

MOISÉS ALVES MUNIZ

**PRODUÇÃO DE GÉRBERA DE CORTE EM RESPOSTA À
FREQUÊNCIA DE FERTIRRIGAÇÃO COM BASE NA
IRRADIÂNCIA SOLAR GLOBAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2010**

MOISÉS ALVES MUNIZ

**PRODUÇÃO DE GÉRBERA DE CORTE EM RESPOSTA À
FREQUÊNCIA DE FERTIRRIGAÇÃO COM BASE NA
IRRADIÂNCIA SOLAR GLOBAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 08 de abril de 2010

Prof. Sergio Zolnier
(Co-orientador)

Prof. José Antônio Saraiva Grossi
(Co-orientador)

Pesq. Cleide Maria Ferreira Pinto

Prof. Antônio José Steidle Neto

Prof. José Geraldo Barbosa
(Orientador)

Aos meus pais Djair e Maria Izaura.

Às minhas irmãs Raquel e Joana.

Aos meus sobrinhos Victória e Enzo.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade oferecida para realização deste trabalho.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor José Geraldo Barbosa, pela orientação segura e competente, pela dedicação, atenção e amizade durante a realização deste trabalho.

Aos professores Sérgio Zolnier, José Antônio Saraiva Grossi, pela atenção e sugestões durante a realização deste trabalho

Ao prof. José Antônio Steidle Neto e a pesquisadora Cleide Maria Ferreira Pinto pelas sugestões durante a defesa da tese, o meu muito obrigado.

A Ilmara pelo companheirismo, compreensão, paciência e dedicação em todos os momentos.

Aos amigos da floricultura Daniel, Eliane, Anna, Frederico e Jessica, pelo incentivo e pelos ótimos momentos durante o trabalho.

Aos funcionários da floricultura do belvedere, Ernesto, Antônio e Francisco amigos pelos ótimos momentos durante o trabalho.

Enfim a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram de alguma maneira para realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Moisés Alves Muniz, filho de Djair Muniz e Maria Izaura Alves Muniz, nasceu em Juiz de Fora, Minas Gerais em 26 de abril de 1976.

Em março de 1996, ingressou na Universidade Federal de Viçosa, diplomando-se em agosto de 2001, com o título de Engenheiro Agrônomo.

Em abril de 2002, nesta mesma Universidade, iniciou o curso de mestrado em Fitotecnia, área de concentração Nutrição Mineral e Adubação de Plantas, e em março de 2004 finalizou o curso obtendo o título de “*Magister Scientiae*”.

De março de 2004 a maio de 2006, foi contrato como bolsista de desenvolvimento regional pela EMATERCE para desenvolver, estimular a produção de flores de corte e plantas envasada e prestar assistência técnica a pequenos produtores rurais na região do Cariri, no estado do Ceará.

Em maio de 2006 retornou a Universidade Federal de Viçosa onde iniciou o curso de doutorado em Fitotecnia, área de concentração Fisiologia e Tratos Culturais, e em abril de 2010 finalizou o curso obtendo o título de *Doctor Scientiae*.

SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACTS.....	x
1-INTRODUÇÃO	1
2 – REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1- A Cultura da gébera.....	4
2.2 - Irradiância solar e ambiente protegido.....	6
2.3 - Manejo de irrigação	6
2.4- Disponibilidade hídrica na qualidade e produção de flores.....	8
3 - MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1- Sistema de fertirrigação	12
3.2- Evapotranspiração da cultura.....	14
3.3- Parâmetros fitotécnicos avaliados:.....	14
3.4- Índices fisiológicos analisados:	17

3.5- Sistema de aquisição de dados micrometeorológicos e controle da irrigação.....	19
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1- Condições climáticas e de substrato	21
4.2- Número de acionamento diário da motobomba, evapotranspiração e volume de solução nutritiva aplicado	28
4.3- Marcha de acionamento das bombas de fertirrigação em dias de céu claro e de céu nublado	32
4.4- CARACTERÍSTICAS FITOTÉCNICAS DE PLANTA	36
4.4.1- Início do ciclo de colheita comercial	36
4.4.2- Altura de planta.....	36
4.4.3- Diâmetro das plantas.....	38
4.4.4- Número de folhas/planta.....	39
4.4.5 - Área foliar	41
4.4.6- Volume de raiz.....	43
4.4.7- Massa seca de raiz	44
4.4.8- Massa seca do rizoma	46
4.4.9 - Massa seca da folha	47
4.4.10- Massa seca total da planta.....	49
4.5- CARACTERÍSTICAS FITOTÉCNICAS DE INFLORESCÊNCIAS	51
4.5.1- Diâmetro de inflorescência	51
4.5.2- Comprimento de haste	53
4.5.3- Massa fresca de haste floral	55
4.5.4- Massa seca de haste	57
4.5.5- Longevidade de inflorescência	58
4.5.6- Teor relativo de água	60
4.5.7- Produção semanal de hastes comerciais	61
4.5.8- Produção semanal de haste com defeito	63
4.5.9- Produção semanal total de hastes.....	64
4.5.10- Produção acumulada de hastes florais comerciais.....	66
4.5.11- Produção acumulada de hastes com defeito	68
4.5.12- Produção acumulada total.....	69
4.5.13- Número de inflorescências/planta.....	71
5- ANÁLISE DE CRESCIMENTO.....	73
5.1- Índice de área foliar	73

5.2- Taxa de crescimento absoluto de raiz.....	75
5.3- Taxa de crescimento absoluto de rizoma.....	76
5.4- Taxa de crescimento absoluto de folha.....	77
5.5- Taxa de crescimento absoluto de planta.....	78
5.6 - Taxa de crescimento relativo de raiz.....	80
5.7- Taxa de crescimento relativo de rizoma.....	81
5.8- Taxa de crescimento relativo de folha.....	82
5.9- Taxa de crescimento relativo de planta.....	83
5.10- Taxa assimilatória líquida.....	85
5.11- Razão de área foliar.....	87
5.12 - Área foliar específica.....	88
5.13 - Eficiência de uso da água.....	89
5.14 - PARTIÇÃO DE MASSA SECA.....	91
5.14.1- Partição de massa seca para raiz.....	91
5.14.2- Partição de massa seca para rizoma.....	93
5.14.3- Partição de massa seca para folha.....	94
6- CONCLUSÕES.....	97
7 - BIBLIOGRAFIA.....	98
Apêndice.....	105

RESUMO

MUNIZ, Moisés Alves, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2010. **Produção de gérbera de corte em resposta à frequência de fertirrigação com base na irradiância solar global.** Orientador: José Geraldo Barbosa. Co-Orientadores: Sérgio Zolnier e José Antônio Saraiva Grossi.

Foi conduzido um experimento em casa-de-vegetação, com a cultura da gérbera, com os objetivos de: i) comparar o desempenho produtivo e qualitativo de gérbera de corte, em sistema hidropônico, em resposta a frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar global com o sistema de controle temporizado; ii) determinar o valor acumulado da irradiância solar global mais apropriado para o estabelecimento da frequência de irrigação para o cultivo de gérbera; iii) avaliar o efeito da frequência de irrigação nos índices fisiológicos das plantas de gérbera no decorrer do ano. O plantio da gérbera, var. Dinamyte, foi realizado em vasos com capacidade de 6 dm³, preenchido com substrato (carvão vegetal: perlita: vermiculita), na proporção volumétrica de 30:30:40%. Os tratamentos foram dispostos em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas. As

parcelas constituíram as frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar global (0,5; 1,5; 2,5 e 3,5MJ/m²) + controle (irrigação com frequência de 2 em 2 horas, das 6:00 as 18:00 hs, controlada por temporizador) e as subparcelas 5 épocas de avaliação ao longo do ano, com 3 repetições. As diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar não diferiram do controle temporizado para as características: início de colheita comercial, altura e diâmetro de planta, massa seca de raiz, massa seca de rizoma, diâmetro de inflorescência, comprimento de haste, massa fresca e seca de haste floral e longevidade de inflorescência. Para as características evapotranspiração da planta, volume de água aplicado, área foliar, massa seca de folha, massa seca de planta e produção total de inflorescência a frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de 0,5MJ/m² propiciou resultados superiores ao controle. Para taxa de crescimento absoluto e relativo de raiz, rizoma, folha e de planta não houve diferença entre as plantas crescidas sob as diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar e o controle temporizado. Já para, eficiência de uso da água, a frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de 3,5MJ/m² proporcionou valor superior às demais frequências de irrigação. Com base nos resultados obtidos podemos concluir que: a frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar substituiu o controle temporizado, pois proporcionou maior crescimento de planta e produção de hastes florais, também propiciou maior eficiência na distribuição e quantidade de água aplicada. Os eventos de fertirrigação para gérbera devem ocorrer quando o valor acumulado da irradiância solar global atingir 0,5MJ/m²; maior variação dos índices fisiológicos foi proporcionada pela época de avaliação, mostrando a capacidade adaptativa da gérbera ao regime hídrico.

ABSTRACT

MUNIZ, Moisés Alves, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, april, 2010. **Production of cut Gerbera in response to fertigation frequency on the basis of global solar irradiance.** Adviser: José Geraldo Barbosa. Co-Advisers: Sérgio Zolnier and José Antônio Saraiva Grossi.

An experiment was carried out in a greenhouse, with gerbera culture, aiming at: i) comparing qualitative and productive performance of cut gerbera, in a hydroponic system, in response to irrigation frequency set on the basis of global solar irradiance accumulation with timed control system; ii) determining accumulate value of the most suitable global solar irradiance for the setting of irrigation frequency for cultivation of gerbera; iii) evaluating the effect of irrigation frequency in the physiological indexes of gerbera plants over the year. Gerbera, Dinamite variety was planted in 6-dm³ pots filled with substrate (vegetable coal: perlite: vermiculite) at the volumetric proportion of 30:30:40%. Treatments were set in random blocks, in a split-plot scheme. The plots were the irrigation frequencies set on the basis of global solar irradiance accumulation (0.5; 1.5; 2.5 and 3.5 MJ/m²) + control (irrigation with an

every-2 hour frequency, from 6:00 a.m. to 6 p.m., controlled by timer) and the split-plots were 5 evaluation seasons over the year, with three replicates. The different irrigation frequencies set on the basis of the solar irradiance accumulation did not differ from the timer control for the following characteristics: start of commercial harvest, height and diameter of the plant, dry mass of the root, rhizome dry mass, inflorescence diameter, stem length, fresh mass and floral stem dry mass and longevity of the inflorescence. For the characteristics of evapotranspiration of the plant, applied volume of water, leaf area, leaf dry mass, plant dry mass and total production of inflorescence, the frequency of irrigation established on the basis of solar irradiance accumulation of 0.5 MJ/m^2 provided results higher than the ones provided by the control. For absolute and relative growth rate of the root, rhizome, leaf and plant, there were no differences among the plants grown under different irrigation frequencies set on the basis of solar irradiance accumulation and under timer control. However, for use of water efficiency, the irrigation frequency set on the basis of solar irradiance accumulation of 3.5 MJ/m^2 provided values higher than the other irrigation frequencies. Based on the obtained results, it can be concluded that irrigation frequency set on the basis of irradiance accumulation replaces the timer control because it provided higher plant growth and floral stem production, as well as a higher efficiency on distribution and quantity of applied water. The events of fertigation for gerbera have to occur when the value of global solar irradiance accumulation reaches 0.5 MJ/m^2 ; the highest variation of physiological indexes was provided by the evaluating period, showing the adaptive ability of gerbera for water regime.

1-INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos, a floricultura brasileira vem adquirindo notável crescimento e desenvolvimento e já se caracteriza como um dos segmentos mais promissores da horticultura intensiva no campo dos agronegócios nacionais. O mercado de flores do país vem acompanhando a tendência mundial de expansão, sendo que nos últimos anos sucessivos recordes de exportação foram alcançados, porém, pouco ultrapassando a marca de U\$ 35 milhões (JUNQUEIRA E PEETZ, 2008). É o segmento agrícola que mais tem investido em novas tecnologias para produção em ambiente protegido, devido, principalmente, ao elevado nível de exigência do mercado e ao alto valor econômico agregado ao produto.

A floricultura vem passando por transformações, fazendo com que a atividade se torne cada vez mais competitiva, exigindo do produtor maior nível de especialização, profissionalismo, capacidade de gerenciamento e de tomada de decisões. A dificuldade de se obter lucro com esta atividade vem aumentando e, quando isto ocorre, tem percentagem reduzida, exigido contínua interação dos produtores com novas tecnologias, mostrando que a utilização dos recursos de forma eficiente é indispensável para o sucesso da floricultura.

A produção de gérberas no país vem crescendo ano a ano, em função da diversidade de cores e beleza das suas inflorescências, destacando-se o crescente aumento da área de cultivo em sistema hidropônico, devido à sua sensibilidade a patógenos de solo e maior produtividade e qualidade das flores. Entretanto, apesar do crescimento contínuo, poucas informações científicas sobre tecnologia de produção são hoje disponíveis.

No Brasil, o cultivo hidropônico de hortaliças é bem difundido e explorado comercialmente, em função da maior especialização dos produtores e conhecimentos mais aprofundados sobre as necessidades hídricas e nutricionais das plantas, enquanto o mesmo não acontece com as plantas ornamentais.

O manejo de irrigação é um dos principais determinantes do crescimento e desenvolvimento de culturas em recipientes com volume reduzido, ocorrendo baixa capacidade de retenção de água e restrita disponibilidade de nutrientes em solução. Os atuais intervalos de irrigação utilizados nos sistemas hidropônicos são controlados, geralmente na sua maioria por temporizadores, sendo um sistema simples e inadequado para identificar deficiências e excessos na quantidade de água aplicada à cultura, uma vez que, não levam em consideração as variáveis meteorológicas do ambiente de cultivo. A irrigação tem que ser suficiente para impedir qualquer déficit hídrico na planta, e possuir periodicidade adequada para proporcionar drenagem do meio, de forma que haja eficiente oxigenação das raízes das plantas (RESH, 1997). Por estas razões, tais sistemas requerem acurado e dinâmico controle do suprimento da água e fertilizantes.

Utilizando-se um substrato específico, o manejo de irrigação deve considerar a duração e frequência de aplicação de água para equilibrar o contínuo fluxo de transpiração diurna e noturna. A transpiração é o principal componente do requerimento de água pela cultura e afeta o status hídrico da planta; assim a sua estimativa a partir de dados das variáveis meteorológicas pode ser usada para controlar a irrigação. Dentre as variáveis utilizadas, a irradiância solar é responsável por 70 a 80% da evapotranspiração (JONES, 1992, BAILLE et al., 1994), podendo ser usada para prever em tempo real a demanda de água.

Um adequado manejo de irrigação deve considerar a densidade de plantio, variedade, estágio de desenvolvimento, substrato utilizado e das condições meteorológicas do interior da casa-de-vegetação. A irrigação controlada pela irradiância solar pode satisfazer a apropriada aplicação de água, evitando desperdício de recursos hídricos e a lixiviação do solo. O adequado intervalo entre irrigações, além de possibilitar o crescimento das plantas, maior eficiência no uso da água, determina também menor consumo de energia elétrica e de água, promove maior qualidade das plantas e economia na produção.

Diante disto os objetivos deste trabalho são:

- i- Avaliar o desempenho produtivo e qualitativo de gérbera de corte cultivada em sistema hidropônico em casa-de-vegetação, em resposta à frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar global com o controle convencional estabelecido com base no tempo transcorrido entre eventos de fertirrigação;

ii- Determinar o valor acumulado da irradiância solar global mais apropriado para o estabelecimento da frequência de fertirrigação para o cultivo de gérbera de corte;

iii- Avaliar o efeito da frequência de fertirrigação nos índices fisiológicos das plantas de gérbera.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

2.1- A Cultura da gérbera

As primeiras plantas de gérbera foram descobertas e selecionadas por Robert Jameson, escocês que trabalhava para uma empresa que explorava minas de ouro em Barbeton, África do Sul. Este coletou e enviou esta “nova planta” para John Medley no Botanical Garden em Cambridge. Após breve estudo, ele enviou alguns espécimes para Harry Bolus que subsequentemente sugeriu chamar esta nova planta de *Gerbera jamesonii*, em novembro de 1889 (MERCURIO, 2002).

A produção de gérberas iniciou-se no final do século XIX em Cambridge, Inglaterra, quando Richard Lynch cruzou *G. jamesonii* com *G. viridifolia*. A maioria das variedades usadas comercialmente é originária deste cruzamento (CODD, 1979). Na natureza são encontradas na coloração que varia do amarelo ao laranja escuro; com o desenvolvimento de cultivares híbridos, disponibilizou-se no mercado grande variedade de cores, abrangendo: branco, nata, cor-de-rosa, vermelho, carmim e até mesmo violeta. As flores arranjadas em roseta têm diâmetro que varia de 7,0 a 12,0 cm e haste de 30,0 a 70,0 cm. As folhas variam, de acordo com a cultivar, em tamanho e em estrutura, podendo ter comprimento de 20 a 40 cm.

O sistema radicular é, originalmente, pivotante, mas à medida que se desenvolve, converte-se em fasciculado e é composto por grossas raízes de onde partem numerosas radicelas. A propagação pode ser sexuada (semente) e assexuada (divisão de touceiras ou cultura de tecido). Pode ser produzida e comercializada como flor de corte ou em vasos, dependendo da finalidade. Como flor de corte pode ser cultivada no solo ou em sistema hidropônico, com a utilização de substratos de

origem mineral ou orgânica, como é comum na Holanda e em outros países europeus (MERCURIO, 2002).

Com a finalidade de se obter alta qualidade e produtividade no cultivo da gérbera, atenção especial deve ser dada às exigências climáticas da planta. O ambiente exerce grande influência no seu cultivo, sendo que a temperatura do ar influencia na emissão e no crescimento das folhas e na precocidade da floração, enquanto a temperatura do solo exerce efeito positivo sobre o diâmetro do capítulo e o comprimento da haste floral. Altas temperaturas podem proporcionar desequilíbrio entre a parte aérea e as raízes da planta, sobretudo em solos pesados, onde o florescimento pode ser mais lento, enquanto baixas temperaturas podem provocar anomalias e abortos florais, devido à deficiência fotossintética e à baixa absorção de nutrientes pelas raízes (INFOAGRO, 2008).

Na literatura, há várias referências sobre a faixa ideal da temperatura para o cultivo da gérbera, em que Leffring (1975) relata que a temperatura média para o bom desenvolvimento está entre 17 e 25°C no período diurno e entre 13 e 21°C no noturno, sendo que outro autor recomenda que a temperatura diária deva estar entre 26 e 30°C e a noturna não podendo ser inferior a 15 °C (MERCURIO, 2002).

