



**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA
DAS APLICAÇÕES DE ÁGUA E
NITROGÊNIO NO CULTIVO DE GLADIÓLO
(*Gladiolus x grandiflorus* L.)**

JOELMA REZENDE DURÃO PEREIRA

2005

JOELMA REZENDE DURÃO PEREIRA

VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DAS APLICAÇÕES DE
ÁGUA E NITROGÊNIO NO CULTIVO DE GLADIÓLO (*Gladiolus x
grandiflorus* L.)

Tese apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Curso de
Doutorado em Engenharia Agrícola, área de
concentração em Irrigação e Drenagem, para
obtenção do título de “Doutor”.

Orientador

Prof. Dr. Jacinto de Assunção Carvalho

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2005

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Pereira, Joelma Rezende Durão

Viabilidade técnica e econômica das aplicações de água e nitrogênio no cultivo de gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* L.) / Joelma Rezende Durão Pereira. – Lavras : UFLA, 2005.

80 p. : il.

Orientador: Jacinto de Assunção Carvalho.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. *Gladiolus x grandiflorus*. 2. Irrigação. 3. Análise de crescimento. 4. Análise econômica. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.93424

JOELMA REZENDE DURÃO PEREIRA

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DAS APLICAÇÕES DE
ÁGUA E NITROGÊNIO NO CULTIVO DE GLADIÓLO (*Gladiolus x
grandiflorus* L.)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Engenharia Agrícola, área de concentração em Irrigação e Drenagem, para obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 31 de Agosto de 2005.

Prof.^a Dr.^a. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva UFLA

Prof. Dr. Ricardo Pereira Reis UFLA

Prof. Dr.^a. Fátima Conceição Rezende UFLA

Prof. Dr. Paulo César de Melo UFU

Prof. Dr. Denis César Cararo UFLA



Prof. Dr. Jacinto de Assunção Carvalho
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

A Deus,

pelo maravilhoso dom da vida;

OFEREÇO

Aos meus pais Wander e Cleonice,

pelo amor, apoio e incentivo;

A minha irmã Maria e sobrinho Diego, pelo amor sempre pleno;

Ao meu marido Heverton pelo seu amor e companheirismo;

A Stéfani, minha filha querida;

Aos familiares e amigos,

pelo apoio e incentivo na realização deste trabalho;

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, sempre presente em minha vida.

À Universidade Federal de Lavras, especialmente ao Departamento de Engenharia, pela oportunidade de realização do curso e pelos ensinamentos.

À CAPES – Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudos.

À FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, pelo suporte financeiro deste projeto.

À empresa Terra Viva pela doação dos bulbos de gladiolo.

Ao prof. Jacinto de Assunção Carvalho pela oportunidade, orientação e amizade ao longo do curso.

Ao meu marido Heverton Henrique, pelo amor, companheirismo, dedicação e paciência em todos os momentos e a todos meus familiares pelo total apoio e auxílio.

Ao meu anjinho, Stéfani, a filha tão querida, de se comportar muito bem nos momentos distantes da mamãe.

Ao meu pai, Wander Durão, pela fé, força e dedicação tida no tratamento contra o câncer.

A minha mãe, que cuidou da minha princesa durante toda execução do trabalho.

Aos professores Patrícia Duarte de Oliveira Paiva, Giovanni Rabelo e Valdemar Faquin pela co-orientação neste estudo e pelos ensinamentos.

Ao Prof. Ricardo Pereira Reis por todo auxílio prestado com muito carinho.

A todos professores do Laboratório de Hidráulica da UFLA pelos ensinamentos.

Aos funcionários Lindeberg (“Seu Beg”), Oswaldo (Nenem) e José Luiz, pelo auxílio e fornecimento de material.

Aos alunos de graduação, Kleber, Alexandre e Douglas e os colegas da pós-graduação Márcio José e Márcio Koetz, pelo auxílio nos trabalhos realizados durante o curso.

As grandes amigas de curso Mirian, Patrícia e Polyanna.

Aos colegas de curso, pelo convívio e, principalmente, pela amizade.

BIOGRAFIA

JOELMA REZENDE DURÃO PEREIRA, filha de Wander Durão e Cleonice Trindade Rezende Durão, nasceu em Lavras, em 16 de abril de 1976.

Em 1986, concluiu o ensino fundamental na Escola Estadual Tiradentes em Lavras. O ensino médio foi concluído em 1993, no Colégio Tiradentes da PMMG, em Lavras.

Ingressou no curso de Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Lavras (UFLA) em março de 1995. Bolsista do PET – Engenharia Agrícola, de 1996 a 1999, desenvolveu trabalhos relacionados com floricultura e irrigação paisagística. Deu seqüência em seus trabalhos no mestrado, iniciado em março de 2000, na área de concentração em Irrigação e Drenagem na mesma universidade. Em fevereiro de 2002, obteve o título de mestre.

Em agosto do mesmo ano, iniciou o Doutorado nesta universidade, área de concentração de Irrigação e Drenagem.

Em 31 de agosto de 2005 concluiu o Doutorado e esta data, também foi um marco, pois foi à defesa da 1ª Tese de Doutorado do curso de Engenharia Agrícola da UFLA.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	vi
1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DE LITERAURA.....	04
2.1 O Mercado de flores	04
2.2 A Cultura do gladiolo	04
2.3 Irrigação do gladiolo	09
2.4 Adubação	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Área experimental	14
3.2 Material Vegetal.....	15
3.3 Preparo do solo e canteiros	15
3.4 Determinação da curva característica do solo	16
3.5 Manejo da Cultura	18
3.6 Características avaliadas no experimento.....	19
3.7 Análises Estatísticas	19
3.8 Experimento 1: “Crescimento e produção de hastes florais de gladiolo (<i>Gladiolus x grandiflorum</i>), variedade White Goddess, cultivado com diferentes tensões de água no solo nas diferentes fases fenológicas”	19
3.8.1 Classes de qualidade	23
3.9 Experimento 2: “Crescimento e produção de hastes florais de	

gladiolo (<i>Gladiolus x grandiflorum</i>), variedade White Goddess, cultivado com diferentes lâminas de reposição de água e doses de adubação nitrogenada”	23
3.10 Função de Produção	25
3.10.1 Função de produção de gladiolo tendo a água como fator variável	28
3.10.2 Função de produção de gladiolo tendo o nitrogênio como fator variável	34
3.10.3 Superfície de resposta	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 Experimento 1: “Crescimento e produção de hastes florais de gladiolo (<i>Gladiolus x grandiflorum</i>), variedade White Goddess, cultivado com diferentes tensões de água no solo nas diferentes fases fenológicas”	37
4.1.1 Dimensões da planta de gladiolo.....	39
4.1.1.1 Altura da planta	42
4.1.1.2 Comprimento da haste floral.....	44
4.1.2 Número médio de flores.....	46
4.1.3 Classes de qualidade	47
4.2 Experimento 2: “Crescimento e produção de hastes florais de gladiolo (<i>Gladiolus x grandiflorum</i>), variedade White Goddess, cultivado com diferentes lâminas de reposição de água e doses de adubação nitrogenada”	50
4.2.1 Altura da planta	52
4.2.2 Comprimento da haste floral.....	56
4.2.3 Número de flores.....	60
4.3 Viabilidade econômica	64
4.3.1 Eficiência econômica da lâmina de água	64
4.3.2 Eficiência econômica do nitrogênio	68

4.3.3 Superfície de resposta	71
5 CONCLUSÕES	73
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1	Esquema dos canteiros e sistema de plantio do gladiolo 09
Figura 2	Curva característica de retenção de água no solo 17
Figura 3	Esquema de tutoramento das plantas de gladiolo 17
Figura 4	Esquema do delineamento experimental referente ao primeiro experimento (esquema em faixas) de diferentes tensões de água no solo durante as diferentes fases fenológicas para produção de gladiolo, UFLA, Lavras, MG, 2004 20
Figura 5	Visão geral do primeiro experimento de diferentes tensões de água no solo durante as diferentes fases fenológicas para produção de gladiolo, UFLA, Lavras, MG, 2004 20
Figura 6	Esquema do delineamento experimental referente ao segundo experimento (esquema em parcelas subdivididas) . 24
Figura 7	Representação gráfica das temperaturas máximas, mínimas e médias no interior da estufa, ocorridas durante o cultivo do gladiolo, variedade White Goddess. UFLA, Lavras-MG, 2004 37
Figura 8	Representação gráfica das umidades máximas, mínimas e médias no interior da estufa, ocorridas durante o cultivo do gladiolo, variedade White Goddess. UFLA, Lavras-MG, 2004 38
Figura 9	Queimadura na ponta da parte aérea e enrugamento de folhas referentes a tratamentos com maiores níveis de tensão de água no solo, Lavras, MG, 2004 42
Figura 10	Tamanhos médios da altura das plantas, nas fases de crescimento, espigamento e florescimento da cultura do gladiolo var. White Goddess, em função dos níveis de tensão de água no solo. UFLA, Lavras, MG, 2004..... 43
Figura 11	Tamanhos médios das hastes florais das plantas, nas fases de crescimento, espigamento e florescimento da cultura do gladiolo var. White Goddess, em função dos níveis de tensão de água no solo. UFLA, Lavras, MG, 2004 45
Figura 12	Número médio de flores por inflorescências das plantas de gladiolo, var. White Goddess, em função dos níveis de tensão de água no solo, UFLA, Lavras, MG, 2004 46
Figura 13	Representação gráfica das temperaturas máximas, mínimas e médias no interior da estufa, ocorridas durante a condução do experimento, ao longo do ciclo da cultura. UFLA, Lavras-MG, 2005 50

Figura 14	Representação gráfica das umidades relativas máximas, mínimas e médias no interior da estufa, ocorridas durante a condução do experimento, ao longo do ciclo da cultura. UFLA, Lavras-MG, 2005	51
Figura 15	Tamanhos médios da altura das plantas, da cultura do gladiolo var. White Goddess, em função dos níveis das lâminas de irrigação. UFLA, Lavras, MG, 2005	54
Figura 16	Tamanhos médios da altura das plantas, da cultura do gladiolo var. White Goddess, em função das doses de nitrogênio. UFLA, Lavras, MG, 2005	55
Figura 17	Tamanhos médios da haste floral, da cultura do gladiolo var. White Goddess, em função das lâminas de irrigação. UFLA, Lavras, MG, 2005	57
Figura 18	Tamanhos médios da haste floral das plantas de gladiolo var. White Goddess, em função das doses de nitrogênio. UFLA, Lavras, MG, 2005	58
Figura 19	Tamanhos médios da haste floral das plantas de gladiolo var. White Goddess, em função das doses de nitrogênio e lâmina de irrigação. UFLA, Lavras, MG, 2005	59
Figura 20	Número de flores médios das plantas de gladiolo var. White Goddess, em função dos níveis reposição de água no solo. UFLA, Lavras, MG, 2005	60
Figura 21	Número médio de flores das plantas de gladiolo var. White Goddess, em função das doses de nitrogênio. UFLA, Lavras, MG, 2005	62
Figura 22	Número de flores das plantas de gladiolo var. White Goddess, em função das doses de nitrogênio e lâminas de irrigação	63
Figura 23	Lâmina total de água economicamente ótima em função da relação entre o preço da água e o preço do produto em função das diferentes lâminas de reposição de água e doses de adubação nitrogenada. UFLA, Lavras, MG, 2005	67
Figura 24	Dose de nitrogênio economicamente ótima em função da relação entre o preço do nitrogênio (R\$.ton ⁻¹) e o preço do produto em função das diferentes lâminas de reposição de água e doses de adubação nitrogenada. UFLA, Lavras, MG, 2005	70
Figura 25	Valor da receita em função das lâminas totais de água e das doses de nitrogênio	71

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1	Resultados das análises químicas das amostras do solo para implantação dos experimentos de cultivo de gladiolo..... 16
Tabela 2	Tipos de hastes florais do gladiolo destinadas ao comércio (Classificação Cooperativa Holambra) 23
Tabela 3	Resumo das análises de variância com os níveis de significâncias das variáveis analisadas 40
Tabela 4	Valores médios dos tamanhos finais da altura da planta, haste e dos números de flores, nas diferentes fases da cultura do gladiolo em que foram aplicados diferentes níveis de tensão de água no solo..... 41
Tabela 5	Valores médios dos parâmetros comerciais em função das diferentes fases da cultura (C – fase crescimento; E – Fase espigamento; F – fase de florescimento) e das lâminas de irrigação 48
Tabela 6	Resumo das análises de variância com os níveis de significâncias das variáveis analisadas 53
Tabela 7	Produtos físicos marginais da água (PFMa), dentro de cada dose de nitrogênio, para diferentes lâminas totais de água (Lavras, MG, 2005) 65
Tabela 8	Produtos físicos marginais do nitrogênio (PFMa), para cada lâmina total de água, considerando doses de nitrogênio (Lavras, MG, 2005) 69

RESUMO

PEREIRA, Joelma Rezende Durão. Viabilidade técnica e econômica das aplicações de água e nitrogênio no cultivo de gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* L.) 2005. 76p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de Lavras, Lavras¹

O uso da irrigação em produções de flores e plantas ornamentais até então é muito pouco estudado. Com o objetivo de analisar a viabilidade técnica e econômica da aplicação de diferentes lâminas de água e doses de adubação nitrogenada, durante as fases de desenvolvimento do gladiolo, na região de Lavras – MG, conduziram-se dois experimentos no Laboratório de Hidráulica da Universidade Federal de Lavras, MG. No primeiro experimento, estudaram-se quatro níveis de tensão de água no solo aplicado, nas três fases fenológicas da cultura (crescimento vegetativo, espigamento e floração), por análises de medidas de crescimento: altura da planta, tamanho da haste floral e número de inflorescência. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema faixa, sendo quatro níveis de tensão de água no solo (15, 25, 40 e 60 kPa) e três fases fenológicas da cultura, totalizando doze tratamentos e seis repetições. De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que a altura da planta, tamanho da haste floral e número de flores foram afetados com o aumento dos níveis de tensão de água no solo, principalmente, quando estes ocorreram, nas fases de crescimento e espigamento. No segundo experimento estudaram-se três níveis de adubação nitrogenada e avaliaram-se os efeitos de diferentes níveis de déficits hídricos sobre a planta. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas, com quatro níveis de reposição da água consumida (40, 70, 100 e 130%), tendo os seguintes valores acumulados ao longo do ciclo: 96, 167, 240 e 311 mm; e três doses de adubação nitrogenada (164, 328 e 492 kg.ha⁻¹), com quatro repetições. Os parâmetros analisados foram: altura da planta, tamanho da haste floral e número de inflorescência. Para o gladiolo, a característica mais importante é o tamanho da haste floral, pois quanto maior, maior o número de flores. Por isto, os melhores resultados foram obtidos com a reposição, ao longo do ciclo da cultura, de 229 mm da água consumida e 375 kg.ha⁻¹ da adubação nitrogenada. A lâmina e dose de nitrogênio economicamente ótima

¹Comitê Orientador: Jacinto de Assunção Carvalho – UFLA (Orientador), Patrícia Duarte de Oliveira Paiva - UFLA, Giovanni Francisco Rabelo – UFLA, Valdemar Faquin – UFLA.

representaram a reposição de água de 226 mm e 372 kg.ha⁻¹ adubação nitrogenada.

Palavras-chave: *Gladiolus x grandiflorum*, irrigação, análise de crescimento, análise econômica.

ABSTRACT

PEREIRA, Joelma Rezende Durão. **Technical and economical viability of application of water and nitrogen in cultivation of gladiolus (*Gladiolus x grandiflorus* L.)**. 2005. 76p. Thesis (Doctor in Irrigation e Drenage) – Universidade Federal de Lavras, Lavras²

Up to the moment, studies about irrigation application for flower and ornamental plants production are limited. With objective analyzing the technical and economical viability of application different water sheets and doses of manuring nitrogen, during the phases of development of gladiolus, in Lavras - MG, behaved two experiments in Laboratory of Hydraulics of Federal University of Lavras, MG. First experiment study four different levels tension water in the soil, at three different phases of the crop growth period (vegetative growth, pre-flowering and flowering,) these effects were characterized through analyses of growth measures plant height, floral stem length, and number of flowers. The experimental design was completely randomized in a strip outline of four levels tension water in the soil (15, 25, 40 and 60 kPa) and three growth phases, totaling twelve treatments with six replications each. In agreement with the obtained results it can be concluded that the height of the plant, size of the floral stem and number of flowers were affected with the increase of the levels of tension of water in the soil, mainly, when these happened, in the vegetative growth and pre-flowering phases. Second experiment studied water deficit and manuring nitrogen levels growth and production of gladiolus. The experimental design was completely randomized in a subdivided portions outline of four levels water deficit (replacement of 40, 70, 100 and 130% consumed water) with the following accumulated values along the cycle: 96, 167, 240 and 311 mm; and three doses of nitrogenated adubation (164, 328 and 492 kg.ha⁻¹), with four repetitions each. The analyzed parameters were: height of the plant, size of floral stem and number of flowers. For the gladiolus the most important characteristic is the size of floral stem, because as longer as the stem is, bigger is the number of flowers. For this reason, the best results were obtained with the replacement, along the cycle of the culture, of 229 mm of consumed water and 375 kg.ha⁻¹ of the nitrogenated adubation. The sheet and proportion of nitrogen best

² Guidance Committee: Jacinto de Assunção Carvalho – UFLA (Major Professor), Patrícia Duarte de Oliveira Paiva - UFLA, Giovanni Francisco Rabelo – UFLA, Valdemar Faquin – UFLA.

economically they represented the replacement of water of 226 mm and 372 kg.ha⁻¹ nitrogen adubation.

Key-words: *Gladiolus x grandiflorum*, irrigation, growth analysis, economic analysis.

1 INTRODUÇÃO

O mercado mundial de flores e plantas ornamentais está em plena expansão em consequência da busca de harmonia e estética visual do ambiente, com o uso de diversas variedades de flores e plantas ornamentais, proporcionando bem estar ao homem.

Como atividade agrícola intensiva, a floricultura valoriza a mão-de-obra no campo, proporcionando a exploração de pequenas áreas com elevado retorno econômico (Kampf, 1989).

No Brasil, a produção de flores pode ser desenvolvida em qualquer parte, desde que sejam utilizadas tecnologias específicas para cada espécie. As flores tropicais também têm grande importância na produção nacional, face às boas oportunidades de comercialização para outros países (Fruticom, 2001).

