma-de-Santa-Rita é uma das mais importantes flores de corte no mercado de floricultura brasileira se destacando entre as dez flores mais comercializadas pela Veiling Holambra e pela alta produtividade de cormos (PEREIRA, 2016).

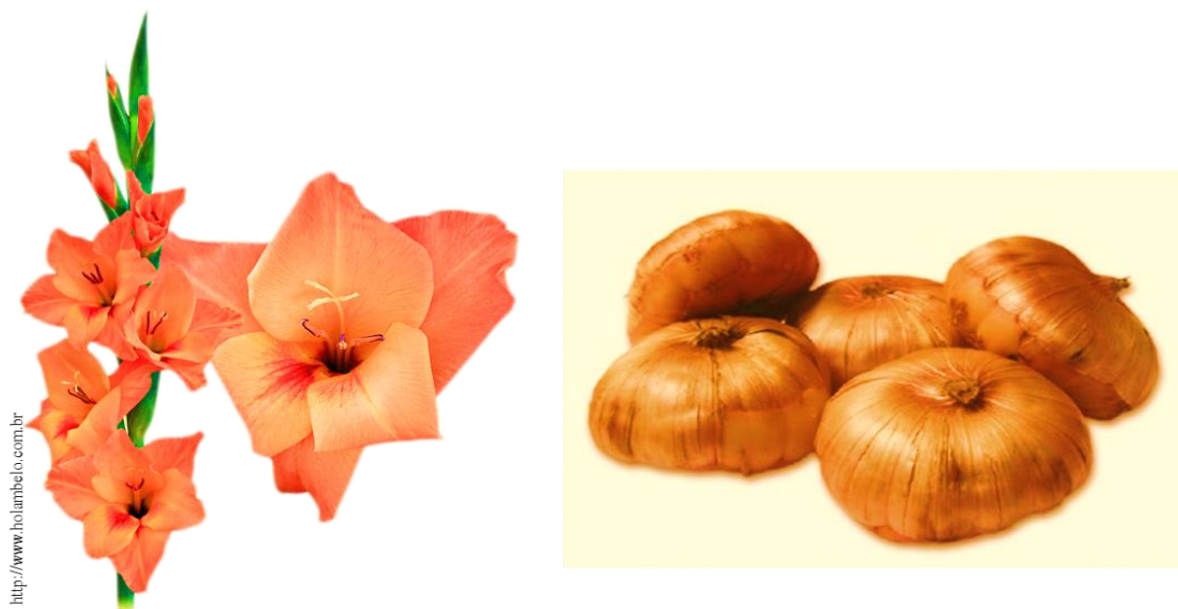


Figura 2. Aspecto geral de inflorescência e cormos de *Gladiolus grandiflorus*.

Os estados que se destacam na produção de gladíolos são o de São Paulo, o da Bahia, o do Rio Grande do Sul, o do Amazonas e o estado do Rio de Janeiro (TOMBOLATO, 2010).

O gladíolo originário da bacia do mediterrâneo e da África meridional, onde era produzida por gregos e romanos nas regiões tropicais. O nome gladíolo é oriundo do diminutivo da palavra grega *gladius* que significa “espada”, fazendo referência à forma de sua folha lanceolada terminando em uma ponta e que foi muito utilizada para presentear os gladiadores vitoriosos após uma batalha (PAIVA *et al.*, 1999).

O gênero *Gladiolus* é pertencente à divisão das monocotiledôneas, à família botânica Iridaceae, a subfamília Ixioidea e é representado por 255 espécies. As plantas deste gênero são

bulbosas com flores lanceoladas, o caule é do tipo escapo e inflorescências do tipo espiga floral. Características como número, tamanho e coloração das flores são dependentes da espécie ou cultivar utilizada. Além disso, possuem bulbos sólidos denominados de cormos, sistema radicular fasciculado, ocorrendo abundantemente (BAYLEI & BAYLEI, 1976; SIMÕES, 2001; SCHWAB, 2015). O porte das plantas é ereto com altura de 0,50 m até 1,5 m, dependendo da espécie apresenta variação de tamanho e coloração das flores (SOUZA, 1970).

O gladiolo pode ser cultivado a céu aberto contribuindo para custos de produção bem menores. Geralmente, a sua propagação é realizada pelos cormos e o uso de sementes é comumente utilizado pelos programas de melhoramento genético (SALINGER, 1991; PAIVA, 2003).

As plantas de gladiolos se desenvolvem satisfatoriamente em condições quentes e amenas, e no período do verão com temperaturas em torno de 17 - 24° C. Muito embora, a cultura possa ser cultivada o ano inteiro, desde que, a temperatura não seja menor que o limite suportado (10 – 30° C) (BARBOSA & LOPES, 1994; PAIVA, 2003).

É necessário ocorrer um suprimento hídrico satisfatório no período vegetativo e reprodutivo das plantas para evitar o desenvolvimento precário do produto final. Os solos devem ser férteis, bem drenados, permeáveis e ricos em matéria orgânica, pois os solos com condições inadequadas podem comprometer o desenvolvimento, florescimento e qualidade final dos cormos. Os gladiolos são extremamente sensíveis a geadas e quando são expostos a esta intempérie apresentam queimaduras e atraso na floração (BARBOSA & LOPES, 1994; TOMBOLATO, 2004; OLIVEIRA, 2009).

É uma cultura exigente em radiação solar, não ocorrendo, entretanto, respostas na indução floral em relação ao fotoperíodo. No entanto, os dias longos são mais proveitosos para o desenvolvimento das plantas, crescimento e florescimento, é recomendável avaliar constantemente o efeito da temperatura sobre a qualidade do produto. Embora os grupos de cultivares tenham seus ciclos de florescimento bem definidos, diante de temperaturas elevadas e dias longos poderá ocorrer à floração precoce e no inverso em que as temperaturas são baixas e os dias mais curtos ocorrerá o retardamento. As variedades mais precoces florescem em 65 dias (BARBOSA & LOPES, 1994).

O gladiolo é vendido tanto como flor de corte quanto na forma de cormos em sacos de prolipileno em número de 6 até 10 e durante o transporte estão sujeitos a ferimentos, porque os sacos não os protegem totalmente do contato com o ambiente circundante, o que posteriormente pode comprometer sua qualidade final (Figura 3).



Fonte: www.mercadolivre.com.br

Figura 3. Aspecto geral das embalagens de cormos de gladiólos.

3.1.4. Armazenamento Refrigerado

A exposição a temperaturas inadequadas durante um longo período é uma das principais causas da redução da vida útil pós-colheita de flores e plantas ornamentais no Brasil. A maioria dos produtos do setor da floricultura tem a temperatura como o principal fator ambiental limitante e determinante no período da vida pós-colheita dos mesmos (KAYS, 1991). Por este motivo, é que o emprego de armazenamento refrigerado como técnica de conservação pós-colheita é amplamente utilizado.

Os benefícios do armazenamento refrigerado de flores de cortes e partes vegetativas para a produção são conhecidos há muito tempo e são objetos de estudos atuais (DURIGAN, 2009; DURIGAN & MATTIUZ, 2009; SARDOEI *et al.*, 2014; GALATI *et al.*, 2015).

Baixas temperaturas contribuem para o retardamento da senescência das flores e partes vegetativas de plantas ornamentais, pois irão diminuir a taxa metabólica e, portanto, a taxa respiratória e a transpiração, reduzem a produção do etileno, retardam a taxa de consumo das reservas de açúcares e outros substratos, reduzem o surgimento de fungos e bactérias e diminuem a perda de água, mantendo a qualidade e prolongando a durabilidade do produto final (HARDENBURG *et al.*, 1986; NOWAK *et al.*, 1991; CORBINEAU, 1992).

Na cultura dos gladiolos, os cormos novos são formados ao lado dos cormos já plantados para a formação de flores. Esses bulbos são colhidos, armazenados e depois de um período são utilizados para um novo plantio comercial (KUROZAWA, 2016). Muito embora, caso este armazenamento seja feito de forma inadequada e ao ar livre, os cormos podem ser acometidos por patógenos, principalmente, o *Fusarium oxysporum*.

3.1.5. Gênero *Fusarium*

Os fungos pertencentes ao gênero *Fusarium* Link ex Fr. apresentam uma ampla distribuição geográfica, tendo espécies restritas a determinadas áreas, mas em maior número, nas regiões tropicais e subtropicais ou em condições de clima frio das regiões temperadas (BURGESS *et al.*, 1994).

A variabilidade deste fungo patogênico está diretamente relacionada com a sua distribuição. Por exemplo, o *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* e *Fusarium equiseti* têm ampla adaptabilidade em diferentes ambientes, enquanto o *Fusarium beoniforme* e *Fusarium longipes* têm uma distribuição restrita a ambientes com condições específicas para o seu desenvolvimento (MENDES *et al.*, 1998).

Os métodos para a identificação de fungos foram adaptados ao longo dos anos e incluem o uso da microscopia óptica eletrônica, o desenvolvimento de meios de cultura específicos e seletivos, a comparação de atividade de enzimas e acúmulo metabólitos secundários e recentemente, o uso de teste imunológicos e moleculares (LEAL-BERTIOLI, 1998). A classificação de *Fusarium* tem sido realizada através de meios de sequenciamento genético (NELSON *et al.*, 1983; FRIAS, 2014).

O gênero *Fusarium* foi descoberto em 1809 por Link e até agora não existe um sistema completo e restrito que possibilite a identificação das espécies de *Fusarium*. O sistema de taxinomia tem como base a literatura de Wollenweber & Reinking (1935).

O *Fusarium oxysporum* é uma espécie heteromórfica e as suas múltiplas origens podem ser explicadas através da hipótese de que a partir da associação de um fenótipo virulento com um grupo de compatibilidade vegetativa e do polimorfismo do DNA dentro do complexo do *F. oxysporum* (KATAN & KATAN, 1988; KIM *et al.*, 1993; JIMÉNEZ-GASCO *et al.*, 2003; LORI *et al.*, 2004; ABO *et al.*, 2005).

A identificação dos isolados *F. oxysporum* é realizada através de microscopia e sequenciamento genético. A sua *forma speciales* é determinada por meio de testes de patogenicidade em várias espécies de plantas, enquanto as raças são determinadas por testes de

virulência em diferentes cultivares de uma espécie. O método é eficaz, em contrapartida, é muito demorado e trabalhoso (CABRAL *et al.*, 2009).

Dentre os diversos problemas enfrentados pela cadeia produtiva dos gladiólos e um dos maiores obstáculos na comercialização de cormos, é a infecção por patógenos fúngicos que acometem a cultura. A doença mais prejudicial à qualidade dos cormos de gladiólos é a fusariose (*Fusarium* spp.), mais especificamente a causada por *Fusarium oxysporum* sp. *gladioli*. No entanto, várias outras espécies e/ou isolados de *Fusarium oxysporum* podem causar a fusariose nos cormos de gladiólos (CHANDEL, 2010). (Figura 4).