Plantas de gérbera não toleram irradiância solar direta acima de 50.000-60.000 lux (235 a 281 W/m²) (MERCURIO, 2002). De acordo com Lepori *et al.* (1979), em regiões com alta insolação, como a mediterrânea durante o verão, é recomendado o uso de sombreamento de 50% a 70% no interior da casa-de-vegetação, com o objetivo de aumento do tamanho e número de inflorescências, da coloração da folha, e consequentemente melhor aspecto da planta. A umidade relativa do ar entre 75 e 90% não representa problema à cultura (INFOAGRO, 2008), porém, valores superiores a 70% durante o dia e 85% durante a noite favorecem a ocorrência de doenças, tais como botrytis, e provocam manchas e deformações nas flores. A alta umidade também pode ocasionar alongamento da haste (KESSLER, 1999).

Solos leves, aerados e profundos, sem presença de camadas compactadas são os recomendados, devido à sensibilidade da planta a falta de aeração nas raízes. O pH do solo deve ficar entre 5,5 e 6,5, a condutividade elétrica entre 1,4 e 1,6 dS/m, e valores de matéria orgânica devem estar acima de 1% para solos argilosos e entre 2 a 3% para solos arenosos. Para o cultivo de gérbera em substrato este deve possuir boa aeração e uniformidade na distribuição de água de modo a evitar o encharcamento (LEFFRING, 1975); o pH deve estar na faixa de 5,8 a 6,2 (KESSLER, 1999).

2.2 - Irradiância solar e ambiente protegido

Em ambiente protegido, a irradiância solar é um dos principais elementos meteorológicos alterados (FARIAS et al., 1994). O material plástico mais empregado em coberturas de ambiente protegido é o polietileno transparente de baixa densidade (PEBD), que tem alta transmissividade à irradiância solar, e permite passar 65 a 90% da radiação de ondas curtas incidente. Porém, também apresenta elevada transmissividade à radiação de ondas longas, e permite a passagem de até 80% desta (FARIAS et al., 1994). Outros tipos de plástico utilizados na cobertura de ambientes protegidos são os chamados “plásticos térmicos”, como o acetato de vinil etileno (EVA) e o PEBD térmico que têm menor transmitância à radiação de onda longa, evitando a queda acentuada da temperatura durante a noite no interior da casa-de-vegetação (SGANZERLA, 1995).

Existem processos fisiológicos de grande importância, no crescimento dos vegetais, que são influenciados pela radiação solar, tais como a fotossíntese, transpiração, fotoperiodismo, crescimento dos tecidos, floração, entre outros (BECKMANN, 2006; CERMEÑO, 1993; KITTAS et al., 1999). Assim, o conhecimento das características da transmitância da irradiância solar do material de cobertura é importante para se avaliar seus benefícios potenciais, pois pequenas diferenças na transmitância podem ter efeito significativo no crescimento e desenvolvimento da cultura (KITTAS et al., 1999).

Vários são os trabalhos que relatam que o ambiente protegido altera o balanço de energia em relação ao ambiente externo, embora haja redução do fluxo de irradiância solar global no interior do ambiente protegido, uma vez que, a proporção de radiação difusa aumentada e multidirecional penetra melhor no dossel da cultura, favorece o aproveitamento da energia (ASSIS, 2004; CUNHA et al., 2003, CAMACHO et al., 1995; FARIAS et al., 1994). Além de interferir no balanço de radiação que chega às plantas, o ambiente protegido interfere em outros parâmetros meteorológicos, como temperatura do ar, do solo e umidade relativa do ar (OREN SHAMIR et al., 2001, BURIOL et al., 1993, FARIAS et al. 1994), reduz a velocidade do vento e impede a incidência de chuva sobre a cultura. Estas condições propiciam melhora no crescimento e desenvolvimento das plantas contribuindo para o aumento da produtividade, além de permitir produção em épocas em que as condições climáticas externas são desfavoráveis.

2.3 - Manejo de irrigação

A frequência da irrigação depende da espécie cultivada, do estágio de desenvolvimento das plantas, das condições meteorológicas no interior da casa-de-vegetação, particularmente da irradiância solar, temperatura do ar e do meio de

cultivo. As plantas com maior área foliar requerem irrigação mais frequente, pois perdem água rapidamente através da transpiração.

O sistema de controle dos intervalos de aplicação da irrigação ou solução nutritiva é aspecto importante a ser considerado, pois afeta a disponibilidade de oxigênio na superfície das raízes, favorece a ocorrência de doenças no sistema radicular e, por outro lado, pode causar estresse hídrico ao longo do ciclo da cultura (JONES, 1997). Basicamente, duas técnicas são adotadas para aplicação de água ou solução nutritiva, sendo uma por meio de temporizadores e outra baseada na estimativa de evapotranspiração. De acordo com Zolnier et al. (2004), a principal desvantagem do uso de temporizadores está relacionada à necessidade de se adotar valores fixos para a duração e intervalos de aplicação da solução nutritiva.

Uma das limitações da técnica do controle por estimativa da evapotranspiração está relacionada à ausência de dados meteorológicos consistentes em tempo real. Porém nos últimos anos o desenvolvimento da microeletrônica vem reduzindo o custo de aquisição de instrumentos meteorológicos e considerável melhora ocorreu na exatidão das medições. Esses instrumentos podem ser conectados a um computador, permitindo em tempo real o monitoramento do ambiente. De posse destes dados é possível fazer estimativas acuradas da evapotranspiração em curtos períodos de tempo, permitindo o manejo mais eficiente da aplicação de água em tempo real (ZOLNIER, 2001).

Um método simples e pouco utilizado para a programação da irrigação consiste no cálculo da transpiração da cultura baseado na irradiância solar (STANHILL e SCHOLTE, 1974). Um integrador da irradiância solar dá um sinal para o início do fornecimento de água depois que um nível previamente fixado de radiação é alcançado. Um sistema de irrigação controlado com base no método da irradiância solar pode prover adequadamente solução nutritiva e água às plantas, sem desperdício (ROH e LEE, 1996). Porém, este método preconiza o conhecimento de um “coeficiente da cultura” o qual varia em função do estágio fenológico da mesma. Como exemplo, o fato de plantas de roseiras, ao contrário da maioria de outras culturas, constantemente submetidas a colheitas frequentes, implica numa grande variação da área foliar e, conseqüentemente, da transpiração, o que deve ser levado em conta no momento de se formular qualquer programa de irrigação.

Stanhill e Scholte (1974), estudando a relação entre a radiação global, a radiação absorvida com base no dossel e a perda de água por roseira, var. Baccara, encontrou uma relação entre a radiação global e absorvida com base no dossel suficientemente constante para servir de base para um sistema de controle automático de irrigação. Katsoulas et al. (2006), estudando a frequência de irrigação baseada no acúmulo de irradiância solar, com frequências estabelecidas em $1,6\text{MJ m}^{-2}$ (alta frequência) e $3,2\text{MJ m}^{-2}$ (baixa frequência) em rosa, variedade First Red, em sistema hidropônico, encontraram que a frequência de irrigação estabelecida com base no

acúmulo da irradiância solar influenciou a massa fresca e seca da flor, e o tratamento com alta frequência de irrigação possibilitou aumento de 33% na produção de haste, em relação ao tratamento com baixa frequência.

Roh e Lee (1996), estudando a frequência de irrigação em pepino pela integração da irradiância solar, sob cultivo em perlita encontraram que a irrigação seria necessária quando a radiação alcançasse 10 cal.cm^{-2} e 20 a 30 cal.cm^{-2} para lã de rocha e para mistura perlita:lã de rocha(8:2 v/v). Steidle Neto (2007) comparando dois sistemas de controle de fertirrigação, o sistema convencional (controlado por temporizador) e outro sistema baseado em variáveis meteorológicas, observou que o sistema baseado em variáveis meteorológicas atendeu plenamente as necessidades hídricas do tomateiro, sem comprometer a produção e com redução expressiva no consumo de solução nutritiva.

Van Labeke e Dambre (1998), comparando fibra de coco e lã de rocha como substrato para gérbera basearam a frequência de irrigação na irradiância solar, quando esta atingia 2 MJ m^{-2} , e concluíram que a fibra de coco poderia substituir a lã de rocha como substrato para gérbera, para este intervalo entre irrigações. Aboud-Haddid (1994), estudando o consumo de água em pimenta doce, reportou que o método da radiação foi o melhor a ser usado em esquemas de irrigação em casa-de-vegetação.

2.4- Disponibilidade hídrica na qualidade e produção de flores

As plantas ornamentais são bastante susceptíveis às deficiências hídricas, principalmente, às grandes variações do nível de água no solo, refletindo-se em precário e desuniforme crescimento e desenvolvimento das mesmas.

O fornecimento de água para as plantas ornamentais é, geralmente, realizado com base nos produtores de forma empírica, havendo com isso, dificuldade no manejo correto da irrigação, especialmente quando conduzida sob cultivo protegido. As diversas espécies vegetais apresentam comportamento diferenciado em relação à absorção da água, variando suas reações quanto à falta ou excesso, o que é expresso pelas alterações fisiológicas e anatômicas que influem no padrão de crescimento e, conseqüentemente, na produção e qualidade. Conforme Taiz e Zeiger (2004), os principais mecanismos de adaptação à falta d'água apresentados pela maioria das espécies vegetais, são o maior crescimento do sistema radicular, alta condutividade hidráulica na raiz para maximizar a captação de água, controle da abertura estomática e redução da área foliar, para minimizar as perdas de água.

Bellé (1998) estudou diferentes níveis de tensão de coluna de água na cultura da gérbera envasada, concluiu que a planta deve ser mantida com potencial de água no substrato de 0,021 MPa, para a melhor qualidade da planta. Spanomitsios et al.

(1995) estabeleceram limites entre 0,015 e 0,025 MPa, para o potencial dos substratos (areia, perlita, zeolita e lã de rocha) na produção de quatro cultivares de gérbera, potenciais estes próximos à capacidade de retenção máxima do substrato. Richther (1996) estudou o efeito da redução da disponibilidade de água no substrato visando obter plantas de gérbera em vaso mais compactadas e obteve plantas de melhor qualidade quando o substrato foi mantido com potencial matricial entre 0,010 e 0,020 MPa.

Vários estudos com irrigação em crisântemo têm demonstrado que maior produção e qualidade de flores tanto de corte como de vaso foram obtidas com maior disponibilidade de água no substrato ou no solo (FARIAS, 2006, RÊGO et al. 2004, PEREIRA et al., 2003, SAAD e FARIAS, 2003). De forma semelhante, Pereira (2005) e Borges (2005) ambos trabalhando com gladiolo constataram que maiores lâminas de água aplicada com menores turnos de rega proporcionaram maior crescimento de planta e, conseqüentemente, maior produção e qualidade de hastes.

Casarini (2000) estudou a reposição de água em roseiras, cultivadas em solo, observou que maior produção e qualidade de hastes de rosas foram obtidas, no tratamento que repunha 125% da água evaporada do tanque classe A, proporcionando maior disponibilidade hídrica. Já Alves (2006) que trabalhou com roseira em sistema hidropônico observou maior qualidade e produção de hastes de rosas no tratamento que repunha 60% da água evaporada com base no tanque classe A. Resultado semelhante foi observado em gérbera de corte, onde a reposição de 125% da ETc (evapotranspiração da cultura) proporcionou maior qualidade (SALOMÃO et al., 2007).

O efeito da frequência da fertirrigação sob quatro níveis de tensão de água no substrato, determinadas por tensiômetros, em gérbera foi analisado por Fanela et al. (2006), com a obtenção de maior número de folhas, diâmetro de planta e de haste floral na tensão de 0,015 MPa, enquanto as tensões de 0,010 e 0,015 MPa proporcionaram o mesmo número de inflorescências.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Setor de Floricultura do Departamento de Fitotecnia-UFV. A estrutura metálica de cobertura da casa de vegetação era tipo capela sobre a qual havia uma camada de filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) com espessura de 100µm apresentando 4 anos de uso, com orientação norte-sul.

Mudas de *Gerbera jamesonii*, variedade Dinamite (Figura 1), provenientes de cultura de tecido, adquiridas de produtor de mudas localizado na cidade de Holambra-SP, foram plantadas no dia 11/02/2008 em vasos de 6 litros, 23, 17 e 20cm diâmetro da boca do vaso, do fundo e altura do vaso, respectivamente, preenchidos com substrato, composto de vermiculita, perlita e carvão vegetal na proporção de 30, 30, 40 % v/v, respectivamente, dispostas na densidade de 9 pl/m², cultivadas em sistema hidropônico aberto. As características físicas do substrato se encontram na Tabela 1.

Após plantio das mudas de gerbera, foi instalado no interior da casa de vegetação, sob as plantas, junto a seu pé direito - de 3m de altura - uma tela de sombreamento negra de 50%. No período compreendido entre 11/02/2008 e 25/02/2008, foi feita fertirrigação com 500 ml de solução nutritiva, intercalada com uma irrigação de igual volume.



Figura 1- Planta de gérbera de corte var. Dinamyte.

Tabela 1- Valores de densidade úmida (DU), densidade seca (DS), porosidade total (PT), macroporos (MAP), microporos (MIP), capacidade de retenção de água (CRA), pH e condutividade elétrica (CE) do substrato utilizado no cultivo de gérbera.

DU (kg/m ³)	DS (kg/m ³)	PT (%)	MAP(%)	MIP(%)	CRA (m ³ /m ³)	pH	CE (mS/cm)
429,0	208,9	42,7	21,8	20,9	1,2	7,2	0,872

O experimento foi montado em delineamento em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas constituíram as frequências de irrigações estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar global (0,5; 1,5; 2,5 e 3,5MJ/m²) + controle (irrigação de 2 em 2 horas, das 6:00 às 18:00 h, controlada por temporizador), e as subparcelas foram constituídas de 5 épocas de avaliação ao longo do ano, com 3 repetições. Cada repetição foi composta por 25 plantas, considerando cada planta uma unidade experimental, assim cada frequência de fertirrigação era composta por 75 unidades experimentais.

Quando a planta atingiu o tamanho mínimo necessário para emissão de flores com qualidade, ou seja, 10 folhas totalmente expandidas, a intervalos de 28 dias foram realizadas a coleta de 3 plantas por tratamento para análise de crescimento. Para avaliação da produção e qualidade de inflorescências, foram selecionadas 15 plantas por tratamento, ou seja, 5 plantas por repetição.

O controle fitossanitário foi realizado por meio de pulverizações, utilizando-se produtos e doses adequadas para controle de pragas e doenças conforme a necessidade. Os produtos e doses utilizados no controle de pragas e doenças encontram-se descritos no apêndice.

3.1- Sistema de fertirrigação

Cada frequência de irrigação tinha seu próprio sistema de fertirrigação, composto por uma motobomba de 0,5CV, conectada à linha principal construída em mangueira de polietileno de 12,4mm, na qual foram inseridos os microtubos (diâmetro 2,0mm) com 50cm de comprimento, espaçados 30cm entre eles. A fertirrigação do substrato foi localizada, com início em 25/02/2008. A avaliação da uniformidade de distribuição de água no sistema foi realizada conforme metodologia descrita por Bernardo (1995) (Tabela 2). Utilizando-se dos valores de vazão coletados, determinou-se o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) utilizando a fórmula:

$$CUC = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |V_i - V_m|}{N V_m} \right) \times 100$$

Em que:

V_i , V_m e N representam respectivamente, volume do emissor (ml), volume médio de todas as observações (ml) e número de emissores amostrados.

Tabela 2- Vazão média dos emissores nos tratamentos e média do coeficiente de uniformidade de Christiansen dos emissores dentro do mesmo tratamento e entre tratamentos em diferentes semanas de avaliação.

Semana	Vazão dos emissores (ml/min)					CUC entre Tratamentos
	Controle Temporizado	0,5 MJ/m ²	1,5 MJ/m ²	2,5 MJ/m ²	3,5 MJ/m ²	
0	234,6	228,8	234,6	240,6	223,1	
29	232,4	225,8	234,6	237,4	224,5	
54	233,4	229,5	232,0	238,4	223,1	
	CUC entre emissores da mesma linha					
0	99,9	100	99,9	99,9	100	99,94
29	99,0	99,0	100	99,7	98,0	99,0
54	99,2	99,8	99,8	100,0	100,0	99,2

A composição da solução nutritiva utilizada durante o período de realização do experimento está descrita na Tabela 3, tendo sido os macronutrientes obtidos de adubos comerciais, enquanto os micronutrientes foram obtidos de sais PA (puro para análise). A reposição dos sais ocorreu quando a condutividade elétrica (CE) atingiu 60% do valor inicial. Para evitar distúrbios nutricionais ao longo do cultivo, ao final de cada mês a solução era completamente renovada. A condutividade elétrica da solução era monitorada a cada 2 dias por um condutivímetro portátil (Modelo: CD-860, Marca Instrutherm), e a água evapotranspirada repostada diariamente.

Tabela 3 - Composição da solução nutritiva utilizada durante o período de realização do experimento com gérbera, var. dinamyte.

Macronutrientes (mmol/L)		Micronutrientes (μ mol/L)	
N-NO ₃	11,40	Fe	50
N-NH ₄	0,9	Mn	5
P-H ₂ PO ₄	1,5	Zn	4
S-SO ₄	1,80	B	40
K	5,20	Cu	0,75
Ca	4,00	Mo	0,60
Mg	1,20		

Fonte: MERCURIO 2002

O monitoramento do pH e da condutividade elétrica do substrato foi realizado com leituras a cada 15 dias, para isto dentro de cada frequência de irrigação era coletada uma amostra de cerca de 50ml de substrato localizado entre a planta e a parede do vaso a uma profundidade entre 5 a 10cm, do lado oposto ao emissor de solução nutritiva, de 15 vasos. As 15 amostras simples eram misturadas fazendo 3 amostras compostas, das quais se retiravam 50ml de substrato e se adicionavam 250ml de água(relação 1:5) (MAPA, 2007). Este material era agitado, e após 30 minutos faziam-se as leituras de pH com o pHmetro modelo PH-206, Marca Instrutherm e da condutividade elétrica, com o condutivímetro modelo CD-860, Marca Instrutherm.

3.2- Evapotranspiração da cultura

A evapotranspiração das plantas de gérbera foi determinada pelo método gravimétrico, utilizando sempre as mesmas amostras (vasos). Para cada frequência de irrigação, foram tomados 5 vasos, considerando cada vaso uma repetição, que foi pesado em balança com precisão de 1g. O volume de água evapotranspirado foi obtido pela diferença de peso entre as pesagens. As pesagens se iniciavam às 20:00h do dia anterior, e no dia seguinte começavam às 6:00h, e a cada 2 horas os vasos eram pesados até as 20:00h. Ao longo do dia, o volume de água fornecido em cada frequência era coletado e na pesagem seguinte adicionado ao vaso e este novamente pesado. O volume de água evapotranspirado por planta no dia foi o somatório da diferença entre as pesagens.

