

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS ITAQUI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**TEMPERATURAS CARDINAIS PARA A FASE
PLANTIO-EMERGÊNCIA DE GLADIÓLO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MARTINA MUTTONI

**Itaqui, RS, Brasil
2016**

MARTINA MUTTONI

**TEMPERATURAS CARDINAIS PARA A FASE PLANTIO-
EMERGÊNCIA DE GLADIÓLO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientador: Cleber Maus Alberto

Co-orientador: Nereu Augusto Streck

Itaqui, RS, Brasil
2016

M993t Muttoni, Martina

TEMPERATURAS CARDINAIS PARA A FASE PLANTIO-EMERGÊNCIA DE
GLADIÓLO / Martina Muttoni.

20 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade
Federal do Pampa, AGRONOMIA, 2016.

"Orientação: Cleber Maus Alberto".

1. Gladiolus x grandiflorus Hort., . 2. Temperatura basal
inferior. 3. Temperatura basal superior. 4. Temperatura ótima.
5. Desenvolvimento. I. Título.

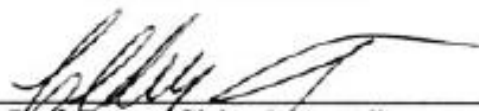
MARTINA MUTTONI

**TEMPERATURAS CARDINAIS PARA A FASE PLANTIO-
EMERGÊNCIA DE GLADIÓLO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Agronomia da
Universidade Federal do Pampa
(UNIPAMPA), como requisito parcial para
obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em: 23 de junho de 2016.

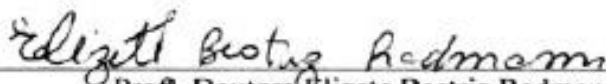
Banca examinadora:



Prof. Doutor Cleber Maus Alberto

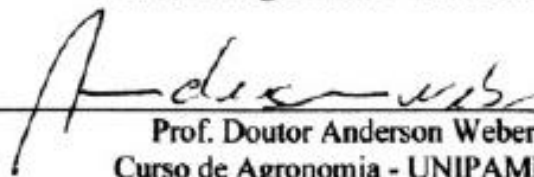
Orientador

Curso de Agronomia - UNIPAMPA



Prof. Doutora Elizete Beatriz Radmann

Curso de Agronomia - UNIPAMPA



Prof. Doutor Anderson Weber

Curso de Agronomia - UNIPAMPA

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à Deus, aos meus amados pais, e meu namorado, maiores incentivadores e fontes inesgotáveis de apoio, amor e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por ter me concedido a dádiva da vida, para dela poder desfrutar e colher bons frutos.

A minha família, em especial meus pais Mauro e Marta o apoio sempre concedido em todas as etapas de minha vida.

Ao meu namorado Alex Cristiano Bartz pelo apoio e carinho diário, paciência, incentivo, e companheirismo durante a graduação.

A Universidade Federal do Pampa, por ter me proporcionado a concepção do conhecimento e a formação necessária para obtenção do grau de engenheiro agrônomo.

Ao Prof. Dr. Cleber Maus Alberto pela orientação e amizade.

Ao Prof. Dr. Nereu Augusto Streck, a Lilian Osmari Uhlman e ao Grupo de Estudo em Água e Solo (GEAS), que auxiliaram na realização desta pesquisa.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

TEMPERATURAS CARDINAIS PARA A FASE PLANTIO-EMERGÊNCIA DE GLADIÓLO

Autor: Martina Muttoni

Orientador: Cleber Maus Alberto

Local e data: Itaqui, 23 de junho de 2016.