Figura 4. Aspecto geral de cormos de gladiólos infectados por *Fusarium oxysporum* sp. *gladioli*

3.1.6. Mecanismos de Defesa

Os mecanismos de defesa podem ser estruturais e bioquímicos. Os mecanismos estruturais são barreiras físicas à penetração e/ou colonização do patógeno. Os mecanismos bioquímicos incluem substâncias capazes de inibir o crescimento do patógeno ou gerar condições adversas para a sobrevivência nos tecidos hospedeiros. Estas substâncias devem estar presentes em concentrações adequadas nas partes acessíveis ao patógeno e passíveis de

infecção, de forma que mudanças na concentração da substância implicam mudanças na expressão da doença (SCHWAN-ESTRADA *et al.*, 2008; STANGARLIN *et al.*, 2011).

Durante os mecanismos de defesa bioquímicos pré-formados, as substâncias estão presentes no vegetal em altas concentrações em seus tecidos íntegros antes do primeiro contato com o patógeno ou pode ocorrer a conversão para substâncias altamente tóxicas com o início da infecção. Nos mecanismos de defesa bioquímicos pós-formados, as substâncias estão ausentes ou em concentrações baixas antes da infecção, porém durante a presença do patógeno ocorre o aumento da concentração destas substâncias como resposta a sua entrada (GARCION *et al.*, 2007).

Os mecanismos de defesa estruturais e bioquímicos podem variar nas respostas contra patógenos variando de acordo com o patossistema, idade da planta hospedeira, órgão ou tecido afetado, estado nutricional e condições ambientais (JOHAL *et. al.*, 1995).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização e matéria-prima

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Biologia do Departamento de Agroecologia e Agropecuária do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) sediado em Lagoa Seca – PB e no Laboratório de Botânica do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) sediado em Areia – PB.

Os cormos de Palma-de-Santa-Rita (*Gladiolus grandiflora* Hort.) foram obtidos na empresa Plantei Garden Center, localizada na cidade de Salto Grande, no estado de São Paulo.

4.2. Procedimento experimental

No laboratório, os cormos foram submetidos à simulação de transporte e manejo inadequados, causando abrasões na epiderme em movimentos verticais com auxílio de escova de aço inoxidável Sodomar 25 cm, em seguida, os cormos foram armazenados em câmara refrigerada com a temperatura de 12° C e umidade relativa de 90%, sendo armazenados por 21 dias. Durante o armazenamento, os cormos foram avaliados quanto:

4.2.1. Perda de massa fresca

Foi determinado individualmente em balança semianalítica MARK 31000 com precisão de $\pm 0,01$ g. Os resultados foram expressos em % de perda de massa fresca. A perda de massa foi estimada pela equação:

$$\text{PMC} = [(\text{MFI} - \text{MFF}) \times 100] / \text{MFI}$$

Em que:

PMC = Perda de Massa dos Cormos (%);

MFI = Perda de Massa Fresca Inicial (g) e

MFF = Perda de Massa Fina (g).

4.2.2. Respiração

Foi realizada através do acondicionamento dos cormos lesionados e não lesionados em recipientes plásticos hermeticamente fechados, evitando-se a perda de CO₂ para o ambiente. Dentro de cada recipiente foram colocados 10 mL de NaOH 0,5N. Após 24h foram titulados

com HCL 1N. Os resultados foram expressos em mg CO₂/100g de matéria fresca. A taxa respiratória foi estimada pela equação:

$$\text{mg CO}_2/\text{g matéria fresca} = \frac{(\mathbf{B} - \mathbf{L}) \times \mathbf{C}}{\mathbf{MF}}$$

Onde:

B = volume em mL gasto para a titulação do “branco” (recipiente sem cormo, somente com o NaOH);

L = volume gasto para neutralizar o NaOH;

C = fator de correção (0,98);

MF = massa fresca dos cormos no momento das avaliações.

Para determinação da taxa respiratória horária, foi utilizada a fórmula:

$$\text{mgCO}_2 \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} = \frac{\text{mg CO}_2/\text{g matéria fresca} \times 1000}{\mathbf{IT}}$$

Onde:

IT = Intervalo de Tempo entre as titulações (24h).

4.2.3. Suberização e lignificação

Seções anatômicas manuais foram retiradas de tecidos dos cormos lesionados e não lesionados (controle) com auxílio de lâmina. Os cortes foram submetidos à luz epifluorescente UV para detecção de polifenóis em suberina, permitindo assim, a análise de possíveis eventos de suberização.

As visualizações foram possíveis com auxílio de HBO 50W (L2), lâmpada de mercúrio de arco curto equipado com um filtro G-365 excitador, um divisor de feixe cromático FT-395, e um filtro barreira de LP-429 (SABBA e LULAI, 2002).

As imagens foram capturadas usando microscópio Zeiss Axioskop 50 (Jena, Alemanha) e câmera colorida Zeiss AxioCam. Para detectar possíveis eventos de lignificação, os cortes foram corados com floroglucinol saturado em HCL 5N e examinadas através de microscopia de luz padrão (JESSEN, 1962; FUGATE *et al.*, 2016). O reagente é específico para a lignina que

em condições ácidas reage principalmente com os grupos de coniferilaldeído (SARKANEN & LUDWIG, 1971) e cinamaldeído (GEIGER & FUGGERER, 1979).

4.2.4. Escurecimento dos tecidos

O escurecimento dos tecidos foi avaliado mediante análise visual com padrão comparativo ao encontrado em beterrabas açúcareiras (FUGATE *et. al.*, 2016). As imagens foram capturadas utilizando câmera semiprofissional modelo Sony Cyber-Shot DSC-HX1. A coloração predominante na imagem obtida foi capturada no programa Paint – Windows 10, com ferramenta selecionadora de cores.

4.2.5. Compostos Fenólicos

Os extratos de compostos fenólicos foram preparados pela adição de 10 mL de solução 50:3,7:46,3 de metanol: ácido acético: água a 1mg de tecido seco, sonificado por 15 minutos e centrifugado a 16 000 rpm/min durante 15 minutos.

Retirou-se uma alíquota do extrato (0,2 mL) e adicionou-se a uma solução 1:10 (v/v) de Folin-Ciocalteu: água e incubou-se por 10 minutos em temperatura ambiente (FU *et al.*, 2010).

Foram adicionados na solução resultante 0,8 mL de Carbonato de Sódio a 7,5%, misturou-se e incubou-se por 30 minutos em temperatura ambiente. As concentrações de compostos fenólicos solúveis foram determinadas por absorvância a 473 nm utilizando ácido gálico como padrão.

4.3. Indução dos mecanismos de cicatrização

No laboratório, os novos cormos foram submetidos à simulação de transporte e manejo inadequado, simulando abrasões na epiderme em movimentos verticais com auxílio de escova de aço inoxidável Sodomar 25cm. Em seguida, os cormos foram colocados em sacos de papel Kraft e armazenados em câmara refrigerada com temperatura média de $12^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ} \text{C}$ e $90\% \pm 5\%$ de umidade relativa. Os cormos permaneceram nestas condições de armazenamento por 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14 e 21 dias antes da inoculação do patógeno.

4.4. Obtenção dos isolado de *Fusarium oxysporum*

O isolado de *Fusarium oxysporum* foram obtidos em uma lavoura de milho Jaboatão no municia de Alagoa Nova. No laboratório de fitopatologia, do Departamento de Agroecologia e Agropecuária, da Universidade Estadual da Paraíba, campus II, sediado no município de Lagoa

Seca, as culturas foram iniciadas colocando fragmentos miceliais (de isolados) de 100 mm x 15 mm no centro geométrico de placas de petri contendo meio de cultura ágar dextrose batata (BDA, Difco, Sparks, MD) e incubando a 25° C por 5 dias até a completa cobertura do ágar pelo fungo.

4.5. Inoculação pós-colheita

Após 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14 e 21 dias após as lesões, os cormos foram inoculados pela inserção de um fragmento de 10 mm de diâmetro obtido a partir da placa de BDA cobertas com o fungo.

Após a inoculação, os cormos foram armazenados em refrigerador com temperatura média de 12° C \pm 2° C e 90% \pm 5% de umidade relativa, sendo armazenados por 30 dias (FUGATE *et al.*, 2016).

A severidade da doença dos tecidos internos dos cormos foi avaliada no final dos 30 dias pela excisão e pesagem do tecido corado e descolorido de cada raiz caracterizando a infecção. A percentagem de infecção foi estimada pelo peso total da raiz e o peso da porção colonizada.

4.6. Análise dos dados

O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema de parcelas, tendo nas parcelas os tratamentos (lesionados e não lesionados) e nas subparcelas o tempo com três repetições para cada tratamento. Os dados obtidos foram tabulados no programa Excel e submetidos à análise de variância pelo SAS®. As médias do fator qualitativo foram comparadas utilizando o Teste de Tukey a 1% de probabilidade. As médias e os erros padrão foram plotadas em gráfico pelo programa GraphPad Prism 4.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo de análise da variância é apresentado na Tabela 1, observa-se efeito significativo a 1% de probabilidade para todas as variáveis estudadas. A interação (Tempo e Tratamento x Tempo) foi significativa para todas as variáveis estudadas.

Tabela 1. Resumo da tabela de variância para as variáveis perda de massa, respiração, compostos fenólicos e infecção de cormos de *Gladiolus grandiflora*

FV	GL	Valor de F			
		Perda de Massa	Respiração	Compostos Fenólicos	Infecção (%)
Tratamento	1	8,85**	8,34**	28,04**	0,08 ^{ns}
Tempo	5	11,37**	288,58**	0,77**	1,85 ^{ns}
Tratamento X Tempo	8	0,86**	35,65**	0,77**	2,44**
CV (%)		34,68	111,43	122,39	0,08

** Significância a 1%.

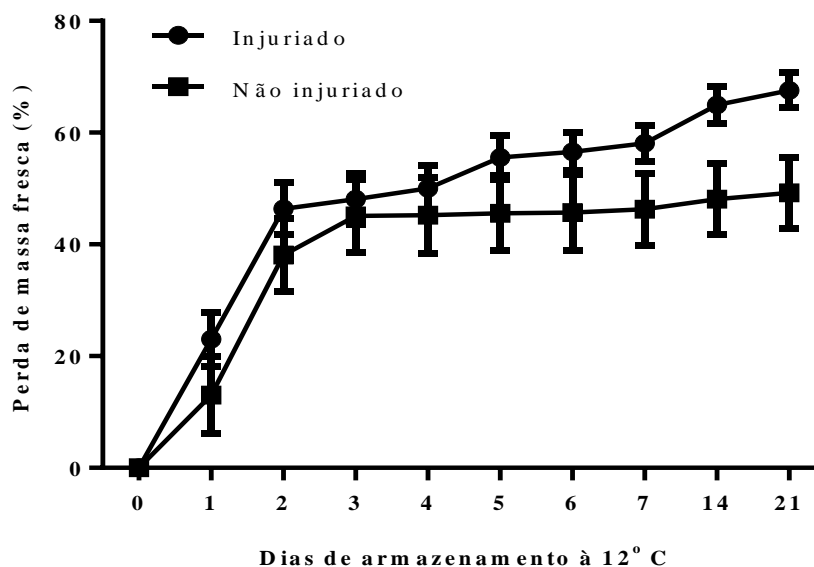


Figura 5. Perda de massa (%) de cormos lesionados e não lesionados de *Gladiolus grandiflora* (Hort.) sob armazenamento refrigerado a 12°C por 21 dias.