Dentre as flores de corte cultivadas, destaca-se o gladiolo, também conhecido como Palma ou Palma-de-Santa-Rita. É uma flor muito comum dentre as plantas ornamentais, tradicionalmente utilizadas para ornamentação de túmulos, no dia de Finados. Também é usada para decoração dos mais diversos ambientes, em ocasiões especiais, como as datas festivas, casamentos, formaturas, etc. É uma cultura de grande importância, devido a seu ciclo curto, fácil condução e rápido retorno financeiro, fatores esses que permitem o seu cultivo em pequenas áreas, além da possibilidade de produção comercial de bulbos para os mercados interno e externo. A cultura do gladiolo tem elevada importância econômica na horticultura ornamental, sendo o terceiro produto, em volume de vendas dentre as flores de corte cultivadas no Brasil. Os mais cultivados e comercializados são: primeiro as rosas e segundo os crisântemos. Os bulbos de gladiolo correspondem a um dos produtos mais importantes para exportação (Paiva et.al., 1999).

As plantas ornamentais, de forma geral, são bastante sensíveis à deficiência hídrica, principalmente às grandes variações de umidade no solo, refletindo-se num desenvolvimento precário e desuniforme do produto final. Durante as fases de desenvolvimento vegetativo e floração, o gladiolo necessita de boa umidade (Carvalho et. al, 2001). Por meio de irrigações freqüentes, é possível conseguir produções precoces.

Para o gladiolo, a deficiência no fornecimento de água prejudica o desenvolvimento vegetativo e o florescimento, formando inflorescências com comprimento reduzido. Entretanto, poucas são as informações para o manejo da irrigação da cultura. Há necessidade de desenvolvimento de trabalhos que visem avaliar os efeitos da disponibilidade de água no crescimento e os efeitos da adubação em cobertura na produção desta cultura, utilizando tecnologia específica, que proporcione ao produtor maiores rendimentos econômicos.

Logo, uma produção eficiente e rentável deve constituir o principal objetivo econômico da empresa agrícola. Para isto, os recursos disponíveis devem ser utilizados racionalmente no processo de produção, de forma a se obterem os mais altos níveis de eficiência econômica. Na atividade da irrigação, a água é o recurso natural sobre o qual se tem maior interesse em exercer controle, no sentido de alterar seu padrão de disponibilidade espacial e temporal, adequando-o à demanda agrícola (Frizzone, 1986).

Os modelos de simulação de crescimento de culturas estão se tornando importantes, no estudo de estratégias de irrigação e da economia agrícola. Os modelos oferecem uma oportunidade para gerar várias combinações de estratégias de manejo de culturas, as quais podem ser convertidas em lucro para o agricultor. A partir disto, pode-se realizar a análise econômica da função de produção. A utilização de modelos possibilita, portanto, o estudo da política, do manejo e dos recursos naturais da propriedade agrícola.

Assim, apesar das inúmeras vantagens comparativas, o setor de flores e folhagens ornamentais demonstra a crescente necessidade de ações articuladas, capazes de dotar o país de condições para uma produção competitiva, quantitativa e qualitativamente.

Logo, por meio deste estudo, busca-se verificar a viabilidade técnica e econômica das aplicações de diferentes lâminas de água e de doses de adubação nitrogenada, durante as fases de desenvolvimento do gladiolo na região de Lavras – MG. Como objetivos específicos, buscou-se avaliar: o desenvolvimento da cultura, quando submetida a diferentes lâminas de irrigação; o efeito da aplicação de diferentes doses de adubação nitrogenada, sobre o desenvolvimento da cultura; o efeito de diferentes tensões de água no solo, aplicados nas fases de desenvolvimento do gladiolo, estimar a função de produção, visando determinar a lâmina e dose de nitrogênio economicamente viável para a produção do gladiolo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O Mercado de flores

Longe de ser uma ocupação supérflua, como muitas vezes é considerada, a floricultura é uma atividade agrícola, que envolve conhecimentos técnicos especializados: é lucrativa e ajuda a fixar o homem na área rural, constituindo uma alternativa para pequenos proprietários (Kämpf, 2000).

Conforme Marques (2002), o sucesso do cultivo de flores e plantas ornamentais tem sua base no fascínio que tem exercido sobre a sensibilidade humana. A floricultura, inicialmente, teve sua produção concentrada em alguns países europeus como Holanda, Itália e Dinamarca, sendo o Japão, na Ásia, outro grande produtor, fato esse influenciado principalmente pela questão cultural, que estimulava o consumo interno desses países e devido ao sistema de leilões ou bolsa, para comercialização de plantas ornamentais.

Há muito tempo que o desejo de ver cores vivas e variadas, após a monotonia invernal, faz com que os europeus aperfeiçoem o cultivo de flores. No Brasil, durante muito tempo, as folhagens dominaram os jardins, mas a partir das facilidades de viajar, os brasileiros conheceram e encantaram-se com os jardins europeus e com seu exuberante colorido. O cultivo de flores no Brasil começou praticamente na década de 50, quando existia uma pequena produção de flores, com a chegada dos imigrantes holandeses, trazendo modernas tecnologias de cultivo. A partir deste fato, o setor obteve maior crescimento (Mercado, 2005).

Conforme Segeren (2005), o mercado mundial de flores é de US\$ 64 bilhões, tendo como maior representante a Holanda, que abrange 70% desse mercado.

Atualmente, a floricultura brasileira representa um setor altamente competitivo e exigente na utilização de tecnologias avançadas. Trata-se da segunda atividade que mais cresceu no país e abrange desde o cultivo de plantas ornamentais, flores de corte, plantas envasadas, floríferas ou não, até a produção de sementes, bulbos e mudas de várias espécies, inclusive arbóreas (Marques, 2002).

O setor da floricultura no Brasil é apontado como uma das melhores alternativas para quem busca investimento na agricultura, isto porque demanda pequenas áreas e o ciclo de produção, dependendo da cultura, é geralmente curto, o que permite giro rápido de capital (Matsunaga, 1995).

Estudo desenvolvido na Universidade Federal de Lavras verificou que o gladiolo representa uma alternativa como cultura intercalar à lavoura cafeeira, pois sua época de cultivo coincide com um período de poucas atividades na lavoura. Além disso, melhor lucratividade pode ser obtida cultivando-se em pequenas áreas (Paiva et. al., 1999).

A produção brasileira de flores e plantas ornamentais, inicialmente concentrada no Estado de São Paulo, tem se expandido para todo o país, com cultivos nos Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul, Bahia, Alagoas, Pernambuco, Ceará e, também, na Região Norte do país (Perfil do setor, 2005).

A floricultura é responsável pela geração de aproximadamente 50 mil empregos, dos quais 22,5 mil (45%) estão localizados na produção, cerca de 3,5 mil (6%) na distribuição, 22,5 mil (45%) no comércio e 2,0 mil (4%) no apoio. A produção de flores, de diversas formas e tipos, está baseada em pequenas áreas, com média de 1,9 ha por produtor, variando de 0,3 ha por produtor em Minas Gerais até 3,0 ha por produtor em Santa Catarina. A distribuição da área em categorias, por técnicas de plantio, está assim constituída: 50,4% - mudas e plantas ornamentais, 28,8% - flores de corte, 13,2% flores em vaso, 3,1% -

folhagem em vaso, 2,6% folhagem de corte e 1,9% outros produtos. (Perfil do setor, 2005).

Conforme mesma fonte, o Brasil possui notórias vantagens comparativas para ampliar a produção de flores, bastando observar os microclimas privilegiados, a disponibilidade de terra, água, mão-de-obra e tecnologias agrônômicas disponíveis. Esses fatores são determinantes diretos da qualidade do produto, ao mesmo tempo em que permitem sensíveis ganhos competitivos via preço no mercado externo. Por outro lado, no que tange aos procedimentos de comercialização, deve-se buscar o desenvolvimento de novos nichos de mercado e criação de programas de estímulo à demanda doméstica.

O comércio exterior brasileiro de produtos da floricultura, em 2004, continuou em expansão. A exportação de produtos da floricultura, no período, cresceu 21% em relação às vendas de 2003, atingindo o patamar inédito de US\$ 23,6 milhões (Floricultura, 2005). A participação do Brasil no mercado mundial é de 0,2%. Calcula-se, pelos dados que ainda estão sendo analisados que o Brasil exportou US\$ 80 milhões em 2004 (Perfil do setor, 2005).

Conforme Kämpf (2000), a floricultura no Brasil é uma atividade viável, porém o conhecimento das técnicas de produção precisa ser mais difundido, para que seus benefícios possam ser melhor aproveitados pelos produtores.

2.2 A Cultura do gladiolo

O nome gladiolo é derivado do latim, onde "gladius" significa "espada" (outro dos seus nomes era "xiphium", que em grego também significa "espada"). Isto se deve, por um lado, à forma das suas folhas que, longas e pontiagudas, fazem lembrar espadas, mas também ao fato de ser a flor entregue aos gladiadores romanos que saíam vencedores de combate. Assim, esta flor simboliza a vitória. Além do simbolismo original de vitória em batalha, o

gladiolo foi adotando também o significado de recordação, desejo, e, quando oferecida, pode querer dizer "perfuras-me o coração". (O Gladiolo, 2004).

É uma planta da família botânica Iridaceae, subfamília Ixioidae, envolvendo entre 250 e 300 espécies (Rees, 1992). O híbrido *Gladiolus x grandiflorus* L. é o principal representante do gênero, apresentando diferentes formas, cores ou variedades botânicas (Rees, 1992; Wilfret, 1992; Joly, 1993).

Os gladiolos são plantas originárias do continente africano, de Madagascar, da Europa e do Oeste asiático, mas o maior número de espécies encontra-se na África. Compreende ao todo 180 espécies nativas, que crescem espontaneamente. (O Gladiolo, 2004).

O gladiolo é uma planta bulbosa de clima tropical, adaptando-se ao clima subtropical. Possui folhas lanceoladas, caule denominado de escapo e inflorescências do tipo espiga floral. Número, tamanho e cor das flores são variáveis, de acordo com a espécie ou cultivar. Possui bulbo sólido, denominado de cormo, e suas raízes são fasciculadas, ocorrendo em grande número (Simões, 2001). Possui porte ereto, chegando até a 1,5 m de altura e, dependendo da espécie, apresenta grande variação na forma e tamanho das flores (Souza, 1970). As flores são bissexuais, cada uma é protegida por uma bráctea à qual está acoplada, e o seu fruto encontra-se em pequenas cápsulas, onde estão contidas as sementes aladas. (O Gladiolo, 2004).

De acordo com Paiva et al. (1999), o florescimento do gladiolo ocorre de 65 a 120 dias após plantio. Suas fases fenológicas são divididas assim, podendo variar com a variedade:

- a) 1-3 semanas após plantio – surgimento de raízes e início de emissão de folhas;
- b) 4-8 semanas – desenvolvimento vegetativo;
- c) 9-14 semanas – lançamento da espiga floral e abertura das flores;
- d) 15-18 semanas – senescência das folhas, formação de novos bulbos e bulbilhos.

A temperatura ótima para cultivo de gladiolo situa-se entre 20-25°C, podendo desenvolver-se bem, quando cultivados na faixa de 15-30°C. As plantas são bastante sensíveis a geadas ou temperaturas muito baixas, que, além de provocar queimaduras nas folhas, atrasam a produção de flores. O gladiolo é cultivado a pleno sol, mas produz bem em casas-de-vegetação, especialmente em regiões de temperatura mais amena. No período de verão, seu crescimento e desenvolvimento ocorrem com maior rapidez e intensidade (Paiva et al., 1999).

Por ser uma planta bastante rústica, adapta-se bem a diferentes tipos de solos, com restrição apenas para os mal drenados e sujeitos a encharcamento. O plantio dos bulbos é feito em sulcos, que devem ser abertos com profundidade média de 15 cm e espaçados entre si entre 60-70 cm. Em cada sulco são dispostas duas linhas de plantio, proporcionando um espaçamento final de 15 cm entre as linhas, no sistema chamado de “linhas duplas” (Figura 1). O espaçamento entre bulbos numa linha é de 7-10 cm (Paiva et al., 1999).

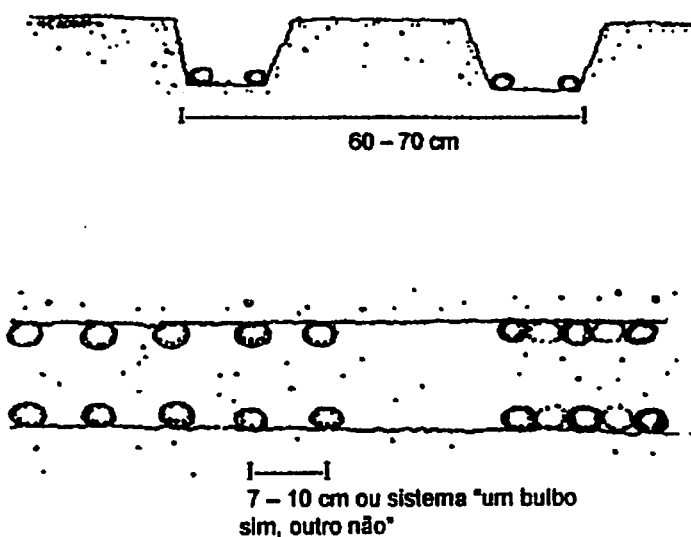


FIGURA 1: Esquema dos canteiros e sistema de plantio do gladiolo.

2.3 Irrigação do Gladiolo

O uso da irrigação, a quantidade de água a aplicar e quando realizar a aplicação são decisões a ser tomadas com base no conhecimento das relações água-solo-planta-atmosfera. É necessário conhecer o comportamento de cada cultura em função das diferentes quantidades de água fornecidas, a determinação das fases de seu desenvolvimento de maior consumo de água e os períodos críticos, quando a falta ou o excesso pode redundar em quedas de produção (Bernardo, 1996).

Stegman et al. (1983), citados por Fernandes (1996), observaram que, apesar dos métodos de manejo disponíveis, os irrigantes não apresentam grande receptividade a qualquer método em particular. Os fatores que podem contribuir para esse fato são: o custo da água de irrigação, que é freqüentemente baixo em

relação aos custos das práticas de manejo; a redução da produtividade, causada por irrigações tardias, fertilização inadequada e irrigação excessiva; os dados necessários à tomada de decisão nem sempre são disponíveis; as decisões são tomadas por pessoas que possuem pouco ou nenhum conhecimento, ou qualquer treinamento em manejo de um sistema tão complexo como o solo-planta-atmosfera.

A necessidade da irrigação pode ser determinada por vários métodos, como: observação dos aspectos fitotécnicos; balanço de água no solo; potencial da água no solo ou na planta; medidas diretas (lisímetros) e informações climatológicas, que são utilizadas para estimar o consumo de água das culturas (Burman, 1983, citado por Fernandes, 1996).

Dentre os fatores, que afetam o rendimento das culturas, o teor de água do solo pode ser considerado de importância fundamental, principalmente para aquelas que respondem com uma maior produtividade a níveis mais elevados de umidade (Bernardo, 1996).

Dourado Neto et al. (1991) observaram que, para a maioria dos sistemas de irrigação, a base do controle é o armazenamento de água no solo e não o estresse de água na planta. Citam, também, os seguintes critérios básicos para tomada de decisão de uma irrigação: determinação do valor atual e previsão da disponibilidade de água no solo para um período, após a última irrigação; estimativa de possíveis atrasos na data da irrigação e meios de se evitar o efeito adverso do estresse de água na planta; quantificação do volume de água, aplicado de forma a se obter elevada eficiência de irrigação; avaliação das conseqüências de se irrigar fora do momento exato ou de se aplicar volumes, que provoquem excesso ou déficit de água na cultura.

As plantas ornamentais, de forma geral, são bastante susceptíveis às deficiências hídricas, principalmente, às grandes variações do nível de água no

solo, refletindo-se num desenvolvimento precário e desuniforme do produto final.

Dentre as plantas ornamentais, o gladiolo necessita ser irrigado freqüentemente, de forma a manter o solo sempre úmido. Deficiência no fornecimento de água prejudica o desenvolvimento vegetativo e florescimento, formando inflorescências com comprimento reduzido. Irrigações freqüentes, em condições de temperatura adequada, podem proporcionar precocidade à produção de flores. A falta de água pode provocar queima na ponta das espigas e apressar o ciclo, enquanto que o excesso pode causar retardamento do ciclo e até apodrecimento dos bulbos. Durante as fases de desenvolvimento e floração, o gladiolo é bastante exigente em água devendo a umidade do solo estar próxima à capacidade de campo. (Paiva et al., 1999; Carvalho et.al, 2001).

Utilizam-se os sistemas por aspersão e localizado, para se fazer a irrigação desta cultura. A planta necessita maior quantidade de água no intervalo compreendido entre a emissão da 3ª e da 7ª folha, ou seja, antes da emissão da haste floral. Por meio de irrigações mais freqüentes, é possível conseguir produções mais precoces. (Gladiolo, 2005).

Segundo Souza et al. (1997), o manejo da água em culturas irrigadas tem como ponto chave decidir como, quanto e quando irrigar. A quantidade de água a ser aplicada é normalmente determinada pela necessidade hídrica da cultura, podendo ser estimada pela evapotranspiração ou por meio da tensão de água no solo.

Tjosvold e Schulbach (1991), examinando alternativas para manejo da irrigação em flores de corte e monitoramento da tensão de água no solo, observaram que os produtores irrigavam com uma freqüência irregular, evidenciando que o uso de tensiômetros é uma ferramenta importante para manejo de irrigação. A irrigação, baseada na tensão de água no solo, permite economizar água em números de irrigação e no volume de água aplicado.

Outros trabalhos (Plaut et al., 1976; Kiehl et al., 1992) também envolvendo tensiômetros na cultura da rosa apontam valores de tensão de água no solo em torno de 10 kPa e produtividades satisfatórias.

Carvalho et. al. (2001) avaliaram os efeitos de diferentes níveis de déficit hídrico sobre o crescimento e produção do gladiolo e concluíram que o tamanho da haste floral e o número de flores foram mais afetados pelo déficit hídrico, quando este ocorreu, primeiramente, na fase de espigamento, seguida da fase de crescimento. Observaram ainda que os melhores resultados, em relação ao tamanho da planta, da haste floral e número de flores, foram obtidos com o cultivo do gladiolo sem déficit hídrico, em todas as suas fases.

Muitas pesquisas sobre a necessidade de água têm sido realizadas para as grandes culturas. Entretanto, para as culturas cultivadas sob ambiente protegido, a pesquisa está defasada em relação a outros países, principalmente, no setor de floricultura (Casarini, 2000).

O correto manejo da irrigação, para obtenção de uma produtividade viável economicamente, seria aquele em que se aplica água no solo, no momento oportuno e em quantidades suficientes, para suprir as necessidades hídricas da cultura, sem falta ou desperdício de energia. Para que isso ocorra, há necessidade do uso de métodos de campo que determinem, direta ou indiretamente, a disponibilidade de água no solo para uma determinada cultura (Villa Nova, 1991).

2.4 Adubação

As plantas retiram do solo a maior parte dos nutrientes minerais que necessitam para seu desenvolvimento. Para evitar empobrecimento em sua fertilidade natural, é necessário que se reponham esses minerais por meio de adubações e, quando se tem a irrigação para o suprimento de água às plantas,

torna-se possível praticar a fertirrigação, que consiste na aplicação de adubos, via água de irrigação, (Bueno, 1998).