O objetivo deste trabalho foi determinar as temperaturas cardinais para a fase de plantio-emergência de cormos de gladiólo. O experimento foi conduzido em ambiente controlado, em uma câmara de crescimento com controle de temperatura e umidade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com os tratamentos constituídos de 12 níveis térmicos (5°C, 7°C, 10°C, 13°C, 16°C, 18°C, 20°C, 22°C, 25°C, 30°C, 33°C, 35°C), com dez repetições. A cultivar utilizada foi a Amsterdam, sendo o plantio dos cormos realizado a profundidade de 10 cm. Após o plantio, foi observada diariamente a data de emergência das plantas de gladiólo. A taxa de emergência foi calculada para cada tratamento como o inverso da duração da fase de brotação, sendo que os dados estimados foram obtidos através de um modelo não linear de simulação proposto por Wang & Engel, denominado WE. Quando a função apresentou como resposta o valor zero, definiu-se a temperatura basal inferior e basal superior. Para determinar a temperatura ótima, utilizou-se a raiz do quadrado médio do erro (RQME). Na temperatura de 5°C e 35°C não ocorreu emergência. Na faixa de temperatura de 22°C a 25°C a fase plantio-emergência é completada em menor tempo, porém a menor RQME foi obtida na temperatura de 22,5°C, onde a relação entre os dados estimados e observados ficam mais próximos. As temperaturas cardinais para a fase plantio-emergência de gladiólo são definidas como temperatura basal inferior de 5°C, temperatura ótima de 22,5°C e temperatura basal superior de 35°C.

Palavras chave: *Gladiolus x grandiflorus* Hort., Temperatura basal inferior, temperatura basal superior, temperatura ótima, desenvolvimento, modelos matemáticos.

ABSTRACT

CARDINAL TEMPERATURES FOR THE PLANTING-EMERGENCE PHASE OF GLADIOLUS

Author: Martina Muttoni

Advisor: Cleber Maus Alberto

Place and Date: Itaquí, June 23, 2016.

The objective of this study was to determine the cardinal temperatures for planting-emergence phase of gladiolus corms. The experiment was conducted in a controlled environment in a growth chamber with temperature and humidity control. The experimental design was completely randomized with the treatments consisting of 12 thermal levels (5°C, 7°C, 10°C, 13°C, 16°C, 18°C, 20°C, 22°C, 25°C, 30°C, 33°C, 35°C), with ten replicates. The cultivar used was Amsterdam, with the planting of corms performed at 10 cm depth. After planting, was observed daily the date of gladiolus plants emergency. The emergence rate for each treatment was calculated as the inverse of the duration of the sprouting phase, with the estimated data obtained by a nonlinear simulation model proposed by Wang & Engel, called WE. When the function presented zero as response, it was defined as lower base temperature and higher base temperature. To determine the optimum temperature, was used the root mean square error (RMSE). In the temperature range of 22°C to 25°C planting-emergence phase is completed in a shorter time, but the smallest RMSE was obtained at 22.5°C temperature where the relationship between the estimated and observed data are closer. The cardinal temperatures for planting-emergence phase of gladiolus are defined as lower base temperature of 5°C, optimum temperature of 22.5°C and higher base temperature of 35°C.

Keywords: *Gladiolus x grandiflorus* Hort., lower base temperature, higher base temperature, optimum temperature, development, mathematical models.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Raiz quadrada média do erro (RQME) dos valores de taxa de emergência observados e estimados pela equação de Wang & Engel (1998) utilizando como temperatura ótima a=22,0°C, b=22,5°C, c=23,0°C, d=23,5°C, e=24,0°C, f=24,5°C, g=25,0°C.....17

Figura 2. Resposta à temperatura da fase plantio-emergência de gladiólo (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.), cultivar Amsterdam; dados estimados pela equação de Wang & Engel (1998) utilizando $T_b=5^\circ\text{C}$, $T_{ot}= 22,5^\circ\text{C}$ e $T_B=35^\circ\text{C}$; dados observados no experimento em diferentes temperaturas; dados estimados pela equação de Wang & Engel (1998) usados no modelo PhenoGlad utilizando $T_b=5^\circ\text{C}$, $T_{ot}= 25^\circ\text{C}$ e $T_B=35^\circ\text{C}$18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Duração da fase plantio-emergência (PL-EM) de gladiólo (<i>Gladiolus x grandiflorus</i> Hort.), cultivar Amsterdam, sob diferentes temperaturas, com suas respectivas taxas de emergência.....	15
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

Tb – temperatura base inferior (°C)

Tot – temperatura ótima (°C)

TB – temperatura base superior (°C)

RQME – Raiz quadrada média do erro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4 CONCLUSÃO	19
REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