3.3- Parâmetros fitotécnicos avaliados:

- a) Início do ciclo de colheita: número de dias necessários para que a planta atingisse 10 folhas totalmente expandidas;
- b) altura de planta: distância vertical da base da planta ao seu ponto mais alto;
- c) diâmetro de planta: distância horizontal entre extremidades opostas da planta;
- d) número de folhas por planta;
- e) área foliar: a cada 28 dias, três plantas por tratamento eram colhidas e sua área foliar determinada com o medidor de área foliar Li-Cor, modelo Li 3000;
- f) volume de raiz: a cada 28 dias, três plantas de cada tratamento eram colhidas e suas raízes lavadas sobre peneira, de modo a minimizar as perdas. Após a lavagem, as raízes eram colocadas para escorrer o excesso de água, e em seguida mergulhadas em proveta graduada para obter o volume de água deslocado, sendo que o volume de água deslocada correspondia ao volume de raízes;
- g) comprimento de haste floral : distância entre a base da haste até a inserção da inflorescência;
- h) diâmetro da inflorescência: distância transversal entre as extremidades de lígulas opostas;
- i) massa fresca de haste floral: por ocasião da colheita, as hastes florais (haste + inflorescência) tinham seu comprimento padronizado em 40cm, em seguida eram pesadas em balança de precisão;

- j) massa seca de haste floral: após determinação da massa fresca, as hastes florais eram colocadas em estufa a 70°C, até peso constante, em seguida pesadas em balança de precisão;
- k) massa seca de planta: por ocasião da colheita, as plantas eram separadas em raiz, caule e folhas, e as amostras do material vegetal colocadas em estufa a 70°C até peso constante, em seguida pesadas em balança de precisão;
- l) teor relativo de água: hastes de gérbera foram padronizadas com 40 cm de comprimento e pesadas para obtenção da massa fresca. Em seguida, as hastes foram imersas em água. As hastes permaneceram imersas até a completa saturação, que ocorreu cerca de 7 a 8 horas, quando, então, novamente foram pesadas para obtenção da massa túrgida. Em seguida, as hastes foram colocadas em estufa a 70°C, até peso constante.

O teor relativo de água foi calculado pela fórmula:

$$\text{TRA} = 100 \times \frac{(\text{MF} - \text{MS})}{(\text{MT} - \text{MS})}$$

Em que,

MF, MS e MT representam respectivamente, em gramas, massa fresca, massa seca e massa túrgida de cada haste floral.

- m) produção de hastes florais: diariamente as plantas eram vistoriadas e quando as hastes florais atingiam o ponto de colheita, ou seja, quando a segunda ou terceira fileira de flores masculinas estava completamente aberta, procedia-se à colheita. (Figura 2). Por ocasião da colheita, as flores eram classificadas conforme padrão Ibraflor (2000) (Tabela 4). Para a Classe Extra, procedeu-se às seguintes modificações: diâmetro de inflorescência superior a 9,1cm e comprimento de haste superior a 45cm.



Figura 2- Ponto de colheita de inflorescências de gérbera

Tabela 4- Padrão de qualidade de inflorescências de gérbera, segundo Ibraflor (2000)

Parâmetros	Classes de Qualidade		
	Extra (A1)	Classe I (A2)	Classe II (B)
Aspecto fitossanitários	Hastes e flores isentas de pragas, doenças e seus danos, em especial de lesões nas flores que devem estar livres de sintomas de <i>Botrytis</i> .	Hastes e/ou flores com sintomas leves de pragas e doenças que não comprometam a durabilidade e o aspecto do produto	Hastes e/ou flores, com sintomas de pragas e doenças, mas que permitam a comercialização dos produtos
Flores	Flores com abertura uniforme na caixa ou no maço. Dois anéis de flores masculinas abertos no centro da inflorescência. Coloração intensa e aspecto sadio. Diâmetro superior de 9,1cm	Com leve desuniformidade na abertura das flores. No máximo, 3 anéis de flores masculinas abertos na inflorescência. Coloração e aspecto sadio	Desuniformidade de abertura. Presença de manchas nas flores que não impeçam a comercialização dos produtos. Flores deformadas. Mais de 3 anéis de flores masculinas abertos.
Apresentação	Produtos frescos e com ótima apresentação	Produtos frescos e com boa apresentação	Produtos estocados e com apresentação regular.
Hastes	Firmes, retas, todas as da caixa com o mesmo tamanho (ausência de hastes quebradas). Tamanho superior de 45 cm.	Firmes, retas, com o mesmo tamanho, mínimo de 30 cm.	Presença de hastes tortas, quebradas e desuniformidade de tamanho. Apresentação regular, mas em condições de serem comercializadas.

- n) longevidade de inflorescência: Para cálculo da longevidade das inflorescências, foram utilizadas hastes com a mesma classificação entre os tratamentos; elas tiveram seu comprimento padronizado em 40cm, e sua base imersa em água; a cada 2 dias, a água era trocada e 2cm da base da haste eram cortados. O término da longevidade ocorreu quando as inflorescências atingiam um dos seguintes pontos:
- i) lígulas se destacavam da base da inflorescência;
 - ii) haste apresentava curvamento superior a 90° em relação à vertical; e
 - iii) a inflorescência apresentava fechamento superior a 50% do seu diâmetro inicial.

3.4- Índices fisiológicos analisados:

A cada 28 dias era feita a coleta de três plantas por unidade experimental para análise de crescimento. De posse dos dados de massa seca e área foliar, foram feitos os cálculos dos seguintes parâmetros de crescimento, conforme fórmulas abaixo:

- a- Índice de área foliar:

$$IAF = \frac{AF}{AS}$$

em que IAF, AF e AS representam, respectivamente, índice de área foliar, área foliar da planta (m²), área de solo disponível para a planta crescer (m²) (considerando o espaçamento da cultura de 0,30 x 0,40m)

- b- Taxa de crescimento absoluto:

$$TCA = \frac{M2 - M1}{T2 - T1}$$

em que TCA= g semana⁻¹; M1 e M2 são a massa seca de planta de duas amostragens consecutivas, em gramas; e T1 e T2 são o tempo de amostragem, expresso em semanas.

- c- Taxa de crescimento relativo:

$$TCR = \frac{\ln M2 - \ln M1}{T2 - T1}$$

em que TCR = g g⁻¹ semana⁻¹; LnM1 e LnM2 são o logaritmo natural de massa seca de duas amostragens consecutivas, em gramas; e T1 e T2 são o tempo de amostragem, expresso em semanas.

d- Taxa de assimilação líquida:

$$TAL = \frac{M2 - M1}{T2 - T1} \times \frac{\ln A2 - \ln A1}{A2 - A1}$$

em que TAL= g m⁻² semana⁻¹; M1 e M2 são a massa da matéria seca de duas amostragens consecutivas, em gramas; T1 e T2 o tempo de amostragem, expresso em semanas; A1 e A2 área foliar de duas amostragens consecutivas, em m²; e LnA1e LnA2 são o logaritmo natural da área foliar de duas amostragens consecutivas.

e- Razão de área foliar:

$$RAF = \frac{\text{Área foliar}}{\text{Massa seca total da planta}}$$

em que RAF= m² g⁻¹; área foliar, expressa em m²; massa seca total da planta, expressa em gramas.

f- Área foliar específica

$$AFE = \frac{\text{Área foliar}}{\text{massa seca de folha}}$$

em que AFE= m².g⁻¹; área foliar em m²; e massa seca de folha, expressa em gramas.

g- Uso eficiente da água:

$$UEA = \frac{\text{Produção total de hastes} \frac{\text{florais}}{\text{planta}}}{\text{Volume de água aplicado}}$$

Em que UEA= n° haste pl⁻¹L⁻¹

Os dados coletados em 5 épocas após o início da produção de inflorescências foram submetidos à análise de variância, e as médias obtidas comparadas com base no teste de Dunnett. Para análise dos tratamentos quantitativos, foi usada análise de regressão, cujos modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes, mediante aplicação do teste “t”, a 5% de probabilidade e dos coeficientes de determinação.

3.5- Sistema de aquisição de dados micrometeorológicos e controle da irrigação

As variáveis micrometeorológicas (temperatura do ar, umidade relativa do ar, irradiância solar global e fotossinteticamente ativa) foram medidas internamente à casa de vegetação. Os sensores conjugados de temperatura e umidade relativa do ar interno (modelo Humitter 50Y, Vaisala Inc., Woburn, MA) foram conectados a uma placa de aquisição de dados (modelo CYDAS 1602HR, CyberResearch, Branford, CT), instalada no barramento ISA de um computador (processador IBM 686, 133 MHz, 32 MB de RAM, sistema operacional: Microsoft Windows 98). Devido à magnitude dos sinais, os sensores de irradiância solar global (piranômetro, modelo LI-200SA, Li-Cor Inc., Lincoln, NE), radiação fotossinteticamente ativa (sensor quântico, modelo LI-190SA, Li-Cor Inc., Lincoln, NE) e os termopares tipo T para medição de temperatura do substrato foram conectados a uma placa de expansão (modelo CYEXP 32, CyberResearch, Branford, CT) instalada junto à placa CYDAS 1602HR, com a finalidade de amplificar os sinais destes sensores antes da conversão analógico-digital. Para cada frequência de irrigação, foram instalados 3 termopares em diferentes vasos ao longo da linha de irrigação, perfazendo um total de 15 termopares instalados. Sistema este de monitoramento semelhante ao usado por Steidle Neto (2007).

Para evitar a presença de ruídos eletromagnéticos nos sinais analógicos e digitais, foi inserida no solo, internamente à casa de vegetação, uma haste de aterramento de cobre. Por meio de um condutor elétrico, essa haste foi conectada fisicamente à tomada da rede de alimentação de energia elétrica.

Os sensores para o monitoramento das variáveis micrometeorológicas internas foram posicionados em pedestal com altura de 1,50m do solo e 0,50m acima da cultura. Já os sensores de temperatura do substrato, foram inserido, a 5cm de profundidade no substrato, colocados entre a planta e a parede do vaso, sendo utilizados 3 sensores por frequência de irrigação. As informações obtidas por meio destes sensores tornaram possível a caracterização microclimática do ambiente de cultivo.

Para gerenciar o controle das frequências de irrigação, foi desenvolvido um programa computacional. A implementação deste programa foi feita em linguagem C++, utilizando-se a plataforma de programação C++ *Builder*, versão 6.0. Este programa computacional foi denominado de **GerberaIrriga**. Uma das funções do **GerberaIrriga** foi o gerenciamento da placa de aquisição de dados responsável por converter os sinais analógicos dos sensores em sinais digitais no formato binário. Após este procedimento, o programa fez a conversão dos valores binários associados a cada variável micrometeorológica medida em valores decimais. Quando valores pré-determinados da integração da irradiância solar global (0,5, 1,5, 2,5 e 3,5 MJ/m²) eram atingidos, uma placa de relé era acionada, que, por sua vez, ativava o

contator, que posteriormente ligava a bomba de fertirrigação associada a cada tratamento.

Os dados micrometeorológicos foram armazenados no disco rígido do computador por meio do **GerberaIrriga** em intervalos de 1 minuto. Cada valor correspondeu à média de 5 medições realizadas com intervalos de 1 segundo, totalizando, para cada variável, 1.440 valores por dia.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1- Condições climáticas e de substrato

A Figura 3 ilustra a média semanal da irradiância solar global (R_g), ao longo do ciclo de cultivo, como também a faixa recomendada de irradiância solar global incidente para o crescimento de gérbera. O nível médio de irradiância durante o experimento dentro da casa de vegetação foi de $6,03\text{MJ/m}^2/\text{dia}$, superior aos encontrados por Pandorfi (2006), que, estudando o efeito de malhas de sombreamento, tipo Aluminet, em gérbera de vaso, obteve média de $3,3\text{MJ/m}^2/\text{dia}$ para malha de sombreamento interna (50%) e $5,5\text{ MJ/m}^2/\text{dia}$, para malha de sombreamento externa (50%) à casa de vegetação.

A irradiância solar durante todo o experimento variou bastante, e sempre esteve abaixo da faixa recomendada para gérbera, que é $8,68$ a $10,41\text{MJ/m}^2/\text{dia}$, equivalente à intensidade luminosa de 50Klux a 60Klux , respectivamente (MERCÚRIO, 2002), com exceção do período de 16/02/2009 a 03/03/2009, no qual a R_g esteve dentro da faixa recomendada. Os menores valores observados em relação à faixa recomendada pode ter sido em função da utilização da malha de sombreamento de 50% instalada dentro da casa de vegetação sobre as plantas. Outro fator que também pode ter favorecido a redução da radiação foi o estado do filme de polietileno, que já apresentava 4 anos de uso, o que reduz sua capacidade de transmitância da radiação.

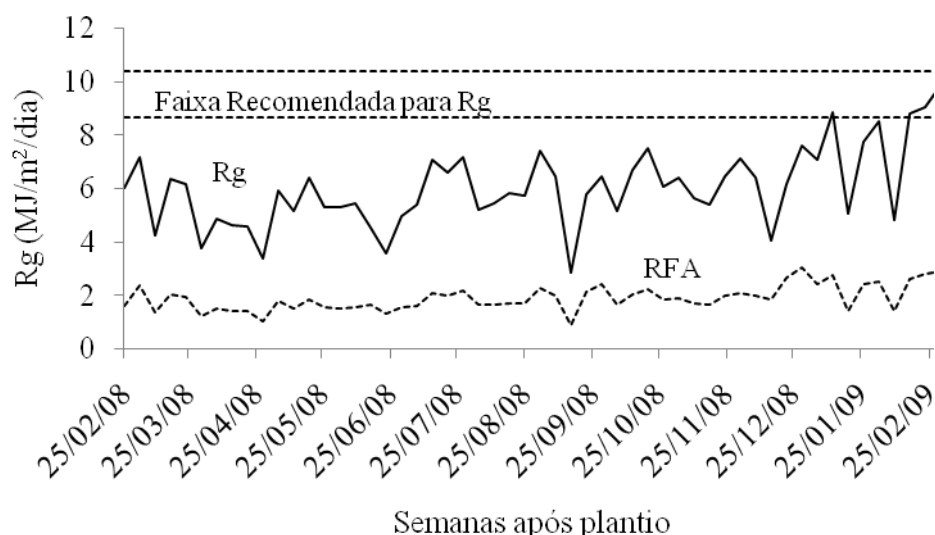


Figura 3- Variação da irradiância solar global semanal (Rg) e radiação fotossinteticamente ativa semanal (RFA) durante o período de cultivo de gérbera de corte em casa de vegetação, compreendido entre fevereiro de 2008 e março de 2009. Viçosa-MG

Os valores médios de radiação fotossinteticamente ativa (RFA), incidente no interior da casa de vegetação durante o experimento, pode ser visualizada na Figura 3. A média geral de RFA obtida durante o cultivo foi de $1,9 \text{ MJ/m}^2/\text{dia}$, valor este igual ao encontrados por Pandorfi (2006), que, estudando o efeito de malhas de sombreamento em gérbera de vaso, obteve média de $1,9 \text{ MJ/m}^2/\text{dia}$ para malha de sombreamento externa à casa de vegetação e não relatou qualquer dano às plantas, conforme também observado neste experimento.

A produção e qualidade de muitas flores de corte são diretamente relacionadas com a quantidade acumulada de luz (radiação fotossinteticamente ativa) que as plantas recebem a cada dia e de luz diária integral ou LDI (Waner,2004). A Figura 5 apresenta a média da LDI que incidiu sobre as plantas de gérbera durante o cultivo, como também a faixa ideal de LDI. Durante todo o ciclo de cultivo, as plantas de gérbera receberam, em média, $8,77 \text{ mol/m}^2/\text{dia}$ de LDI, valor equivalente a 43,8% do menor valor recomendado para gérbera, de $20 \text{ mol/m}^2/\text{dia}$ (Spaagaren, 2001).

Comparando os resultados encontrados com os de Spaagaren (2001), pode-se observar que a LDI observada no experimento ficou abaixo do recomendado. Os valores encontrados podem ter sido função da baixa incidência de radiação dentro da casa de vegetação em função da malha de sombreamento, da sujeira e desgaste do plástico de cobertura, como também do posicionamento da casa de vegetação no terreno, na direção norte-sul.

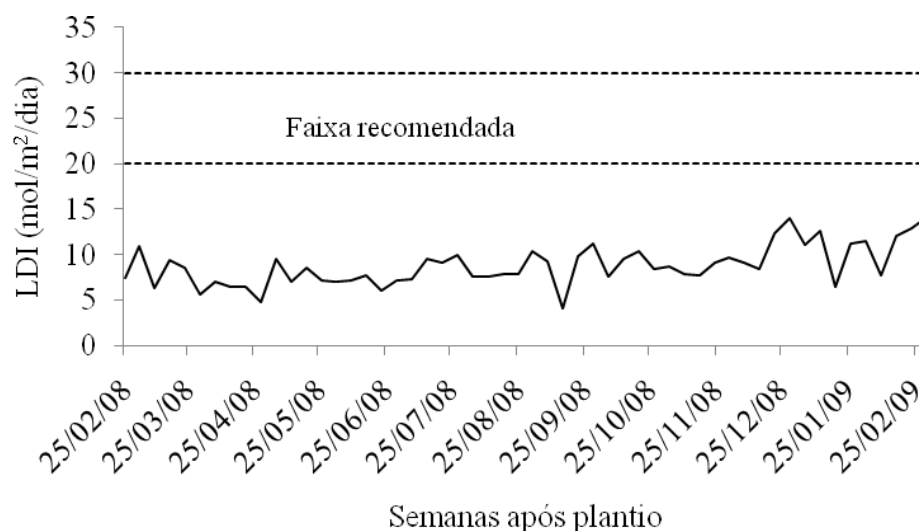


Figura 5- Variação da luz diária integral (LDI) durante o período de cultivo de gérbera de corte em casa de vegetação, compreendido entre fevereiro de 2008 a março de 2009 Viçosa-MG.

A Figura 6 ilustra a variação da temperatura diurna dentro da casa de vegetação. Pode-se observar que foram poucas as semanas nas quais a temperatura diurna esteve dentro da faixa ideal de cultivo, de 26 a 30°C, de acordo com Mercurio (2002), porém Singh (2006) recomenda que a faixa de temperatura esteja entre 22 a 25°C. Tomando como base esta faixa, as temperaturas durante o ciclo de cultivo ficaram por um período maior dentro do recomendado. O período de menor temperatura diurna ocorreu de 07/04/2008 a 14/07/2008 em função do inverno.

A temperatura mínima noturna recomendada para gérbera é de 15°C, pois entre 10 e 15°C a gérbera tem forte redução de crescimento, e abaixo de 10°C ocorre sua paralisação (SINGH, 2006, MERCURIO, 2002). Relacionando a temperatura observada durante o experimento com a temperatura recomendada, observa-se que a temperatura noturna sempre esteve acima do recomendado, exceto nos períodos compreendidos entre 26/06/2008 e 08/08/2008 e de 11/08/2008 a 01/09/2008, em que a temperatura esteve abaixo do mínimo por causa do inverno.