Uma das exigências do gladiolo para a produção de bulbos e flores é a adequada adubação, tanto mineral como orgânica. (Ruppenthal e Castro, 2005).

O gladiolo requer um pH elevado, sendo satisfeito aos níveis de 5,5 a 6,5. De acordo com Salinger (1991), em sua fase inicial, o gladiolo não necessita de quantidades elevadas de nutrientes, pois ainda possui grande quantidade de material de reserva.

Paiva et.al. (1999) trazem uma recomendação de adubação para o gladiolo:

- calcário (conforme a necessidade determinada na análise de solo);
- esterco (20 litros / m² de esterco de curral bem curtido);
- NPK (conforme a análise de solo);
- boro: 0,4 a 1,0 kg/ha

A adubação de cobertura deve ser realizada aos 30 e 50 dias após o plantio, aplicando-se 10-30g de sulfato de amônia/m².

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área experimental

Dois experimentos foram conduzidos na área experimental, do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (DEG/UFLA), no município de Lavras-MG, em uma estufa modelo arco, no período de junho a agosto de 2004 e janeiro a março de 2005.

No primeiro experimento foram aplicados diferentes níveis de tensão de água no solo, aplicados nas diferentes fases fenológicas da cultura do gladiolo. O segundo foi montado com o objetivo de analisar os efeitos de diferentes lâminas de reposição de água e doses de adubação nitrogenada sobre a cultura.

Lavras está situada no Sul de Minas Gerais à 21° 14' de latitude sul e a 45° 00' de longitude oeste, a uma altitude de 918 metros (Castro Neto et al., 1980).

O clima da região, segundo a classificação Köppen, é do tipo Cwb, caracterizado por uma estação seca entre abril e setembro e estação chuvosa, de outubro a março. Ocorrem temperaturas médias, no mês mais quente, de 22,1°C, e no mês mais frio, de 15,8°C, sendo a temperatura média anual de 19,4°C. A precipitação anual é de 1.529,7 mm e a umidade relativa do ar anual de 76,2% (Brasil, 1992).

As médias das temperaturas e umidades relativas máximas e mínimas no interior da estufa foram coletadas a partir de uma mini-estação automática, modelo Davis.

3.2 Material vegetal

A espécie em estudo foi *Gladiolus x grandiflorus* L., cuja variedade adquirida White Goddess, de flores brancas, possui ciclo curto equivalente a 60 - 65 dias de cultivo. Os bulbos foram doados pela empresa Terra Viva com sede em Holambra, SP.

3.3 Preparo do solo e canteiros

O preparo do solo para plantio do gladiolo constituiu-se de aração, seguida de gradagem para destorroamento do terreno.

A análise química foi realizada a partir de amostras do solo, retiradas na camada de 0-20 cm, para se determinar a correção da acidez do mesmo, elevando-se a saturação por bases (V) para 70%, 30 dias antes do transplante das mudas. Os resultados das análises para os dois experimentos são apresentados na Tabela 1.

Os plantios foram realizados nas seguintes datas:

- primeiro experimento (junho a agosto de 2004) no dia 5 de junho;
- segundo experimento (janeiro a março de 2005) no dia 13 de janeiro.

Os bulbos foram colocados em sulcos, espaçados de 70 cm a profundidade de 15 cm. Em cada sulco locou-se duas linhas de plantio, proporcionando um espaçamento final de 15 cm entre as linhas, no sistema chamado de “linhas duplas”. O espaçamento entre bulbos na linha foi de 10 cm, sendo o plantio na forma de “um bulbo sim, outro não”, conforme recomendação de Paiva et. al. (1999).

TABELA 1: Resultados das análises químicas das amostras do solo para implantação dos experimentos de cultivo de gladiolo^(*).

Características do solo	Análise I° experimento	Análise II° experimento
ph (água)	6,3	6,1
P (mg/dm ³)	2,5	2,3
K (mg/dm ³)	18	36
Ca (cmol/dm ³)	2,5	2,0
Mg (cmol/dm ³)	0,4	0,6
Al (cmol/dm ³)	0,1	0,0
H + Al (cmol/dm ³)	2,3	1,5
SB (cmol/dm ³)	3,0	2,7
t (cmol/dm ³)	3,1	2,7
V (%)	56,4	64,0

^(*) Análise realizada no Laboratório do Departamento de Ciências do Solo da UFLA.

3.4 Determinação da curva característica do solo

Para determinação da curva característica, amostras dos solos foram coletadas a profundidade de 10 cm e levadas ao Laboratório de Solos para análise.

As amostras, depois de saturadas, foram colocadas, inicialmente, no funil de placa porosa, sendo submetidas às tensões equivalentes a 2,0 kPa, 6,0 kPa, 8,0 kPa e 10 kPa. Outras amostras também foram colocadas em câmaras de pressão (com placas ou membranas porosas), onde foram submetidas às tensões equivalentes a 20 kPa, 33 kPa, 40 kPa, 70 kPa, 1000 kPa, 1500 kPa.

O ajuste da curva de retenção foi feito pelo programa SWRC (Dourado Neto et al., 1990), utilizando-se modelo Van Genuchten (1980), (Figura 2),

obtendo desta forma, a equação para cálculo do volume de água para ser aplicado de acordo com as tensões em análise (Equação 1).

$$\theta = 0,287 + \frac{0,290}{\left[1 + (0,28|\gamma_m|)^{2,204}\right]^{0,546}} \dots\dots\dots(1)$$

em que:

θ = umidade com base em volume (cm³/cm³);

γ_m = potencial mátrico (kPa).

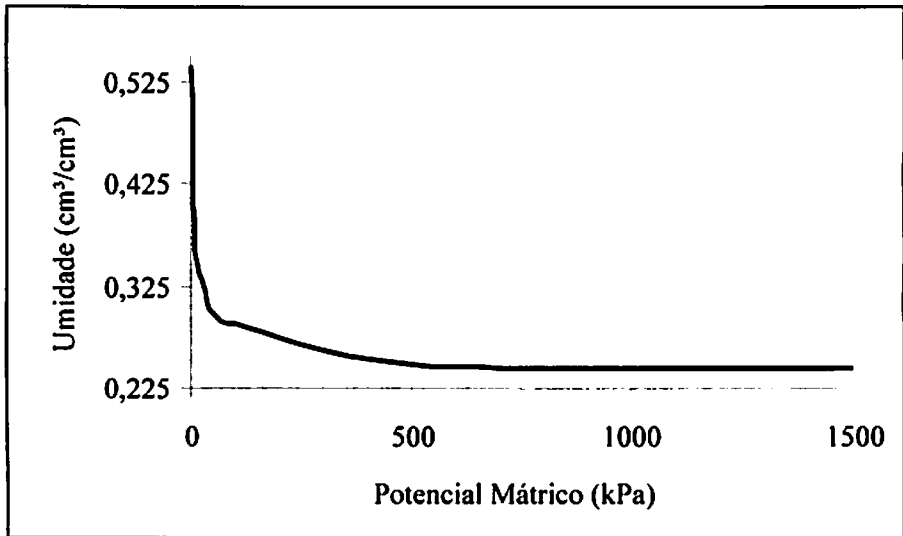


FIGURA 2: Curva característica de retenção de água no solo.

A tensão equivalente à capacidade de campo foi obtida por teste *in loco*, conforme Bernardo (1996), tendo como valor de 10 kPa.

3.5 Manejo da cultura

Ao longo do ciclo da cultura, para os dois experimentos, as plantas foram tutoradas a fim de evitar o tombamento das mesmas. Utilizaram-se bambus e fitas plásticas. Iniciou-se o tutoramento 30 dias após plantio em que o primeiro fio foi locado a 30 cm do solo, sendo ainda colocadas mais 2 fiadas, de acordo com o crescimento da planta, também espaçados de 30 cm (Figura 3).



FIGURA 3: Esquema de tutoramento das plantas de gladiolo.

As capinas e a amontoa (que consistem chegar a terra às plantas para proporcionar cobertura dos bulbos), foram feitas manualmente, sempre que necessário.

3.6 Características avaliados no experimento

A colheita do primeiro experimento foi realizada no dia 26 de agosto de 2004, 82 DAT; e o segundo experimento no dia 24 de março de 2005, 72 DAT, ambos quando 50% das parcelas apresentavam 50% de suas inflorescências abertas. A caracterização do crescimento e produção do gladiolo foi feita da seguinte forma:

- altura total da planta -do ponto de interseção da haste com a raiz até a última folha;
- tamanho da haste floral – a referência foi o intervalo entre o segundo internódio até o final da inflorescência;
- número de flores.

3.7 Análises Estatísticas

As análises de variância do experimento foram feitas utilizando o sistema SISVAR versão 4.3 (Ferreira, 1999). Os dados foram analisados por meio de regressão linear e quadrática e para diferença entre os tratamentos utilizou-se o teste de média.

3.8 Experimento 1: “Crescimento e produção de hastes florais de gladiolo (*Gladiolus x grandiflorum*) variedade White Goddess cultivado com diferentes tensões de água no solo nas diferentes fases fenológicas”

Neste primeiro experimento, o delineamento foi em blocos casualizados em esquema de faixas (split block), com seis repetições. Analisou-se o efeito de quatro tensões de água no solo, em três fases de desenvolvimento da cultura,

totalizando doze tratamentos. Ao final foram utilizadas setenta e duas parcelas sendo cada parcela com dimensões de 1,00 x 1,05 m, e constituída de 60 plantas. No entanto, consideraram-se como úteis as 10 plantas centrais. A Figura 4 ilustra a disposição do experimento.

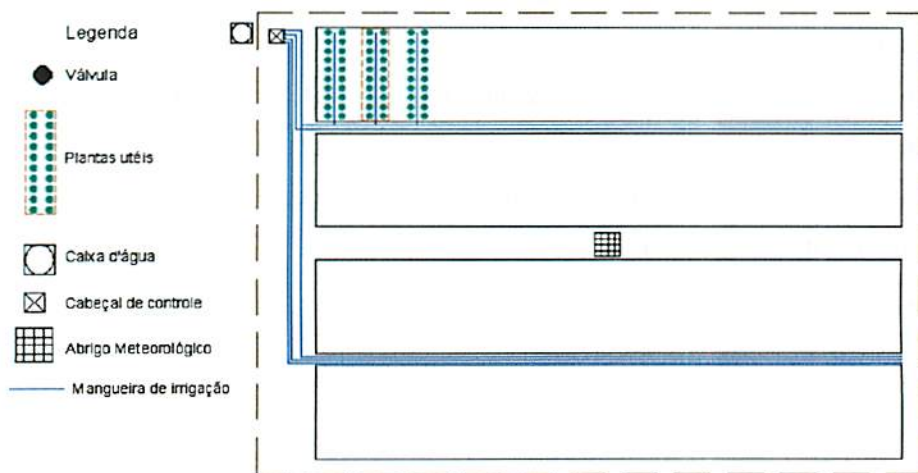


FIGURA 4: Esquema do delineamento experimental referente ao primeiro experimento (esquema em faixas) de diferentes tensões de água no solo durante as diferentes fases fenológicas para produção de gladiolo, UFLA, Lavras, MG,2004.

Após o plantio dos bulbos, realizaram-se irrigações uniformes, com uso de microaspersores, em todos os canteiros, para melhor estabelecimento da cultura. Vinte dias após o plantio, (25/06/2004), deu-se início aos tratamentos.


A irrigação utilizada nos tratamentos foi a localizada, por gotejamento, sendo que as linhas de gotejo foram inseridas entre as linhas de plantio em cada parcela. A água foi distribuída aos canteiros por tubos de polietileno de diâmetro 13 mm ($\frac{1}{2}$ "'). Em cada linha, haviam três gotejadores instalados a 0,35 m de distância um do outro. Utilizaram-se gotejadores da marca Netafim, com vazão de 2 L.h^{-1} , trabalhando a uma pressão de serviço de 20 mca. O Coeficiente de

Uniformidade de Christiansen correspondeu a 95%. Na Figura 5, há uma visão geral do experimento, mostrando o sistema de irrigação.



FIGURA 5: Visão geral do primeiro experimento de diferentes tensões de água no solo durante as diferentes fases fenológicas para produção de gladiolo, UFLA, Lavras, MG, 2004.

A análise da cultura, sujeita a diferentes níveis de tensão de água no solo foi feita, avaliando os efeitos das tensões de 15, 25, 40 e 60 kPa. Para isso, a irrigação foi monitorada com uma bateria de três tensiômetros, instalados, aleatoriamente, na profundidade de 0,10 m com três repetições, para cada tratamento da irrigação. Quando pelo menos dois indicavam o valor da tensão do tratamento correspondente, fazia-se a irrigação até elevar o solo à capacidade de campo (10 kPa). A duração da irrigação correspondeu ao tempo necessário para elevar a umidade do solo à capacidade de campo. O tempo de irrigação variou



de acordo com cada tratamento, sendo de 10, 35, 48 e 55 minutos para tensões de 15, 25, 40 e 60 kPa, respectivamente. As leituras foram monitoradas duas vezes ao dia, as 08:00 hs e as 16:00 hs.

As fases fenológicas (crescimento, espigamento e florescimento) foram caracterizadas da seguinte forma:

- fase crescimento – do plantio até início espigamento, com duração de 6 semanas;
- fase espigamento – início espigamento até início florescimento, com duração de 5 semanas;
- fase florescimento – início abertura da inflorescência até final da abertura da mesma, com duração de 1 semana;

O final do estágio vegetativo e início do estágio de espigamento foram determinados quando pelo menos 50% das plantas apresentou início da emissão da espiga e o final do estágio de espigamento e início do estágio de florescimento, quando pelo menos 50% das plantas apresentaram o início da abertura da inflorescência.

Durante o período (fase fenológica) em que as parcelas não se encontravam submetidas ao tratamento de tensão de água no solo, realizou-se irrigação com a tensão de 15 kPa. Assim, também, antes e após cada fase, em que as plantas eram submetidas aos níveis de tensão, as parcelas eram irrigadas com a tensão de 15 kPa.

Ao final do experimento, fez-se a coleta dos dados como altura de planta, tamanho da haste floral, número de flores e se determinou classificação comercial das mesmas.

3.8.1 Classes de Qualidade

Ao final do experimento, as plantas foram classificadas de acordo com a graduação das hastes florais e número de flores (Tabela 2), segundo a classificação da Cooperativa Holambra (Paiva et.al, 2000).

TABELA 2 – Tipos de hastes florais do gladiolo destinadas ao comércio (Classificação Cooperativa Holambra).

Tipo de inflorescência	Comprimento haste floral	Número de botões/inflorescência
Extra	Maior do que 100 cm	No mínimo 12
I	de 95 a 100 cm	No mínimo 12
II	de 85 a 95 cm	No mínimo 12
III	de 75 a 85 cm	No mínimo 10

3.9 Experimento 2: “Crescimento e produção de hastes florais de gladiolo (*Gladiolus x grandiflorum*) cultivado com diferentes lâminas de reposição de água e doses de adubação nitrogenada”

Neste segundo experimento, o delineamento foi em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. No tratamento primário foi analisado o efeito de quatro lâminas de reposição de água (40, 70, 100 e 130% da água consumida) e no tratamento secundário três dosagens de nitrogênio (50, 100 e 150% conforme recomendação Ribeiro, Guimarães e Alvarez, 1999), totalizando doze tratamentos. Assim, no experimento, houve um total de quarenta e oito parcelas sendo que cada uma com dimensões de 1,70 x 0,6 m. Cada parcela foi constituída de 64 plantas. No entanto, consideraram-se

como úteis as 10 plantas centrais. A Figura 6 exemplifica a distribuição do experimento.

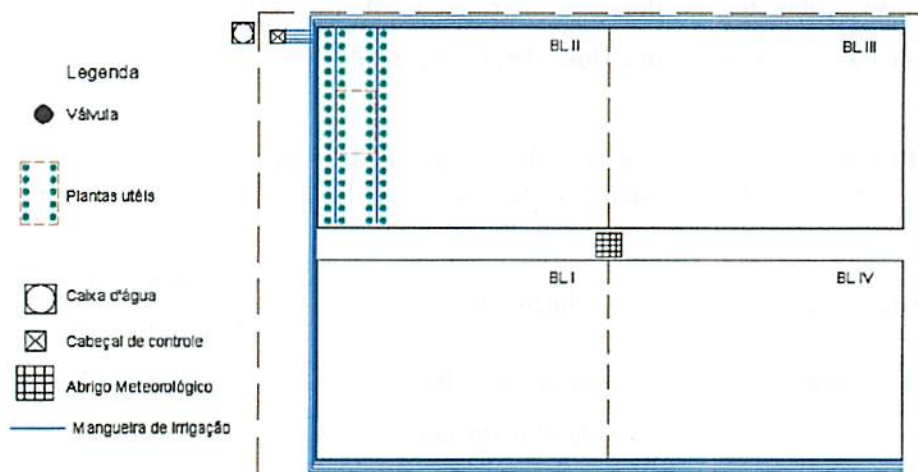


FIGURA 6: Esquema do delineamento experimental referente ao segundo experimento (esquema em parcelas subdivididas).

Da mesma forma que o primeiro experimento, após o plantio dos bulbos, realizaram-se irrigações uniformes, com uso de microaspersores, em todos os canteiros, para melhor estabelecimento da cultura. Vinte dias após o plantio, (02/02/2005), deu-se início aos tratamentos.

A irrigação utilizada nos tratamentos foi a localizada, por gotejamento, sendo que as linhas de gotejo foram inseridas entre as linhas de plantio em cada parcela. A água foi distribuída aos canteiros por tubos de polietileno de diâmetro 13 mm ($\frac{1}{2}$ "'). Em cada linha, havia cinco gotejadores instalados a 0,30 m de distância um do outro. Utilizam-se gotejadores da marca Netafim, com vazão de 2 L.h^{-1} , trabalhando a uma pressão de serviço de 20 mca. O Coeficiente de Uniformidade de Christiansen correspondeu a 96%.

Para o monitoramento da tensão de água no solo, instalaram-se, aleatoriamente, três tensiômetros a 10 cm de profundidade, e quando a leitura de

pelo menos dois indicavam 20 kPa ou valores próximos fazia-se à irrigação, obedecendo aos respectivos tratamentos.

Usou-se a tensão de 20 kPa como o valor de referência, para a reposição de 100% da água consumida. Para os demais tratamentos, utilizaram-se valores que correspondiam a 40, 70 e 130% do valor de referência.

A irrigação era realizada até elevar o solo à capacidade de campo, que correspondeu a 10 kPa. O tempo de irrigação correspondente aos valores de reposição de água no solo de 40, 70, 100 e 130% foi de 6, 10, 14 e 18 minutos, respectivamente. As leituras foram monitoradas duas vezes ao dia, às 08:00 hs e às 16:00 hs.