A perda de massa fresca e a taxa de transpiração de órgãos vegetais são importantes parâmetros utilizados para a avaliação de cicatrização, uma vez que a perda de água é um fator chave para o estabelecimento da qualidade e redução das perdas pós-colheita (BAJJI *et al.*, 2007; LULAI *et al.*, 2008) servindo como parâmetro indicador da cicatrização de feridas de cormos de gládio armazenados a 12° C durante 21 dias.

Até o 7° dia de armazenamento não foi observada diferença entre a perda de massa fresca de cormos lesionados e não lesionados (Figura 5). No 14° e 21° dias de armazenamento, a perda de massa fresca dos cormos lesionados foi 26% e 27% superior aos cormos não lesionados. Muito embora, os cormos não lesionados não apresentem danos mecânicos em sua superfície, o processo de perda de massa é iminente, porém ocorre lentamente, seguindo os eventos ordinários da senescência. Já os submetidos as lesões apresentam maior perda de vapor d'água para o ambiente.

As feridas nos órgãos vegetais causam a ruptura dos tecidos, aumentando a taxa metabólica e os expõem as condições do meio, estabelecendo um incremento no gradiente de umidade relativa e gerando uma saída incontrolável de água para o ambiente, acelerando a taxa de perda de água, levando a um acréscimo na taxa respiratória e conseqüentemente diminuição da matéria seca (LULAI *et al.*, 2008)

Lafta & Fugate (2009) trabalhando com raízes de beterraba açucareira lesionadas perceberam um aumento na perda de vapor de água durante o armazenamento, resultando em desidratação e enrugamento das raízes diminuindo a qualidade do produto final.

Fugate *et al.* (2016), ao estudarem a cicatrização em raízes de beterraba açucareira armazenadas à 6° C e 12° C, observaram que após 28 dias de armazenamento a 6° C, as raízes lesionadas perderam 44% a mais de massa fresca durante o armazenamento do que a 12° C, indicando que baixas temperaturas reduzem o processo de cicatrização.

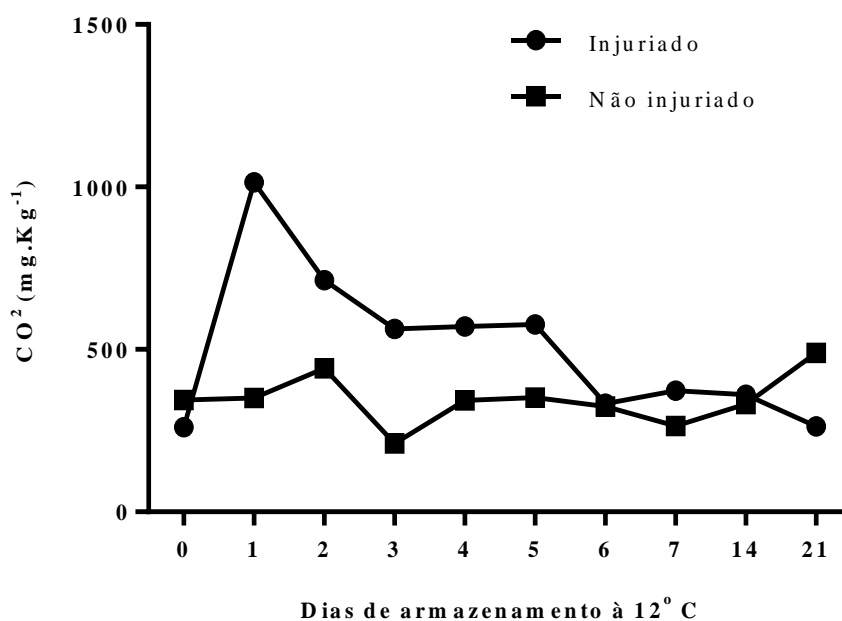


Figura 6. Taxa respiratória (CO₂ (mg.Kg⁻¹)) de cormos lesionados e não lesionados de *Gladiolus grandiflora* (Hort.) sob armazenamento refrigerado a 12°C por 21 dias.

Do 1º até o 5º dia de armazenamento observou-se que ocorreu uma maior taxa respiratória entre os cormos lesionados em comparação com o controle (Figura 6). As lesões, bem como, sua extensão, induzem o aumento da taxa respiratória dos produtos vegetais (STEFFENS *et al.*, 2007; LAFTA & FUGATE, 2011) ocorrendo para que haja o suprimento de energia metabólica através da utilização dos substratos para realização do processo de cicatrização, a exemplo das rotas de biossíntese de compostos fenólicos, que resultaram na formação de lignina e suberina.

Lipetz (1970) e Fugate *et al.* (2016) corroboram os dados apresentados acima ao conduzirem estudos com eventos de cicatrização em plantas superiores e beterraba açucareira, respectivamente, perceberam que a quantidade de lesões, bem como, o seu tamanho, são diretamente proporcionais ao aumento das taxas respiratórias dos vegetais.

Entre o 6º e 14º dias de armazenamento as taxas respiratórias dos cormos lesionados e não lesionados não diferiram entre si, devido a neste período, os processos de suberização e lignificação, já estarem consolidados, corroborando com a diminuição de compostos fenólicos (Figura 7, 8 e 9).

Ao 21º dia de armazenamento, as taxas respiratórias mais uma vez diferiram entre si, mas dessa vez a maior taxa foi observada nos cormos não lesionados, devido aos eventos fisiológicos ordinários que caracterizam o avanço da senescência dos cormos. Muito embora,

observa-se que para os cormos lesionados ocorreu uma diminuição da taxa respiratória, devido uma morte celular precoce através da diminuição da densidade das células causada pelas lesões (CURRY, 2001; CUTLER, 2009).

A respiração está acoplada a vários outros processos metabólicos responsáveis pela síntese de inúmeros compostos, tais como pigmentos, fitohormônios e compostos fenólicos. Os compostos fenólicos são substâncias que possuem anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais (LEE *et al.*, 2005). Eles são produzidos no metabolismo secundário da planta, sendo extremamente importantes para a reprodução, o crescimento e atuam como compostos de defesa em condições de estresse, tais como: infecções, ferimentos, radiação UV e outros (NACZK & SHAHIDI, 2004).

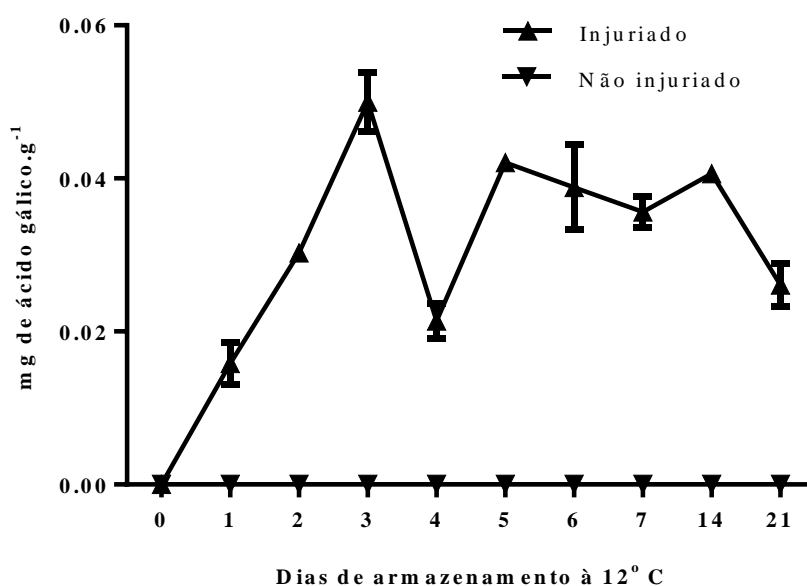


Figura 7. Evolução de compostos fenólicos (mg de ácido gálico.g⁻¹) em cormos lesionados de *Gladiolus grandiflora* (Hort.) durante o armazenamento.

Na Figura 7, destaca-se o pico de concentração dos compostos fenólicos ao 3º dia de armazenamento – período posterior ao pico da taxa respiratória no 1º dia de armazenamento (Figura 6), indicando que os eventos respiratórios forneceram substratos para a biossíntese dos compostos fenólicos. Nas células vegetais, a glicólise não é a única rota para a oxidação de açúcares, mas partilha metabólitos comuns com a rota oxidativa das pentoses fosfato (ROPF). As duas primeiras reações da ROPF representam um evento oxidativo onde a glicose 6-fosfato

(6 carbonos) é convertida em ribulose 5-fosfato (5 carbonos) com a redução de NADPH e liberação de CO₂, sendo que este último contribui para o pico respiratório estimulado pela lesão dos cormos conforme é observado ao 1º dia (FERRAZIN & GUEDES, 2015)

Estudos com ¹⁴C-glicose indicam que a glicólise representa uma via predominante, contribuindo com 80 – 95% do fluxo total de carbono. No entanto em tecidos vegetais submetidos a condições de estresse, observa-se um aumento da degradação de glicose via ROPF. Essa rota desempenha diversos papéis no metabolismo vegetal, como o estabelecimento do poder redutor extramitocondrial e extracloroplastídeo, pois aquele produzido pelas reações fotoquímicas da fotossíntese é insuficiente para cobrir a demanda celular gerada pelo estresse. O NADPH pode ser mobilizado para síntese de componentes da parede celular e a ribulose 5-fosfato participa da biossíntese de nucleotídeos, o mesmo ocorrendo com a eritrose 4-P, importante composto que supre esqueletos de carbono para a via do ácido chiquímico, principal via para a síntese de compostos fenólicos (POMPEU, 2007).

Os compostos fenólicos são divididos em três categorias: a) pouco distribuídos na natureza, b) os polímeros e c) os largamente distribuídos na natureza (RIBÉREAU-GAYON, 1968; BALASUNDRAN *et al.*, 2006).

A lignina e a suberina fazem parte da categoria dos polímeros. A rota biossintética dos fenilpropanoides gera os monolignóis (p-cumárico, coniferilo e álcoois sinapílicos) e compostos fenólicos que servem como substratos para a biossíntese de lignina e suberina. Ambos têm a biossíntese induzida após um ferimento, contribuindo para a cicatrização e formação de uma camada resistente a entrada de água e patógenos (ROGERS & CAMPBEEL, 2004). No entanto, a ordem de qual aparece primeiro e em quais quantidades é relativo (HAWKINS & BOUDET, 1996).