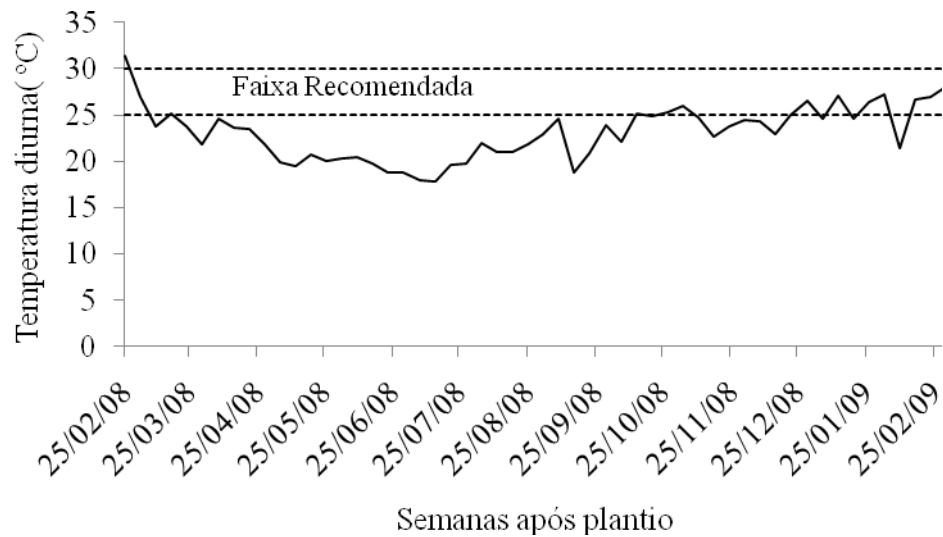


Figura 6- Variação da temperatura média diária (°C) semanal durante o período de cultivo de gérbera de corte em casa de vegetação, compreendido entre fevereiro de 2008 e março de 2009. Viçosa-MG

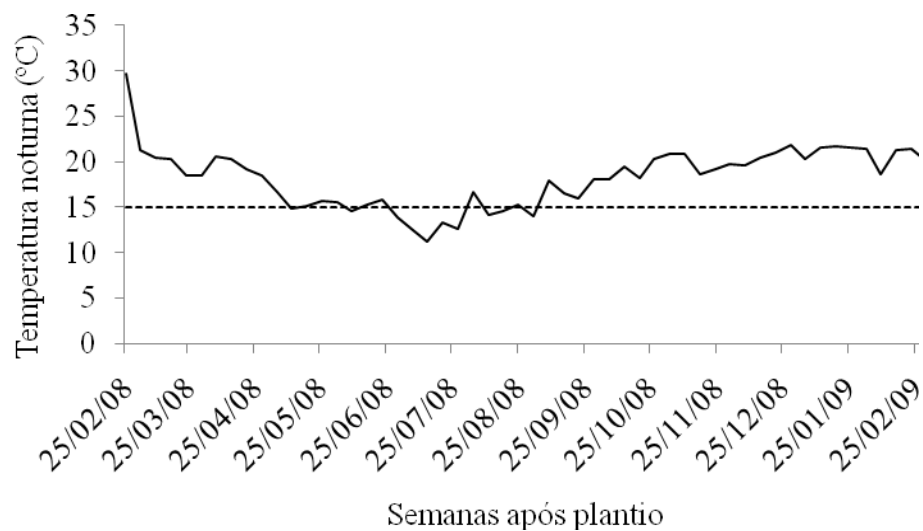


Figura 7- Variação da temperatura média noturna (°C) semanal durante o período de cultivo de gérbera de corte em casa de vegetação, compreendido entre fevereiro de 2008 e março de 2009. Viçosa-MG

A Figura 8 ilustra a variação da umidade relativa do ar (UR) diurna e noturna dentro da casa de vegetação. Conforme pode ser visto na Figura 8, a UR diurna esteve sempre dentro da faixa considerada ideal, ou seja, 60 e 90% (MERCURIO, 2002), exceto em 01/09/2008, quando a UR diurna atingiu o valor de 58%. Para a UR noturna, observa-se comportamento inverso, ou seja, sempre foram observados valores superiores ao limite recomendado, com média geral de 91,3%.

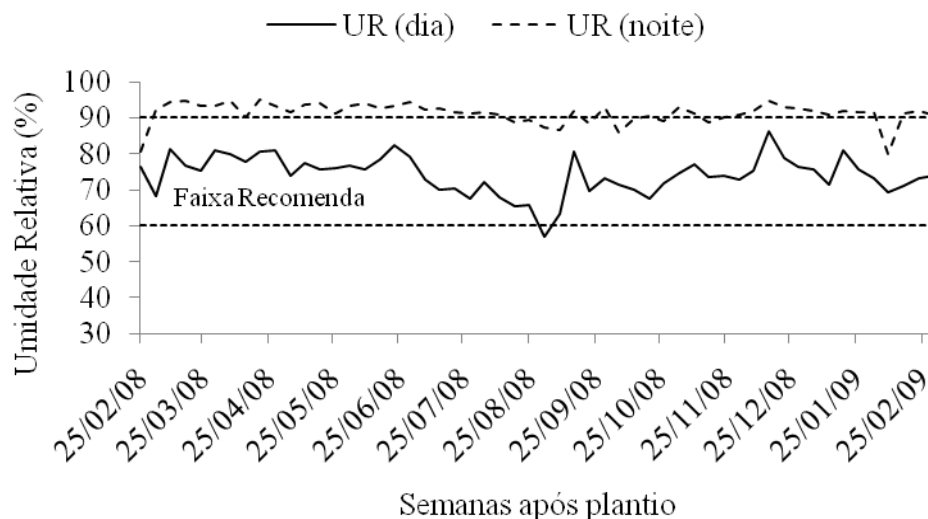


Figura 8- Variação da umidade relativa média diurna e noturna semanal durante o período de cultivo de gérbera de corte em casa de vegetação, compreendido entre fevereiro de 2008 e março de 2009. Viçosa-MG

A temperatura média do substrato durante o experimento pode ser visualizada na Figura 9. Durante todo o período do experimento, a temperatura do substrato esteve acima do recomendado, com média geral de 20,3°C, sendo 4,3°C superior à temperatura recomendada de 16°C (MERCURIO, 2002). Porém, a temperatura média do substrato foi próxima à utilizada por Tsujita e Dutton (1987), que, estudando a influência do aquecimento do substrato em gérbera, encontraram que a temperatura de 22°C proporcionou maior comprimento de haste e maior número de flores/planta, em relação à temperatura de 12,5°C.

No entanto, no período compreendido entre 16/06/2008 e 28/07/2008, a temperatura do substrato esteve 0,5°C abaixo da recomendada, período este que coincide com o período de baixa temperatura do ar. Temperaturas do substrato abaixo ou próximas ao limite recomendado resultam em aumento no tempo necessário para formação de novas inflorescências, encurtam o comprimento da haste e reduzem a velocidade de crescimento da inflorescência durante a fase final de crescimento (TESI, 1977).

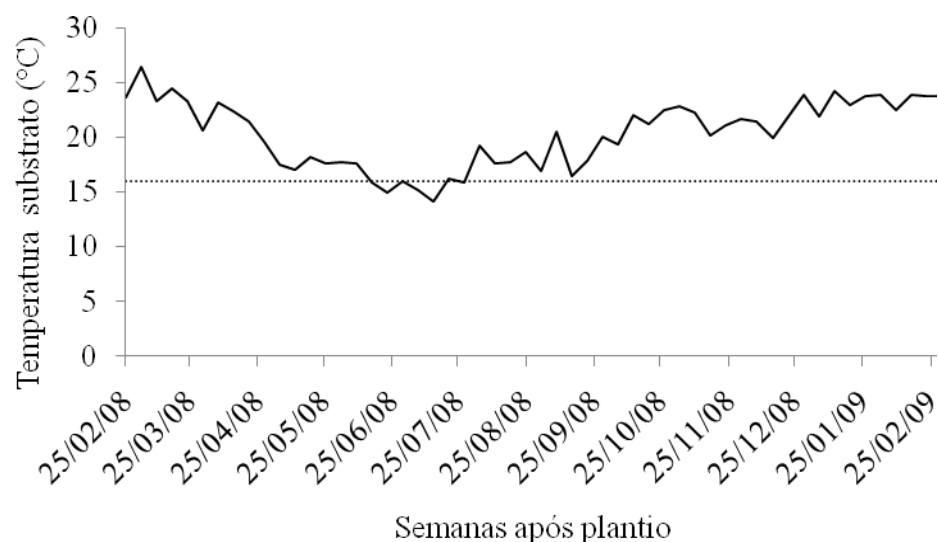


Figura 9- Variação da temperatura média do substrato (°C) durante o período de cultivo de gérbera de corte em casa de vegetação, compreendido entre fevereiro de 2008 a março de 2009. Viçosa-MG

As frequências de fertirrigações estabelecidas com base acúmulo da irradiância solar global não promoveram diferenças significativas na condutividade elétrica do substrato (CE), conforme se observa na Figura 10. Para Cavins et al. (2000), a gérbera deve ser cultivada com CE entre 1,0 e 2,2 dS m⁻¹ com base no método “Pour-through”. Assim, em todas as épocas avaliadas, a CE esteve abaixo da faixa considerada ideal, exceto para as frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar de 2,5 e 3,5MJ/m², que em 4/08/2008 proporcionaram CE acima do limite recomendado, resultado que se manteve para a frequência de 3,5MJ/m² em 18/08/2008. Estes valores elevados de CE coincidem com a época de aplicação de ácido sulfúrico na solução nutritiva com o objetivo de redução do pH do substrato. A baixa CE observada no substrato pode ter sido em função da CE da solução nutritiva, que variou de 1,2 a 1,6 dS m⁻¹, como também da absorção de nutrientes pela planta de gérbera.

As frequências de irrigação não proporcionaram diferenças no pH do substrato, conforme pode ser visto na Figura 11. Porém, houve grande variação do pH do substrato durante o ciclo de cultivo. Assim, entre 25/02/2008 e 12/05/2008, considerando todas as frequências de fertirrigação, os valores de pH do substrato ficaram acima do recomendado que é de 5,5 (MERCURIO, 2002) . Nesta data, houve redução dos valores de pH da solução nutritiva para 4,5, pela utilização de ácido sulfúrico. Em 18/08/2008, para todas as frequências de irrigação, os valores de pH estavam acima do recomendado, quando novamente se fez a redução do pH da solução nutritiva para 4,5. A partir desta data, os valores ficaram oscilando entre a faixa ideal e abaixo dela.

Conduzir a planta com o pH do substrato adequado é muito importante para a sua nutrição, pois ele afeta, principalmente, a absorção dos micronutrientes. Valores de pH abaixo de 5,8 podem aumentar a disponibilidade de micronutrientes, tal como o Fe e Mn, levando à toxicidade, enquanto pH acima de 6,8 promove a indisponibilidade de fósforo e micronutrientes, especialmente de Fe (CAVINS et al.,2000)

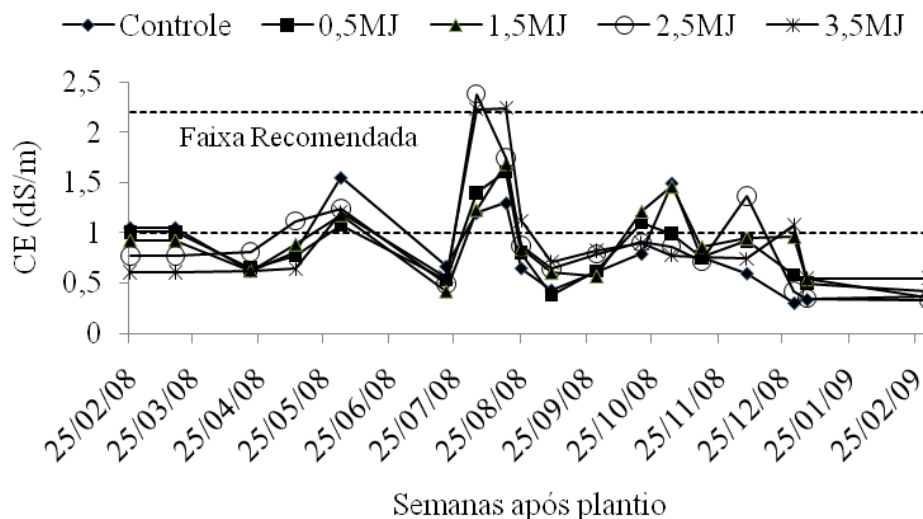


Figura 10- Variação da condutividade elétrica (CE) do substrato nas diferentes frequências de irrigação durante o período de cultivo de gérbera de corte em casa de vegetação, compreendido entre fevereiro de 2008 e março de 2009. Viçosa-MG

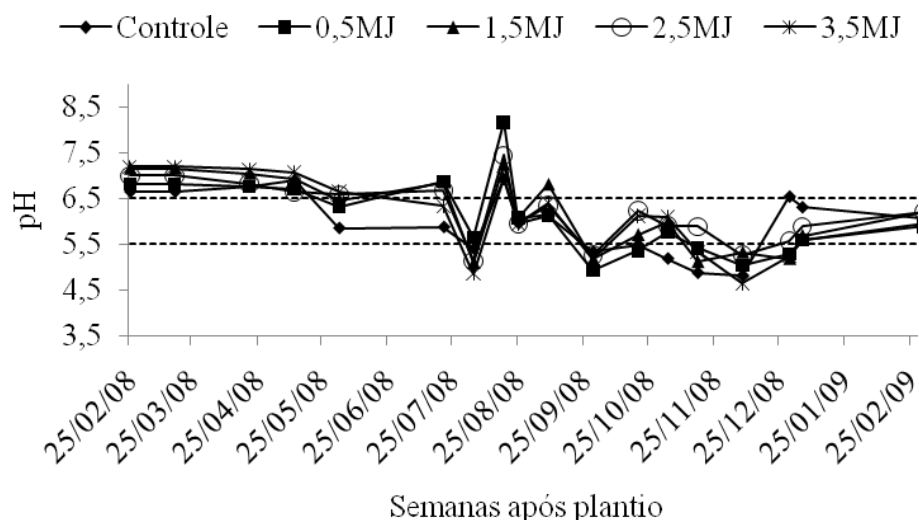


Figura 11- Variação do pH do substrato nas diferentes frequências de irrigação durante o período de cultivo de gérbera de corte em casa de vegetação, compreendido entre fevereiro de 2008 e março de 2009. Viçosa-MG.

4.2- Número de acionamento diário da motobomba, evapotranspiração e volume de solução nutritiva aplicado

As diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar proporcionaram diferenças significativas para número de acionamentos diário da motobomba (Tabela 5). A frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar de $0,5\text{MJ/m}^2$ proporcionou maior número de acionamento que o controle temporizado em todas as semanas avaliadas. Em contraste, as frequências de $2,5$ e $3,5\text{MJ/m}^2$ proporcionaram número de acionamentos inferior ao controle temporizado. Já a frequência de $1,5\text{MJ/m}^2$ nas semanas 23 e 54 não diferiu do controle temporizado no número de acionamentos diário, nas demais semanas avaliadas esta frequência proporcionou menor número de acionamentos diário.

Tabela 5- Valores médios diários de acionamento da motobomba de irrigação para as diferentes frequências de fertirrigação em função da irradiância solar acumulada em experimento realizado com gérbera de corte no período de junho de 2008 a março 2009

Tratamentos	Semanas após plantio					Média
	23	29	37	45	54	
Controle	7	7	6	7	7	6,8
$0,5\text{ MJ/m}^2$	14**	11**	12**	10*	14**	12,2
$1,5\text{ MJ/m}^2$	5	3**	4**	3**	5	4,0
$2,5\text{ MJ/m}^2$	3**	2**	2**	2**	3**	2,4
$3,5\text{ MJ/m}^2$	1**	1**	1**	1**	2**	1,2

Médias seguidas de asterisco diferem do controle com base no teste de Dunett, ao nível de 1% (**) e 5% (*) de probabilidade.

O número de acionamentos encontrado no experimento está abaixo do utilizado por Maloupa et al.(1996), que, estudando a frequência de irrigação em gérbera, var. Fame, utilizaram 8 (baixa frequência) e 16 (alta frequência) irrigações ao dia em diferentes substratos, não tendo encontrado diferenças para taxa de fotossíntese e condutividade estomática.

As distintas frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar global promoveram diferenças no volume de água aplicado por vaso, devido ao diferente número de acionamentos diário das motobombas, uma vez que em cada acionamento se aplicava o mesmo volume de água (Tabela 6). A

frequência de fertirrigação de 0,5MJ/m² proporcionou volume médio de 1407 ml/dia de água aplicado, sendo superior ao controle em todas as épocas avaliadas. As demais frequências de fertirrigação resultaram em volume de água aplicada inferior ao controle, sendo que a frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de 3,5MJ/m² proporcionou os menores volumes aplicados, com média de 144 ml/dia. Segundo Mercurio (2002), para plantas adultas de gérbera, devem ser fornecidos de 600 a 800 ml de água por dia. Assim, com base nos resultados obtidos neste trabalho, pode-se observar que somente a frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de 0,5MJ/m² e o controle estabelecido com base no tempo transcorrido entre eventos de irrigação proporcionaram volume de água acima e dentro da faixa recomendada, respectivamente.

Tabela 6- Volume médio (ml) diário de solução nutritiva aplicada/planta para as diferentes frequências de irrigação em função da irradiância solar acumulada em experimento realizado com gérbera no período de junho de 2008 a março 2009

Tratamentos	Semanas após plantio					Média
	23	29	37	44	54	
Controle	781,6	781,6	614,1	781,6	781,6	748,2
0,5MJ/m ²	1603,5**	1290,6**	1349,3**	1149,8**	1642,6**	1407,2
1,5MJ/m ²	530,4**	389,7**	435,7**	363,7**	530,4**	450,0
2,5MJ/m ²	332,4**	251,4**	254,2**	234,6**	332,4**	281,0
3,5MJ/m ²	120,3**	120,3**	120,3**	120,3**	240,6**	144,4

Médias seguidas de asterisco na coluna diferem do controle com base no teste de Dunnett, ao nível de 1% (**) e 5% (*) de probabilidade.

As diferentes frequências de fertirrigação promoveram diferenças na evapotranspiração das plantas de gérbera em relação ao controle, exceto para as semanas 23 e 29 após o plantio (Tabela 7). A frequência de 0,5MJ/m² proporcionou evapotranspiração estatisticamente superior nas semanas 44 e 54 em relação ao controle. As frequências de irrigação estabelecidos com base no acúmulo de 2,5 e 3,5MJ/m² resultaram em menor evapotranspiração em todas as semanas avaliadas, exceto na semana 23, sendo que na semana 37 e 54, estas frequências proporcionam evapotranspiração inferior ao controle. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Katsoula et al.(2006), que, trabalhando com rosa, observaram que o menor intervalo de irrigação (1,6 MJ/m²) causou maior evapotranspiração, como também foram observados por Maloupa et al. (1996) em gérbera, var. Fame, em que a maior evapotranspiração ocorreu quando as plantas foram submetidas a alta

frequência de irrigação (16 vezes/dia). De forma análoga, Peitter et al. (2007) encontraram maior evapotranspiração em kalanchoe com o aumento da lâmina de água aplicada.