Foi feita adubação nitrogenada em cobertura, seguindo as orientações de Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999). Utilizou-se a uréia como fonte de nitrogênio. As adubações em cobertura foram realizadas aos 30 e 50 dias após o plantio, obedecendo-se aos seguintes valores para os tratamentos:

- N₁ = aplicação de 50% da recomendação, correspondendo a 164 kg.ha⁻¹.
- N₂ = aplicação de 100% da recomendação, correspondendo a 328 kg.ha⁻¹.
- N₃ = aplicação de 150% da recomendação correspondendo a 492 kg.ha⁻¹.

Ao final do experimento, fez-se a coleta dos dados como altura de planta, tamanho da haste floral, número de flores e classificação das mesmas.

3.10 Função de produção

Nos estudos econômicos das produções agrícolas, as funções de produção têm sido um importante instrumento que, de certa maneira, avaliam os efeitos das variações dos insumos sobre as variações na produção. Com auxílio de resultados de experimentos agrícolas, é possível estimar uma função de produção e o seu ponto ótimo de produção. Conhecidos os preços dos insumos e

dos produtos, pode-se determinar a quantidade ótima de cada insumo a ser utilizado para que a lucratividade do agricultor seja otimizada (Pádua, 1998).

Nos estudos econômicos, relativos ao planejamento da irrigação são indispensáveis as funções de resposta. O conhecimento destas funções permite ao administrador melhor utilizar o recurso água, aumentando assim a eficiência econômica da empresa agrícola, pela flexibilidade da aplicação da lâmina de irrigação.

As funções de resposta das culturas, com bases experimentais constituem fontes valiosas de informações a serem utilizadas nos modelos de tomada de decisão das empresas agrícolas. É uma relação física entre as quantidades de certo conjunto de insumos e as quantidades físicas máximas que podem ser obtidas do produto, para dada tecnologia conhecida (Frizzone, 1986).

A produção de uma cultura depende de muitos fatores variáveis. De uma forma geral, a produção pode expressar-se mediante uma função da forma da equação (1), denominada por função de produção:

$$Y = f (x_1 , x_2 , \dots , x_m) \dots\dots\dots (2)$$

em que:

Y = produção do cultivo;

x_m = fator variável que afeta a produção.

Estas funções de produção são relações empíricas, geralmente obtidas mediante uma análise de regressão, entre uma variável dependente e uma ou várias variáveis independentes, segundo um determinado modelo, que pretende representar um sistema de produção.

Quantidade e frequência de irrigação, método de aplicação de água, estágio de desenvolvimento da cultura, variabilidade do solo, condições

climáticas, entre outros, são fatores que afetam a produção das culturas, em resposta à água aplicada.

No processo de tomada de decisão sobre o manejo da irrigação, é importante considerar o custo da água. Quando a água se torna fator limitante à produção, a água economizada, irrigando-se com lâminas menores, pode ser utilizada para irrigar uma quantidade adicional de terra, possibilitando um aumento no lucro e que corresponde ao custo de oportunidade da água. A quantidade de água a ser utilizada na irrigação pode ser selecionada no ponto da região econômica de produção onde o valor da produtividade física marginal da água é igual ao seu preço. Dos fatores de produção, a água e os fertilizantes são aqueles que limitam os rendimentos com maior frequência. Desse modo, o controle da irrigação e da fertilidade do solo constituem critério preponderante para o êxito da agricultura (Frizzone, 1986).

A produção agrícola tem, como fatores complementares na rentabilidade econômica, a água e os nutrientes e o uso eficiente desses recursos constitui fator preponderante para o êxito da agricultura. Um manejo eficiente da irrigação requer informações relacionadas às necessidades de água das culturas e da função de produção das culturas à água (Scalco, 2000).

Oliveira (1993) cita que trabalhos de pesquisa, envolvendo irrigação e fertilizantes, apontando recomendações genéricas que objetivam apenas a obtenção de produtividades físicas máximas, sem qualquer preocupação econômica. A utilização da irrigação, com base nestas informações, poderá torná-la inviável do ponto de vista econômico, já que o ótimo econômico, geralmente, não corresponde à máxima produtividade técnica.

3.10.1 Função de produção de gladiolo tendo a água como fator variável

O que interessa na produção do gladiolo não é a massa por hectare, e sim, o comprimento da haste floral. A partir deste comprimento, os preços do produto variam. Fisiologicamente, maiores hastes florais produzem maiores quantidades de inflorescências. Por isso, o ajuste da função de produção para quantificar o ótimo econômico foi feito, apenas, para a característica comprimento da haste.

O modelo utilizado foi um polinômio do segundo grau, conforme equação (3):

$$\hat{Y} = f(W) = \hat{a} + \hat{b}W + \hat{c}W^2 \dots\dots\dots (3)$$

em que:

\hat{Y} = estimativa do comprimento gladiolo, cm;

W = lâmina total de água aplicada, mm;

\hat{a} , \hat{b} e \hat{c} = parâmetros da equação.

Sob considerações econômicas da irrigação para um determinado sistema de produção, Peri et al (1979), citados por Frizzone (1986), introduziram o conceito de lâmina ótima econômica, através do qual a lâmina a ser aplicada deveria ser determinada em função da máxima receita líquida obtida com uma dada irrigação.

O lucro foi expressa pela equação:

$$L(W) = P_Y \cdot Y - P_W \cdot W - C \dots\dots\dots (4)$$

em que:

$L(W)$ = lucro;

P_y = preço da haste (cm);

P_w = preço do fator (água);

\hat{Y} = estimativa do comprimento gladiolo, cm;

W = lâmina total de água aplicada, mm;

C = custo dos fatores mantidos constantes no experimento.

O preço do produto, P_y , representou o preço de venda do produto na fazenda, por unidade de produção. As empresas produtoras de hastes de gladiolo comercializam o produto, de acordo com o comprimento da haste do produto. Como para cada comprimento da haste o valor do produto varia, determinou-se o valor do centímetro do produto por meio de regressão, considerando o comprimento médio da haste com o respectivo preço. Com isso, ajustou-se a função linear, podendo desta forma expressar o preço médio da haste do gladiolo:

$$R\$ = 0,0054(CH)-0,1864 \quad R^2=0,9800\text{.....(5)}$$

em que:

CH = comprimento da haste, (cm);

$R\$$ = preço da haste de acordo com a classificação do produto.

De acordo com a equação (5), o coeficiente angular da reta indica que a cada unidade do CH que aumenta, há um acréscimo de 0,0054 por cm, ou seja, este valor é o valor de cada cm de haste de gladiolo. Por exemplo, considerando comprimento médio da haste de 90 cm, de acordo com a equação (5), o preço da

haste é de R\$ 0,30. Como o gladiolo é vendido em maço de 5 dúzias, o preço do produto (P_w) será de R\$ 18,00.

O preço da água, P_w , representa o custo do volume unitário de água, acrescido do custo da energia utilizada no bombeamento, da depreciação do sistema de irrigação e dos custos de operação e manutenção deste sistema. Estes preços devem ser reajustados para o momento em que o produto é colhido.

Considerou-se neste trabalho que o produtor possui dedicação exclusiva à floricultura. Como os componentes do preço do fator água são extremamente variáveis e, conseqüentemente, os seus custos também o são. Tornou-se imprescindível fixar alguns parâmetros, tais como:

- método de irrigação – localizada por gotejo;
- capacidade de área – 350 m² ou 0,035 hectare;
- número de plantas - 12.654 plantas de gladiolo;
- considerou que a água encontrava-se na porta da estufa, não havendo necessidade do recalque de manancial distante;
- altura manométrica total = 24 m.c.a.;
- vazão da motobomba = 3 m³.h⁻¹;
- eficiência da motobomba = 50%;
- eficiência do sistema = 95%;
- potência instalada (acréscimo) = 30%;
- vida útil = 10 anos;
- utilização = 3 ciclos de cultura/ano.

Nessas condições, o custo do sistema de irrigação foi de R\$ 5.473,70 incluídas todas as obras necessárias ao perfeito funcionamento da irrigação. O valor residual foi estimado em 20 % do valor de aquisição, o que equivale a R\$ 1.094,74.

- Depreciação do Sistema (Dp):

$$Dp = (\text{valor de compra} - \text{valor residual}) / \text{vida útil}$$

$$Dp = (5.473,70 - 1.094,74) / 10$$

$$Dp = \text{R\$ } 437,90 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$$

Considerando que o equipamento será utilizado por três cultivos ao ano, tem-se:

$$Dp = \text{R\$ } 437,90 / 3$$

$$Dp = \text{R\$ } 145,97 \text{ ha}^{-1} \text{ ciclo da cultura.}$$

- Manutenção e Operação do Sistema (MO):

Para este item foi considerado o valor de 2% do valor de aquisição (Brasil, 1987), o que equivale a:

$$MO = 0,02 \times 5.473,70$$

$$MO = \text{R\$ } 109,47 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1} \text{ ou}$$

$$MO = 36,50 \text{ ha}^{-1} \text{ ciclo da cultura.}$$

- Energia para bombeamento

Consideraram-se os seguintes itens: bomba de $\frac{3}{4}$ cv, duas irrigações diárias, com tempo médio de cada irrigação de 14 minutos, ou 0,23 horas, com 70 dias de cultivo. O custo do kWh foi obtido na concessionária de energia elétrica CEMIG, o qual foi para o período em análise de R\$ 0,29 kWh. O custo total para bombeamento foi de R\$ 7,00.

Não se considerou qualquer custo para o volume unitário de água, o que caracteriza a captação de rios, lagos e outras fontes consideradas públicas ou de propriedade do produtor.

Para este experimento, considerou-se a não influência dos fatores mantidos constantes no experimento, no caso o sistema de irrigação, pois, irrigando ou não, o produtor terá que pagar o sistema da mesma forma. Logo, considerou-se apenas a influência do custo operacional efetivo que é variável de acordo com cada tratamento. Ou seja, considerou-se o custo da manutenção do sistema de irrigação e o custo da energia utilizada no bombeamento de cada tratamento. Com isso, utiliza-se neste caso o conceito de margem bruta (MB).

$$MB = P_y \cdot Y - \text{custo operacional efetivo} \dots\dots\dots (6)$$

Desta forma, o custo operacional efetivo chegou a:

Custo operacional efetivo = manutenção e operação do sistema + energia para bombeamento

$$\text{Custo operacional efetivo} = 36,50 + 7,00$$

$$\text{Custo operacional efetivo} = \text{R\$ } 43,50 \text{ ha}^{-1} \text{ por ciclo da cultura.}$$

O custo por mm de água (R\$0,20) aplicado foi calculado, dividindo-se o custo variável para os 350 m² pela lâmina total aplicada ao tratamento, considerando 100% de reposição de água e 100% adubação nitrogenada, que serviu como referencial para o reinício das irrigações.

Sob a hipótese de que L (W) tem um máximo e que a água é o único fator variável, tem-se:

$$\frac{\partial L(W)}{\partial W} = \frac{\partial \hat{Y}}{\partial W} \cdot P_Y - P_W = 0 \dots\dots\dots (7)$$

em que:

$$\frac{\partial \hat{Y}}{\partial W} \cdot P_Y = \text{valor da produtividade marginal do fator } W;$$

$$\frac{\partial \hat{Y}}{\partial W} = \text{produtividade física marginal do fator } W.$$

A produtividade física marginal (PFMa) do fator variável é o aumento no produto físico total (PFT), decorrente do emprego de uma unidade adicional do fator variável, sendo expresso pela primeira derivada da função de resposta Y.

Reorganizando-se a equação (7), tem-se:

$$\frac{\partial \hat{Y}}{\partial W} = \frac{P_W}{P_Y} \dots\dots\dots (8)$$

A equação (8) mostra o lucro que se maximiza (considerando a água como único fator variável) se a derivada primeira do rendimento em relação à lâmina total de água (produto físico marginal da água) for igual à relação de preços entre fator e produto.

Assim, da equação (3) vem:

$$\frac{\partial \hat{Y}}{\partial W} = \hat{b} + 2\hat{c}W = \frac{P_W}{P_Y} \dots\dots\dots (9)$$

Da equação (9), obtém-se a lâmina ótima econômica de água (W*) para uma condição específica.

3.10.2 Função de produção de gladiolo, tendo o nitrogênio como fator variável

A estimativa do tamanho da haste, em função das doses de nitrogênio, foi expressa por uma equação do tipo:

$$\hat{Y} = f(N) = \hat{a} + \hat{b}N + \hat{c}N^2 \dots\dots\dots(10)$$

em que:

N = dose de nitrogênio, kg.ha⁻¹;

\hat{a} , \hat{b} e \hat{c} = parâmetros da equação.

O preço do fator nitrogênio (P_N) foi composto pelos custos de aquisição do fertilizante no comércio local. O preço da uréia no mercado foi de R\$ 0,94 kg⁻¹.

O lucro foi expresso pela equação:

$$L(N) = P_y \cdot Y - P_n \cdot N - C \dots\dots\dots(11)$$

em que:

P_N = preço do quilo de nitrogênio aplicado no solo e corrigido para a época da colheita;

N = dose de nitrogênio, kg.ha⁻¹

Sob a hipótese de que L(N) tem um máximo e que o nitrogênio é o único fator variável, tem-se:

$$\frac{\partial \hat{Y}}{\partial N} = \frac{P_N}{P_Y} \dots\dots\dots (12)$$

Assim da equação (10) obtém-se:

$$\frac{\partial \hat{Y}}{\partial N} = \hat{b} + 2\hat{c}N = \frac{P_N}{P_Y} \dots\dots\dots (13)$$

Da equação (13) obtém-se a dose ótima econômica de nitrogênio (N*) para uma condição específica.

3.10.3 Superfície de resposta

Estudou-se a receita, Y , como uma função de dois fatores: água (W) e nitrogênio (N), ou seja:

$$Y = f(W, N) \dots\dots\dots (14)$$

A relação representada pela equação (14) é denominada superfície de resposta. Sua representação polinomial, conforme apresentada e discutida por Box (1954) e Haxem e Heady (1978), citados por Frizzone (1986), é a que se segue:

$$\hat{Y} = \hat{b}_0 + \hat{b}_2 N + \hat{b}_{11} W^2 + \hat{b}_{22} N^2 + \hat{b}_{12} WN \dots\dots\dots (15)$$

Os níveis ótimos econômicos dos fatores W e N foram definidos como aqueles que, a partir da derivada parcial em relação a qualquer um dos fatores, multiplica-se pelo preço do produto e iguala ao preço do fator correspondente.

De acordo com Campos (1967), citado por Frizzone (1986), uma condição necessária para que $L(W,N)$ tenha um máximo relativo no ponto (W^*,N^*) é o coeficiente dos termos quadráticos (\hat{b}_{11} e \hat{b}_{22}) de \hat{Y} sejam todos negativos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 1: “Crescimento e produção de hastes florais de gladiolo (*Gladiolus x grandiflorum*), variedade White Goddess, cultivado com diferentes tensões de água no solo nas diferentes fases fenológicas”

Os dados relativos às médias das temperaturas e umidades máximas e mínimas durante o período da condução do experimento são apresentados nas Figura 7 e 8.

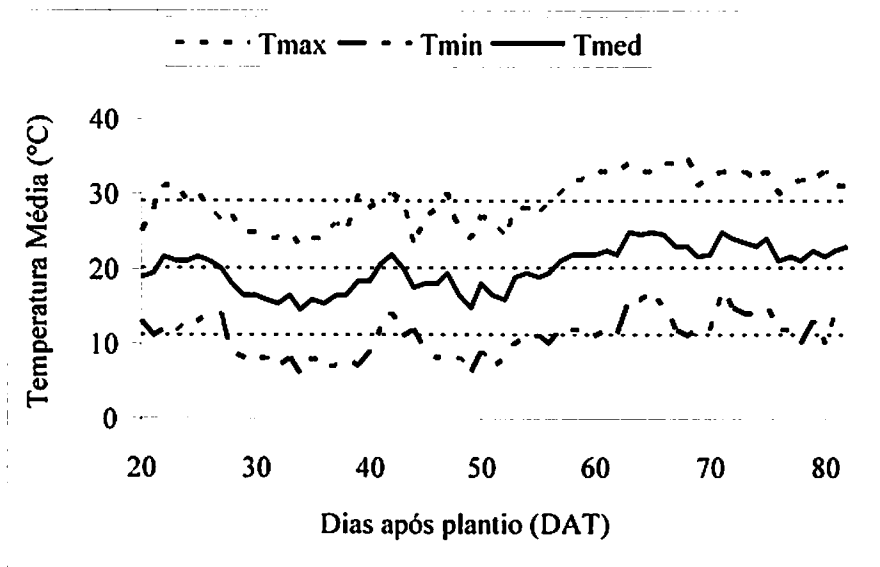


FIGURA 7: Representação gráfica das temperaturas máximas, mínimas e médias no interior da estufa, ocorridas durante o cultivo do gladiolo, variedade White Goddess. UFLA, Lavras-MG, 2004.

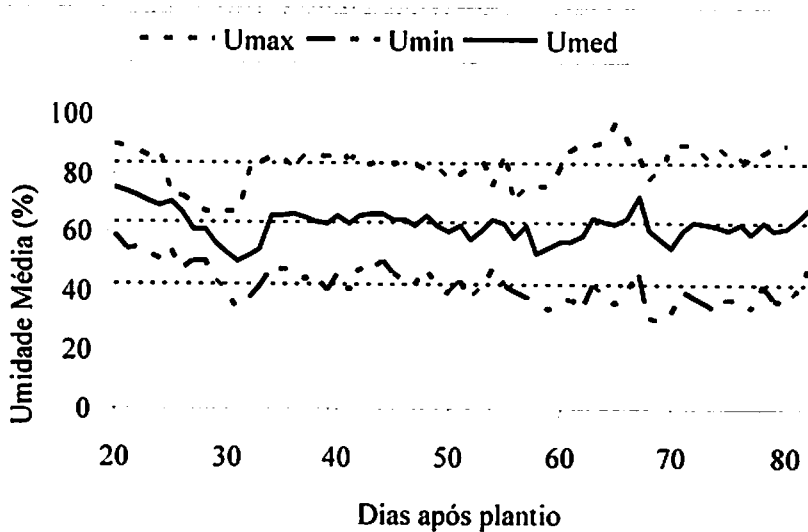


FIGURA 8: Representação gráfica das umidades máximas, mínimas e médias no interior da estufa, ocorridas durante o cultivo do gladiolo, variedade White Goddess. UFLA, Lavras-MG, 2004.

Os valores médios das temperaturas máximas e mínimas, observados no interior da estufa, foram 29 e 11 °C, respectivamente. Quando se calcula a média das temperaturas ($\{\text{máxima} + \text{mínima}\}/2$) no período experimental, chega-se ao valor de 20 °C, o qual se aproxima da temperatura ideal para a cultura, 20 a 25 °C (Paiva et. al., 1999). O ciclo da cultura foi completado aos 82 dias, após plantio dos bulbos, e, de acordo com Buschman (19__), para esta temperatura média, o ciclo de produção pode chegar aos 80 dias.