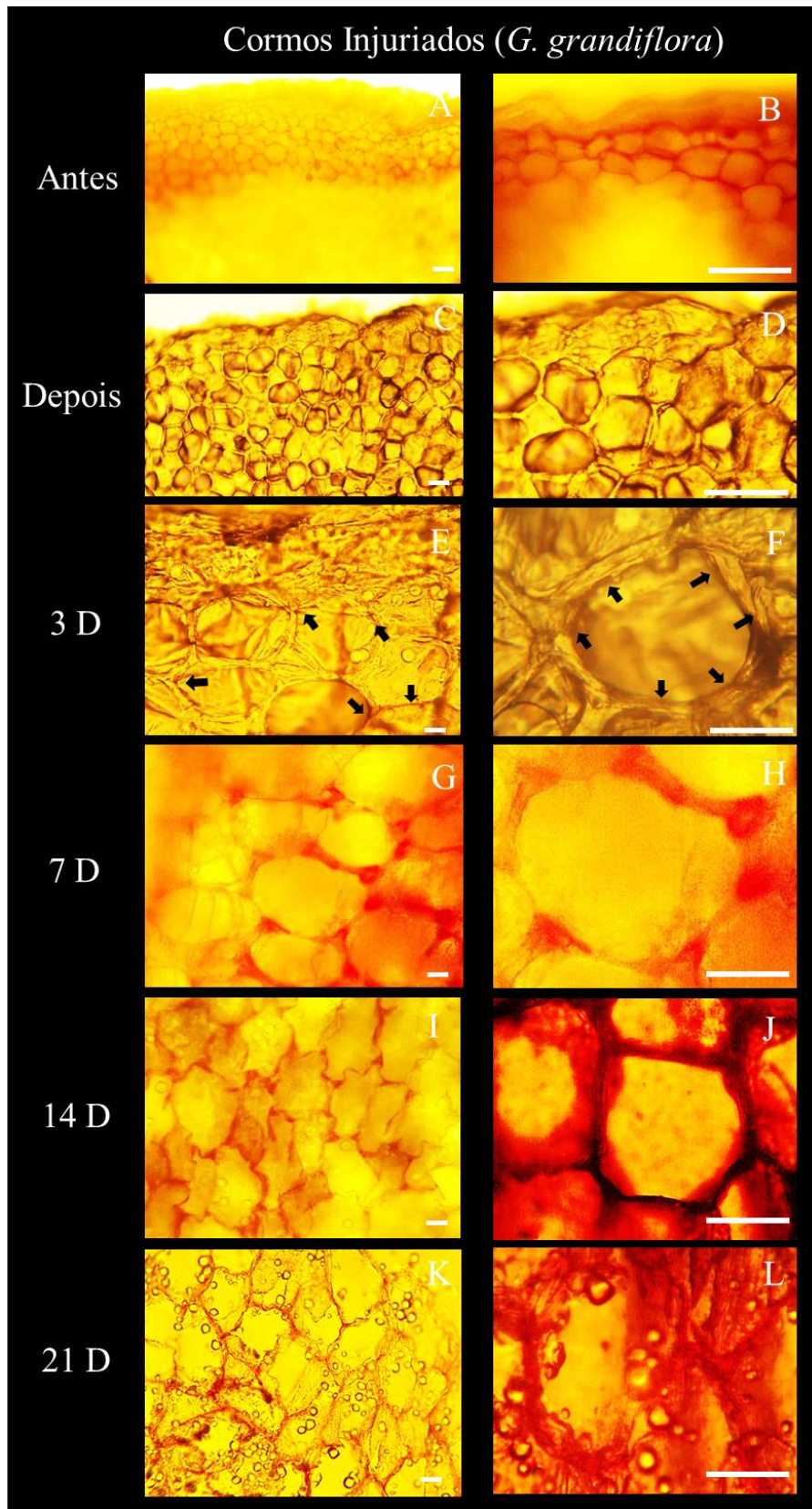


Figura 8. Lignificação em cormos lesionados armazenados a 12° C durante 21 dias. As setas identificam áreas lignificadas (Objetivas 10x e 40x). Bar = 100 um.

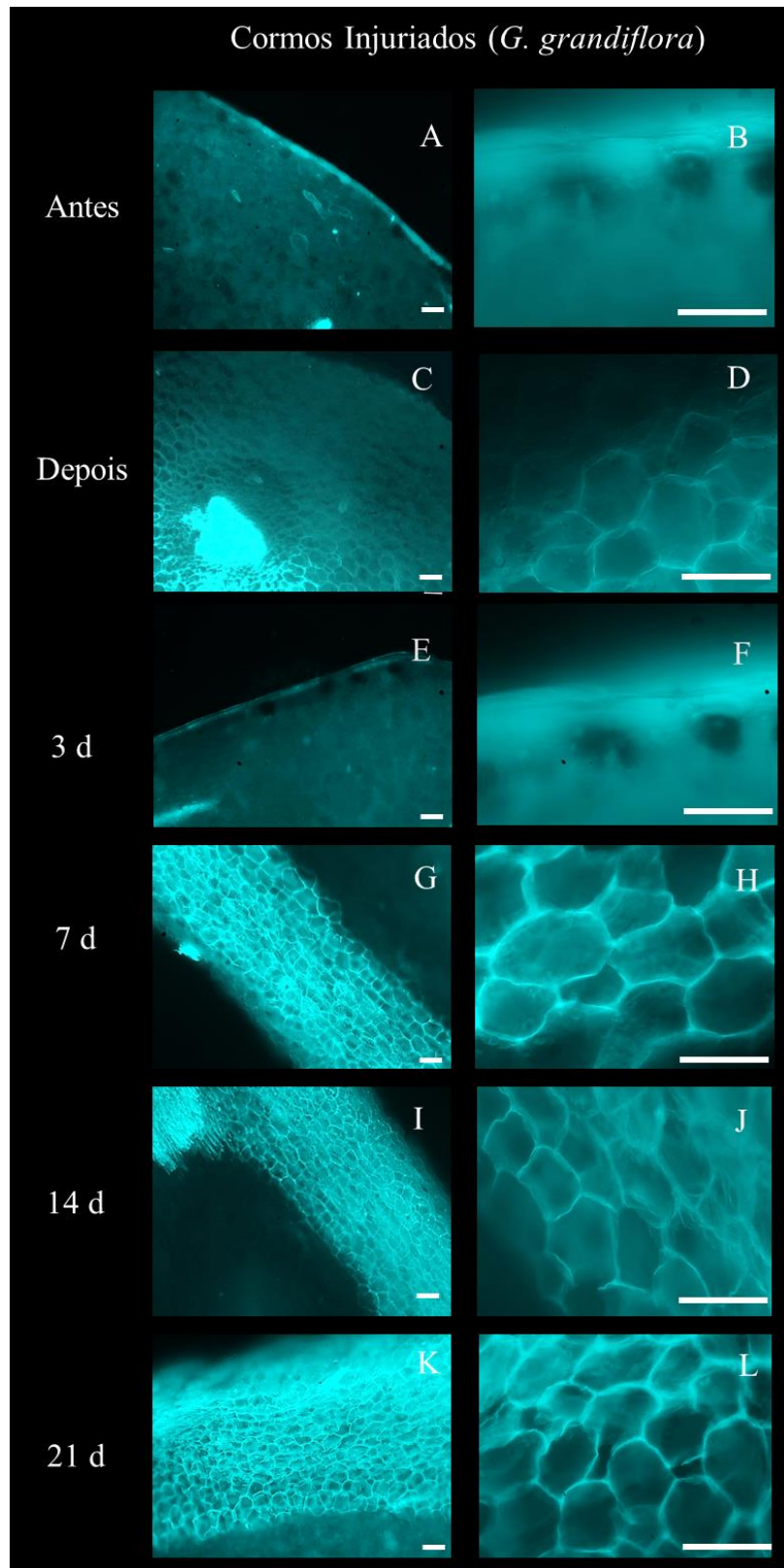


Figura 9. Suberização em cormos lesionados armazenados a 12° C durante 21 dias (Objetivas 10x e 40x). Bar = 100 um.

Nas figuras 8 e 9, observa-se que partir do 3º dia (coincidente com o pico de biossíntese de compostos fenólicos), há o surgimento de pontos isolados de lignificação nas células que circundavam o ponto de injúria, caracterizada pelo aparecimento da coloração laranja-avermelhado do cromóforo ao longo da parede celular externa (intercelular) e adjacente à parede interna (intracelular), no entanto, sem a formação de uma camada regular e contínua de células (Figura 8 G, H, I e J). Durante os dias subsequentes, observa-se que as camadas de lignina foram tornando-se mais espessas e contínuas nas paredes celulares das células adjacentes ao ferimento (Figura 8 K e L).

No mesmo período (3º dia), observou-se a deposição de camada composta por de suberina nas células abaixo da camada lesionada e formando uma fina e continua camada selando a superfície exposta pelo ferimento (Figura 9 E e F). Do 7º ao 21º dia após a lesão, observou-se uma camada de fluorescência mais forte indicando o avanço da deposição da suberina nas camadas mais profundas e paralelas a primeira faixa de suberização (Figura 9 G ao L)

A produção de lignina e suberina em resposta a lesões difere entre espécies de plantas, órgãos, tecidos e tipos de lesões quanto à taxa de formação (ARTSCHWAGER, 1924, 1927; GARROD *et al.*, 1982; RITTINGER *et al.*, 1987; HAWKINS & BOUDET, 1996). O padrão de lignificação e suberização observado para os cormos de gladiólos foi similar aos observados em raízes de cenoura feridas, tubérculos de batata e raízes de beterraba açucareira (GARROD *et al.*, 1982; LULAI, 2007; FUGATE *et al.*, 2016). Nesses sistemas, a suberização precedeu a lignificação, e a suberina foi a principal responsável pela vedação do local da ferida. Em contraste, Ibrahim *et al.* (2001) relataram que a lignificação precedeu e excedeu a formação de suberina durante a cicatrização de raízes de beterraba armazenadas a 10º C. As diferenças entre a biossíntese de lignina e suberina entre as beterrabas com feridas são desconhecidas, mas podem ser devidas a diferenças no tipo de lesão sofrida. Na batata, os processos de cura de feridas diferem entre os tubérculos cortados ou feridas e tubérculos machucados (ARTSCHWAGER, 1924, 1927).

Em herbáceas, o que ocorre predominantemente é a proliferação celular e a formação de um novo tecido da epiderme ou no tecido não diferenciado jovem, enquanto que em monocotiledôneas e algumas dicotiledôneas, há a formação de biopolímeros como lignina e suberina em células adjacentes aos tecidos danificados (EL HADIDI, 1969; FRIEND, 1976; MOON *et al.*, 1984; RITTINGER *et al.*, 1987; TROCKENBRODT, 1994; RIOUX & BAAYEN, 1997; OVEN *et al.*, 1999; IBRAHIM *et al.*, 2001; FUGATE *et al.*, 2016).

A simulação das condições de manejo e transporte as quais os cormos foram submetidos, geraram ferimentos e abrasões suficientes para atravessar a epiderme e as camadas de células subdérmicas, causando ruptura de número expressivo de células (Figura 10).