O gladiólo (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) ou Palma-de-Santa-Rita pertence à família Iridaceae, sendo uma flor de corte propagada por cormos. Possui ocorrência natural no Mediterrâneo e na região sul da África onde são mais de 100 espécies silvestres de gladiólo. No Brasil o cultivo em grande escala iniciou na década de 50 sendo que em 1989 o cultivo já era notório em São Paulo (Tombolato et al., 2004). Para o mercado brasileiro de flores, o gladiólo possui maior importância na celebração de Finados, sendo que a parte comercial é a inflorescência, uma espiga com vários floretes de diversas cores. É uma planta herbácea, bulbosa, de folhas alongadas, lanceoladas com cutícula cerosa e nervuras paralelinérveas. É uma cultura de ciclo curto, baixo custo de implantação, rápido retorno financeiro e de fácil condução (Paiva et al., 1999).

Um dos principais elementos meteorológicos que influenciam o ciclo de desenvolvimento do gladiólo é a temperatura (Streck et al., 2012). O desenvolvimento das espécies vegetais é influenciado pelas três temperaturas cardinais: temperatura basal inferior (Tb), temperatura ótima (Tot) e basal superior (TB) (Yan & Hunt, 1999). As temperaturas Tb e TB representam, respectivamente, a temperatura abaixo e acima do qual o desenvolvimento da planta é nulo ou é desprezível para fins de cálculo. Já a Tot é a temperatura em que o desenvolvimento do vegetal é máximo (Pereira et al., 2010).

As plantas de gladiólo são intolerantes à geada, se adaptam bem em temperaturas amenas (como de 10-25 °C de dia e 16-18 °C à noite) e podem tolerar temperaturas próximo de 50°C, quando a umidade do ar e do solo estiverem em nível ótimo (Lim, 2014; Shillo & Halevy, 1976). Segundo Streck et al. (2012), o ciclo da cultura se alonga em temperaturas mais baixas e encurta em temperaturas elevadas.

Uma escala fenológica para a cultura do gladiólo (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.) foi proposta por Schwab et al. (2015). Nesta escala, o ciclo de desenvolvimento do gladiólo foi dividido em quatro fases: fase de dormência dos cormos, fase de brotação (do aparecimento das raízes filiformes ao aparecimento dos catáfilos), fase vegetativa (do aparecimento da primeira folha até o aparecimento da última folha, iniciando na emergência) e fase reprodutiva (do início do espigamento até a planta senescente).

Com base nessa escala fenológica, foi desenvolvido um modelo de simulação de desenvolvimento para gladiólo, o PhenoGlad (Uhlmann, 2016). Este modelo descreve a data de ocorrência dos estágios de desenvolvimento do gladiólo, sendo uma importante ferramenta de simulação da data dos estágios fenológicos da cultura. A variável de entrada nesse modelo

de simulação do desenvolvimento de gladiolo é a temperatura. Cada fase de desenvolvimento possui temperaturas cardinais específicas que devem ser conhecidas para calcular a taxa diária de desenvolvimento e assim simular o ciclo da cultura. Dessa maneira, o conhecimento das temperaturas cardinais é fundamental para o uso nesse modelo matemático.

A emergência é um dos eventos mais importantes que afetam diretamente o sucesso de culturas anuais devendo ser rápida, uniforme e completa para que se possa obter um bom potencial produtivo (Soltani et al., 2006). Quando em condições desfavoráveis, o material propagativo pode ficar vulnerável ao ataque de patógenos de solo, devido ao maior tempo de exposição, causando a deterioração do mesmo. Com base nisso, as variações de temperatura podem afetar a velocidade, a porcentagem e a uniformidade de emergência. Assim, há necessidade de determinar a temperatura em que a eficiência do processo de emergência é máxima bem como os extremos (mínimo e máximo) onde não ocorre a emergência.