Não há informações na literatura sobre as condições ideais de umidade relativa para a cultura do gladiolo. Observou-se que, para os valores monitorados durante o experimento não houve injúrias para o desenvolvimento da cultura.

4.1.1 Dimensões da Planta de Gladiolo

Na Tabela 3 são observados os resultados da análise de variância para as características analisadas. Para todas as variáveis analisadas: tamanho da haste, altura da planta e número de flores, houve diferenças significativas entre os tratamentos, a 1% de probabilidade conforme teste F.

Na Tabela 4, estão apresentados os resultados para os tamanhos médios finais da altura da planta, tamanho das hastes florais e o número de flores obtidos, nas diferentes fases avaliadas. O tamanho da haste foi mais afetado quando os níveis de tensão de água no solo ocorreram nas fases de crescimento e espigamento, que não diferiram entre si, seguida da fase de florescimento.

A fase crescimento, ou seja, o desenvolvimento vegetativo da cultura e a fase de espigamento, em que a planta inicia a emissão da inflorescência, de acordo com os resultados obtidos, caracterizaram-se como períodos sensíveis aos níveis de umidade do solo. Carvalho et. al. (2001) observaram o mesmo comportamento da cultura do gladiolo e verificaram que a fase mais sensível representa a fase de espigamento da cultura.

TABELA 3: Resumo das análises de variância com os níveis de significâncias das variáveis analisadas.

	Fontes de Variação				C. V. (%)	Média Geral
	Fases fenológicas	Tensão de água no solo	Interação	Resíduo		
Graus de liberdade	2	3	6	127		
Q.M. Tamanho haste (cm)	10697,31 **	17875,56 **	2886,34 **	286,39	16,99	99,60
Altura da planta (mm)	7078,86 **	10038,80 **	1425,38 **	63,67	9,64	82,74
Número de flores	290,42 **	507,42 **	43,09 **	1,45	11,56	10,43

Em que: ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

QM – quadrado médio

C.V. – coeficiente de variação

TABELA 4: Valores médios dos tamanhos finais da altura da planta, haste e dos números de flores, nas diferentes fases da cultura do gladiolo em que foram aplicados diferentes níveis de tensão de água no solo.

Fases fenológicas	Altura da planta (cm)	Tamanho da haste (cm)	Número de flores
Florescimento	96,4 a	116,4 a	13,3 a
Crescimento	78,7 b	94,6 b	9,0 b
Espigamento	73,1 c	87,8 b	9,0 b
Média geral	82,7	99,6	10,4
CV (%)	9,64	16,99	11,56

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 1%, de probabilidade.

Observou-se, de forma geral, que para os tratamentos com os maiores níveis de tensão, 40 e 60 kPa, as plantas apresentaram queimadura na ponta da parte aérea e enrugamento de algumas folhas. Isto é consequência direta do efeito da menor frequência da irrigação, uma vez que análises não indicaram falta de nenhum nutriente (Figura, 9).



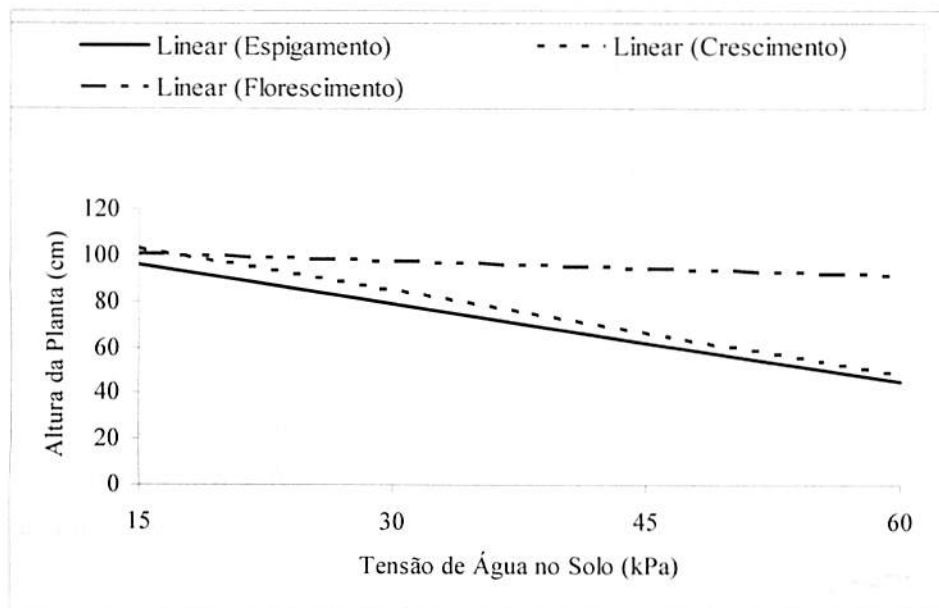
FIGURA 9: Queimadura na ponta da parte aérea e enrugamento de folhas referentes a tratamentos com maiores níveis de tensão de água no solo, Lavras, MG, 2004.

4.1.1.1 Altura da planta

De acordo com a análise estatística dos dados, verificou-se efeito significativo em nível de 1% de probabilidade, para altura da planta, tanto para as fases fenológicas, quanto para tensão de água no solo. De acordo com os valores médios analisados no Tabela 4, a fase mais sensível quanto a esta característica foi a de espigamento, seguida pelas fases crescimento e florescimento respectivamente.

Com o aumento dos níveis de tensão de água no solo, observou-se influência linear e negativa para a altura da planta, para todas as fases. No entanto, para a fase de florescimento a inclinação da reta não é tão acentuada, uma vez que, durante as fases vegetativa e espigamento, as plantas não sofreram restrição de umidade (sempre foram irrigadas com 15 kPa). Na fase de florescimento, aplicaram-se os tratamentos por apenas de 7 dias, período este de

duração desta fase. Logo este período foi muito curto não havendo tempo para que a planta mostrasse efeitos de tratamento (Figural0).



Fase de Crescimento: $\text{Altura da Planta} = -1,2069x + 120,93 \quad R^2 = 0,9939$

Fase de Espigamento: $\text{Altura da Planta} = -1,1229x + 112,45 \quad R^2 = 0,9822$

Fase de Florescimento: $\text{Altura da Planta} = -0,2283x + 104,39 \quad R^2 = 0,9841$

FIGURA 10: Tamanhos médios da altura das plantas, nas fases de crescimento, espigamento e florescimento da cultura do gladiolo var. White Goddess, em função dos níveis de tensão de água no solo. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Plantas cultivadas sob maiores tensões durante, a fase de crescimento e espigamento (Figura 10), apresentaram menores alturas em relação àquelas em que a umidade do solo se mantinha próxima à capacidade de campo. As diferenças, entre as alturas, podem ser observadas a partir do final destas fases, perdurando até o final do ciclo, mesmo sendo modificada a tensão durante as fases posteriores. A menor frequência da irrigação, durante as fases de crescimento e espigamento, afetou a altura da planta de forma irreversível. Esta

mesma observação foi feita por Carvalho et al. (2001), analisando o efeito do déficit hídrico, nas diferentes fases fenológicas da cultura do gladiolo.

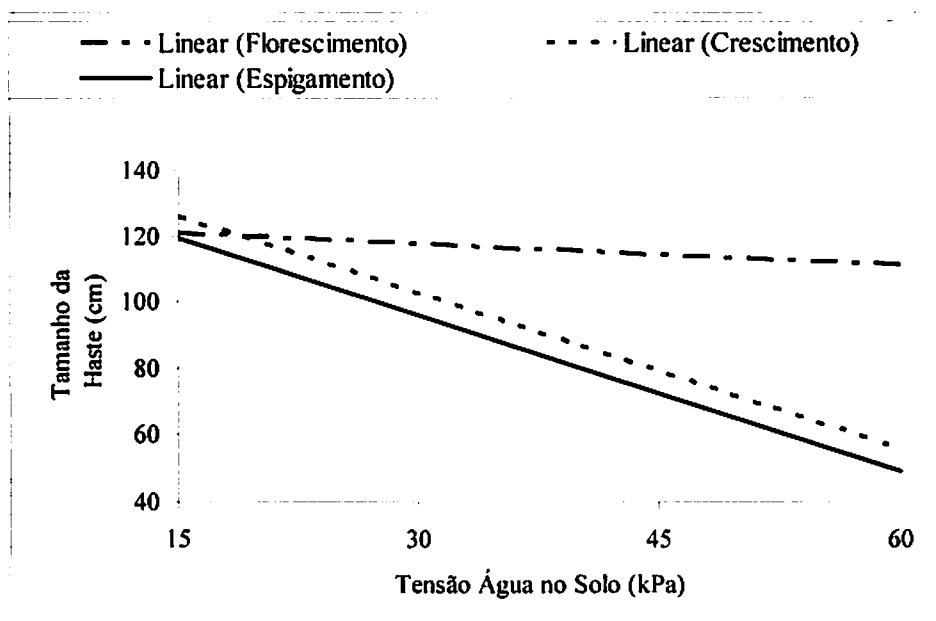
Maiores alturas de plantas foram obtidas quando a umidade do solo foi mantida próxima à capacidade de campo, independentemente, da fase de desenvolvimento. As fases de crescimento e espigamento mostraram serem mais sensíveis à variação de umidade do solo, especialmente para maiores tensões.

4.1.1.2 Comprimento da haste floral

De acordo com os dados estatísticos apresentados na Tabela 3, o comprimento da haste foi significativo a 1% de probabilidade, tanto para as fases fenológicas, quanto para tensão de água no solo. Mantendo a tensão de água no solo, próxima à capacidade de campo, que para este solo é de 10 kPa, obtiveram-se maiores comprimentos de hastes, indicando que irrigações mais freqüentes são mais indicadas.

O comprimento da haste variou entre 115,9 a 121,3 cm, dependendo da fase fenológica em estudo. Conseguiu-se, desta forma, um padrão de qualidade ideal para a comercialização do produto, atingindo, segundo a classificação da Cooperativa Holambra, a classificação tipo extra.

Observou-se que, com o aumento da tensão de água no solo, o gladiolo respondeu negativamente no seu desenvolvimento, ou seja, o comprimento da haste encontrou-se reduzido, com aplicação de maiores tensões de água no solo (Figura 11).



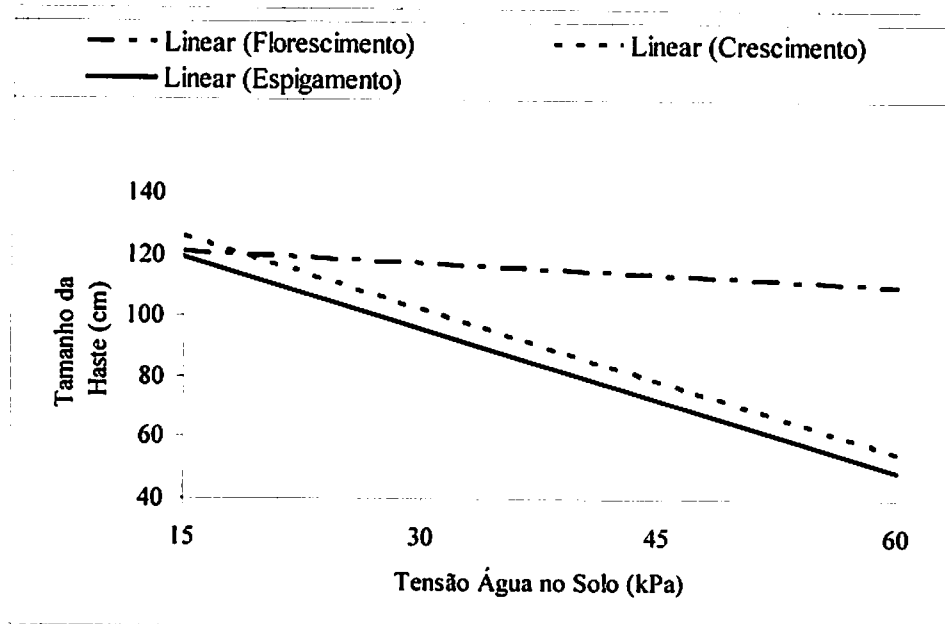
Fase de Crescimento: Tamanho da Haste = $-1,5626x + 149,27$ $R^2 = 0,9615$
 Fase de Espigamento: Tamanho da Haste = $-1,5657x + 142,85$ $R^2 = 0,9881$
 Fase de Florescimento: Tamanho da Haste = $-0,2278x + 124,40$ $R^2 = 0,9845$

FIGURA 11: Tamanhos médios das hastes florais das plantas, nas fases de crescimento, espigamento e florescimento da cultura do gladiolo var. White Goddess, em função dos níveis de tensão de água no solo. UFLA, Lavras, MG, 2004.

Para a tensão mais crítica, 60 kPa, o tamanho médio da haste chegou até 45,8 cm não atingindo a classificação comercial. Observou-se, também, que em algumas plantas, não houve a formação da haste floral, permanecendo apenas na fase vegetativa. Isto indica a sensibilidade da cultura a maiores tensões de água no solo.

4.1.2 Número médio de flores

O número de flores foi influenciado pelos níveis de tensão de água no solo. Verificou-se, na análise, efeito significativo a 1% de probabilidade. Irrigações, com menores níveis de tensão de água, proporcionaram plantas com maior número de flores por inflorescência (Figura 12).



Fase de Crescimento: Número de Flores = $-0,2330x + 17,182$ $R^2 = 0,9634$

Fase de Espigamento: Número de Flores = $-0,2539x + 17,912$ $R^2 = 0,9881$

Fase de Florescimento: Número de Flores = $-0,0870x + 16,293$ $R^2 = 0,9738$

FIGURA 12: Número médio de flores por inflorescências das plantas de gladiolo, var. White Goddess, em função dos níveis de tensão de água no solo, UFLA, Lavras, MG, 2004.

Uma equação quadrática foi ajustada, sendo que a máxima eficiência técnica se encontra quando a umidade era mantida, próxima à capacidade de campo.

Observou-se que, para os maiores níveis de tensão, 40 e 60 kPa, principalmente para a tensão de 60 kPa, algumas plantas apresentaram “abortamento” das inflorescências, chegando até mesmo a não se desenvolverem ou abrirem. De acordo com Paiva et. al (1999), a deficiência no fornecimento de água prejudica o desenvolvimento vegetativo e florescimento, formando inflorescências com comprimento reduzido.

Observou-se que, para irrigações mais freqüentes, tensão de 15 kPa, a abertura das inflorescências ocorreu mais cedo, próxima dos 65 DAP. Conforme os mesmos autores, irrigações freqüentes em condições de temperatura adequada podem proporcionar precocidade à produção de flores.

4.1.3 Classes de qualidade

A classificação da qualidade, em que se enquadrariam os gladiolos, foi feita baseando-se no Padrão de Classificação da Cooperativa Holambra (Tabela 2). Pela Tabela 5, analisando os fatores recomendados pelo padrão de classificação, observou-se que 33% das hastes florais do gladiolo enquadraram-se na classificação extra, para a fase de florescimento; ou seja, demonstra que a disponibilidade de água no solo para a cultura, nas fases de crescimento e espigamento, é fator limitante de produção.

Observa-se que houve maior percentagem de hastes florais com a classe de qualidade I para os tratamentos em que a umidade do solo se mantinha próxima à capacidade de campo. Exceção para os tratamentos aplicados durante a fase de florescimento, pois, esta não representa a fase crítica para a cultura, uma vez que está relacionada apenas à abertura das inflorescências e não à formação. O período em que os tratamentos foram aplicados nesta fase foi muito curto, chegando a 7 dias.

TABELA 5- Valores médios dos parâmetros comerciais em função das diferentes fases da cultura (C – fase crescimento; E – Fase espigamento; F – fase de florescimento) e das lâminas de irrigação.

Fase fenológica	Tensão de água no solo (kPa)	Tamanho médio da haste (cm)	Número médio de flores	Classificação	Percentagem da classificação (%)
C	15	121,3	13,0	I	100
C	25	110,5	11,4	I II	50 50
C	40	95,3	9,1	II	100
C	60	50,7	2,5	Refugo	100
E	15	115,9	13,8	I	100
E	25	106,4	11,3	I II	50 50
E	40	83,3	8,9	II	100
E	60	45,8	2,1	Refugo	100
F	15	120,7	14,7	Extra I	33 67
F	25	118,6	15,5	I	100
F	40	116,1	12,8	I II	67 33
F	60	110,3	11,2	I II	50 50

Nas plantas em que os tratamentos eram os de menores tensões (15 e 25 kPa), verificaram-se plantas sem ocorrência de queimadura nas pontas das folhas e enrugamento das mesmas.

Carvalho et al. (1999) verificaram o mesmo comportamento para a cultura do gladiolo, em que as melhores classes de qualidade, em todas as fases, foram obtidas aplicando-se menores déficits hídricos na cultura.

Para o tratamento de 15 kPa, as plantas atingiram classe de qualidade I (fase de crescimento e espigamento) e classe extra (florescimento), obtendo desta forma maior valor comercial. Este seria o valor de tensão de água no solo ideal para irrigar o gladiolo.

Verifica-se ainda, pela Tabela 5, que, com o aumento da tensão de água no solo, as hastes de gladiolo atingem classes de qualidade inferiores. Para as fases de crescimento e espigamento, com a tensão de 25 kPa, apenas 50% das hastes apresentaram-se na classe I, tendo o restante das inflorescências tido a sua qualidade afetada. Nessa situação observaram-se plantas com tamanho reduzido e menor número de flores, mas não houve danos às folhas e inflorescências.

Já para a tensão de 40 kPa, 100% das hastes florais foram classificadas com a classe II. Nestes casos, observaram-se plantas com enrugamento nas folhas, folhas enroladas e com as pontas queimadas. Algumas das hastes florais, além do tamanho reduzido, houve o abortamento das inflorescências. Esta tensão aplicada na fase de florescimento, também afetou a qualidade, sendo formadas hastes menores, com menor número de flores.

A severidade do tratamento pode ser observada para a tensão de 60 kPa, aplicados nas fases de crescimento e espigamento, em que 100% das hastes florais apresentaram a classificação de refugo. Neste caso, em algumas plantas de gladiolo, não houve a formação da haste floral, e nas poucas plantas em que esta estrutura foi formada, observaram-se o abortamento das inflorescências. Nenhuma das plantas observadas neste tratamento enquadraram-se nos padrões comerciais, ou seja, não atingiram os valores de mercado.

É importante ressaltar que plantas com melhores classes de qualidade resultam em plantas com maior valor comercial.

4.2 Experimento 2: “Crescimento e produção de hastes florais de gladiolo (*Gladiolus x grandiflorum*), variedade White Goddess, cultivado com diferentes lâminas de reposição de água e doses de adubação nitrogenada”

Os dados relativos às médias das temperaturas e umidades máximas, mínimas e médias durante o período da condução do experimento são apresentados nas Figura 13 e 14.