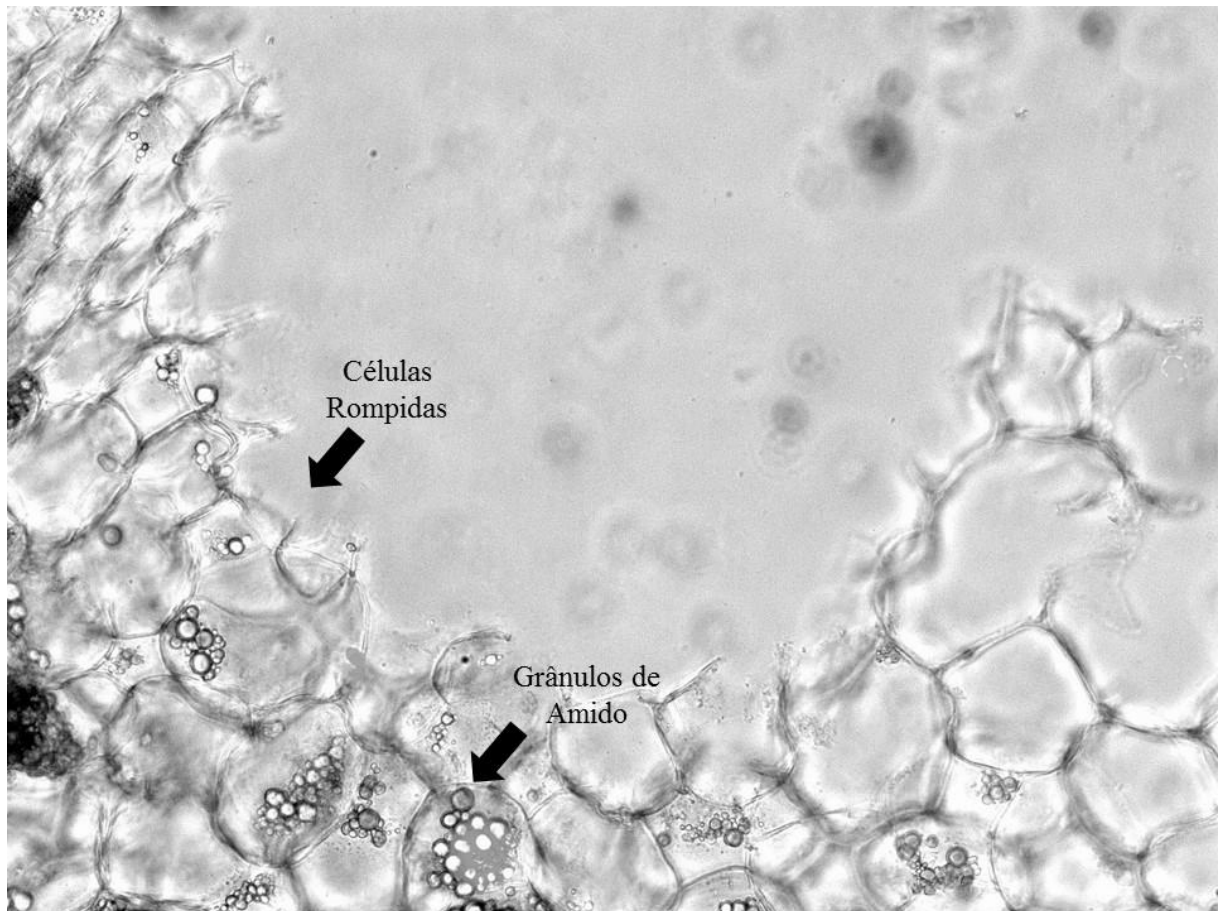


Figura 10. Corte transversal em cormos de *Gladiolus grandiflora* denotando os danos causados a epiderme e a ruptura celular após as lesões (Objetiva 20x).

Os cormos de gladiólo lesionados responderam visualmente a estas lesões com o escurecimento das áreas superficiais. Este evento obedeceu a uma sequência temporal de eventos onde, a lesão foi o primário; o secundário foi à ruptura e descompartimentalização celular (Figura 10) e a eventual liberação de enzimas que entraram em contato com oxigênio e respectivos substratos, resultando na rápida mudança de cor gradual de amarelo pardo para marrom claro (Figura 11).

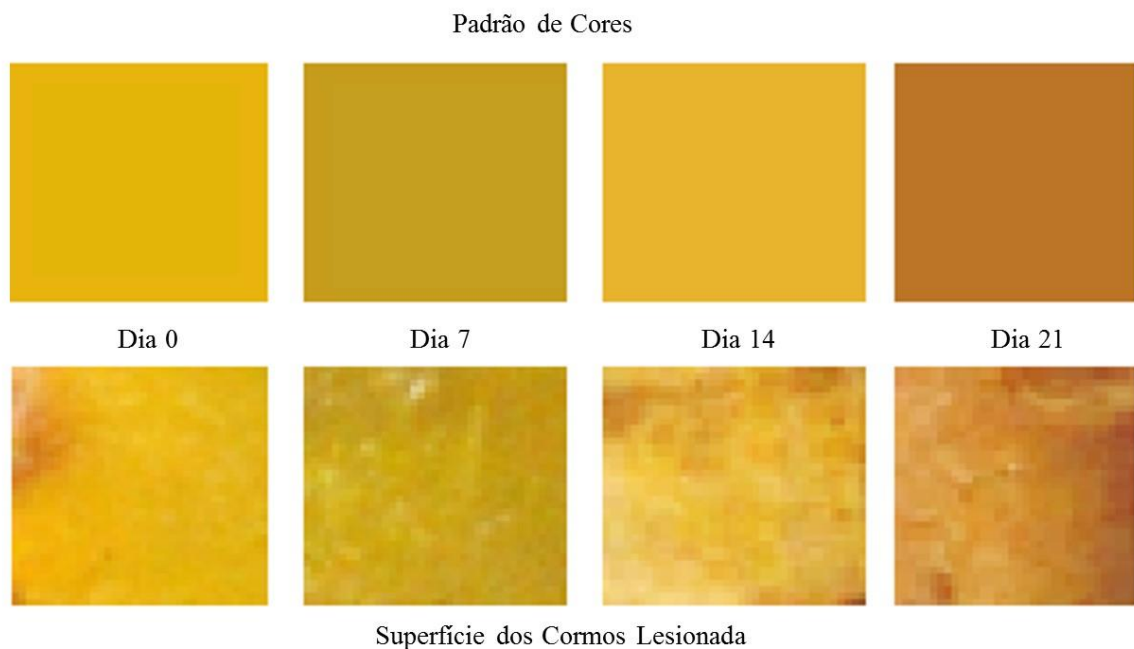


Figura 11. Aspecto geral das superfícies de cormos lesionados destacando a mudança da coloração durante o armazenamento.

A alteração de cor ocorreu, provavelmente, devido à ação da peroxidase (POD) e da polifenoloxidase (PPO) que estão relacionadas com a reticulação entre grupos fenólicos em proteínas de parede – sugerindo que a PPO e seus substratos são mantidos separados pela compartimentação intracelular e o dano. Durante o mauseio inadequado, às membranas intracelulares são danificadas permitindo que PPO e seu substrato se juntem para formar melanina, o pigmento responsável pela descoloração escura encontrada neste experimento (SILVA *et al.*, 2010).

Ambos, PPO e POD, estão presentes em todos os estágios de desenvolvimento da planta, no entanto, sua atividade é mais elevada em órgãos mais jovens ou após uma injúria mecânica ou ataque fitopatológico (YORUK; MARSHALL, 2003). Em algumas raízes e tubérculos elas podem ser encontradas em quase todas as frações subcelulares em quantidade proporcional ao teor de proteína. Mas concentram-se principalmente nas porções externas como a epiderme e os botões laterais (LI *et al.*, 2002). O fato destas enzimas e seus substratos estarem presentes em diferentes compartimentos celulares indica que o escurecimento enzimático é uma consequência direta da perda de compartimentalização do tecido e desintegração celular (Figura 12).

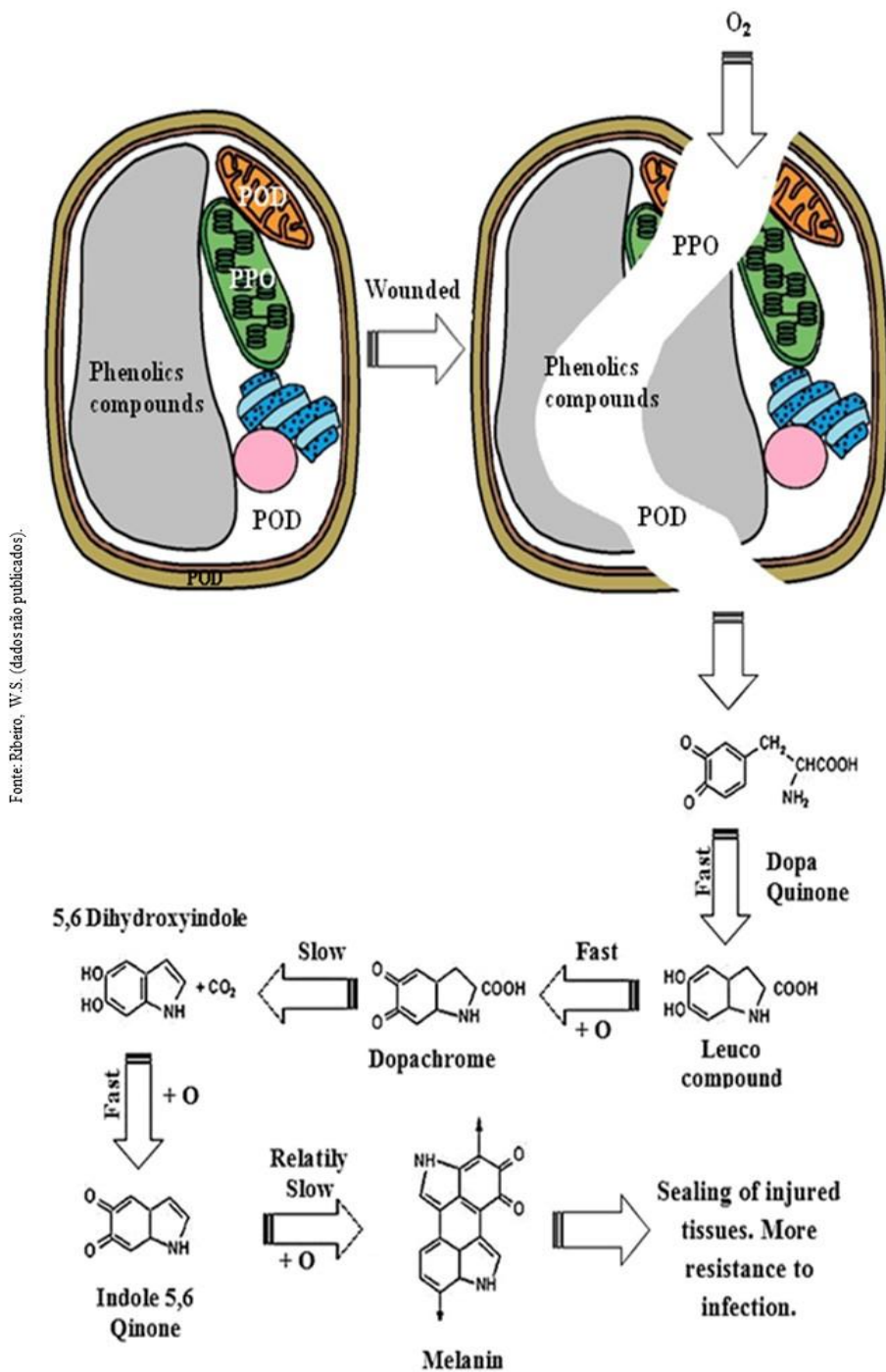


Figura 12. Esquema simplificado das reações de escurecimento na superfície injuriada de cormos de gládolo.

A PPO contém cobre no sítio ativo e atua como oxidase de função mista, catalisando dois tipos diferentes de reações, ambas na presença de oxigênio molecular (presente em decorrência da lesão) hidroxilação de monofenóis para o-difenóis e a oxidação de o-difenóis

em compostos de cor ligeiramente amarela, as o-quinonas. Estas, segundo Espin *et al.* (1995), sofrem reações não-enzimáticas com vários nucleófilos, resultando espontaneamente em pigmentos de cor castanho escuro (como observado neste experimento), preto ou vermelho, chamada melanina (Figura 11).