Uma maneira simples usada para descrever o efeito da temperatura sobre o desenvolvimento vegetal é a soma térmica, com unidade em graus-dia. A utilização da soma térmica consiste no acúmulo de temperaturas diárias favoráveis, caracterizando um melhor descritor de tempo biológico do que dias do calendário civil (Gilmore & Rogers, 1958). Para o cálculo de soma térmica existem vários métodos sendo que nestes é necessário informar as temperaturas cardinais que são dependentes das fases de desenvolvimento da cultura. Além disso, os cormos de gladiolo possuem dormência e quando expostos a certas condições de temperaturas estes brotam. Assim, conhecer a T_b é importante para que o armazenamento de cormos de gladiolos seja realizado em condições adequadas.

A determinação das temperaturas cardinais geralmente é realizada nas condições de campo, em diferentes épocas de semeadura/plantio, a fim de submeter as plantas a diferentes condições térmicas. Porém, a temperatura basal inferior e a temperatura basal superior raramente ocorrem em condições de campo, sendo necessários estudos em ambientes com temperatura controlada.

Com base no exposto, objetivou-se determinar as temperaturas cardinais para a fase de plantio-emergência de cormos de gladiolo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente controlado, em uma câmara de crescimento (FITOTRON) com controle de temperatura e umidade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com os tratamentos constituídos de 12 níveis térmicos (5°C, 7°C,

10°C, 13°C, 16°C, 18°C, 20°C, 22°C, 25°C, 30°C, 33°C, 35°C), com dez repetições. A unidade experimental correspondeu a um vaso de 1,7 litros.

A cultivar utilizada no experimento foi a Amsterdam, com cormos comerciais de gladiolo previamente vernalizados com tamanho variando entre 14 e 16 cm de circunferência. Antes da instalação do experimento, os cormos foram armazenados na geladeira a uma temperatura média de 5°C até o momento do plantio. O plantio foi realizado a uma profundidade de 10 cm em vasos de 1,7 litros, contendo horizonte A do solo como substrato classificado como Plintossolo Háptico. Os vasos foram preenchidos com solo e colocados na câmara 24 horas antes do plantio dos cormos para que o solo atingisse a temperatura de teste. A irrigação foi realizada de maneira a manter a umidade do solo próximo da capacidade de campo, sendo que todos os vasos receberam a mesma quantidade de água. A umidade relativa do ar foi de 80% para todos os tratamentos.

Após o plantio, foi observada diariamente a data de emergência das plantas de gladiolo em cada um dos vasos, a qual foi considerada quando apresentavam a brotação visível acima da superfície do solo. A data de emergência para cada nível térmico foi considerado quando 50% das plantas estavam acima do nível do solo (emergidas).

A taxa de emergência (dia⁻¹) foi calculada para cada tratamento como o inverso da duração da fase de brotação (do plantio até a emergência), ou seja, dividiu-se um (1) pelo número de dias em que houve 50% da emergência. A taxa de emergência de cada tratamento foi normalizada dividindo a taxa de emergência pela maior taxa de emergência (temperatura ótima), de modo que os dados observados variam entre 0 e 1, constituindo a curva de resposta da taxa de emergência à temperatura [f(T)].

Aos dados observados de f(T) foi ajustada uma versão da função beta usada por Wang & Engel (1998), denominado modelo WE, em que a f(T) também varia de 0 a 1. Esta função apresenta as seguintes características: quando a temperatura é igual ou inferior à temperatura-base mínima ou é igual ou superior à temperatura base máxima, a função apresenta, como resposta, o valor zero, indicando que não há desenvolvimento nestas condições. A função beta é igual a um quando a temperatura é igual à temperatura base ótima, e um valor menor que um e maior que zero nas condições intermediárias. A versão da função beta no modelo WE é:

$$f(T) = 0, T \leq T_{\min} \text{ ou } T \geq T_{\max} \quad (1)$$

$$f(T) = [2 \cdot (T - T_{\min})^\alpha \cdot (T_{\text{ot}} - T_{\min})^\alpha - (T - T_{\min})^{2\alpha}] / (T_{\text{ot}} - T_{\min})^{2\alpha}, T_{\min} \leq T \leq T_{\max} \quad (2)$$

$$\alpha = \ln(2) / \ln[(T_{\max} - T_{\min}) / (T_{\text{ot}} - T_{\min})] \quad (3)$$

Sendo:

“ T_{\min} ”, “ T_{ot} ” e “ T_{\max} ” são as temperaturas cardinais do desenvolvimento (mínima, ótima e máxima) e “ T ” a temperatura do meio.