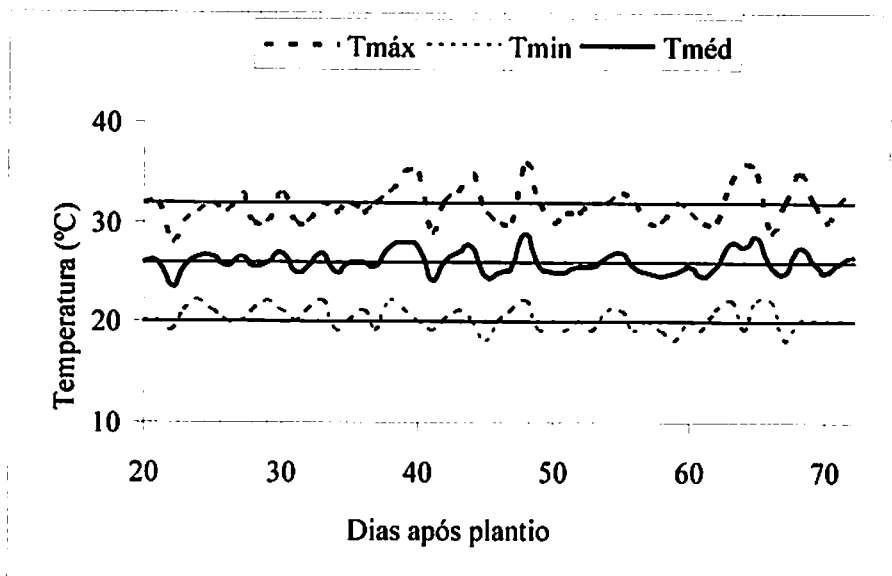


FIGURA 13: Representação gráfica das temperaturas máximas, mínimas e médias no interior da estufa, ocorridas durante a condução do experimento, ao longo do ciclo da cultura. UFLA, Lavras-MG, 2005.

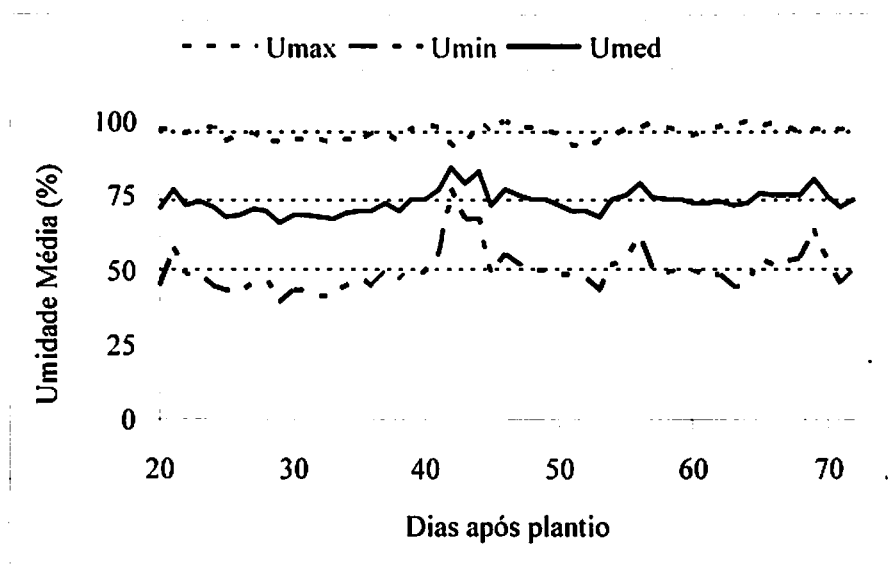


FIGURA 14: Representação gráfica das umidades relativas máximas, mínimas e médias no interior da estufa, ocorridas durante a condução do experimento, ao longo do ciclo da cultura. UFLA, Lavras-MG, 2005.

Os valores médios das temperaturas máximas e mínimas, observados no interior da estufa, foram 32 e 20 °C, respectivamente. Quando se calcula a média das temperaturas ($\{\text{máxima} + \text{mínima}\}/2$) no período experimental, chega-se à média de 26 °C, valor próximo ao ideal, recomendado por Paiva et. al. (1999). O ciclo da cultura foi completado aos 72 dias após plantio dos bulbos, e, de acordo com Buschman (19__), com temperaturas mais altas o ciclo da cultura pode ser reduzido.

4.2.1 Altura da planta

Na Tabela 6 são observados os resultados da análise de variância para os parâmetros analisados. Para todas as variáveis analisadas: tamanho da haste, altura da planta e número de flores, houve diferenças significativas entre os tratamentos, a 1% de probabilidade conforme teste F.

De acordo com a análise estatística dos dados, verificaram-se efeito significativo a 1% de probabilidade, para altura da planta, tanto para as lâminas de irrigação, quanto para as doses de nitrogênio. Já a interação não apresentou diferença significativa.

A lâmina acumulada ao longo do ciclo para cada tratamento foi de 96; 167; 240 e 311 mm, para os tratamentos de 40, 70, 100 e 130% de reposição de água respectivamente.

Uma função quadrática foi ajustada para representar o desenvolvimento da altura da planta em função das lâminas de irrigação, ou seja, dos diferentes níveis de reposição de água no solo (Figura 15).

Observa-se que tanto o déficit quanto o excesso de água prejudicam o desenvolvimento da cultura. A altura da planta apresentou uma redução significativa quando a reposição de água foi feita tanto com déficit quanto com excesso, sendo que, quanto maior o déficit, menor o crescimento das plantas, chegando a ocorrer uma queda de crescimento superior a 50%.

TABELA 6: Resumo das análises de variância com os níveis de significâncias das variáveis analisadas.

	Fontes de Variação				C. V. (%)	Média Geral
	Doses nitrogênio	Lâmina	Interação	Resíduo		
Graus de liberdade	2	3	6	368		
Q.M. Tamanho haste (cm)	3689,01**	62303,74**	866,61**	219,06	16,40	90,27
Altura da planta (mm)	552,61**	38074,50**	60,34 (ns)	50,94	8,85	80,66
Número de flores	146,56**	969,81**	15,43**	3,77	25,87	7,50

Em que: ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.
(ns) não significativo pelo teste F.

Estes efeitos também foram observados por Dobashi et al. (1998) que observaram queda de crescimento da cultura na boca-de-leão, superiores a 60% quando cultivada sob um déficit hídrico de 60%.

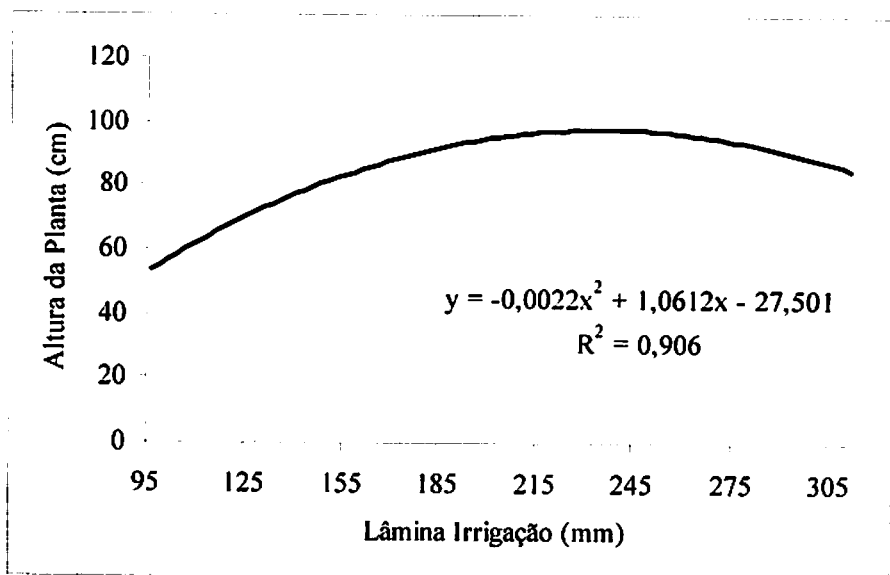


FIGURA 15: Tamanhos médios da altura das plantas, da cultura do gladiolo var. White Goddess, em função dos níveis das lâminas de irrigação. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Maiores alturas de plantas foram obtidas com o cultivo, sem déficit hídrico. Observa-se então a sensibilidade da cultura quanto à umidade no solo. A diminuição de água no solo afeta acentuadamente alguns processos morfo-fisiológicos, enquanto outros são relativamente insensíveis. Para Chaves (1991), a extensão dos efeitos do déficit hídrico, nas espécies vegetais, depende da característica das plantas em responder às mudanças do ambiente.

Para as doses de nitrogênio, a função quadrática representa como foi o desenvolvimento da cultura (Figura 16).

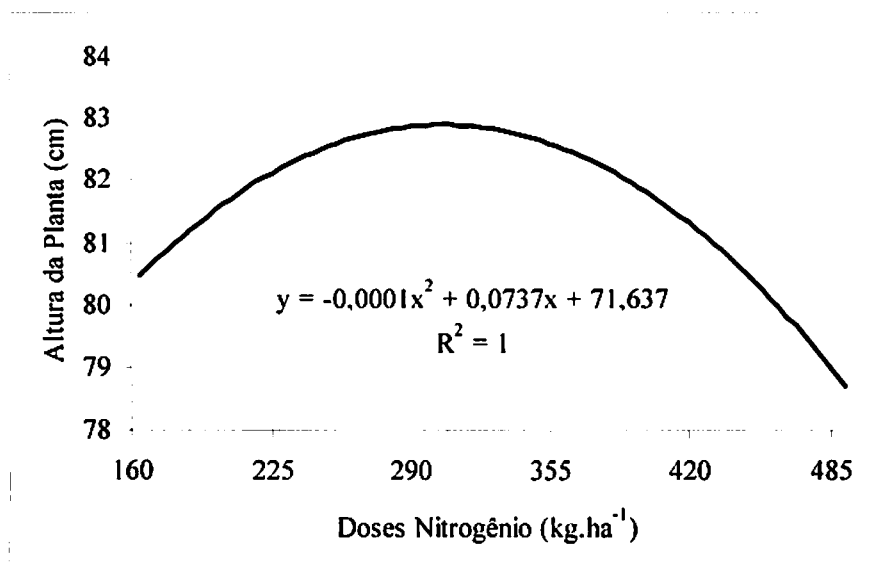


FIGURA 16: Tamanhos médios da altura das plantas, da cultura do gladiolo var. White Goddess, em função das doses de nitrogênio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Observa-se pela Figura 16 que há necessidade da adubação nitrogenada da cultura para atingir rendimentos máximos. Neste caso, nem a adubação de 100% proporcionou a altura máxima para a cultura. Com a adubação correspondente a 93% da recomendação sugerida por Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999), atingiu-se a máxima eficiência técnica para altura de planta, correspondendo a 83 cm.

Por fazer a análise da adubação com apenas três pontos (164, 328 e 492 kg.ha⁻¹ de nitrogênio), o coeficiente de determinação (R^2) é igual a 1. Santos, Klar e Braga (1998), fazendo estudo de adubação nitrogenada na cultura do pimentão, obtiveram o coeficiente de determinação para o ajuste da função igual a 1.

Para o tratamento com aplicação de 164 kg.ha^{-1} de nitrogênio (N), a altura de planta foi de 80,5 cm e, com a aplicação de 492 kg.ha^{-1} , 150% de N a altura a altura correspondente foi de 78,7 cm, apresentando uma redução de 2,3%. Nas plantas que representaram o tratamento com maior nível de adubação, foi observada presença de lagarta, atacando a extremidade inicial da planta. Alguns autores indicam que o excesso de adubação pode favorecer a incidência de pragas e doenças (Rodrigues e Cassiano, 2003; Gonçalves, Silva e Boff, 2004). O nitrogênio, aplicado em níveis elevados, resulta na produção de tecido jovem e suculento, podendo também prolongar o estágio vegetativo e/ou retardar a maturidade da planta e favorecer a incidência de patógenos (Zambolim e Ventura, 1993).

4.2.2 Comprimento da haste floral

De acordo com a análise estatística dos dados, verificou-se efeito significativo a 1% de probabilidade, para comprimento da haste, tanto para as lâminas de irrigação, quanto para as doses de nitrogênio e a interação dos dados.

Observou-se que tanto o déficit quanto o excesso hídrico, além da diminuição da altura da planta, também promoveu redução do comprimento da haste floral.

A caracterização dos efeitos do déficit hídrico sobre as médias do tamanho da haste foi feita por meio de regressão, a qual é representada na figura 17. Observa-se, nesta figura, que a redução do comprimento da haste floral, tanto com o aumento, quanto com o excesso hídrico, caracteriza a sensibilidade da cultura à umidade do solo.

Carvalho et. al. (2001) também observaram o mesmo comportamento, ou seja, redução do tamanho das hastes florais para o gladiolo, quando submetido ao estresse hídrico.

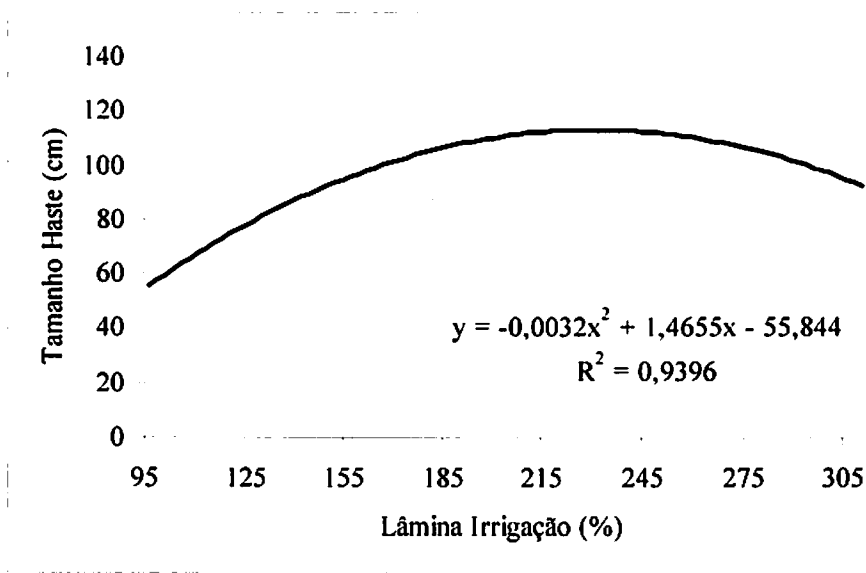


FIGURA 17: Tamanhos médios da haste floral, da cultura do gladiolo var. White Goddess, em função das lâminas de irrigação. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Da mesma forma, Pereira (2002), observou que, para a cultura do crisântemo, fazendo-se a reposição integral da água consumida, a cultura respondeu positivamente quanto ao tamanho da haste.

Já Casarini (2000) obteve, para o cultivo das roseiras, menores comprimentos das hastes florais quando a cultura foi submetida a déficits hídricos. Um padrão linear foi observado, analisando o efeito do déficit hídrico na qualidade e produtividade da roseira, em ambiente protegido, observando-se um aumento no tamanho da haste para a cultura, à medida que se reduziam os déficits hídricos.

Da mesma forma que para altura de planta, a adubação apresentou diferença significativa. No entanto, as diferenças, tanto para o déficit quanto para o excesso, foram bem mais nítidas, podendo ser observado, ainda, que os

valores de comprimento de haste foram bastante próximos, para déficit e excesso de água, ou seja, obteve-se a mesma magnitude (Figura 18).

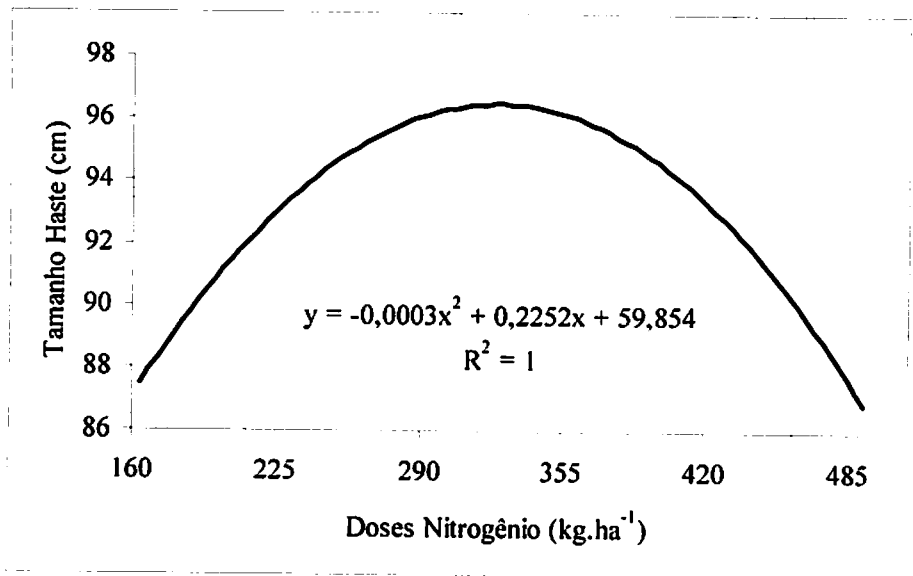
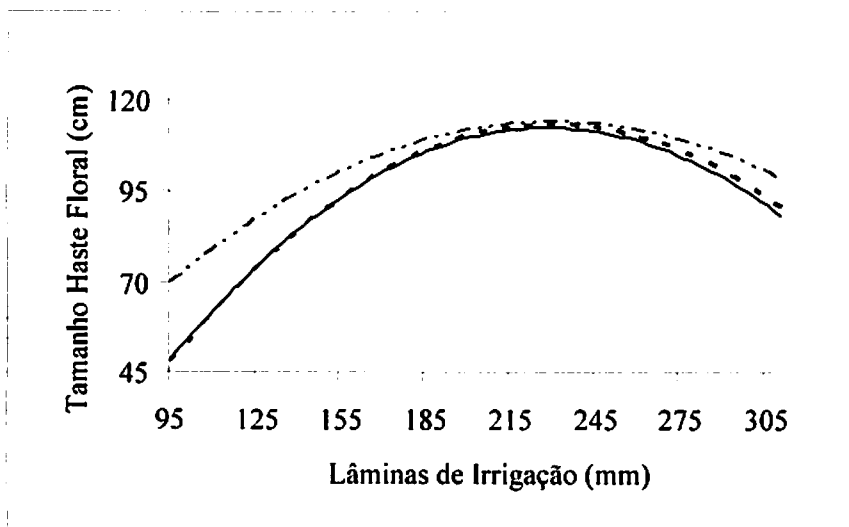


FIGURA 18: Tamanhos médios da haste floral das plantas de gladiolo var. White Goddess, em função das doses de nitrogênio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Para comprimento da haste floral, a dosagem de nitrogênio, que proporcionou o maior tamanho para esta variável, foi de 99,8%, bem próximo da recomendação sugerida por Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999), que corresponde à máxima eficiência técnica, formando hastes com tamanho de 96,7 cm.