A PPO e PDO são tidas como enzimas importantes para defesa vegetal. Em situações de danos nos tecidos causados por injúrias mecânicas, ataque de herbívoros e insetos ou infecções por patógenos, a compartimentalização é perdida (Figura 11 e 12), permitindo a estas enzimas reagirem com os substratos fenólicos do vacúolo, levando a formação das quinonas e suas consequências. Os tecidos impregnados com os polímeros de lignina e suberina atuam como barreiras para as infecções formando uma defesa contra a penetração de micro-organismos ou retardando sua proliferação.

Segundo Fugate *et al.* (2016) a perda de massa fresca, a formação de suberina e lignina e a síntese de melanina são eventos fisiológicos que podem ser utilizadas como indicadores da cicatrização de feridas e os mecanismos subjacentes para as diferenças na cicatrização de feridas podem ser investigados determinando as suas relações com as contribuições das atividades enzimáticas.

Ibrahim *et al.* (2001) e Fugate *et al.* (2016) observaram resposta na forma de deposição de material castanho, presumido ser melanina, ao longo das paredes externas e internas das células da superfície ferida de beterraba açucareira. Fugate *et al.* (2016), examinando as atividades enzimáticas envolvidas na formação e deposição de melanina nos tecidos feridos e na biossíntese e deposição de lignina e suberina, indicou que as diferentes respostas em raízes armazenadas a 6° C e 12° C estavam diretamente relacionadas com as diferenças na atividade da polifenoloxidase, embora não houvesse relação evidente entre a formação de suberina ou lignina com a atividade de fenilalanina amônia-liase ou peroxidase. Indicando mais uma vez a complexidade e sobreposição de eventos moleculares e bioquímicos.

Na Figura 13, observa-se que os cormos colonizados por *Fusarium oxysporum* 1 (um) dia depois de injuriados apresentaram 12% de colonização superior aos cormos não lesionados e colonizados. No entanto, observou-se que os cormos infectados após 3 dias apresentaram resistência a infecção. No 3° dia após a lesão os cormos de gládolo apresentam maiores valores de produção e concentração de compostos fenólicos, e iniciam a deposição de suberina e lignina (Figura 7, 8 e 9).

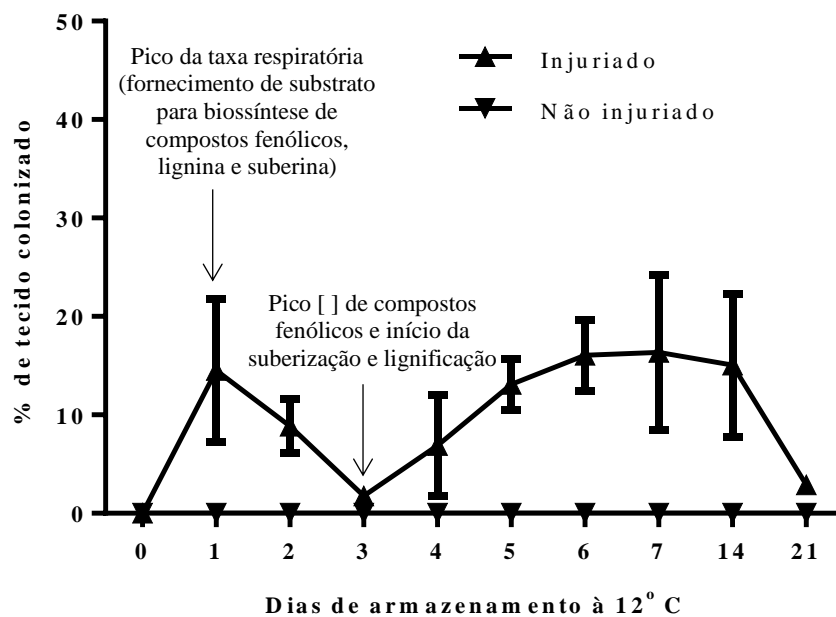


Figura 13. Área lesionada (%) de cormos lesionados e não lesionados de *Gladiolus grandiflora* (Hort.) sob armazenamento refrigerado à 12°C e 90% de umidade relativa por 30 dias.

Durante a coevolução entre hospedeiros e patógenos, estratégias de defesa da planta foram desenvolvidas e podem ser divididas em: 1) mecanismos de defesa constitutivos, também chamado de defesa pré-formada e 2) mecanismos de defesa induzidos. Dentre os mecanismos de defesa pré-formados estão a cutícula e a parede celular, que foram eficientes contra a entrada e estabelecimento de *Fusarium oxysporum* nos tecidos internos de cormos de gladiolo não lesionados durante o armazenamento (Figura 13) (LÉON et. al., 2001).

No entanto, as perturbações epidérmicas causadas pela lesão alteraram as defesas dos cormos, diminuindo a eficiência dos mecanismos de defesa pré-formados e resultando na entrada e estabelecimento de infecção causada por *Fusarium oxysporum* durante o armazenamento, exceto o 3º dia. Neste especificamente, a resistência à entrada do patógeno ocorreu provavelmente devido à ativação dos mecanismos de defesa induzidos por vários meios, resultando na produção de substâncias tóxicas aos patógenos (melanina), bem como a produção de substâncias que são direcionadas à parede celular, dentre elas estão os compostos fenólicos, lignina e suberina que restringiram o desenvolvimento do patógeno pela formação de barreiras químicas e pela reconstrução das estruturas de defesas pré-formadas.

Segundo Sels *et al.*, (2008) os mecanismos de defesa pré-formados não são eficientes contra todos os patógenos, e por isso, explicaria as infecções ocorridas nos cormos de gladiolo

mesmo após a completa formação de camadas de células lignosuberizadas após o 3º dia – indicando que a defesa química é mais efetiva contra a entrada e estabelecimento de *Fusarium oxysporum* em cormos de gladiolo. No entanto, não explica a não infecção dos tecidos internos dos cormos de gladiolo intactos durante todo o armazenamento.

A resistência do hospedeiro é definida por Pascholatti & Milk (1995) como a habilidade de uma espécie de planta hospedeira de um patógeno de suprimir, reduzir ou retardar as injúrias e danos causados por este patógeno. A resistência é caracterizada pela sua natureza dinâmica e coordenada, onde a efetividade dependerá da expressão dos seus mecanismos em uma sequência lógica e coordenada fisiológica, bioquímica, anatômica e geneticamente, após o contato do patógeno em potencial com o hospedeiro. Mostra-se como um sistema multicomponente, onde o nível de resistência resulta da somatória das contribuições individuais de diferentes mecanismos de resistência.

Fugate *et al.* (2012) e Fugate *et al.* (dados não publicados), ao estudarem a infecção de beterrabas açucareiras por *Botrytis cinerea* e *Penicillium claviforme* observaram que às raízes armazenadas na temperatura de 12° C também responderam as lesões com o aumento da biossíntese de compostos fenólicos, resultando na formação de melanina e na deposição de lignina e suberina, selando, fisicamente, as abrasões epidérmicas, impedindo a entrada e infecção dos tecidos internos das raízes.

Chandel (2010), em estudos avaliando a infecção de *Fusarium* spp (*Fusarium oxysporum* f. sp. *gladiolos*; *Fusarium solani*; *Fusarium moniliforme* e *Fusarium roseum*) em cormos de gladiolo, obteve resultados que demonstravam a alta porcentagem de infecção causada pelo patógeno, concluindo quão grande é a sensibilidade dos cormos. A fusariose é a principal doença dos gladiolos, devido ao alto grau de sensibilidade independentemente da espécie do fungo ou cultivar dos gladiolos, corroborando os dados apresentados neste trabalho com a colonização dos tecidos dos cormos de gladiolos por um isolado de *F. oxysporum* para a cultura do milho.

As doenças de plantas são provenientes do mau funcionamento de células e tecidos vegetais, tendo por causa agentes patogênicos e/ou fatores ambientais adversos, resultando no surgimento de sintomas que podem levar a danos severos ou a morte. Os sintomas causados pela fusariose em gladiolos são caracterizados pelo surgimento de manchas pardas em sua superfície com manchas escuras no interior dos bulbos (PAIVA *et al.*, 1999). Dentre os sintomas apresentados podem ser classificados em podridão parda e vascular. Nos dias três e sete observou-se o desenvolvimento de uma podridão parda com manchas em diferentes

disposições no interior do bulbo e no 21º dia observou-se uma podridão vascular que era caracterizada por manchas pardas em torno do dos feixes vasculares (Figura 14).

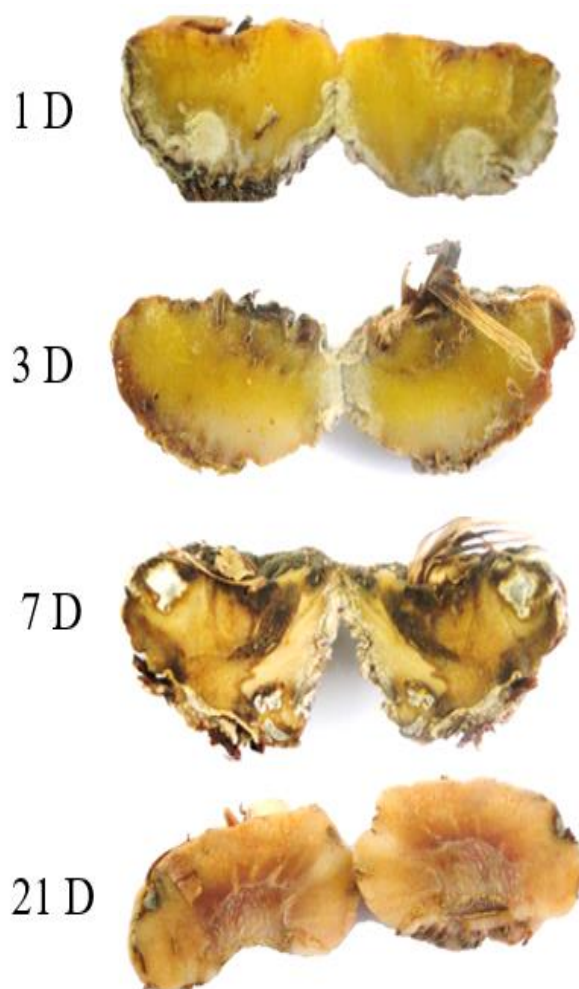


Figura 14. Aspecto dos cormos de *Gladiolus gradiflora* após a infecção de *Fusarium oxysporum* sob armazenamento refrigerado à 12° C e 90% de umidade relativa durante 30 dias.

6. CONCLUSÕES

Baseado nas condições em que o experimento foi conduzido, é possível concluir que a cicatrização de feridas em cormos de gládio pode ser sistematizada em uma sequência temporal tendo como principais eventos:

- 1) a lesão rompe as células, descompartmentalizando-a e liberando enzimas que entram em contato respectivos substratos e oxigênio, podendo haver a formação de melanina (escurecimento) que é, provavelmente a primeira defesa ou defesa temporária dos cormos;
- 2) a lesão resulta em imediato aumento da taxa respiratória que formam os esqueletos de carbono utilizados para síntese de componentes da parede celular e compostos fenólicos que compõem a segunda defesa dos cormos;
- 3) os substratos fenólicos gerados na etapa anterior são utilizados para formação de camadas de deposição lignina e suberina durante o armazenamento que fortaleceram o tecido lesionado, selando-o da entrada de água, evitando a lixiviação de compostos exsudados e protegendo contra a entrada e colonização/infecção de patógenos;
- 4) a produção de compostos fenólicos e os eventos cicatrizantes em cormos de gládios atuaram efetivamente contra a entrada e estabelecimento da infecção de *Fusarium oxysporum* ao 3º dia após a lesão, graças aos mecanismos de defesa induzidos e pré-formados.