Com base nisso, as temperaturas que apresentaram o valor zero foram determinadas como temperatura basal inferior e temperatura basal superior. Como foi observada uma faixa de temperatura em que a emergência ocorre em menor tempo (T_{ot}), utilizou-se a raiz do quadrado médio do erro (RQME) para determinar a temperatura ótima. A RQME foi calculada com intervalo de 0,5°C iniciando em 22°C e finalizando em 25°C (faixa ótima de temperatura). A RQME foi calculada de acordo com Borges et al. (2010):

$$RQME = (\sum(s_i - o_i)^2/N)^{0,5} \quad (4)$$

Sendo: “ s ” o valor estimado, “ o ” o valor observado e N o número de observações. A “RQME” expressa o erro médio da T_{ot} , assim, quanto menor a RQME maior a precisão da simulação de T_{ot} pela função de temperatura proposta por Wang & Engel (1998).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como se pode observar na Tabela 1, na temperatura de 5°C e 35°C não ocorreu emergência. Os cormos permaneceram 76 dias sob a temperatura de 5°C, sendo que não apresentaram alteração morfológica em relação ao momento de plantio. Na temperatura de 35°C, após 30 dias do plantio os cormos já se encontravam deteriorados e sem emissão de radícula ou brotação.

Tabela 1. Duração da fase plantio-emergência (PL-EM) de gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.), cultivar Amsterdam, sob diferentes temperaturas, com suas respectivas taxas de emergência.

Temperaturas (°C)	PL-EM (dias)	Taxa de emergência normalizada
5	76	0
7	64	0,2031
10	30	0,4329
13	20	0,6500
16	18	0,7228
18	15	0,8667
20	14	0,9286
22	13	1,0000
25	13	1,0000
30	15	0,8667
33	19	0,6842
35	30	0

Shillo & Simchon (1973), também verificaram ausência de brotação sob temperatura de 5°C. Em sementes, a redução gradativa de temperatura influencia na velocidade de embebição e mobilização de reservas o que provoca decréscimo na velocidade de germinação (Marcos Filho, 2005).

A brotação nada mais é que um processo biológico que necessita de energia oriunda da degradação de reservas o qual ocorre através do processo respiratório (Magro et al., 2011). Em batata, temperaturas abaixo de 5°C reduzem as taxas respiratórias e conseqüentemente a brotação de tubérculos (Taiz & Zeiger, 2009). Segundo Bonhomme (2000), em temperaturas muito baixas certas enzimas não são suficientemente flexíveis e, portanto, não são capazes de efetuar mudança de conformação requerida em uma reação.

Uhlman (2016) testou cinco níveis térmicos na fase plantio emergência de gladiolo e também observou que não houve emergência na temperatura de 35°C. Segundo Taiz & Zeiger (2009) a respiração aumenta consideravelmente entre as temperaturas de 0-30°C, atingindo o máximo entre 40-50°C. Em temperaturas mais altas a taxa respiratória novamente decresce, pois ocorre inativação de enzimas responsáveis pela respiração. Assim, os cormos de gladiolo quando submetidos a temperaturas acima da ótima tem sua taxa de emergência decrescente até chegar a temperatura de 35°C onde já não ocorre emergência.

As altas temperaturas também reduzem a estabilidade da membrana, podendo modificar a sua composição e estrutura, causando perda de íons. A ruptura da membrana também inibe a respiração e fotossíntese uma vez que esses processos são dependentes de enzimas e transportadores de elétrons ligados as membranas (Taiz & Zeiger, 2009). Assim, o processo de brotação do gladiolo que é dependente da respiração é prejudicado.

Na faixa de temperatura de 22°C a 25°C (Tabela 1) a fase plantio-emergência é completada em menor tempo (13 dias). Dessa maneira, utilizou-se a estatística raiz quadrada média do erro (RQME) para determinar a temperatura ótima. Como se pode observar na Figura 1-(b), a menor RQME foi obtida na temperatura de 22,5°C, onde a relação entre os dados estimados e observados ficam mais próximos, indicando esta como a temperatura ótima para a fase plantio-emergência de gladiolo.