Analisando-se a interação lâmina de irrigação x doses de nitrogênio, observou-se que, independente da combinação do nitrogênio, os melhores resultados foram obtidos com reposição integral da água consumida, ou seja, com lâmina de reposição de 240, seguida pelas lâminas de 167, 311 e 96 mm. (Figuras 19).

Observa-se que o excesso de água, 311 mm, representa maiores perdas quando comparadas à lâmina de aplicação de água de 167 mm. Isto pode ser devido a uma lixiviação do nitrogênio, devido ao excesso de água, não sendo este aproveitado pela cultura para favorecimento de seu desenvolvimento. De acordo com Raj (1991), a absorção de alguns nutrientes parece ser marcadamente prejudicada pela falta de água. Entretanto, o excesso de água pode elevar as perdas causadas pela lixiviação de nutrientes, dentre estes o nitrogênio.



.....	Adubação 164 kg.ha ⁻¹ N	(Y = -0,0036X ² + 1,6582X - 78,378)	R ² = 96,15%
- . .	Adubação 328 kg.ha ⁻¹ N	(Y = -0,0024X ² + 1,1103X - 14,548)	R ² = 89,10%
—	Adubação 492 kg.ha ⁻¹ N	(Y = -0,0036X ² + 1,6431X - 75,890)	R ² = 93,58%

FIGURA 19: Tamanhos médios da haste floral das plantas de gladiolo var. White Goddess, em função das doses de nitrogênio e lâmina de irrigação. UFLA, Lavras, MG, 2005.

4.2.3 Número de flores

De acordo com a análise estatística dos dados, verificou-se efeito significativo a 1% de probabilidade, para número de flores, tanto para as lâminas de irrigação, quanto para as doses de nitrogênio e a interação dos dados.

Da mesma forma que para as demais avaliações, tanto o déficit quanto o excesso hídrico promoveram redução do número de flores. A caracterização dos efeitos do déficit e excesso hídrico sobre as médias do número de flores foi feita por meio de regressão, a qual é representada na figura 20.

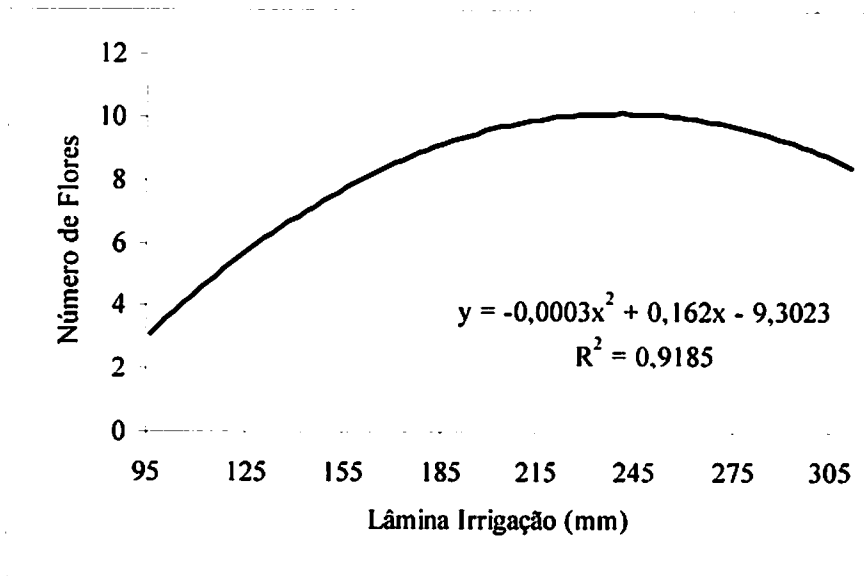


FIGURA 20: Número de flores médios das plantas de gladiolo var. White Goddess, em função dos níveis reposição de água no solo. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Observa-se a redução do número de flores, com o aumento da severidade do déficit hídrico, chegando as parcelas, pertencentes ao tratamento da lâmina de irrigação de 96 mm, nem apresentarem a abertura da inflorescência.

Analisando o efeito da reposição de água, observou-se que, em geral, os maiores números de flores foram obtidos quando a reposição de água foi feita de forma integral.

Resultado semelhante foi observado por Dobashi et al. (1998), constatando que, para a cultura de boca-de-leão, o número de botões florais cresceu inversamente proporcional ao déficit hídrico aplicado à cultura.

Pereira et al. (2001) também observaram que o déficit hídrico afetava linearmente o número de flores da cultura do gladiolo, mostrando a sensibilidade da cultura quanto aos níveis de reposição de água.

Entretanto, com o decréscimo dos níveis de reposição de água, houve favorecimento da abertura precoce dos botões florais. Para o tratamento com 96 e 167 mm de reposição, as inflorescências abriram aos 64 e 66 DAP, respectivamente. Entretanto, para os tratamentos com 240 e 311 de reposição de água, as inflorescências abriram aos 71 e 69 dias após plantio, respectivamente.

A adubação apresentou diferença significativa. Observa-se, pela figura 21, que a aplicação de nitrogênio, tanto com valores acima, quanto abaixo dos recomendados (aplicação de 328 kg.ha⁻¹), influenciou negativamente o número de flores. No entanto, no tratamento com a aplicação de 492 kg.ha⁻¹, o número de flores foi menor quando comparado ao tratamento de 164 kg.ha⁻¹.

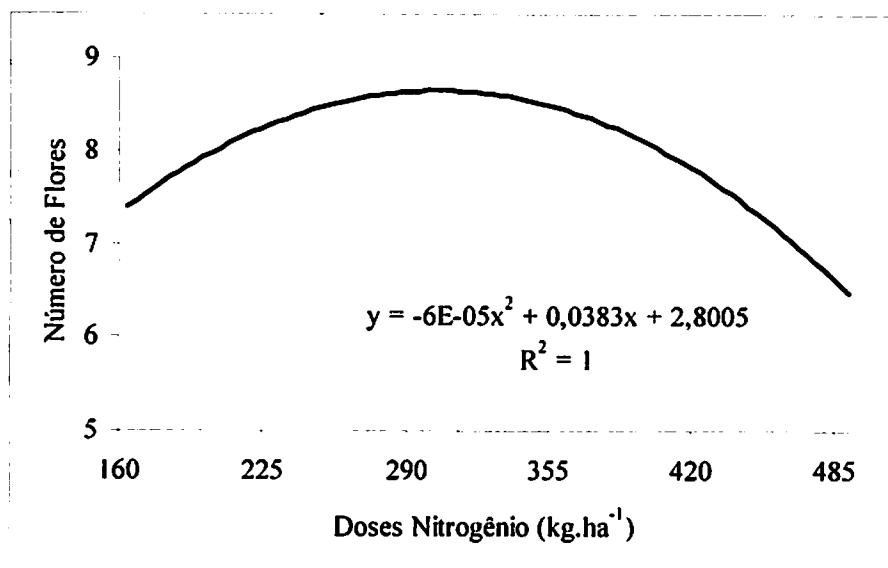


FIGURA 21: Número médio de flores das plantas de gladiolo var. White Goddess, em função das doses de nitrogênio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Observou-se que uma pequena quantidade de plantas, contidas nas parcelas que recebiam o tratamento com aplicação de 492 kg.ha⁻¹ de nitrogênio, apresentou folhas amareladas, indicando, possivelmente, um efeito de toxicidade à planta.

Para o número de flores, a dosagem de nitrogênio que atingiu o maior quantidade para esta variável foi de 101,26% e a máxima eficiência técnica correspondeu a 10,3 flores.

Analisando a interação lâmina de irrigação x doses de nitrogênio, observou-se que, independente da combinação do nitrogênio, os melhores resultados foram obtidos com reposição integral da água consumida (Figura 22).

Observou-se que para os maiores déficits, 96 e 167 mm, para todas aplicações de nitrogênio, o número de flores apresentou-se menor quando comparado ao excesso de água, 311 mm. Com déficit de água, não houve

umidade no solo suficiente para favorecer a translocação do nitrogênio até o sistema radicular da planta. De acordo com Raij (1991), a absorção de alguns nutrientes parece ser marcadamente prejudicada pela falta de água.

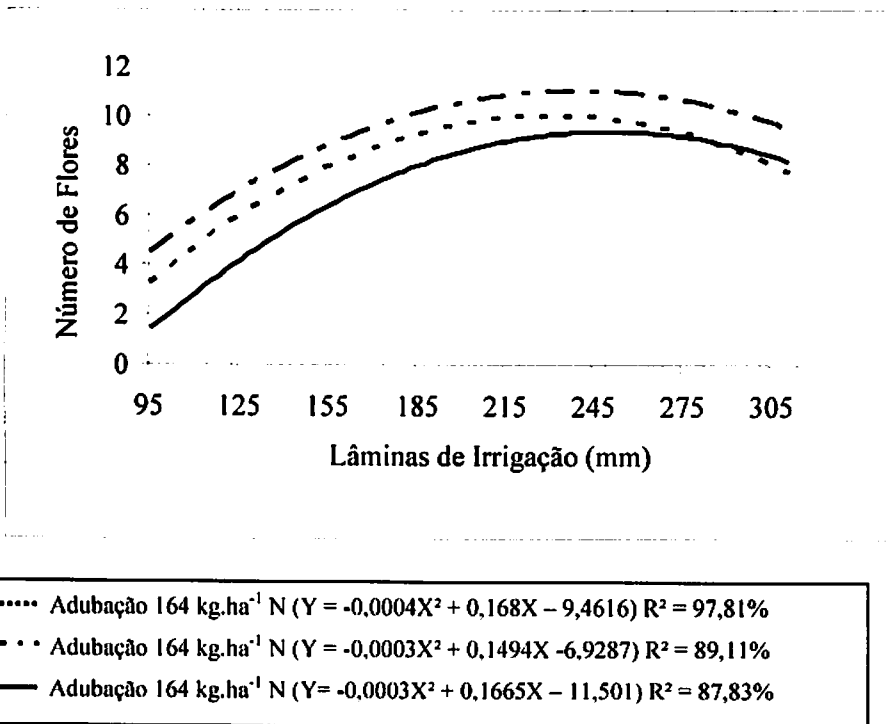


FIGURA 22: Número de flores das plantas de gladiolo var. White Goddess, em função das doses de nitrogênio e lâminas de irrigação.

4.3 Viabilidade econômica

4.3.1 Eficiência econômica da lâmina de água

Considerou-se como lâmina de água economicamente ótima aquela que conduziu ao rendimento com a máxima margem bruta, conforme expressão 6. Isto foi possível, derivando a estimativa da função de produção, obtendo-se assim, o valor do produto físico marginal (PFMa) e, em seguida, igualando este produto ao preço do fator variável água.

O produto físico marginal (PFMa) de um fator representa o acréscimo na produção, resultante da utilização de uma unidade a mais deste fator, permanecendo os demais fatores do experimento constantes, ou seja, a quantidade que cada unidade adicional do fator variável acrescenta ao produto total. O valor do produto físico marginal da água é a derivada da função de produção, para um dado nível de nitrogênio, multiplicado pelo preço do produto. Considerando a água como único fator variável, calculou-se os valores dos produtos físicos marginais.

Sob hipótese de que $L(W)$ possui um máximo, conforme expressão 4, e que a água é o único fator variável, foram obtidos os produtos físicos marginais da água para as doses de 164, 328 e 492 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de nitrogênio, segundo a recomendação de Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999).

Os produtos físicos marginais (PFMa's) foram obtidos a partir das funções de produção estimadas para o comprimento da haste:

- Adubação 164 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ N ($Y = -0,0036X^2 + 1,6582X - 78,378$) $R^2 = 96,15\%$
- Adubação 328 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ N ($Y = -0,0024X^2 + 1,1103X - 14,548$) $R^2 = 89,10\%$
- Adubação 492 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ N ($Y = -0,0036X^2 + 1,6431X - 75,890$) $R^2 = 93,58\%$

$$\frac{\partial \hat{Y}}{\partial W} = 1,6582 - 0,0072W = \frac{P_W}{P_Y} \dots\dots\dots(16)$$

$$\frac{\partial \hat{Y}}{\partial W} = 1,1103 - 0,0048W = \frac{P_W}{P_Y} \dots\dots\dots(17)$$


$$\frac{\partial \hat{Y}}{\partial W} = 1,6431 - 0,0072W = \frac{P_W}{P_Y} \dots\dots\dots(18)$$

Na Tabela 7 observa-se que, para uma mesma dose de nitrogênio, o PFMa é inicialmente positivo e decrescente em relação ao da lâmina total de água aplicada.

TABELA 7: Produtos físicos marginais da água (PFMa), dentro de cada dose de nitrogênio, para diferentes lâminas totais de água (Lavras, MG, 2005).

Lâminas totais de água (mm)	Doses de nitrogênio (kg.ha ⁻¹)		
	164	328	492
96	0,97	0,65	0,95
167	0,46	0,31	0,44
240	-0,07	-0,04	-0,08
311	-0,58	-0,38	-0,60

Quando o valor do PFMa atinge o valor zero, significa que a lâmina total de água aplicada proporcionou a produtividade física máxima. Igualando a primeira derivada a zero (PFMa = 0, ou seja, $\frac{\partial \hat{Y}}{\partial W} = 0$), o maior comprimento da haste, de 113 cm, foi atingido com uma lâmina de 230 mm, com a aplicação de 164 kg.ha⁻¹ de nitrogênio. Para as demais doses de adubação nitrogenada, 328 e 492 kg.ha⁻¹, estes valores representaram, respectivamente, 114 cm para uma



lâmina total de 231 mm e 112 cm para uma lâmina total de 228 mm. A partir do ponto em que o PFMa apresentou valor nulo, a aplicação de maiores lâminas de água conduziu a valores de produtos físicos marginais negativos, indicando ser antieconômico o uso dessas lâminas. Isto quer dizer que há uso em excesso do fator água. Os menores valores positivos do PFMa ocorreram na dose 328 kg.ha⁻¹ de nitrogênio, indicando uma menor resposta da cultura à aplicação de água, ou seja, o acréscimo ao comprimento da haste foi menor quando adicionado uma unidade do fator água.

As lâminas máximas econômicas foram calculadas igualando as expressões dos valores dos PFMa ($\partial \hat{Y} / \partial W = P_Y$), nos respectivos níveis de nitrogênio, ao preço do fator variável, obtendo-se, assim, a máxima eficiência econômica correspondente.

De maneira a atender as diferentes relações entre preço da água pelo preço da haste do gladiolo (P_W/P_Y), elaborou-se um gráfico de lâmina total de água economicamente ótima (W^*), em função da relação de preços entre fator e produto (P_W/P_Y), nas diferentes doses de nitrogênio (Figura 23).

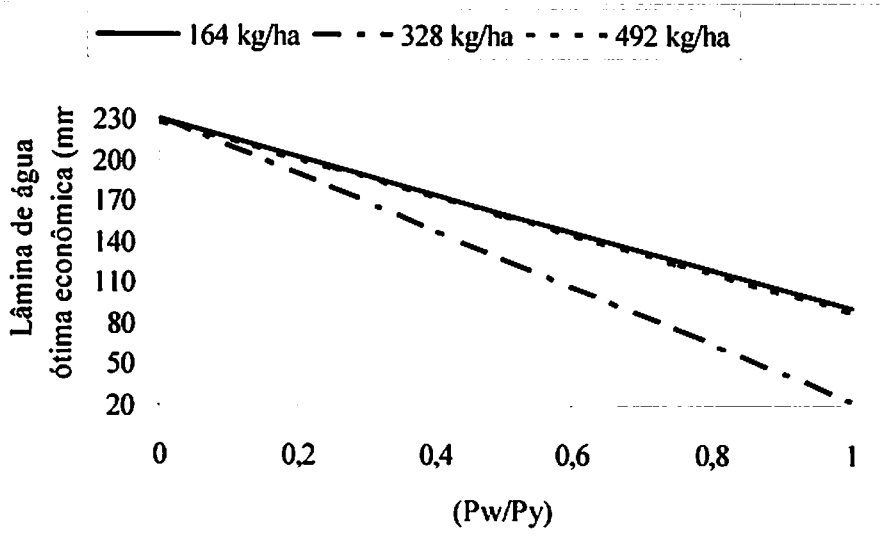


FIGURA 23: Lâmina total de água economicamente ótima em função da relação entre o preço da água e o preço do produto em função das diferentes lâminas de reposição de água e doses de adubação nitrogenada. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Os menores valores da lâmina economicamente ótima (W^*) ocorreram para a dose de $328 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N, para uma mesma relação custo/benefício. Por exemplo: para uma relação custo benefício de 60%, a lâmina econômica ótima foi de 106 mm, correspondente a dose $328 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, seguida pelas lâminas de 147 e 145 mm, correspondentes, respectivamente, às doses de 164 e $492 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Verifica-se, então, que o valor econômico encontrado coincide com a recomendação sugerida por Ribeiro, Guimarães, Alvarez (1999).

4.3.2 Eficiência econômica do nitrogênio

Considerou-se como a dose de nitrogênio economicamente ótima aquela que conduziu ao rendimento que proporcionou a máxima margem bruta, conforme expressão 6.

Sob hipótese de que $L(N)$ possui um máximo, conforme expressão 4 e que o nitrogênio é o único fator variável, foram obtidos os produtos físicos marginais do nitrogênio para as lâminas totais de 96, 167, 240 e 311mm, respectivamente.

Os (PFMA's) foram obtidos a partir das funções de produção estimadas para o comprimento da haste:

- Lâmina de 96 mm ($Y = -0,0008X^2 + 0,5346X - 16,000$) $R^2 = 100\%$
- Lâmina de 167 mm ($Y = -0,0002X^2 + 0,1192X - 77,726$) $R^2 = 100\%$
- Lâmina de 240 mm ($Y = -0,00005X^2 + 0,0357X - 115$) $R^2 = 100\%$
- Lâmina de 311 mm ($Y = -0,0003X^2 + 0,2109X - 62,792$) $R^2 = 100\%$

$$\frac{\partial \hat{Y}}{\partial N} = 0,5346 - 0,0016N = \frac{P_N}{P_Y} \dots\dots\dots(19)$$

$$\frac{\partial \hat{Y}}{\partial N} = 0,1192 - 0,0004N = \frac{P_N}{P_Y} \dots\dots\dots(20)$$

$$\frac{\partial \hat{Y}}{\partial N} = 0,0357 - 0,0001N = \frac{P_N}{P_Y} \dots\dots\dots(21)$$

$$\frac{\partial \hat{Y}}{\partial N} = 0,2109 - 0,0006N = \frac{P_N}{P_Y} \dots\dots\dots(22)$$

Na Tabela 8 são apresentados os valores dos PFMa's para nitrogênio. Observa-se que em uma mesma lâmina total de água aplicada, o produto físico marginal decresce à medida que se aumenta a dose de nitrogênio.