A maior evapotranspiração nas plantas submetidas a maiores frequências de irrigação se deve ao fato de estas terem proporcionado maior volume de água aplicado Tabela 6, e, conseqüentemente, maior disponibilidade de água no substrato. A queda ou aumento da evapotranspiração nas diferentes frequências pode ser explicada pela existência de uma relação direta entre a umidade do substrato e a evapotranspiração da cultura. Assim, quando a umidade do substrato se encontra próxima da capacidade de campo, a evapotranspiração é máxima e, à medida que a água disponível no substrato para as plantas diminui, a evapotranspiração se torna menor (GHEYI et al., 1994).

Tabela 7- Evapotranspiração média diária (ml planta^{-1}) de plantas de gérbera, em diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar em experimento realizado no período de junho de 2008 a março 2009

Tratamentos	Semanas após plantio					Média
	23	29	37	44	54	
Controle	125,2	213,0	351,7	499,5	782,2	394,3
0,5MJ/m ²	232,7	318,0	385,2	712,2**	1143,2**	558,3
1,5MJ/m ²	155,5	231,7	326,7	494,0	719,5	385,5
2,5MJ/m ²	126,2	161,2	203,5*	415,2	623,0*	305,8
3,5MJ/m ²	130,7	143,2	174,2**	409,2	464,5**	264,4

Médias seguidas de asterisco na coluna diferem do controle com base no teste de Dunnett, ao nível de 1% (**) e 5%(*) de probabilidade.

A Figura 12 ilustra o aumento da evapotranspiração de plantas de gérbera com o decorrer do ciclo em todas as frequências de fertirrigação. As frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar de 0,5 e 1,5MJ/m² proporcionaram aumento mais expressivo da evapotranspiração do que as frequências de 2,5 e 3,5MJ/m².

Valores semelhantes para evapotranspiração das plantas nas diferentes frequências de fertirrigação na semana 23 e 29 podem ser explicadas pelas baixas temperaturas do substrato, uma vez que causam redução na absorção de água devido

ao menor crescimento do sistema radicular, ao aumento da viscosidade da água, ao incremento na resistência ao movimento de água nas raízes, em virtude do decréscimo na permeabilidade da membrana, bem como à redução na atividade metabólica das células da raiz (TAIZ e ZEIGER, 2004; MARENCO e LOPES, 2007). Nas semanas 44 e 54 houve aumento no volume de água evapotranspirada para as plantas cultivadas na frequência de fertirrigação correspondente ao acúmulo de irradiância solar de $0,5\text{MJ/m}^2$, o que pode ser explicado com base no aumento da temperatura do substrato, da temperatura do ar durante o dia e com base no volume de água aplicado, como também pela maior área foliar presente nas plantas. Este aumento não foi verificado para as frequências correspondentes ao acúmulo de irradiância solar de $2,5$ e $3,5\text{MJ/m}^2$, sendo o principal fator limitante o menor volume de água aplicado às plantas.

$$\text{EVAPOTR} = -539,434 + (29,684\text{SAP}) + (102,994\text{IR}) - (5,324^{**}\text{SAPIR}) \quad R^2 = 91,28$$

**significativo pelo teste t ao nível de 1% de probabilidade.

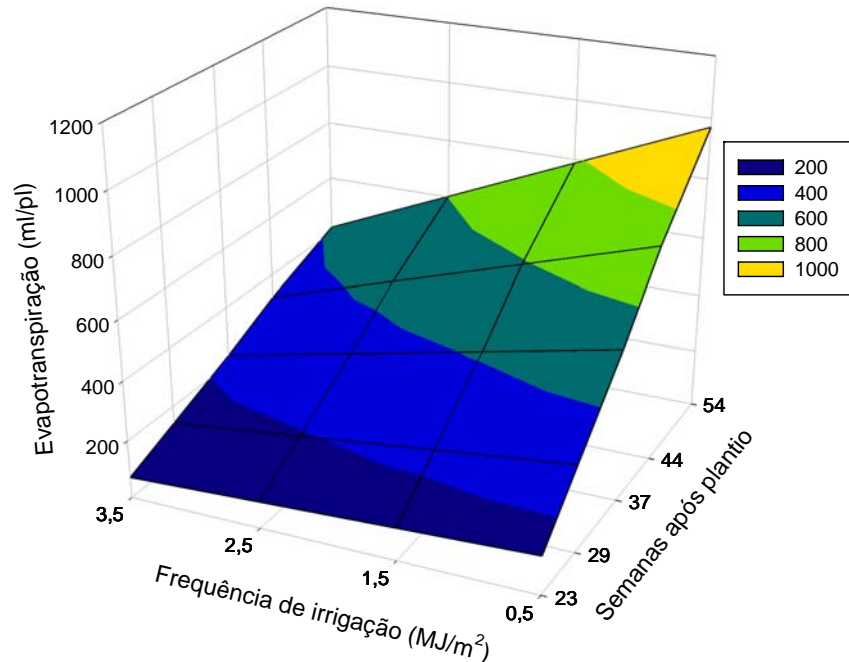


Figura 12- Estimativa da evapotranspiração média diária de plantas de gérbera em função da frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar (IR) e semanas após plantio (SAP), no período de julho de 2008 a março 2009.

4.3- Marcha de acionamento das bombas de fertirrigação em dias de céu claro e de céu nublado

A Figura 13 apresenta a irradiância solar global, evapotranspiração e a marcha de acionamentos das bombas em função da frequência de fertirrigação em dia de céu claro (05/03/2009). As diferentes frequências de fertirrigação proporcionaram diferentes números de acionamento e, conseqüentemente, diferentes volumes aplicados. Em ordem decrescente de acionamento, têm-se 21, 7, 5, 4 e 4 para as frequências de fertirrigação de 0,5MJ/m², controle, 1,5, 2,5 e 3,5MJ/m², respectivamente.

As frequências de fertirrigação de 1,5 e 2,5MJ/m² proporcionaram déficit de solução (volume de solução aplicado menos a evapotranspiração) de 189,6, 145, respectivamente, enquanto para as frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar de 0,5 e 3,5MJ/m², houve volume de 1320 e 15,4ml acima do exigido pela cultura, respectivamente. O excesso de irrigação para a frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar de 3,5MJ/m² se deve a um acionamento às 07:00h da manhã, devido ao acúmulo da irradiância solar do dia anterior, que veio a se completar no dia seguinte, promovendo 4 acionamentos no dia em questão, ao invés de 3, como era esperado.

A Figura 14 apresenta o comportamento da irradiância solar global, evapotranspiração e a marcha de acionamento das bombas de irrigação em dia de céu nublado (11/11/2008). As diferentes frequências de irrigação proporcionaram diferentes números de acionamentos nas bombas e, conseqüentemente, diferentes volumes de solução aplicada. As frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar de 0,5, 2,5MJ/m² e controle aplicaram volume de solução de 537,7, 27,2 e 451 ml acima da evapotranspiração das plantas, enquanto houve déficit de 49,6 e 31,3ml para as frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar de 1,5 e 3,5MJ/m², respectivamente. A falta de déficit de solução aplicada para a frequência de irrigação de 2,5MJ/m² se deve ao fato de neste dia ter havido um acionamento da bomba de irrigação às 07:00 h da manhã (Figura 14), acionamento este em decorrência da irradiância solar acumulada no dia anterior, insuficiente para proporcionar o acionamento da bomba naquele dia.

Dia de céu claro (05/03/2009)

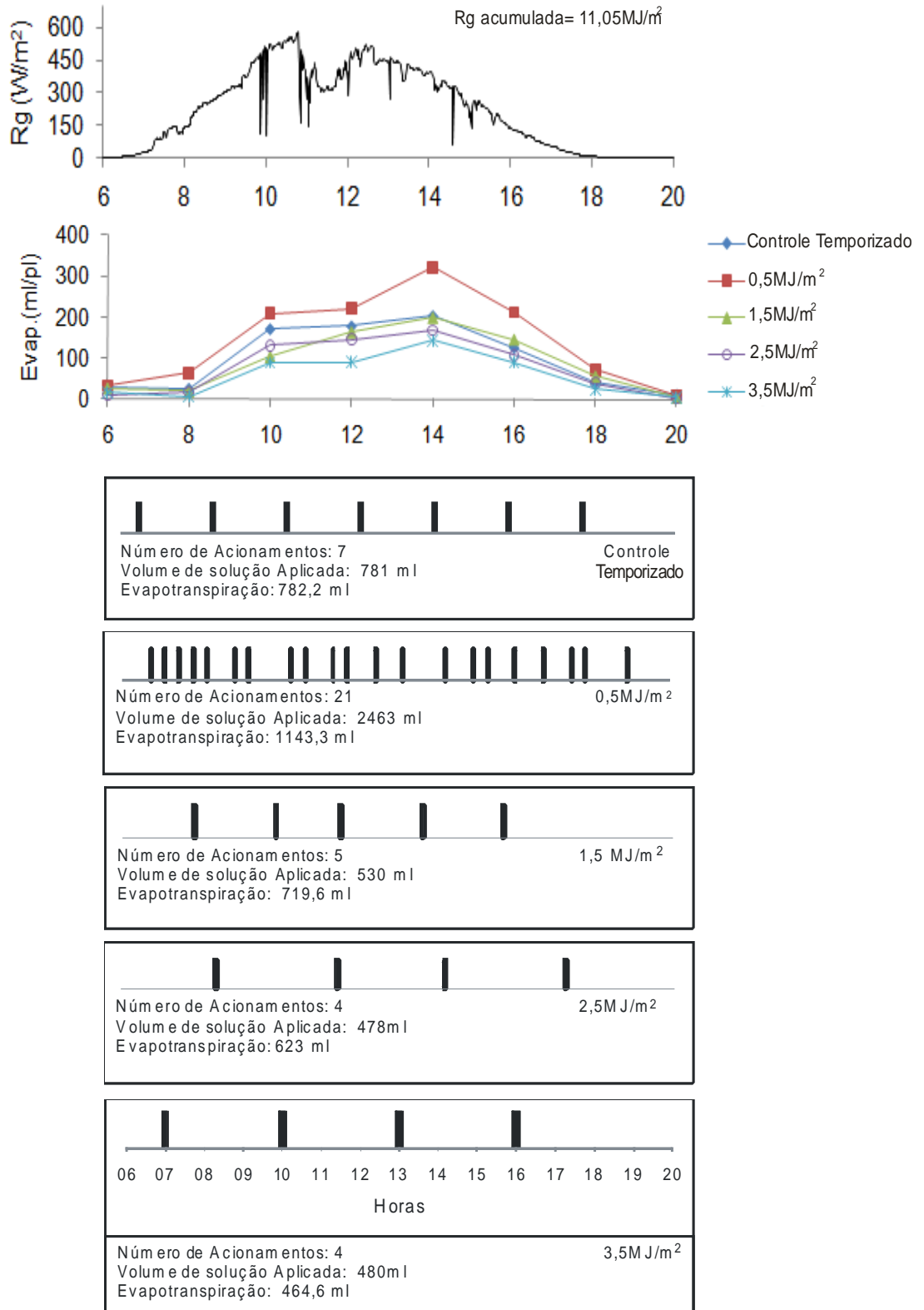


Figura 13- Irradiância solar global (Rg), evapotranspiração de plantas de gérbera (Evap.) e distribuição dos acionamentos da bomba de fertirrigação nas diferentes frequências de fertirrigação no decorrer de um dia de céu claro (05/03/2009).

Comparando o dia de céu claro ao dia nublado, constatou-se que a frequência de irrigação baseada no tempo (controle) proporcionou o mesmo número de acionamentos da bomba, sendo que para dia de céu claro não houve volume de solução acima do exigido pela planta, enquanto para dia de céu nublado houve aplicação de 42,2% de solução acima do exigido. Maior diferença para número de acionamento foi observada para a frequência de 0,5MJ/m², sendo de 13 acionamentos entre dia de céu claro e dia de céu nublado. Em ambos os dias, houve aplicação de solução nutritiva acima do exigido pela planta: de 46,4% e 42,6% para dia de céu claro e dia de céu nublado, respectivamente.

A diferença do número de acionamentos da bomba nas demais frequências de irrigação para dia de céu claro e nublado foi de 2, 2 e 2 para 1,5, 2,5 e 3,5MJ/m², respectivamente. A frequência de irrigação de 1,5MJ/m² proporcionou aplicação de solução de 26% e 13,5% abaixo do exigido para a planta em dia de céu claro e nublado, enquanto a frequência de irrigação de 3,5MJ/m² proporcionou aplicação de solução de 3,20% acima do exigido para dia de céu claro e 20,6% abaixo do exigido pela planta para dia de céu nublado. Já a frequência de irrigação de 2,5MJ/m² proporcionou aplicação de solução de 28,8% menor que a exigida pela planta para dia de céu claro e de 13,9% acima do exigido pela planta para dia de céu nublado.

De acordo com Van Os (1999), o cultivo de plantas em substrato em sistema hidropônico requer geralmente alta frequência de irrigação para proporcionar lâmina de água capaz de fornecer água em quantidade suficiente para atender à evapotranspiração da planta e proporcionar um excesso que seja capaz de lixiviar o substrato para evitar o acúmulo de sais. Vários são os autores que relatam que a lâmina de irrigação em sistemas hidropônicos, abertos ou fechados, seja de 30 a 40% acima da evapotranspiração da cultura (RESH, 1988; MARTINEZ, 2000; VAN OS, 1999). Assim, com base nos resultados obtidos, a frequência de irrigação de 0,5MJ/m² proporcionou em dias de céu claro e nublado lâmina de água suficiente para atender à evapotranspiração da planta e gerou lâmina de lixiviação, o que não foi observado para as demais frequências.

Dia de céu nublado (11/11/2008)

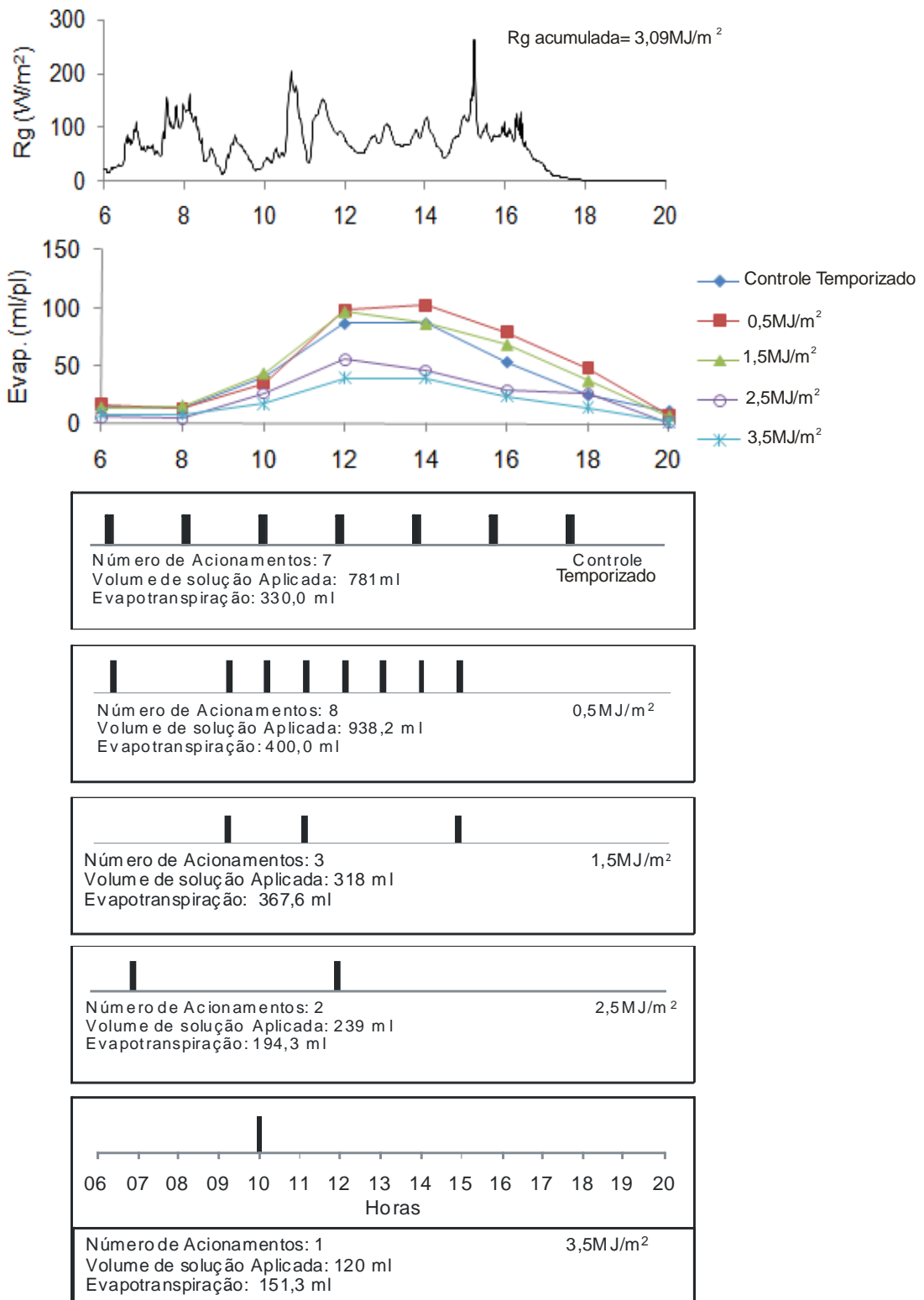


Figura 14- Irradiância solar global (Rg), evapotranspiração de plantas de gerbera (Evap.) e distribuição do acionamento da bomba de fertirrigação nas diferentes frequências de irrigação no decorrer de um dia de céu nublado (11/11/2008).

4.4- CARACTERÍSTICAS FITOTÉCNICAS DE PLANTA

4.4.1- Início do ciclo de colheita comercial

A análise de variância não mostrou efeito da frequência de fertirrigação para início do ciclo de colheita comercial, sendo que o tempo médio para início do ciclo de colheita comercial foi de 110 dias (Tabela 8).

Tabela 8- Número de dias após plantio em plantas de gérbera para início do ciclo de colheita comercial, em diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar.

Tratamentos	N ° de dias
Controle	109
0,5 MJ/m ²	109
1,5 MJ/m ²	110
2,5 MJ/m ²	106
3,5 MJ/m ²	116
Média	110

4.4.2- Altura de planta

Somente houve diferença para altura de planta na semana 20 para as frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar de 0,5, 1,5 e 2,5MJ/m², que proporcionaram alturas superiores ao controle (Tabela 9). Assim, as diferentes frequências de irrigação não causaram diferença na altura da planta; isto pode ter sido pela altura das plantas de gérbera ter sido medida em função da expansão e perpendicularidade da folha em relação ao substrato, uma vez que o rizoma (caule) cresce sob o substrato, impedindo a contagem do número de nós e do comprimento dos entrenós.