Esse resultado diverge do encontrado por Uhlmann (2016), que sugere que a temperatura ótima para a fase considerada é de 25°C. Isso ocorre porque a autora testou apenas cinco níveis térmicos (5°C, 16°C, 25°C, 30°C, 35°C) o que resultou em apenas uma temperatura ótima. Semelhante aos resultados encontrados nesse trabalho, a cultura da batata que também possui órgão de propagação vegetativa, apresenta como temperatura ótima para a fase de emergência 22°C a 25°C (Midmore, 1984).

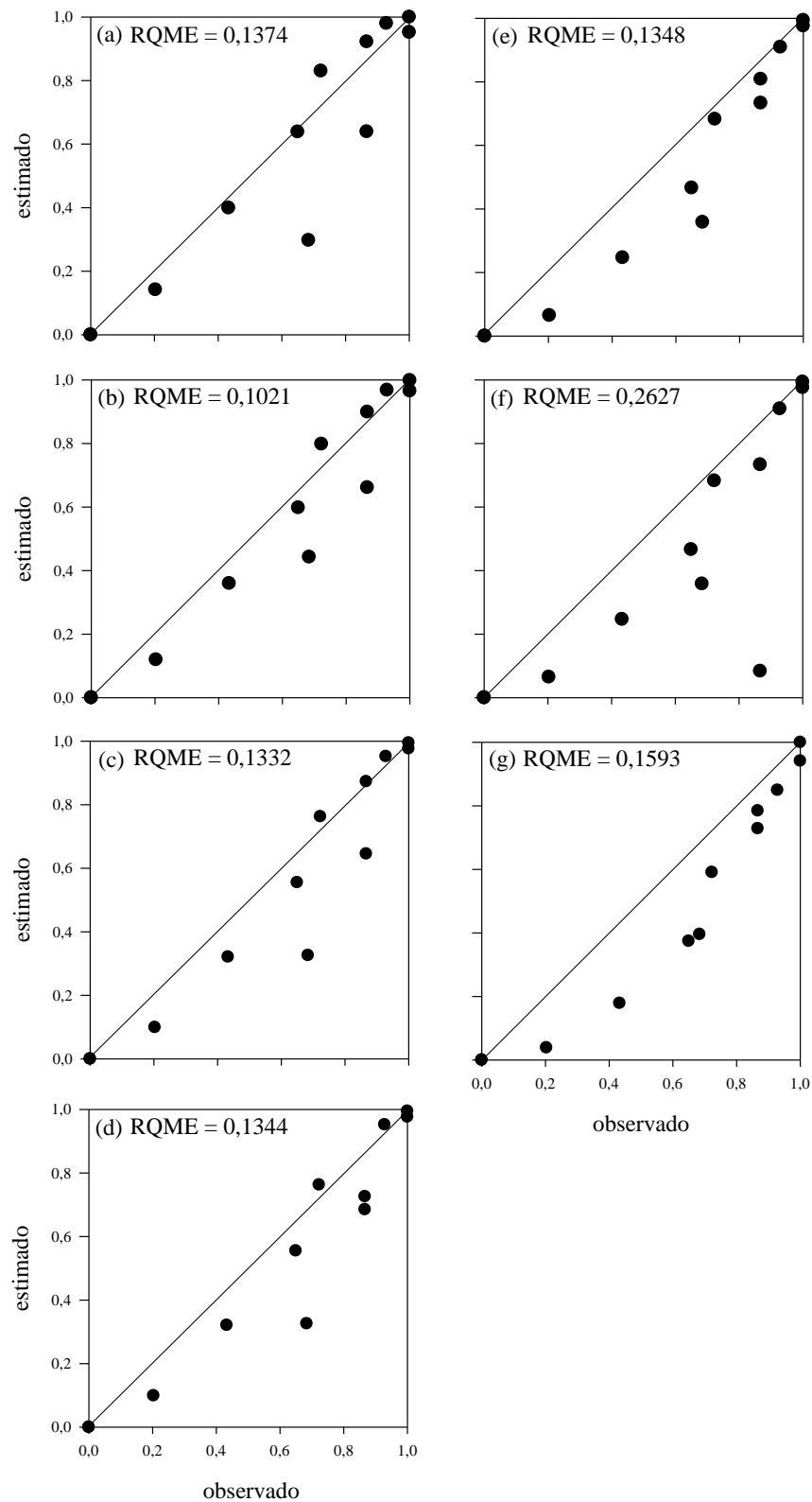


Figura 1. Raiz quadrada média do erro (RQME) dos valores de taxa de emergência observados e estimados pela equação de Wang & Engel (1998) utilizando como temperatura ótima a=22,0°C, b=22,5°C, c=23,0°C, d=23,5°C, e=24,0°C, f=24,5°C, g=25,0°C.

Conhecer a temperatura ótima da fase plantio-emergência é fundamental, pois, a emergência é considerada o evento isolado mais importante que afeta o sucesso de culturas anuais (Soltani, 2006). Para que a emergência ocorra de forma rápida e uniforme, é necessário que a brotação ocorra em condições ideais de ambiente. Segundo Callejas et al. (2014), a taxa de respiração, a taxa de fotossíntese e a taxa de crescimento e desenvolvimento são dependentes da temperatura. Com base nisso, é fundamental conhecer a temperatura ótima em que esses processos não são prejudicados.