7. LITERATURA CITADA

- ABO, K. KLEIN, K.K. EDEL-HERMAN, V. GAUTHERON, N. TRAORE, D. STEINBERG, C. High genetic diversity among strains of *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* from cotton in Ivory Coast. **Phytopathology**, St. Paul, v.95, n.12, p.1391-1396, Dec. 2005.
- ANEFALOS, L. C.; GUILHOTO, JJM. The Brazilian market structure on flowers and ornamental plants in 2000. **Agricultura em São Paulo**, v. 50, n. 2, p. 41-63, 2003.
- ARTSCHWAGER, E. (1924). Studies on the potato tuber. **Journal of Agricultural Research**. 27, 809–835.
- ARTSCHWAGER, E. (1927). Wound periderm formation in the potato as affected by temperature and humidity. **Journal of Agricultural Research** 35, 995–1000
- BRANCO, J. F. Jardins suspensos do Atlântico ou os súbditos de Diónisios. **Lugares de Aqui Atas do Seminário Terrenos Portugueses**, p. 48-80, 1991.
- BAILEY, L. H.; BAILEY, E. Z. Hortus third: a concised dictionary of plants cultivated in the United States and Canada. New York: **Macmillan**, 1976. 1290p.
- BAJI, M.; M'HAMDI, M.; GASTINY, F.; DELAPLACE, P.; FAUCONNIER, M.L.; DU JARDIN, P. Catalase inhibition alters suberization and wound healing in potato (*Solanum tuberosum*) tubers. **Physiologia Plantarum**, v. 129, n. 3, p. 472-483, 2007.
- BALASUNDRAM N, SUNDRAM K, SAMMAN S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry** 99 (1): 191-203, 2006.
- BARBOSA, J. G.; LOPES, L. C. O cultivo de gladiólo. Viçosa: **Imprensa Universitária**, 1994. 13 p.
- BURGESS, L.W.; SUMMERELL, B.A.; BULLOCK, S. GOTT, K.P. & BACKHOUSE, D. **Laboratory manual for *Fusarium* research**, Sydney, University of Sydney. 1994.

- BONATO, I. T. **A logística do transporte e da distribuição de flores e plantas ornamentais no Brasil**. 2015. viii, 23 f. Monografia (Bacharelado em Agronomia) Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- CABRAL, C.S.; BRUNELLI, K.R.; CARVALHO, M.R.M.; SANTOS JUNIOR, W.R.; REIS, A. Ocorrência de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* em alface no Brasil. **Tropical Plant Pathology**, 34: S174, 2009.
- CÁSARES WONG, M. C. **Tratamento pós-colheita visando a longevidade floral de gladiolos (*Gladiolus x hortulanus*)**. 2014. iv, 100 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, 2014.
- CHANDEL, S.; DEEPIK, R. Recent advances in management and control of *Fusarium yellows* in *Gladiolus* species. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, v. 2, n.18, p. 361-380, 2010.
- CORBINEAU, F. El enfriamiento de flores y plantas. Universidad de Pierre y Marie Curie, **Paris y CNRS**. Mendonça, França. p.62-90, 1992.
- CURRY, E. Lenticel e cuticle disorders: a survey 2001. In: **Washington tree fruit postharvests conference, Wsu Tfreq postharvest information network Wenatchee/ WA, march 13th w 14th**.
- CUTLER, D. F.; BOTHA, T.; STEVENSON, D. W. Anatomia Vegetal: uma abordagem aplicada. **Artmed Editora**, 2009.
- EL HADIDI, M.N. 1969. Observations on the wound-healing process in some flowering plants. **Mikroskopie**, 25: 54±69.
- ESPERANÇA, A. A.; LÍRIO, V. S.; DE MENDONÇA, T. G. Análise comparativa do Desempenho exportador de flores e plantas ornamentais nos estados de São Paulo e Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, v.42, n. 2, p. 259-262, 2016.
- ESPIN, J. C.; MORALES, M.; VAROEN, R.; TUDELA, J & GARCIA NOVAS, F. A continuous spectrophotometric method for derminung the monophelase and diphenolase activies of apple polyphenil oxidase. **Anal Biochemical** 231: 237-246, 1995.

- DURIGAN, M. F. B.; MATTIUZ, B. H. Effects of temperature on some senescence parameters during dry storage of cut flowers of Gerbera 'Suzanne'. **Acta Horticulturae**, v. 847, p. 399-407, 2009.
- DURIGAN, M.F.B. **Fisiologia e conservação pós-colheita de flores cortadas de gérbera**. 2009. 147 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Jaboticabal, 2009.
- EXPOFLORA – HOLAMBRA. **Lançamento de Flores**. Disponível em: <http://www.expoflora.com.br/>. Acesso em: 05 de dezembro de 2016.
- FRIAS, A. G. **Caracterização de isolados de *Fusarium oxysporum* f.sp . *lactucae* obtidos de campos de produção comercial no Estado de São Paulo e avaliação de genótipos de alface**. 2014. ix, 45 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/110957>>.
- FERRAZIN, A. S.; GUEDES, M. C. S. Vinhos Artesanais da Região De Jundiá: Caracterização e Teor de Compostos Fenólicos. **Revista Eletrônica FACP**, p. 49-63, n. 8, 2015.
- FUGATE, K. K.; RIBERIRO, W.S.; LULAI, E. C.; DECKARD, E. L.; FINGER, F.L. Cold Temperature Delays Wound Healing in Posthaverst Sugarbeet Roots. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p.1-14, 2016.
- FRIEND, J. 1976. **Lignification in infected tissue**. In: FRIEND, J. & THRELFALL, D.R., eds. Biochemical aspects of plant-parasite relationships. London: Academic Press, 291-303.
- GALATI, V. C.; MUNIZ, A. C. C.; SILVA, J. P.; MARQUES, K. M.; INESTROZALIZARDO, C.; MATTIUZ, C. M. F.; MATTIUZ, B. H. (2015). Influência da temperatura na conservação de Alstroemeria ‘Ajax’ In: Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças, 001. **Anais...** Aracaju, 2015.
- GARCION, C.; LAMOTTE, O.; MÉTRAUX, J. P. Mechanisms of defence to pathogens: biochemistry and physiology. In: WALTERS, D.; NEWTON, A.; LYON, G. (Ed.). Induced resistance for plant defence – a sustainable approach to crop protection. **Oxford: Blackwell**, 2007. p109-132.

- GARROD, B., LEWIS, B. G., BRITTAIN, M. J., AND DAVIES, W. P. (1982). Studies on the contribution of lignin and suberin to the impedance of wounded carrot root tissue to fungal invasion. **New Phytologist** 90, 99–108.
- GEIGER, H.; FUGGERER, H. 1979. UÈber den Chemismus der WeisnerReaction auf Lignin. **Naturforschung**, 34B: 1471-1472.
- GIACON, G. M. FERTIRRIGAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO GLADIÓLO (*Gladiolus hortulanus*) L. cv Amsterdam. 2015. 41f. Dissertação Agronomia – Mestrado - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.
- HARDENBURG, R. E.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. United States **Department of Agriculture Handbook**, 66, 1986.
- HASSAN, F.A.S.; ALI, E. Physiological response of gladiolus flowers to anti-ethylene treatments and their relation to senescence. **International Journal of Advanced Research**, v.2, n.10, p.188-199, 2014.
- HAWKINS, S.; BOUDET, A. (1996). Wound-induced lignin and suberin deposition in a woody angiosperm (*Eucalyptus gunnii* Hook.): histochemistry of early changes in young plants. **Protoplasma** 191, 96–104.
- IBRAHIM, L.; SPACKMAN, V. M. T.; AND COOB, A. H. (2001). Na investigation of wound healing in sugar beet roots using lighth and fluorescence microscopy. **Annual Botann** 88, 313-320.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA – IBRAFLOR. **Relatório IBRAFLOR 2002 e relatório sobre o diagnóstico da cadeia produtiva de flores no estado de Alagoas**. Disponível em: <http://www.ibraflor.com.br>. Acesso em: 05 de dezembro de 2016.
- JENSEN, W. A. *Botanical Histochemistry: Principles and Practices*. London: **W. H. Freeman & Co**, 1992.
- JIMÉNEZ-GASGO, M.M.; MILGROOM, M.G.; JIMÉNEZ-DIAZ, R.M. Genealogies support *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* as a monophyletic group. **Plant Pathology**, Oxford, v. 51, n.72-77, Jan. 2003.
- JOHAL, G. S.; GRAY, J.; GRUIS, D.; BRIGGS, S. P. Convergent insights into mechanisms determining disease and resistance response in plant-fungal interactions. **Canadian Journal Botany**. v.73, p.S468-S474, 1995.

- JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. da S. O setor produtivo de flores e plantas ornamentais do Brasil, do período de 2008 a 2013: atualizações, balanços e perspectivas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 20, n. 1, p. 115-120, 2014.
- KAMPF, ATELENE NORMANN. Produção Comercial de Plantas Ornamentais. Guaíba: **Agrolivros**, 2005.
- KATAN, T.; KATAN, J. Vegetative-compatibility grouping of *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* from tissue and the rhizosphere of cotton plants. **Phytopathology**. St. Paul, v.78 n:6, p. 852-855, June 1988.
- KAYS, S. J. Postharvest physiology of perishable plant products. New York: **AVI Publisher**, p.532, 1991.
- KIYUNA, I., FRANCISCO, V. L. F. S., COELHO, P. J., CASER, D. V., ASSUMPCÃO, R. D., & ÂNGELO, J. A. Floricultura brasileira no início do século XXI: o perfil do produtor. **Informações Econômicas**, v. 34, n. 4, p. 14-32, 2004.
- KIM, D.H.; MARTYN, R.D.; MAGILL, C.W. Mitochondrial DNA (mt DNA)- Relatedness among Formae speciales of *Fusarium oxysporum* in the cucurbitaceae. **Phytopathology**, St . Paul, v. 83, n.1, p. 91-97, Jan.1993.
- KUMAR, M.; SINGH, V. P.; ARORA, A.; SINGH, N. The role of abscisic acid (ABA) in ethylene insensitive Gladiolus (*Gladiolus grandiflora* Hort.) flower senescence. **Acta Plant Physiology**, v.36, p.151–159, 2014.
- KUROZAWA, C. Glossário: **Gladiólos**. Disponível em:
<http://globo ruraltv.globo.com//GRrural/0,27062,LTP0-4373-0-L-G,00.html..>
 Acesso em: 08 de dezembro de 2016.
- LAFTA, A. M.; FUGATE, K. Dehydration accelerates respiration in postharvest sugarbeet roots. **Postharvest biology and technology**, v. 54, n. 1, p. 32-37, 2009.
- LAFTA, A. M.; FUGATE, K. K. Metabolic profile of wound-induced changes in primary carbon metabolism in sugarbeet root. **Phytochemistry**, v. 72, n. 6, p. 476-489, 2011.
- LAKSHMAN, D. K., PANDEY, R., KAMO, K., BAUCHAN, G., & MITRA, A. Genetic transformation of *Fusarium oxysporum* f. sp. *gladioli* with *Agrobacterium* to study pathogenesis in *Gladiolus*. **European journal of plant pathology**, v. 133, n. 3, p. 729-738, 2012.