De acordo com a Figura 15, observa-se que, com o decorrer das semanas de cultivo, ocorreu aumento na altura das plantas para todas as frequências, sendo que a frequência de 0,5MJ/m² proporcionou maior altura. Porém, com o maior número de semanas após plantio, o efeito da frequência de fertirrigação foi reduzido conforme pode ser observado pela inclinação da superfície nas semanas 20 e 54. Resultado semelhante foi obtido por Farias (2006), que, estudando a frequência de irrigação,

baseada em tensiômetros, em crisântemo de corte var. Dark Orange Reagan, constatou aumento da altura de plantas com a redução do tempo entre irrigações. De forma semelhante, o maior nível de umidade no substrato proporcionou maior altura de plantas de petúnia (de GRAAF-van der ZANDE, 1990)

Tabela 9- Altura de plantas de gérbera (cm) cultivadas em diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, em distintas semanas após plantio, no período de junho de 2008 a março 2009.

Tratamentos	Semanas após plantio					Média
	20	28	36	44	54	
Controle	19,00	25,00	27,75	32,62	37,50	28,38
0,5 MJ/m ²	29,00*	26,00	29,75	33,87	38,00	31,33
1,5 MJ/m ²	25,00*	23,50	25,75	32,37	39,00	29,13
2,5 MJ/m ²	32,00*	27,00	25,50	28,75	32,00	29,05
3,5 MJ/m ²	18,50	20,00	23,75	30,87	38,00	26,23

Média seguida de asterisco na coluna difere do controle com base no teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade

$$ALT = 41,084 - (0,871**SAP) + (0,015SAP^2) - (4,192**IR) - (0,073**SAPIR) \quad R^2 = 92,95$$

** significativo pelo teste t ao nível de 1% de probabilidade.

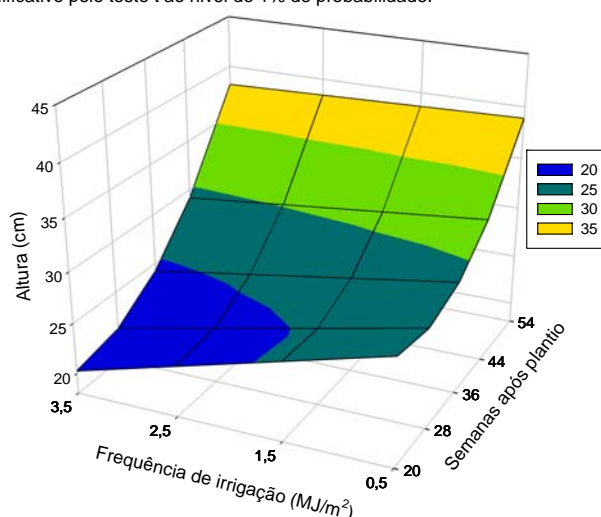


Figura 15- Estimativa da altura de planta em função da frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar (IR) e semanas após plantio (SAP), no período de junho de 2008 a março 2009.

4.4.3- Diâmetro das plantas

Para diâmetro das plantas, não houve diferença entre as frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar e o tratamento controle na semana 20. Na semana 28, somente a frequência de 2,5MJ/m² proporcionou diâmetro de planta inferior ao controle. Nas semanas 36, 44 e 54, apenas a frequência de fertirrigação de 0,5MJ/m² diferiu do controle proporcionando plantas com maior diâmetro (Tabela 10).

Tabela 10- Diâmetro médio (cm) de plantas de gérbera, cultivadas em diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da radiação, em distintas semanas após plantio, no período de junho de 2008 a março 2009.

Tratamentos	Semanas após plantio					Média
	20	28	36	44	54	
Controle	70,0	57,7	48,1	78,2	77,2	66,3
0,5 MJ/m ²	73,2	62,0	57,6*	103,2*	97,5*	78,7
1,5 MJ/m ²	73,5	56,50	50,3	82,0	70,7	66,6
2,5 MJ/m ²	65,5	44,2*	42,9	74,2	72,2	59,8
3,5 MJ/m ²	66,0	56,0	43,8	75,5	79,2	64,1

Média seguida de asterisco na coluna difere do controle com base no teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade

A Figura 16 exhibe o aumento do diâmetro de planta com o decorrer das semanas após plantio para diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar. Pode-se observar que para todas as frequências de fertirrigação utilizadas ocorre redução do diâmetro das plantas entre as semanas 20 a 36, que pode ser devido ao fato de que neste período ocorreu baixa temperatura do ar e do substrato (Figuras 6 e 7). Entre as semanas 36 a 44, houve aumento considerável no diâmetro, provavelmente em função do aumento da temperatura. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Fanela et al. (2006), que observaram maior diâmetro de gérbera de vaso, no tratamento com menor intervalo entre irrigações. Resultados similares foram observados em outras plantas cultivadas em vaso, como em poinsettia, em que maior frequência de irrigação proporcionou maior diâmetro de planta (MORVANT et al., 1998).

$$\text{DIAMP} = 132,639 - (3,361^{**}\text{SAP}) + (0,054\text{SAP}^2) - (21,462^{**}\text{IR}) + (4,100\text{IR}^2) \quad R^2 = 55,16$$

** significativo pelo teste t ao nível de 1% de probabilidade.

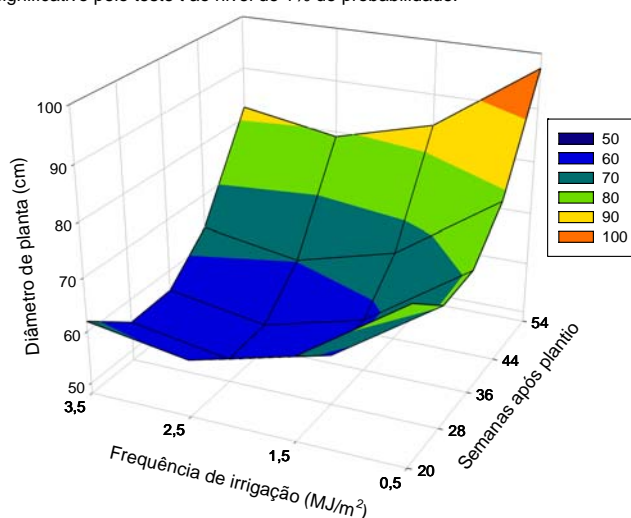


Figura 16 – Estimativa de diâmetro de planta de gérbera em função da frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar (IR) e semanas após plantio (SAP), no período de junho de 2008 e março 2009.

4.4.4- Número de folhas/planta

A frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de $0,5\text{MJ/m}^2$ proporcionou maior número médio de folhas em relação ao controle, sendo estatisticamente superior apenas nas semanas 36 e 44 (Tabela 11). Em todas as épocas avaliadas, as frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar global de 2,5 e $3,5\text{MJ/m}^2$ propiciaram menor número de folhas que o tratamento controle, sendo que na semana 54 houve redução de 49,5% no número de folhas/planta nestas frequências em relação ao controle. Esta redução pode ser explicada com base no baixo volume de água aplicada por estas frequências, conforme observado na Tabela 6, uma vez que planta sob déficit hídrico reduz a emissão de folha devido à alteração de sua taxa de crescimento, em resposta ao estresse, por meio de um controle coordenado de muitos outros processos importantes, tais como síntese de parede celular e de membrana, divisão celular e síntese protéica (LARCHER, 2000).

Tabela 11- Número de folhas/planta em gérbera, cultivadas em diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, em distintas semanas após plantio, no período de junho de 2008 a março 2009.

Tratamentos	Semanas após plantio					Média
	20	28	36	44	54	
Controle	16,0	10,5	11,5	23,0	52,5	22,7
0,5 MJ/m ²	17,0	14,5	20,5*	54,0*	53,5	31,9
1,5 MJ/m ²	10,0*	11,5	15,5	28,5*	52,5	23,6
2,5 MJ/m ²	10,0*	9,5	10,0	20,5	26,0*	15,2
3,5 MJ/m ²	11,5	11,0	11,5	21,0	26,0*	16,2

Média seguida de asterisco na coluna difere do controle com base no teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade

A Figura 17 mostra o efeito das frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar e das semanas após plantio no número de folhas/planta. A estimativa para o maior número de folhas foi obtida na frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar de 0,5MJ/m², enquanto o menor número de folhas/planta foi observado na frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar de 3,5 MJ/m². O menor número de folhas obtido na menor frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar pode ser explicado pelo fato de o déficit hídrico limitar o número de folhas, não apenas pela diminuição no surgimento de novas folhas, mas também com base no aumento da abscisão foliar, uma vez que o estresse hídrico provoca maior síntese e sensibilidade ao etileno e ao ácido abscísico (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Os resultados obtidos diferem em parte do encontrado por Maloupa et al. (1996), que, estudando a frequência de irrigação em gérbera, variedade Fame, em diferentes substratos, constataram que não houve efeito da frequência de irrigação no número de folhas, mas encontraram aumento no número de folhas com o decorrer do ciclo. Maiores diferenças entre as frequências de fertirrigação podem ser constatadas a partir da semana 36 em que as frequências de fertirrigação de 0,5 e 1,5MJ/m² proporcionaram maior número de folhas que as demais, o que pode ser devido à maior disponibilidade de água no substrato, bem como ao aumento da temperatura.

$$NF = 8,236 - (0,369^{**}SAP) + (0,026SAP^2) + (6,510^{**}IR) - (0,331^{**}SAPIR) \quad R^2 = 85,85$$

****** significativo pelo teste t ao nível de 1%

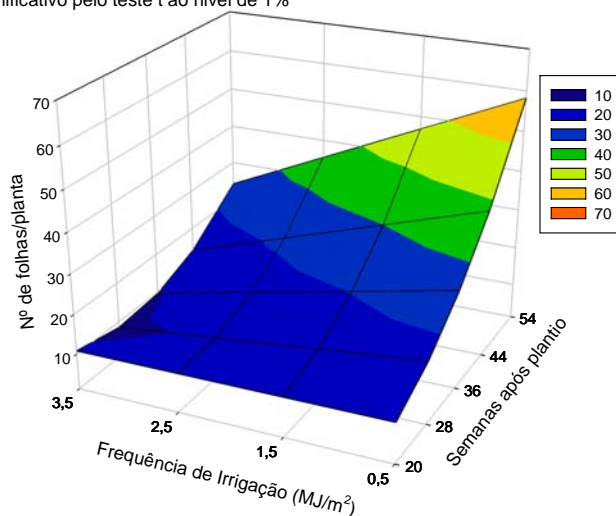


Figura 17 – Estimativa de número de folhas/planta em gérbera em função da frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar (IR) e semanas após plantio (SAP), no período de junho de 2008 a março 2009.

4.4.5 - Área foliar

Não se observou diferença entre as frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar e o controle para área foliar até a semana 28. Para as demais épocas, a frequência de fertirrigação de 0,5MJ/m² proporcionou maior área foliar, sendo superior ao controle, enquanto as frequência de fertirrigação de 2,5 e 3,5MJ/m² resultaram em área foliar inferior ao controle na semana 54 (Tabela 12). Uma explicação para a menor área foliar destes intervalos seria em razão de o déficit hídrico não só limitar o número de folhas, mas também o seu tamanho. Esta redução da área foliar é a primeira resposta ao déficit hídrico, podendo ser considerada a primeira linha de defesa contra a falta de água (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Houve aumento da área foliar com o decorrer das semanas após o plantio, sendo que as frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar de 0,5 e 1,5MJ/m² proporcionaram maior aumento da área foliar em relação às demais (Figura 18). Os resultados obtidos neste experimento diferem daqueles encontrados por Farias (2006), que não observou diferença para área foliar em crisântemos de corte, variedade Dark Orange Reagan, cultivados em diferentes frequências de irrigação, baseadas em tensiômetros. Cabe salientar que as diferenças encontradas para área foliar em gérbera nos diferentes intervalos de irrigação se tornaram mais evidentes somente após a semana 44. Do início das avaliações, na semana 20, até a semana 44, decorreram 24 semanas, o que equivale a um ciclo e

meio de crisântemo, ou seja, possivelmente as diferenças para área foliar em gérbera só foram constatadas porque houve tempo suficiente para que as diferentes frequências de irrigação proporcionassem efeito na área foliar.

Tabela 12- Área foliar (m²) em plantas de gérbera cultivadas em diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, em distintas semanas após plantio, no período de junho de 2008 a março 2009.

Tratamentos	Semanas após plantio					Média
	20	28	36	44	54	
Controle	0,16	0,10	0,21	0,46	1,01	0,39
0,5 MJ/m ²	0,23	0,16	0,49*	1,48**	1,40**	0,75
1,5 MJ/m ²	0,13	0,11	0,24	0,76**	1,03	0,45
2,5 MJ/m ²	0,11	0,06	0,13	0,40	0,67**	0,29
3,5 MJ/m ²	0,15	0,09	0,14	0,45	0,45**	0,25

Média seguida de asterisco na coluna difere do controle com base no teste de Dunnett, ao nível de 5%(*) e 1% (**) de probabilidade

$$AF = -0,27 + (0,005^{**}SAP) + (0,056SAP^2) + (0,23IR) - (0,011^{**}SAPIR) \quad R^2 = 87,86$$

** significativo pelo teste t ao nível de 1% de probabilidade

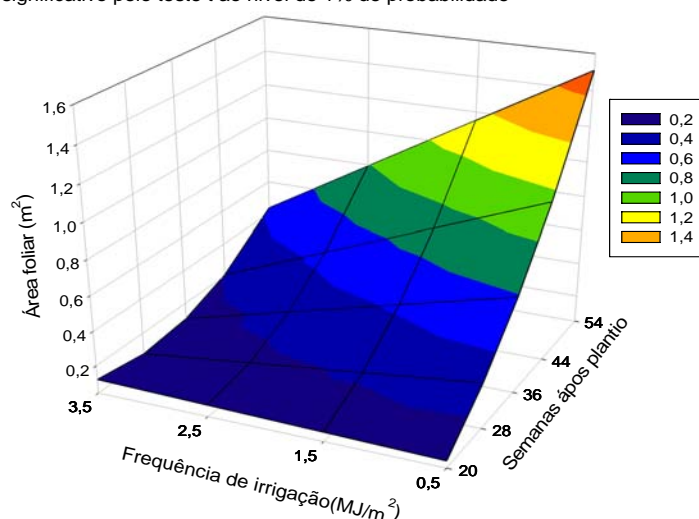


Figura 18 – Estimativa de área foliar (m²) em plantas de gérbera em função da frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar (IR) e semanas após plantio (SAP), no período de junho de 2008 a março 2009.

4.4.6- Volume de raiz

A Tabela 13 mostra que a frequência de fertirrigação de $0,5\text{MJ/m}^2$ foi superior ao controle em todas as épocas avaliadas. Na semana 44, as frequências de $2,5$ e $3,5\text{MJ/m}^2$ diferiram do controle, proporcionando menores volumes de raiz. Na semana 54, as frequências de fertirrigação de $1,5$, $2,5$ e $3,5\text{MJ/m}^2$ proporcionaram menor volume de raiz em relação ao controle. O maior volume de raiz em volume para a frequência de fertirrigação de $0,5\text{MJ/m}^2$ pode ter sido em função da boa distribuição de água e da manutenção de ótimos teores de umidade no substrato ao longo do ciclo da cultura. Estes resultados corroboram aqueles encontrados por Francescato (1995), que, estudando diferentes frequências de irrigação em mudas de limão cravo, observou maior volume radicular em função do maior número de irrigações.

Tabela 13- Volume de raiz (ml) em plantas de gérbera cultivadas em diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, em distintas semanas após plantio, no período de junho de 2008 a março 2009.

Tratamentos	Semanas após plantio					Média
	20	28	36	44	54	
Controle	100	85	70	241	435	186
$0,5\text{ MJ/m}^2$	145**	125*	140**	274*	490*	235
$1,5\text{ MJ/m}^2$	85	65	80	227	405*	172
$2,5\text{ MJ/m}^2$	80*	65	70	206*	370*	158
$3,5\text{ MJ/m}^2$	120*	85	80	129*	215*	126

Média seguida de asterisco na coluna difere do controle com base no teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade

A Figura 19 mostra o aumento do volume de raízes com o decorrer das semanas após o plantio para as frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar. A frequência de fertirrigação de $0,5\text{MJ/m}^2$ propiciou maior volume de raízes em todas as épocas estudadas, enquanto a frequência de fertirrigação de $3,5\text{MJ/m}^2$ proporcionou o menor volume.

$$\text{VOLR} = 480,56 - (23,853^{**}\text{SAP}) + (0,4288\text{SAP}^2) - (34,088^{**}\text{IR}) \quad R^2 = 89,03$$

** significativo pelo teste t ao nível de 1% de probabilidade.

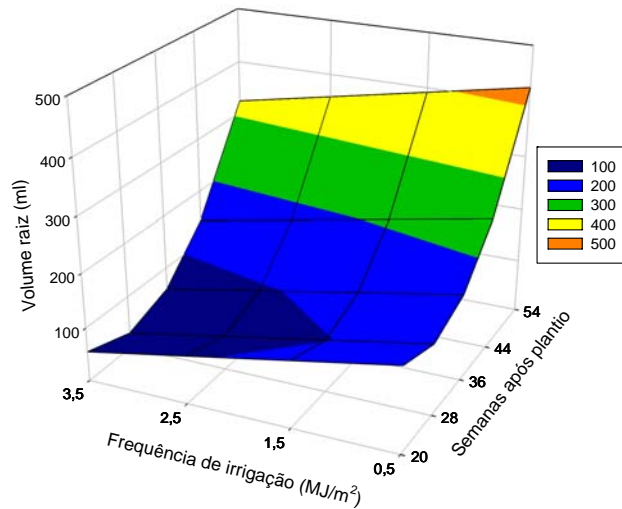


Figura 19 – Estimativa de volume de raiz (ml) em plantas de gérbera em função da frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar (IR) e semanas após plantio (SAP), no período de junho de 2008 a março 2009.

4.4.7- Massa seca de raiz

Todas as frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar proporcionaram aumento na massa seca de raiz em relação ao tratamento controle na semana 44, resultado este que não se fez presente nas demais épocas avaliadas (Tabela 14). No entanto, na semana 54, a frequência de fertirrigação de 3,5MJ/m² resultou em redução na massa seca de raiz em relação ao controle. A frequência de fertirrigação de 0,5MJ/m² propiciou aumento de 46,9, 26,9, 71,4 e 107,1% para as semanas de 20, 28, 36 e 44, respectivamente, e redução de 13,03 % para a semana 54 na massa seca de raiz em relação ao tratamento controle.

A Figura 20 mostra redução de massa seca de raiz entre as semanas 20 a 36 para todas as frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar. Esta queda na massa seca de raiz pode ser explicada pela redução da temperatura do substrato, uma vez que o crescimento das raízes não é afetado apenas pela umidade do solo, mas também pela temperatura, com base no volume de substrato disponível para crescimento. A temperatura do ar também interfere no crescimento das raízes, pois, havendo redução na fotossíntese, ocorre menor taxa de alocação de carboidratos para as raízes.

Tabela 14- Massa seca de raiz (g) de plantas de gérbera cultivadas em diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar, em distintas semanas após plantio, no período de junho de 2008 a março 2009.