Após a determinação da temperatura ótima da fase plantio-emergência, realizou-se a plotagem dos dados observados e dos estimados pela equação de Wang & Engel (1998) utilizando as temperaturas de 5°C (T_b), 22,5°C (T_{ot}) e 35°C (T_B) como temperaturas cardinais (Figura 2).

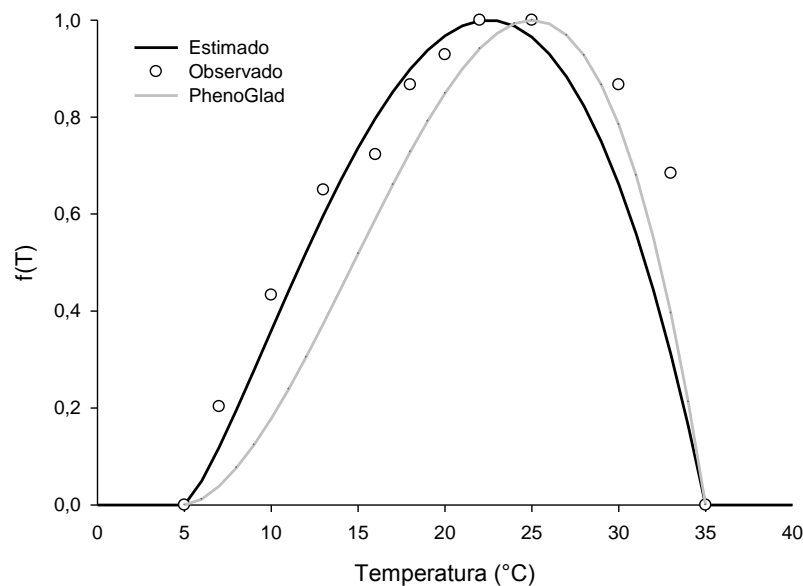


Figura 2. Resposta à temperatura da fase plantio-emergência de gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* Hort.), cultivar Amsterdam; dados estimados pela equação de Wang & Engel (1998) utilizando $T_b=5^{\circ}\text{C}$, $T_{ot}= 22,5^{\circ}\text{C}$ e $T_B=35^{\circ}\text{C}$; dados observados no experimento em diferentes temperaturas; dados estimados pela equação de Wang & Engel (1998) usados no modelo PhenoGlad utilizando $T_b=5^{\circ}\text{C}$, $T_{ot}= 25^{\circ}\text{C}$ e $T_B=35^{\circ}\text{C}$.

Pode-se observar na Figura 2, que ao utilizar a T_{ot} de 22,5°C o modelo de Wang & Engel (1998) simula melhor a função de temperatura quando comparado a T_{ot} de 25°C utilizada no PhenoGlad. Dessa maneira, utilizando a temperatura ótima de 22,5°C os dados estimados se aproximam mais dos observados, garantindo maior precisão do modelo.