TABELA 8: Produtos físicos marginais do nitrogênio (PFMa), para cada lâmina total de água, considerando doses de nitrogênio (Lavras, MG, 2005).

Doses de Nitrogênio (kg.ha ⁻¹)	Lâminas totais de água (mm)			
	96	167	240	311
164	0,272	0,054	0,019	0,113
328	0,010	-0,012	0,003	0,014
492	-0,253	-0,078	-0,014	-0,084

Quando o valor do PFMa atinge o valor zero, significa que esta dose de nitrogênio proporcionou a produtividade física máxima. Igualando a primeira derivada a zero (PFMa = 0, ou seja, $\frac{\partial \hat{Y}}{\partial N} = 0$), o maior comprimento da haste, de 84 cm, foi atingido com uma dose de nitrogênio de 334 kg.ha⁻¹, com a aplicação de 96 mm de água. Para as demais lâminas de irrigação 167, 240 e 311 mm, os valores das produtividades físicas máximas representaram, respectivamente, 95 cm para uma dose de nitrogênio de 298 kg.ha⁻¹; 121 cm para uma dose de nitrogênio de 357 kg.ha⁻¹ e 100 cm para uma dose de nitrogênio de 352 kg.ha⁻¹. A partir do ponto em que o PFMa apresentou valor nulo, aplicações de maiores doses de nitrogênio conduziram a valores de produtos físicos marginais negativos, indicando ser antieconômico o uso de maiores quantidades do fator nitrogênio. Isto quer dizer que haveria um uso em excesso desse fator nitrogênio. Os menores valores positivos do PFMa ocorreram para a lâmina de 240 mm, indicando uma menor resposta da cultura à aplicação de nitrogênio, ou

seja, o acréscimo ao comprimento da haste foi menor quando adicionado uma unidade do fator nitrogênio.

De forma a atender diferentes relações entre preço do nitrogênio pelo preço da haste do gladiolo (P_N/P_Y), elaborou-se um gráfico de doses de nitrogênio economicamente ótimas (N^*), nas diferentes lâminas totais de água (Figura 24).

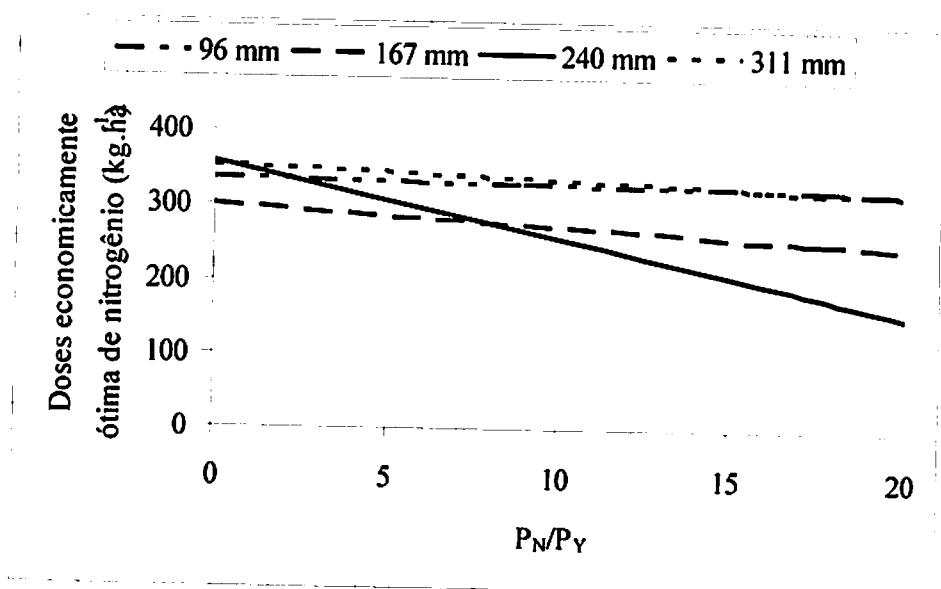


FIGURA 24: Dose de nitrogênio economicamente ótima em função da relação entre o preço do nitrogênio ($R\$.ton^{-1}$) e o preço do produto em função das diferentes lâminas de reposição de água e doses de adubação nitrogenada. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Comparando o comportamento das lâminas econômicas, a redução da dose de nitrogênio economicamente ótima para a lâmina de 240 mm foi mais acentuada. Verifica-se pela Figura 24, que até uma relação custo/benefício (P_N/P_Y) de 8 a produção mais econômica deu-se para lâmina de 167 mm,

correspondendo à dose de 278 kg.ha⁻¹. Após esta relação ($P_N/P_Y = 8$), a lâmina economicamente ótima deu-se para valor de 240 mm.

4.3.3 Superfície de Resposta

Foi obtida a superfície de resposta para a estimativa da receita ($P_Y * Y * \text{número de plantas}$), em função de duas variáveis: lâmina total de água (W) e dose de nitrogênio (N) (Figura 25). A superfície de resposta é apresentada pela expressão 23, com coeficiente de determinação (R^2) de 90,32%, o que traduz estimativa da variação da receita.

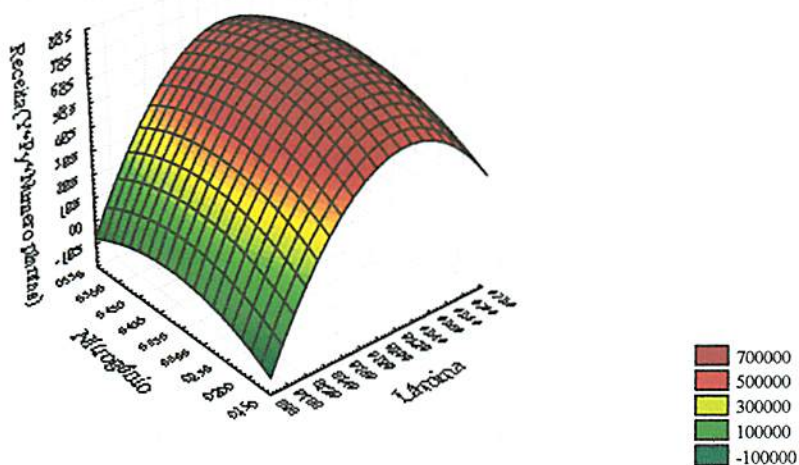


FIGURA 25: Valor da receita em função das lâminas totais de água e das doses de nitrogênio.

$$Y = -1,3583 * 10^6 + 14542,05 * W + 2281,70 * N - 32,17 * W^2 + 0,1067 * WN - 3,0931N^2$$

(Equação 23)

em que:

Y = receita, em R\$;

N = dose de nitrogênio, em kg.ha⁻¹;

W = lâmina total de água, em mm.

A Figura 25 mostra que, nas menores lâminas de água, as curvas de respostas distanciam-se mais entre si, enquanto que, nas maiores lâminas de água, aproximaram-se gradativamente. Por outro lado, considerando-se a resposta da receita quanto às doses de nitrogênio, este comportamento, apesar de semelhante, foi menos pronunciado. Isto indica que a água foi um fator mais limitante do que o nitrogênio.

A obtenção das dosagens máximas econômicas de água e nitrogênio, é feita por meio da derivada parcial da superfície de resposta, igualando ao preço do fator variável, ou seja:

$$\frac{\partial Y}{\partial W} = (14542,05 - 64,35W + 0,1067N) = P_W \dots\dots\dots(24)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial N} = (2281,70 + 0,1067W - 6,1862N) = P_N \dots\dots\dots(25)$$

Com os valores conhecidos de P_Y, P_w e P_N, foram calculados as doses de nitrogênio (372 kg ha⁻¹) e água (226 mm) , que proporcionaram a receita máxima econômica do gladiolo correspondente a R\$ 714.587,64. Para a obtenção da receita máxima técnica (R\$ 714.589,10), seriam necessárias a utilização de uma lâmina total de água de 226 mm e uma dosagem de 373 kg ha⁻¹ de nitrogênio. A lâmina de irrigação é a mesma da recomendada economicamente no cultivo do gladiolo, isto porque os custos dos fatores de produção, principalmente, a energia gasta para o bombeamento de água, ao longo do ciclo, são relativamente baixos.

5 CONCLUSÕES

Conforme análise dos experimentos conclui-se:

- a) O manejo da irrigação da cultura do gladiolo, variedade White Goddess, deve ser feito de forma a repor toda água consumida, para se obter plantas de melhor qualidade.
- b) As características: comprimento da haste, número de flores e altura da planta, foram influenciadas pelos níveis de tensão de água no solo, durante o desenvolvimento do gladiolo.][
- c) As fases de crescimento e espigamento foram as mais afetadas pelo aumento dos níveis de tensão de água no solo, sendo o tamanho da haste, o número de flores e a altura das plantas de gladiolos inversamente proporcionais aos níveis de tensão de água no solo;
- d) Na tensão de 60 kPa, o tamanho médio da haste não atingiu classificação comercial, indicando a sensibilidade da cultura em se tratando do insumo água.
- e) Para atingir os maiores comprimentos de haste, número de flores e altura de planta, o cultivo do gladiolo, variedade White Goddess, deve ser feito com aplicação de lâmina de 229 mm, para todo o ciclo, e adubação de nitrogênio de 375 kg.ha⁻¹.
- f) Níveis crescentes de déficit hídrico comprometeu a produção. O déficit de 96 mm não apresentou haste floral e o déficit de 167 mm ocorreu abortamento das inflorescências.
- g) A máxima eficiência econômica correspondeu a lâmina total de 226 mm, com dose de nitrogênio de 372 kg.ha⁻¹, correspondendo a uma receita de R\$ 714.587,64.

- h) A máxima eficiência técnica correspondeu a lâmina total de 226 mm, com dose de nitrogênio de $373 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, correspondendo a uma receita de R\$ 714.589,10.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 6.ed. Viçosa: UFV, 1996. 657p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normas Climatológicas**. 1961-1990. Brasília: MARA, 1992. 84p.

BRASIL. Ministério da Irrigação. Programa Nacional de Irrigação; FUNDAÇÃO VICTOR CIVITA. **Tempo de irrigar: manual do irrigante**. São Paulo: Mater, 1987. 160 p.

BUENO, C. R. **Adubação nitrogenada em cobertura via fertirrigação em gotejamento para a alface americana em ambiente protegido**. 1998. 54p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BUSCHMAN, J.C.M. **El gladiolo como flor cortada en zonas subtropicales y tropicales**. Centro Internacional de Bulbos de Flores: Holanda, 19___. 32 p.

CARVALHO, J. A.; HENRIQUES, E. B.; PAIVA, P.D.O.; PEREIRA, G.M.; PEREIRA, J.R.D. Crescimento e produção de hastes florais de gladiolo cultivado com déficit hídrico nas diferentes fases fenológicas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.7, n.2, p.95-100, 2001.

CASARINI, E. **Manejo da irrigação na cultura da roseira cultivada em ambiente protegido**. 2000. 66 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

CASTRO NETO, P.; SEDIYAMA, G. C.; VILEL, E. A de. Probabilidade de ocorrência de períodos secos em Lavras, Minas Gerais. **Ciência e Prática**, Lavras, v.4, n.1, p. 45-55, jan/jun. 1980.

CHAVES, M.M. Effects of water deficits on carbon assimilation. **Journal of Experimental Botany**, v.42,p.1-16,1991.

DOBASHI, A. M.; CARVALHO, J. de A; PEREIRA, G. M., RODRIGUES, L. dos SANTOS. Avaliação do crescimento da boca de leão (*Antirrhinum majus*) submetido a diferentes níveis de deficiência hídrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. v.1, p.100-102.

DOURADO NETO, D.; SAAD, A M.; VAN LIER, Q. J. Métodos de controle da irrigação. In: Dourado Neto, et al. **Curso de Agricultura Irrigada**, Piracicaba: ESALQ, Dp^o de Agricultura, p. 85-98, 1991.

DOURADO NETO, D.; VAN LIER, Q. J.; BOTREL, T. A. et al. Programa para confecção da água no solo utilizando o modelo Genuchten. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v.1, p. 92-102, 1990.

FERNANDES, A.L.T. **Monitoramento da cultura do crisântemo em estufa através do uso de lisímetros e estação agrometeorológica automatizados**. 1996. 96 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**. Versão 4.3 (Build 4.1). Lavras: UFLA/DEX, 1999. 4 disquetes.

FLORICULTURA: Desempenho do comércio exterior em 2004 Disponível em <http://www.ica.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=1742>. acessado em 25/05/2005.

FRIZZONE, J. A. **Funções de resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) ao uso de nitrogênio e lâminas de irrigação**. Dissertação 1986. 133p. (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

FRUTICOM. Mercado de flores, 2001. Disponível em http://www.fruticom.com.br/m_flores.asp. acesso em: 03/01/2005.

GLADIÓLO. Disponível em <http://www.ruralnet.com.br/ornamentais/gladiolo.asp>, acessado em 02/03/2005.

O GLADIÓLO. Disponível em <http://floristacarvera.blogspot.com/2004/08/o-gladolo.html>, acessado em 19/05/2005.

GONÇALVES, P.A.S.; SILVA, C.R.S; BOFF, P. Incidência do míldio em cebola sob adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Horticultura** v.22, n.3, 2004.

JOLY, A.B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 11.ed. São Paulo: Ed. Nacional, 1993. 777p.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba. Agropecuária, 2000. 254p.

KAMPF, A. N. Floricultura - Um negócio lucrativo. **Trigo e Soja**, v.102. 1989. p.3-4.

KIEHL, P.A.; LIETH, J.H.; BURGER, D.W.. Growth response of crisanthemum to various container medium moisture levels. **Journal of American Horticulturæ Science**, v. 114, n.2, p.224-229, 1992.

MARQUES, R.W.C. **Avaliação da sazonalidade do mercado de flores e plantas ornamentais no Estado de São Paulo**. 2002. 114p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

MATSUNAGA, M. Potencial da floricultura brasileira. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v.15, n.9, p.56, set. 1995.

MERCADO. Disponível em <http://www.sebraees.com.br>, cessado em 25/05/2005.

OLIVEIRA, S. L. de;. **Funções de resposta do milho doce ao uso de irrigação e nitrogênio**. 1993. 91p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PADUA, T. de S. **Espacamento economico na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) - um estudo no Sul de Minas Gerais**. 1998. 62p. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PAIVA, P.D. de O.; GUIMARÃES, R.J.; BERALDO, D.A.; et. al. Efeito do número de linhas de plantio sobre a produtividade de gladiolo em cultivo intercalar à lavoura cafeeira. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. Campinas, v.6, n1/2, p.81-84, 2000.

PAIVA, P.D.O.; SIMOES, F.C.; VIEIRA, F.A.; [et al.]. **Cultura do gladiolo**. Lavras, MG: UFLA, 1999. (Boletim Técnico. Serie Extensão; Ano 8, n. 59).

PEREIRA, J. R. D.; **Análise dos efeitos da época de suspensão da fertirrigação e de níveis de reposição de água à cultura do crisântemo (*Dendranthema grandiflora*) cv. White Diamond**. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002, 54 p.

PEREIRA, J. R. D.; CARVALHO, J. de A; HENRIQUES, E. B.; PAIVA, P. D. de O.; PEREIRA, G. P. Crescimento e produção do gladiolo (*Gladiolus x grandiflorum*) cultivado com déficit hídrico nas diferentes fases fenológicas. In: CONGRESSO DA PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, 10., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Associação de Pós-Graduandos da UFLA, 2001. CD.

PERFIL DO SETOR . disponível em <http://www.aprendendoaexportar.gov.br/flores/setor/perfil.asp>, acessado em 25/05/2005.

PLAUT, Z.; ZIESLIN.; LEVEV,N.. Effect of different soil moisture regimes and canopy wetting on “Baccara” roses. **Scientia Horticulturae**. n.5, p.277-285,1976.

RAIJ, B.V.; **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1991. 343 p.

REES, A.P. **Ornamental bulbs, corms and tubers**. Wallingford: CAB International, 1992. 220p.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G., ALVAREZ V., V.H.; **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação**. Viçosa: 1999. p.268.

RODRIGUES, W.C.; CASSIANO, P.C.R. Efeitos da adubação nitrogenada e potássica sobre a população de *Aleurothrix floccosus* (Homóptera, Aleyrodidae), em laranja doce (*Citrus sinensis*) cv. Folha Murcha. **Revista Universidade Rural**, v.22, n.2, p.55-59, 2003.

RUPPENTHAL V.; CASTRO, A.M.C. Efeito do composto de lixo urbano na nutrição e produção de gladiolo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, n.29, p.145-150, 2005.

SALINGER, J. P. **Produccion comercial de flores**. Zaragoza: Acribia, 1991. 371 p.

SANTOS, R.F.; KLAR, A.E.; BRAGA, M.B. Efeitos da aplicação de N-K em irrigação por gotejamento na produção de pimentão (*Capsicum annum* L.) em estufa de polietileno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. v.1, p.109-111.

SEGEREN, M. Resultados, situação atual e futura do melhoramento de plantas ornamentais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 3., 2005, Gramado. **Resumos...** Gramados: SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2005, disponível em <http://www.cnpt.embrapa.br/eventos/cbmp2005/newsletterdetails.php?codartigo news=27> (acessado em 30/05/2005).

SCALCO, M.S. **Características agronômicas e de qualidade industrial do trigo sob irrigação e adubação nitrogenada.** 2000. 143p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SILVEIRA, R. B. de A. **Avaliação da qualidade de crisântemos (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) produzidos em diferentes regiões do estado de São Paulo.** 1998. 114p. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

SIMÕES, F.C. **Propagação *in vitro* de gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* L.).** 2001. 65p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SOUZA, H. M. **Cultura de gladiolos.** São Paulo: Sociedade Brasileira de Floricultura. 1970. 12 p.

OUZA, V.F. de.; AGUIAR NETO, A.O.; ANDRADE JÚNIOR, A.S. et. al. **Manejo de irrigação através do balanço de água no solo.** Teresina: EMBRAPA-CPAMN, 1997, 36p. (EMBRAPA-CPAMN. Documentos, 23).

TJOSVOLD, S.A., SCHULBACH, K.F. How to reduce water use and maximize yields in greenhouse roses. **California Agriculturae**, 1991, v.45, n.3, p.31-32.

VAN GENUCHTEN, M.T. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.44, p.892-898, 1980.

VILLA NOVA, M. S. **Avaliação do desempenho do tensiômetro de bolha de ar na medida do potencial matricial de água no solo.** 1991. 69p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

WILFRET, G.J. Gladiolus. In: LARSON, R.A. **Introduction to floriculture**. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1992. cap.6, p. 143-157.

ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J.A. Resistência a doenças induzida pela nutrição mineral das plantas. In: LUZ, W.C.; FERNANDES, J.M.; PRESTES, A.M.; PICININI, E.C. (Eds.) **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo: RAPP, 1993. v.1, p. 275-318.