Tratamentos	Semanas após plantio					Média
	20	28	36	44	54	
Controle	11,2	9,6	7,0	16,1	40,6	16,9
0,5 MJ/m ²	16,4	12,2	12,0	33,3*	35,3	21,8
1,5 MJ/m ²	10,7	9,1	8,3	25,6*	46,3	20,0
2,5 MJ/m ²	8,8	8,5	7,2	19,2*	39,8	16,7
3,5 MJ/m ²	14,5	11,3	7,8	18,1*	25,6*	15,4

Média seguida de asterisco na coluna difere do controle com base no teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade

Na semana 44 observou-se aumento da massa seca de raiz para todas as frequências de fertirrigação, sendo que as maiores frequências proporcionaram maior massa seca nas demais épocas avaliadas. Este fato pode ser uma resposta à boa distribuição de água e manutenção de ótimos teores de umidade no substrato ao longo do ciclo da cultura. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Farias (2003), que, trabalhando com crisântemo de vaso, variedade Puritan, sob diferentes frequências de irrigação, baseadas em tensiômetros, observou redução do peso seco da raiz com a redução da frequência de irrigação.

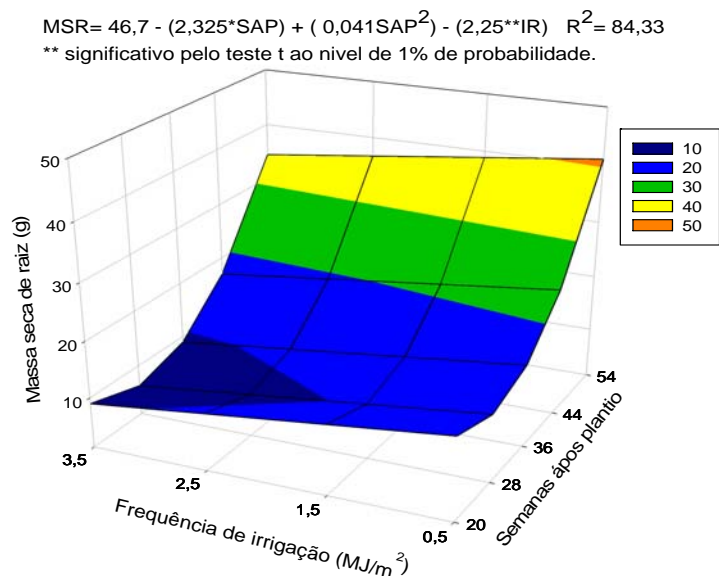


Figura 20- Estimativa de massa seca de raiz em plantas de gérbera em função da frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar (IR) e semanas após plantio (SAP), no período de junho de 2008 a março 2009.

4.4.8- Massa seca do rizoma

A Tabela 15 mostra que somente após a semana 36 houve diferença entre as frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar global e o controle para massa seca do rizoma. As frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar de 0,5 e 1,5MJ/m² proporcionaram massa seca superior à observada no tratamento controle na semana 44. Houve redução de 22,3, 35,7 e 54,9% para as frequência de fertirrigação de 0,5, 2,5 e 3,5MJ/m²em relação à massa seca do rizoma do tratamento controle, respectivamente, na semana 54.

Houve aumento de massa seca do rizoma com o decorrer das semanas após o plantio e redução com o aumento do intervalo entre os eventos de fertirrigações estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar (Figura 21). Assim, com o aumento do acúmulo da irradiância solar ocorreu menor número de acionamentos da bomba de irrigação, o que resultou em menor lâmina de água aplicada à planta, ocorrendo déficit hídrico. A partir da semana 36, observou-se maior massa seca do rizoma para todas as frequências de fertirrigação. Este aumento mais vigoroso de massa seca do rizoma pode ser função da temperatura do ar e do substrato, que, antes desta semana, estavam abaixo da temperatura recomendada para o cultivo de gérberas. Assim, a partir da semana 36 houve aumento da área foliar (Tabela 12), favorecendo maior fotossíntese e, conseqüentemente, maior alocação de carboidratos para o rizoma.

Tabela 15- Massa seca do rizoma (g) em plantas de gérbera cultivadas em diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, em diferentes semanas após plantio, no período de junho de 2008 a março 2009.

Tratamentos	Semanas após plantio					Média
	20	28	36	44	54	
Controle	1,9	2,1	1,6	3,0	11,2	3,9
0,5 MJ/m ²	1,9	2,6	2,6	8,1*	8,7*	4,8
1,5 MJ/m ²	1,3	1,6	2,1	5,3*	9,6	4,0
2,5 MJ/m ²	1,1	1,6	1,8	3,3	7,2*	3,0
3,5 MJ/m ²	1,0	1,6	1,5	3,0	5,0*	2,4

Média seguida de asterisco na coluna difere do controle com base no teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade.

$$PSRI = 2,755 - (0,179 \cdot SAP) + (0,0061 \cdot SAP^2) + (0,716 \cdot IR) - (0,0416 \cdot SAP \cdot IR) \quad R^2 = 92,32$$

*, ** significativo pelo teste t ao nível de 5% e 1% de probabilidade.

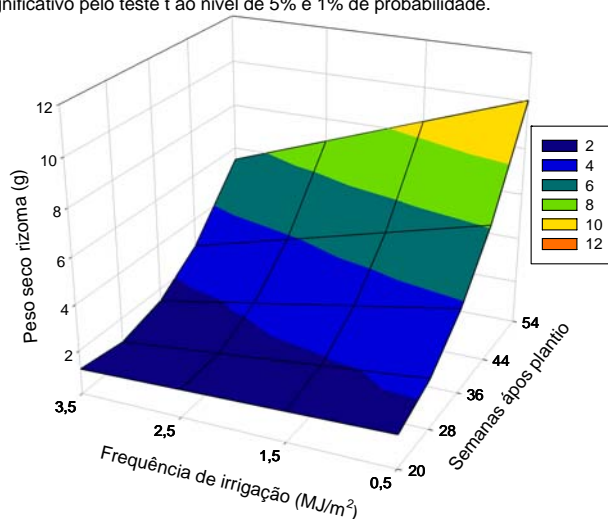


Figura 21- Estimativa de massa seca de rizoma em plantas gérberas, em função da frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar (IR) e semanas após plantio (SAP), no período de junho de 2008 e março 2009.

4.4.9 - Massa seca da folha

Para massa seca da folha pode-se observar que a partir da semana 36 a frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar de 0,5MJ/m² proporcionou massa seca superior ao controle, ocasionando aumento de

71, 161 e 26% para as semanas 36, 44 e 54, respectivamente (Tabela 16). Resultado semelhante foi observado para a frequência de fertirrigação de 1,5MJ/m², que na semana 44 propiciou aumento de 71, 5% na massa seca da folha em relação ao controle, enquanto as frequências de 2,5 e 3,5MJ/m² proporcionaram massa seca da folha inferior ao controle nas semanas 36 e 54. Estes resultados diferem daqueles encontrados para crisântemo, em que a irrigação baseada no tempo (controle) proporcionou maior massa seca de folhas do que as frequências de irrigação de 0,8, 1,6 e 5KPa (KIEHL et al., 1992).

Houve efeito linear das semanas após o plantio e das frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar para massa seca da folha, ou seja, aumento da massa seca com o aumento do tempo de cultivo e redução da massa seca com redução da frequência de irrigação (Figura 21). O efeito da frequência de fertirrigação se tornou mais evidente a partir da semana 44, em que a maior massa foi obtida pela frequência de fertirrigação de 0,5MJ/m², seguida pela frequência de 1,5MJ/m², ambas na semana 54. A maior massa seca da folha nesta frequência ocorreu devido ao maior número e maior tamanho das folhas (Figuras 5 e 6).

Tabela 16- Massa seca de folha (g) em plantas de gérbera cultivadas em diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, em distintas semanas após plantio, no período de junho de 2008 a março 2009.

Tratamentos	Semanas após plantio					Médias
	20	28	36	44	54	
Controle	15,9	11,7	28,8	50,3	118,7	45,1
0,5 MJ/m ²	22,4	19,4	49,2*	131,4**	150,1**	74,5
1,5 MJ/m ²	12,4	15,4	27,5	86,3**	108,0	49,9
2,5 MJ/m ²	11,2	7,7	18,3*	50,7	61,2**	29,8
3,5 MJ/m ²	16,5	10,5	15,6*	43,0	59,5**	29,0

Média seguida de asterisco na coluna difere do controle com base no teste de Dunnett, ao nível de 1% (***) e 5% (*) de probabilidade

$$MSF = -94,256 + (4,703SAP) + (21,679**IR) - (1,025**SAPIR) \quad R^2 = 89,89$$

** significativo pelo teste t ao nível de 1% de probabilidade

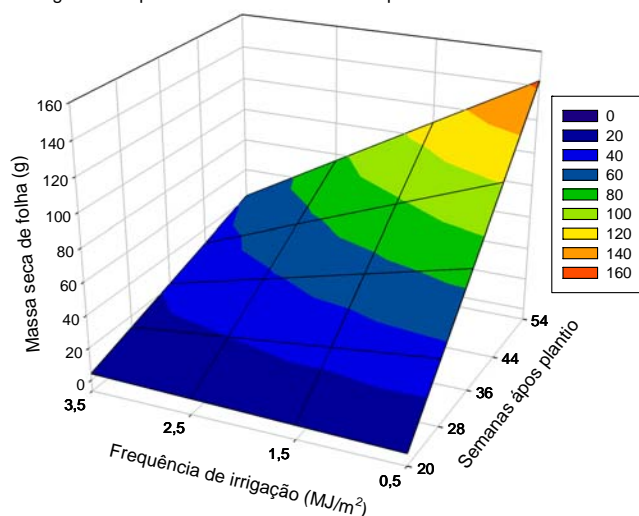


Figura 21- Estimativa da massa seca das folhas (g) em plantas gérberas, em função da frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar (IR) e semanas após plantio (SAP), no período de junho de 2008 e março 2009.

4.4.10- Massa seca total da planta

Para massa seca total da planta até a semana 28, não houve diferença estatística entre o controle e as frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar. A frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de 0,5MJ/m² proporcionou produção de massa seca total maior em relação ao controle para as semanas 36, 44 e 54, enquanto a frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de 1,5 MJ/m² proporcionou maior massa seca em relação ao controle somente na semana 44. Já as frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar de 2,5 e 3,5MJ/m² proporcionaram massa seca total inferior ao tratamento controle na semana 54 (Tabela 17). Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Kiehl et al. (1992), que observaram diferença na massa seca total em crisântemo, variedade Bright Golden Anne, em que o controle (irrigação baseada no tempo) proporcionou massa seca total igual às obtidas nas menores frequências e superiores às obtidas nas maiores frequências de irrigação (baseada na tensão de água no substrato).

Uma das consequências de expor plantas a regimes de baixa disponibilidade hídrica em termos de crescimento de planta é a produção de menor número de folhas com menor área foliar, menor alongação de entrenó e redução do número, tamanho e qualidade de flores (SÁNCHEZ-BLANCO et al., 2002; CAMERON et al., 1999). Além disso, respostas fisiológicas à menor disponibilidade hídrica, como fechamento

de estômatos, redução da taxa fotossintética e alterações na elasticidade celular ou no ajustamento osmótico das células têm sido descritas (DAVIES et al., 2002; SÁNCHEZ-BLANCO et al., 2004).

Tabela 17 - Massa seca total (g) em plantas de gérbera cultivadas em diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, em distintas semanas após plantio, no período de junho de 2008 a março 2009.

Tratamentos	Semanas após plantio					Média
	20	28	36	44	54	
Controle	28,9	23,5	37,4	69,4	170,5	65,9
0,5 MJ/m ²	40,8	34,2	63,9**	172,9**	194,2*	101,2
1,5 MJ/m ²	24,4	26,1	37,8	117,2**	164,1	73,9
2,5 MJ/m ²	21,2	17,9	27,4	73,3	108,2**	49,6
3,5 MJ/m ²	32,1	23,5	25,0	64,1	90,2**	46,9

Média seguida de asterisco na coluna difere do controle com base no teste de Dunnet, ao nível de 1% (**) e 5% (*) de probabilidade

A Figura 22 mostra o efeito das semanas após plantio e frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar global na produção de massa seca total de planta de gérbera, sendo que os maiores acúmulos de irradiância solar entre irrigações proporcionaram menor massa seca de planta nas diferentes semanas avaliadas. A maior estimativa de massa seca total de planta foi obtida na semana 54 com a frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de 0,5MJ/m².

Os resultados encontrados diferem daqueles encontrados por Farias (2006), que observou queda na produção de massa seca em plantas de crisântemo de corte, variedade Dark Orange Reagan, cultivado em solo, com o aumento da lâmina de água de irrigação. Para gérbera, o aumento da massa seca em função da maior lâmina de água pode ser devido à porosidade do substrato (Tabela 1), que, mesmo sob alta lâmina de irrigação, propiciou aeração adequada às raízes, fato este que normalmente não acontece em solo devido à sua baixa macroporosidade, que reduz os espaços porosos e, conseqüentemente, a disponibilidade de oxigênio para as raízes. Porém os resultados encontrados para gérbera corroboram os de Farias (2003), que, estudando a frequência de irrigação em crisântemo de vaso, cultivar Puritan, obteve maior acúmulo de massa seca com maior lâmina de irrigação, ou seja, menor intervalo entre as irrigações.

A falta de diferença para massa seca total nas semanas 20 e 28 pode ser uma resposta às condições climáticas desfavoráveis, principalmente temperatura, conforme pode ser visto nas Figuras 6 e 7.

$$MST = 15,002 - (1,609^{**}SAP) + (0,103SAP^2) + (24,602IR) - (1,189^{**}SAPIR) \quad R^2 = 91,49$$

** significativo pelo teste t ao nível de 1% de probabilidade.

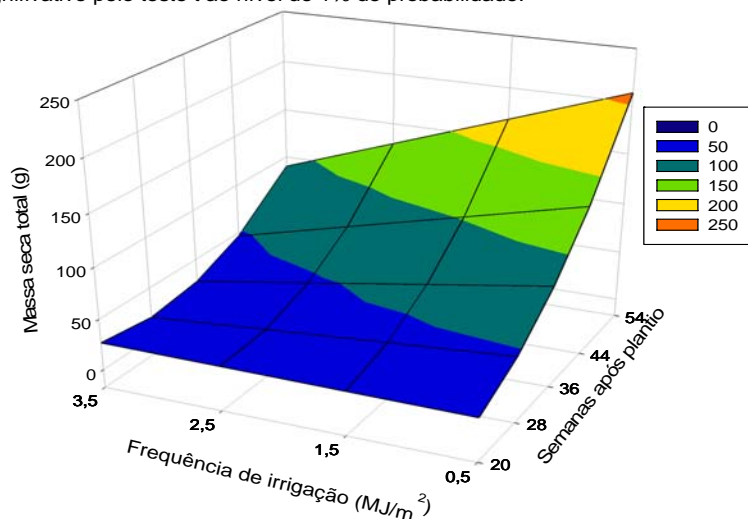


Figura 22- Estimativa da massa seca total em plantas de gérbera, em função da frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar (IR) e semanas após plantio (SAP), no período de junho de 2008 a março 2009.

4.5- CARACTERÍSTICAS FITOTÉCNICAS DE INFLORESCÊNCIAS

4.5.1- Diâmetro de inflorescência

Para diâmetro de inflorescência não houve diferença estatística entre as diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar global e o controle ao longo das semanas de avaliação, exceto para a frequência correspondente a $0,5\text{MJ/m}^2$, que proporcionou maior diâmetro de inflorescência na semana 45. Já na semana 37, a frequência de fertirrigação correspondente a $3,5\text{MJ/m}^2$ proporcionou diâmetro inferior em relação ao controle (Tabela 18). Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Kiehl et al. (1992), que não observaram diferença para diâmetro de inflorescência de crisântemo, variedade Bright Golden Anne, entre o controle (irrigação baseada no tempo) e as diferentes frequências de irrigação baseadas na umidade do substrato.

Observando-se a média geral para diâmetro de inflorescências, as frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar de $2,5$ e $3,5\text{MJ/m}^2$ proporcionaram redução média de diâmetro de inflorescência de 4,6 e 7,0% em relação ao controle, respectivamente. Esta redução faz com que as hastes

sejam classificadas em categoria inferior às das demais frequências proporcionando perda de qualidade, o que leva a um menor retorno financeiro, pois, segundo a classificação do Veilling (2009), inflorescências com diâmetro inferior a 9,5cm resultam em menor valor de comercialização.

A Figura 23 mostra o comportamento do diâmetro de inflorescência em relação às semanas após plantio e as frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar global, observando-se que com maior número de semanas após o plantio ocorre aumento do diâmetro, enquanto sob maior acúmulo de irradiância solar entre irrigações, sua redução.

Tabela18- - Diâmetro de inflorescência (cm) em plantas de gérbera cultivadas em diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, em distintas semanas após plantio, no período de junho de 2008 a março 2009.

Tratamentos	Semanas após plantio				
	29	37	45	54	Média
Controle	9,5	10,1	9,6	11,0	10,1
0,5 MJ/m ²	9,3	9,7	11,1*	11,8	10,5
1,5 MJ/m ²	8,7	9,8	10,6	11,0	10,1
2,5 MJ/m ²	9,0	9,7	9,3	10,3	9,6
3,5 MJ/m ²	8,6	9,0*	9,8	10,0	9,3

Média seguida de asterisco na coluna difere do controle com base no teste de Dunnet, ao nível de 5% de probabilidade

Maior diâmetro de inflorescência foi observado na frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância de 0,5 MJ/m², a partir da semana 37, em relação às plantas cultivadas nas demais frequências de fertirrigação, constatando-se que a frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de 3,5 MJ/m² proporcionou o menor diâmetro em todas as semanas de cultivo. Labeke e Dambre (1998), trabalhando com gérbera variedade Aurélia, cultivada sob intervalo de irrigação correspondente ao acúmulo de irradiância solar de 2MJ/m², observaram diâmetro de inflorescência de 11cm, só conseguido neste trabalho sob as frequências de fertirrigação de 0,5 e 1,5MJ/m². Os resultados encontrados diferem daqueles obtidos por Medeiros et al.(2007), que, trabalhando com diferentes lâminas de irrigação com água residuária em gérbera,

variedade Rambo, não obtiveram diferença para diâmetro de inflorescência com o aumento das lâminas, observando diâmetro médio das inflorescências de 12 cm.

$$DINFL = 6,07 + (0,1119SAP) + (0,3692^{**}IR) - (0,0185^{**}SAPIR) \quad R^2 = 91,20$$

** significativo pelo teste t ao nível de 1% de probabilidade.

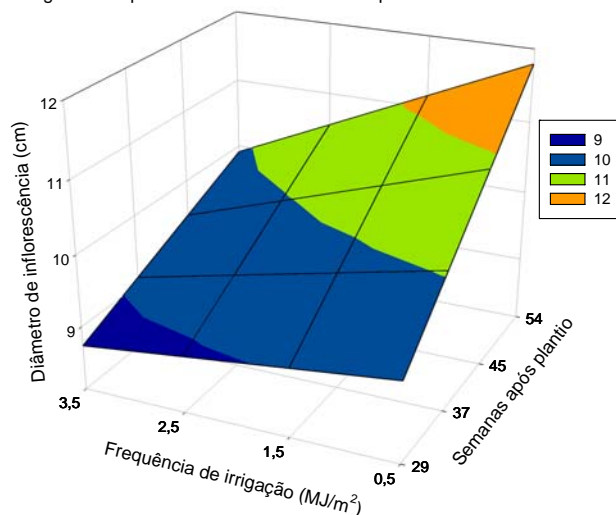


Figura 23 – Estimativa do diâmetro de inflorescência em gérbera em função da frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar (IR) e semanas após plantio (SAP), no período de junho de 2008 a março 2009.