Os dados de temperaturas cardinais para a fase plantio-emergência de gladiolo encontrados nesse trabalho servirão de base para rodar o modelo PhenoGlad e assim obter resultados mais confiáveis sobre a duração do ciclo da cultura já que as temperaturas cardinais não eram bem conhecidas. Além disso, conhecendo a temperatura basal inferior, o produtor pode armazenar os cormos a 5°C para que esses não brotem. Conhecendo a temperatura ótima os produtores serão capazes de fazer o plantio no momento mais adequado, ou seja, em que a fase plantio-emergência seja completada em menor tempo.

4 CONCLUSÃO

As temperaturas cardinais para a fase plantio-emergência de gladiolo são definidas como temperatura basal inferior de 5°C, temperatura ótima de 22,5°C e temperatura basal superior de 35°C.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONHOMME, R. Bases and Limits to using ‘degree.day’ units. **European Journal of Agronomy**, v.13, n.1, p.1-10, 2000.

BORGES, V.P.; OLIVEIRA, A.S.; COELHO FILHO, M.A.; SILVA, T.S.M.; PAMPONET, B.M. Avaliação de modelos de estimativa da radiação solar incidente em Cruz das Almas, Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.1, p.74-80, 2010.

CALLEJAS, I.J.A.; NEVES, G.A.R.; TAVARES, A.S.; MOURA, I.B.; LIMA, E.A. Determination of the cardinal temperatures of Purple mango cultivar through computer simulation using a nonlinear model. **Ambiência**, v.10, n.1, p.97-110, 2014.

GILMORE, E.C. Jr.; ROGERS, J.S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, v.50, n.10, p.611-615, 1958.

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

MAGRO, F.J.; TAKAO, G.; CAMARGO, P.E.; TAKAMATSU, S.Y. **Biometria em cana-de-açúcar**. Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queros”. Piracicaba, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.lpv.esalq.usp.br/lpv0684/Biometria%20em%20cana-de-acucar%20exemplo%20de%20texto%20aluno.pdf>> Acesso em: 27 de maio de 2016.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, v.12, 2005. 495p.

MIDMORE, D.J. The potato (*Solanum* spp) in the hot tropics I. Soil temperature effects on emergence, plant development and yield. **Field Crops Research**, v.8, p.255-271, 1984.

PAIVA, P.D.O.; SIMÕES, F.C.; PAIVA, R. **Cultura do Gladiolo**. Lavras: Departamento de Agricultura, 1999. 12p.

PEREIRA, L.C.; CAMPELO JÚNIOR, J.H.; FERRONATO, A. Comparação de Métodos para Estimativa do Plastocrono em Algodoeiro em Condições Tropicais. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.40, n.2, p.213-220, 2010.

SCHWAB, N.T.; STRECK, N.A.; BECKER, C.C.; LANGNER, J.A.; UHLMANN, L.O.; RIBEIRO, B.S.M.R.; A phenological scale for the development of *Gladiolus*. **Annals of Applied Biology**, v.166, n.3, p.496-507, 2015.

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

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

SOLTANI, A.; ROBERTSON, M.J.; TORABI, B.; YOUSEFI-DAZ, M. SARPARAST, R. Modelling seedling emergence in chickpea as influenced by temperature and sowing depth. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.138, p.156-167, 2006.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 4.ed., 2009. 848p.

TOMBOLATO, A.F.C.; BRANCO, A.M.M.; COSTA, A.M.M; LOURENÇÃO, A.L.; STRINGHETA, A.C.O.; BOERSEN, A.; CASTRO, C.E.F.; RIVAS, E.B; BERGMANN, E.C.; TAGLIACOZZO, G.M.D. **Cultivo Comercial de Plantas Ornamentais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1ed., 2004. 211p.

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

WANG, E.; ENGEL, T. Simulation of phenological development of wheat crops. **Agricultural Systems**, v.58, n.1, p.1-24, 1998.

YAN, W.K.; HUNT, L.A. An equation for modelling the temperature response of plants using only the cardinal temperatures. **Annals of Botany**, v.84, p.607-614, 1999.