- LEAL-BERTIOLI, S.C. de M. O enfoque molecular na sistemática de fungos. **Revista Anual Patologia de Plantas**. 6:197:230. 1998.
- LEE SJ, UMANO K, SHIBAMOTO T, LEE KG. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. **Food Chemistry**, 91(1): 131-7, 2005.
- LÉON, J., ROJO, E., SÁNCHEZ-SERRANO, J.J., 2001. Wound signaling in plants. **Journal of Experimental Botany**. 52, 1–9.
- LI, L.; STEFFENS, J. C. Over expression. Of polyphenol oxidase in transgenic tomato plants results in enhanced bacterial disease resistance. *Planta*, v. 215, p. 239-247, 2002.
- LIPETZ, J. Wound-healing in higher plants. **International Review of Cytology**, v. 27, p. 1-28, 1970.
- LORI, G.; EDEL-HERMANN, V.; GAUTHERON, N.; ALABOUVETTE, C. Genetic diversity of pathogenic and nonpathogenic populations of *Fusarium oxysporum* isolated from carnation fields in Argentina. **Phytopathology**, St. Paul, v. 94, n.6, p. 661-668, June, 2004.
- LULAI, E. C. (2007). “Skin-set, wound healing, and related defects,” in **Potato Biology and Biotechnology: Advances and Perspectives**, ed. D. Vreughenhil (Oxford: Elsevier), 471–500.
- LULAI, E. C., SUTTLE, J. C., AND PEDERSON, S. M. (2008). Regulatory involvement of abscisic acid in potato tuber wound-healing. *Journal of experimental botany* 59, 1175–1186. doi: 10.1093/jxb/ern019
- MENDES, M.A.S.; SILVA, V.L. da; DIANESE, J.C.; FERREIRA, M.A.S.V.; SANTOS, C.E.N. dos; GOMES NETO, E.; URBEN, A.F.& CASTRO,C. Fungos em plantas no Brasil. Brasília, EMBRAPA-SPI, **EMBRAPA-CENARGEN**. 1998
- MUNIZ, A. C. C. **Temperaturas de armazenamento e uso de soluções de manutenção na pós-colheita de gérberras vermelhas**. 2015. iii, 69 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, 2015.
- MOON, G.J.; PETERSON, C.A.; PETERSON, R.L. 1984. Structural, chemical and permeability changes following wounding in onion roots. **Canadian Journal of Botany** 53: 2443-2457.

- NACZK M, SHAHIDI F. Extraction and analysis of phenolics in food. **J Chromatogr A** 1054 (1/2): 95-111,2004.
- NELSON, P.E.; TOUSSOUN, T.A. & MARASAS, W.F.O. *Fusarium* species an illustrated manual for identification. University Park: **The Pennsylvania State University Press**. 1983.
- NEVES, M. F; PINTO, M. J. A. **MAPEAMENTO E QUANTIFICAÇÃO DA CADEIA DE FLORES E PLANTAS ORNAMENTAIS DO BRASIL**– São Paulo: OCESP,2015. Disponível em:
<<http://www.ibraflor.com/publicacoes/vw.php?cod=248>> Acessado em 07, dez, 2016.
- NOWAK, J.; GOSZCZYNSKA, M. D.; RUDNICKI, R. M. Storage of cut flowers and ornamental plants: present status and future prospects. Postharvest News and Information. **Research Institute of Pomology and Floriculture**, Skierniewice. v. 2, n. 4, p. 255-260, 1991.
- OVEN, P.; TORELLI, N.; SHORTLE, W.; ZUPANCIC, M. 1999. The formation of a ligno-suberised and necrophylactic periderm in beech bark (*Fagus sylvatica* L.). **Flora** 194: 137-144.
- OLIVEIRA, L. L. **Produção de gladiolo em função da aplicação de nitrogênio e etiltrinezapac**, 2009. 43 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita, campus Ilha solteira, Ilha Solteira- SP, 2009.
- POMPEU, D.R. **Adsorção de três famílias de Compostos Fenólicos em resinas sintéticas macroporosas**. 2007. 74 folhas. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2007.
- PAIVA, P. D. de O. Floricultura I: Cultivo do gladiolo (palma-de-santa-rita). Lavras: **UFLA/FAEPE**. 18 p., 2003.
- PAIVA, P. D. O. SIMÕES, F. C. VIEIRA, F. A. **Cultura do gladiolo**. Lavras: UFLA (Boletim técnico. Série extensão, 59), 1999.
- PASCHOLATI, S.F. & MILK, B. 1995. Hospedeiro: mecanismos de resistência. Pp. 417-453. In: A. Bergamini-Filho; H. Kimati & L. Amorim. **Manual de Fitopatologia**. v.I. Princípios e Conceitos, 3 ed. São Paulo, Agronômica Ceres Ltda.

- PEREIRA, M. T. J., DA SILVA, T. J. A., BONFIM-SILVA, E. M., & MAZZINI-GUEDES, R. B. Applying wood ash and soil moisture on gladiolus (*Gladiolus grandiflorus*) cultivation. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 3, p. 393-401, 2016.
- RÊGO, ER; FINGER, FL; NASCIMENTO, MF; BARBOSA, LAB; SANTOS, RMC. 2011 Pimenteiras Ornamentais. In: Rêgo; E.R. Finger, F.L. Rêgo, M.M. (Org.). Produção, Genética e Melhoramento de Pimentas (*Capsicum* spp.). 1 ed. Recife - PE: **Imprima**, 1: 117-136.
- ROSA, F.S.; LUNKES, R.J.; SANTOS, R.F. A dança das flores: a importância da logística e da gestão de cadeiras produtivas na produção e comercialização de flores e plantas ornamentais. In: Congresso Internacional de Custos, 2005, Itapema. **Anais**, Ix Congresso Internacional De Custos, 2005.
- RIBÉREAU-GAYON P. Les composés phénoliques des végétaux. Paris: **Dunod**; 1968.
- RIOUX, D.; BAAYEN, R.P. 1997. A suberized perimedullary reaction zone in *Populus balsamifera* novel for compartmentalization in trees. **Trees** 11: 389-403.
- RITTINGER, P.A.; BIGSS, A.R.; PEIRSON, D. R. 1987. Histochemistry of lignin and suberin deposition in boundary lavres formes after wounding in various plant species and organs. **Canadian Journal of Botany**, 63: 1886-1892.
- ROGERS, L. A., AND CAMPBELL, M. M. The genetic control of lignin deposition during plant growth and development. **New Phytol.** 164,17–30, 2004.
- SABBA, R. P., AND LULAI, E. C. Histological analysis of the maturation of native and wound periderm in potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber. **Anual Botany** 90, 1–10, 2002.
- SALINGER, J.P. Producción comercial de flores. Zaragoza: **Editorial Acribia**, 1991.
- SARDOEI, A. S.; SHAHDADNEGHAD, M. Interaction effect of sucrose and salicylic acid on vase life of cut Gerbera flowers. **International Journal of Biological Sciences**, v. 1, n. 7, p. 31-36, 2014.
- SARKANEN, K.V.; LUDWIG, C.H. 1971. **Definition and nomenclature**. In: SARKANEN, K.V.; LUDWIG, C.H., eds. Lignins: occurrence, formation, structure, and reactions. New York: Wiley-Interscience, 1±18.
- SCHWAB, N. T., STRECK, N. A., RIBEIRO, B. S. M. R., BECKER, C. C., LANGNER, J. A., UHLMANN, L. O., & RIBAS, G. G. Parâmetros quantitativos de hastes

- florais de gladiolo conforme a data de plantio em ambiente subtropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 10, p. 902-911, 2015.
- SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; PASCHOLATI, S. F. **Mecanismos bioquímicos de defesa vegetal**. In: PASCHOLATI, S.F.; LEITE, B.; STANGARLIN, J.R.; CIA, P. (Ed.). *Interação Planta Patógeno – fisiologia, Bioquímica e Biologia Molecular*. Piracicaba: FEALQ, 2008. p.227-248.
- SEBRAE- SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. FLORES E PLANTAS ORNAMENTAIS DO BRASIL. SÉRIE DE ESTUDOS MERCADOLÓGICOS. Volume 2. 2015b Disponível em: http://www.hortalica.com.br/artigos/2015/FPO_BR_Estudos_Mercadologicos_2015_Vol2.pdf.pdf. Acesso em: 07 dez. 2016
- SELS, J.; MATHYS, J.; CONINCK, B.M.A.D.; CAMMUE, B.P.A; BOLLE, M.F.C.D. Plant pathogenesis-related (PR) proteins a focus on PR peptides. **Plant Physiology and Biochemistry**. 46: 941-950, 2008.
- STANGARLIN, J.R.; CIA, P. (Ed.). **Interação Planta Patógeno – fisiologia, Bioquímica e Biologia Molecular**. Piracicaba: FEALQ, 2008. p.227-248.
- STEFFENS, C. A., BRACKMANN, A., PINTO, J. A. V., & EISERMANN, A. C. Respiratory rate of fruits of temperate climate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3, p. 313-321, 2007.
- SIMÕES, F. C. **Propagação in vitro de gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* L.)**. 2001. 65f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S., SANTANA, A. S., & BELLO KOBLITZ, M. G. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, 2010.
- SONCIN, C.A. ; LUPO NETO, W. ; SOUZA, D. ; TELHADO, S. F. P. e ; CAIXETA FILHO, J.V. . LOGÍSTICA DE EXPORTAÇÃO DE FLORES NO BRASIL. In: XLI Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 2004, Cuiabá. **Anais do XLI Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural**, 2004.
- SONEGO, G.; BRACKMANN, A. Conservação pós-colheita de flores. **Ciência Rural**, v. 25, n. 3, p.473-479,1995.

- SOUZA, H. M. Cultura de gladiólos. São Paulo: **Sociedade Brasileira de Floricultura**. 1970. 12 p.
- TOMBOLATO A. F. C.; UZZO, R. P.; JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S.; STANCATO, G. C.; ALEXANDRE, M. A. V. Bulbosas ornamentais no Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 16, n.2, p. 127-138, 2010.
- TOMBOLATO AFC. Cultivo comercial de plantas ornamentais. Campinas: **Instituto Agrônômico**. 211p, 2004.
- TROCKENBRODT, M. 1994. Light and electron microscopic investigations on wound reactions in the bark of *Salix caprea* L. and *Tilia tomentosa* Moench. **Flora** 189: 131-140.
- VAN DOORN, W. G. Role of soluble carbohydrate in flower senescence: a survey. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.543, p. 179-183,2001.
- WOLLENWEBER, H. W. and REINKING, O. A. 1935. Die Fusarien, ihre Beschreibung, Schadwirkung und Bekämpfung. **Verlag Paul Parey**, Berlin.
- YORUK, R.; MARSHALL, M. R. Physicochemical properties and function of plant polyphenol oxidase: A review. **Journal Food Biochemical**, v. 27, p. 361-422, 2003.