4.5.2- Comprimento de haste

As diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar não diferiram estatisticamente do controle para comprimento de haste (Tabela 19). Porém, o controle e as frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar de 0,5 e 1,5MJ/m² em todas as épocas avaliadas proporcionaram tendência de maior comprimento de haste em relação às frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar de 2,5 e 3,5 MJ/m², exceto na semana 37 para a frequência de irrigação de 2,5MJ/m². Katsoulas et al. (2006) encontraram resultados semelhantes em rosas, em que a alta frequência de irrigação (1,6MJ/m²) proporcionou ligeiro aumento no comprimento de haste em relação à baixa frequência (3,2MJ/m²).

Tabela 19- Comprimento de haste (cm) em plantas de gérbera cultivadas em diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, em distintas semanas após plantio, no período de junho de 2008 a março 2009.

Tratamentos	Semanas após plantio				Média
	29	37	45	54	
Controle	46,8	61,0	60,0	67,3	58,8
0,5 MJ/m ²	46,7	69,7	62,0	67,0	61,3
1,5 MJ/m ²	43,6	65,7	62,3	69,0	60,1
2,5 MJ/m ²	43,0	64,2	55,3	59,6	55,5
3,5 MJ/m ²	42,0	56,0	56,0	56,6	52,6

Média seguida de asterisco na coluna difere do controle com base no teste de Dunnet, ao nível de 5% de probabilidade.

Houve aumento do comprimento da haste com o decorrer das semanas após plantio e redução do comprimento com a menor frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar global (Figura 24), sendo que o maior comprimento foi obtido na semana 45, na frequência de fertirrigação de 0,5MJ/m². Na semana 54, pode-se observar uma estabilização do crescimento das hastes em todas as frequências, sugerindo-se que o máximo comprimento de haste foi atingido. O aumento do comprimento pode ser explicado pela maior lâmina de água aplicada sob as maiores frequências de fertirrigação, favorecendo a absorção de água pelas raízes, proporcionando maior grau de hidratação ao tecido, o qual favorece os processos fisiológicos como expansão celular, síntese de parede e de proteínas (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Resultado semelhante foi obtido por Medeiros et al. (2007), que observaram aumento no comprimento de hastes de gérbera, variedade Rambo, com o aumento da lâmina de água aplicada, à semelhança dos obtidos por Pereira et al. (2003) e Rêgo et al (2004), que observaram maior comprimento de haste quando se aplicou maior lâmina de água, em crisântemo. Já Alves (2006) observou aumento no comprimento de haste de rosa, variedade Akito, cultivada em sistema hidropônico, para lâmina de irrigação de 80% da ECA (evaporação do tanque classe A), enquanto lâminas acima de 80% proporcionaram redução no comprimento.

$$\text{COMP} = -55,804 + (5,364 \text{ SAP}) - (0,569^{**}\text{SAP}^2) - (3,076^{**}\text{IR}) \quad R^2 = 75,79$$

**significativo pelo teste t ao nível de 1% de probabilidade

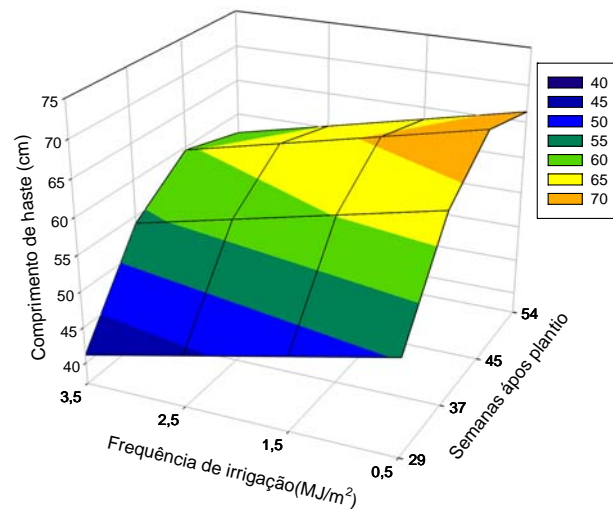


Figura 24- Estimativa do comprimento de haste de gérbera em função da frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar (IR) e semanas após plantio (SAP), no período de junho de 2008 a março 2009.

4.5.3- Massa fresca de haste floral

As diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar não proporcionaram diferença estatística para massa fresca das hastes florais de gérbera em relação ao controle, exceto na semana 37, em que a frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de $3,5 \text{ MJ/m}^2$ propiciou massa fresca de haste floral estatisticamente inferior ao controle (Tabela 20). Kiehl et al. (1992), estudando crisântemo, variedade Bright Golden Anne, encontraram que a irrigação baseada no tempo (controle) proporcionou massa fresca de haste superior às frequências de irrigação baseadas na tensão de água no substrato.

A Figura 25 ilustra o comportamento de massa fresca de haste de gérbera em resposta a semanas após o plantio e às frequência de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar global. Observa-se efeito linear, tanto para as frequências de fertirrigação quanto para semanas após plantio, ou seja, maior tempo de cultivo, maior massa fresca de hastes; e para frequência de fertirrigação, quanto menor a irradiância acumulada, maior a massa fresca. Estes resultados são semelhantes àqueles encontrados por Katsoulas et al. (2006), que, estudando rosa, sob condições de alta frequência de irrigação ($1,6 \text{ MJ/m}^2$) e baixa frequência de irrigação ($3,2 \text{ MJ/m}^2$), encontraram que maior frequência de irrigação proporcionou maior massa fresca de haste bem como para maior tempo de cultivo, porém, diferem

dos encontrado por Rêgo et al. (2004), que não encontraram diferença das lâminas de irrigação na produção de massa fresca de hastes de crisântemo, variedade Calábria.

Tabela 20- Massa fresca de haste floral (g) de gérbera cultivada em diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, em distintas semanas após plantio, no período de junho de 2008 a março 2009.

Tratamentos	Semanas após plantio				Média
	29	37	45	54	
Controle	22,3	25,6	25,7	26,7	25,1
0,5 MJ/m ²	21,4	24,0	30,3	32,3	27,0
1,5 MJ/m ²	18,9	24,3	27,3	29,3	24,9
2,5 MJ/m ²	21,2	23,3	26,4	27,6	24,6
3,5 MJ/m ²	18,3	18,7*	25,7	26,6	22,3

Média seguida de asterisco na coluna difere do controle com base no teste de Dunnet, ao nível de 5% de probabilidade.

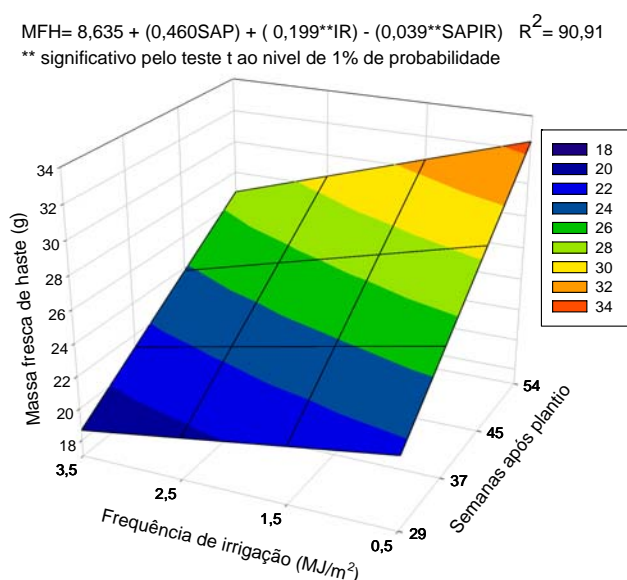


Figura 25- Estimativa da massa fresca de haste floral de gérbera em função da frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar (IR) e semanas após plantio (SAP), no período de junho de 2008 a março 2009.

4.5.4- Massa seca de haste

Para massa seca de haste, as diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar não proporcionaram diferença estatística em relação ao controle. A Tabela 21 mostra que a frequência de 0,5MJ/m² proporcionou aumento na massa seca de 13,2% para a semana 45, enquanto na semana 54 houve aumento na massa seca de haste de 19,4, 17,5, 3,6 e 7,5% para as frequências de 0,5; 1,5; 2,5 e 3,5MJ/m² em relação ao controle, respectivamente. Kiehl et al. (1992), estudando crisântemo, variedade Bright Golden Anne, encontraram que a irrigação baseada no tempo (controle) proporcionou massa seca de haste superior às frequências de irrigação baseadas na tensão de água do substrato.

Houve efeito linear para frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar global e semanas após o plantio para massa seca de haste, em que a maior massa seca foi obtida na semana 54 na frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de 0,5MJ/m² (Figura 26). Álvarez et al. (2009) encontraram aumento de massa seca de hastes de cravo quando submetidos a uma maior lâmina de irrigação, atribuindo a maior massa de haste à maior condutividade estomática, que propicia manutenção de maior taxa fotossintética ao longo do dia, favorecendo a exportação de fotoassimilados para as flores, uma vez que são drenos preferenciais.

Tabela 21- Massa seca de haste floral (g) de gérbera cultivada em diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, em distintas semanas após plantio, no período de junho de 2008 a março 2009.

Tratamentos	Semanas após plantio				Média
	29	37	45	54	
Controle	3,0	2,8	3,7	3,6	3,3
0,5 MJ/m ²	2,8	2,5	4,2	4,3	3,4
1,5 MJ/m ²	2,7	2,9	3,4	4,2	3,3
2,5 MJ/m ²	2,9	2,4	3,1	3,7	3,1
3,5 MJ/m ²	2,6	2,5	3,8	3,8	3,2

$$\text{MSH} = 1,093 + (0,058\text{SAP}) - (0,111^{**}\text{IR}) \quad R^2 = 71,92$$

** significativo pelo teste t ao nível de 1% de probabilidade.

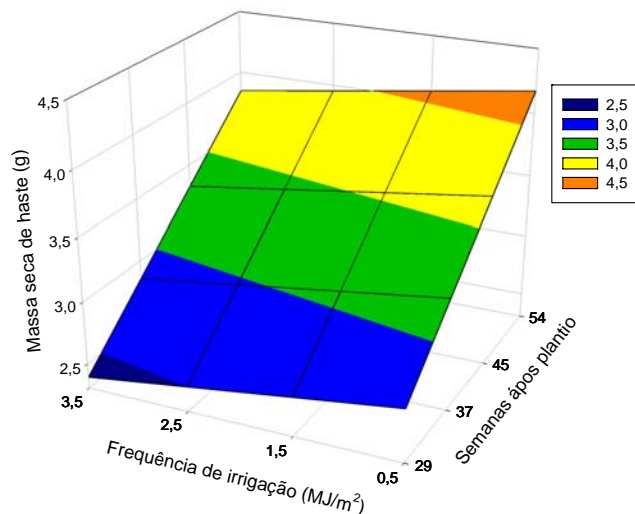


Figura 26 – Estimativa da massa seca de haste floral (g) de gérbera em função da frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar (IR) e semanas após plantio (SAP), no período de junho de 2008 a março 2009.

4.5.5- Longevidade de inflorescência

Não houve efeito das diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar na longevidade de inflorescência, em relação ao controle (Tabela 22).

Tabela 22- Longevidade de inflorescência (dias) de gérbera cultivada em diferentes frequências de irrigação em função do acúmulo da irradiância solar, em diferentes semanas após plantio, no período de junho de 2008 a março 2009.

Tratamento	Semanas após plantio				Média
	29	37	45	54	
Controle	9,5	4,7	5,0	7,2	6,6
0,5 MJ/m ²	7,1	6,4	6,3	6,7	6,6
1,5 MJ/m ²	6,6	5,8	5,7	6,1	6,1
2,5 MJ/m ²	6,6	5,8	5,7	6,1	6,1
3,5 MJ/m ²	7,2	6,4	6,3	6,7	6,7

A Figura 27 mostra que as menores longevidades foram observadas nas semanas 37 e 45 para todas as frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar global, enquanto nas semanas 29 e 54 observam-se as maiores longevidades para todas as frequências de irrigação. Os resultados encontrados divergem, em parte, dos de Farias et al. (2004), que, estudando crisântemo de vaso, cultivar Rage, observaram maior durabilidade pós-colheita na frequência de irrigação de 30 kPa e a menor na frequência de 2 kPa, indicando menor longevidade das inflorescências das plantas submetidas a irrigações mais frequentes. As menores longevidades observadas nas frequências de irrigação de 1,5 e 2,5 MJ/m² podem ser uma resposta ao maior teor relativo de água encontrado sob estas frequências, conforme pode ser observado na Figura 28, enquanto as menores longevidades observadas nas semanas 37 e 45 se devem ao maior curvamento de pescoço das hastes nestas semanas.

$$\text{LONG} = 14,08 - (0,351^{**}\text{SAP}) + (0,004^{**}\text{SAP}^2) + (0,795^{**}\text{IR}) - (0,297^{**}\text{IR}^2) - (0,009^{**}\text{SAPIR}) \quad R^2 = 76,88$$

** significativo pelo teste t ao nível de 1% de probabilidade.

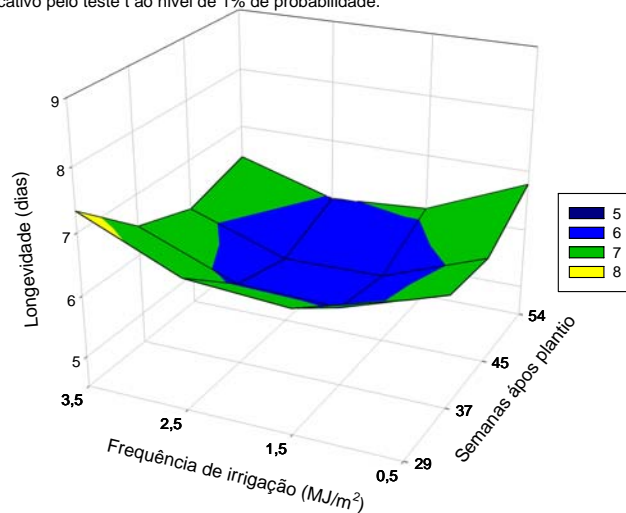


Figura 27 – Estimativa da longevidade de inflorescência (dias) de gérbera em função da frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar (IR) e semanas após plantio (SAP), no período de julho de 2008 a março 2009.

4.5.6- Teor relativo de água

As diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar global proporcionaram diferenças no teor relativo de água (TRA). Em relação ao controle, em todas as épocas avaliadas os diferentes intervalos proporcionaram TRA superior, exceto para a frequência de fertirrigação de 3,5MJ/m² na semana 37 (Tabela 23).

A Figura 28 ilustra o comportamento do TRA nas hastes de gébera em resposta às frequência de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar e semanas após plantio. O menor TRA para a frequência de fertirrigação de 0,5 MJ/m² pode ter ocorrido devido ao excesso de umidade do substrato que poderia estar interferindo na absorção de água. Marengo e Lopes (2007) afirmam que a redução da disponibilidade de oxigênio promove redução na permeabilidade das raízes à água, frequentemente levando a decréscimo no teor relativo de água na planta. De modo contrário, o menor TRA propiciado pela frequência de irrigação de 3,5MJ/m² seria função da escassez de água no substrato.

Tabela 23- Teor relativo de água (%) em haste floral de gébera cultivada em diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, em diferentes semanas após plantio, no período de junho de 2008 a março 2009.

Tratamentos	Semanas após plantio				Média
	29	37	45	54	
Controle	87,1	88,4	88,3	88,5	88,1
0,5 MJ/m ²	89,3*	90,1*	90,2*	90,5*	90,1
1,5 MJ/m ²	89,7*	90,3*	90,3*	90,4*	90,2
2,5 MJ/m ²	90,1*	90,0*	91,1*	91,4*	90,7
3,5 MJ/m ²	89,3*	89,5	90,4*	90,5*	89,9

Média seguida de asterisco na coluna difere do controle com base no teste de Dunnet, ao nível de 5% de probabilidade

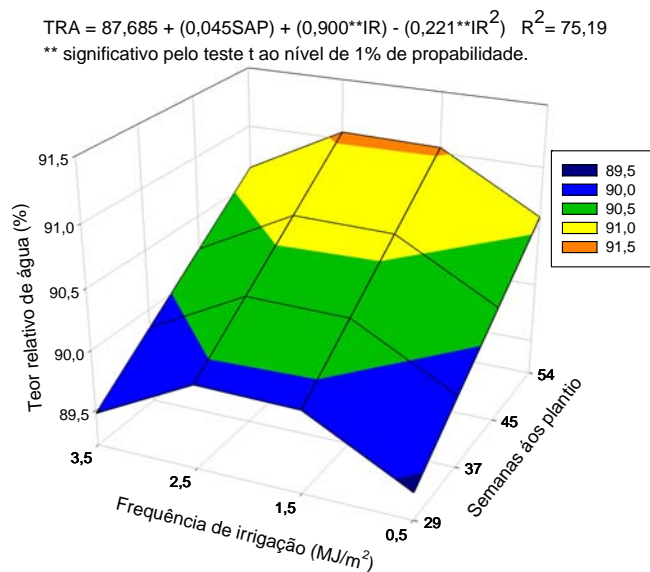


Figura 28 - Estimativa do teor relativo de água (%) em hastes de gérbera em função da frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar (IR) e semanas após plantio (SAP), no período de junho de 2008 a março 2009.

4.5.7- Produção semanal de hastes comerciais

Apenas a frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de 1,5 MJ/m² proporcionou diferença para produção de hastes comerciais (hastes classificadas como do tipo extra e A1) na semana 54, sendo estatisticamente superior ao tratamento controle, enquanto as demais frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar não propiciaram diferença estatística em relação ao tratamento controle em nenhuma época avaliada (Tabela 24). A média geral demonstra haver queda na produção de hastes comerciais com o aumento do acúmulo de irradiância solar entre as irrigações; desta forma, a frequência de fertirrigação de 0,5MJ/m² propiciou aumento de 14,6, 29,7, 38,3 e 36,1% em relação às frequências de fertirrigação 1,5, 2,5, 3,5MJ/m² e controle, respectivamente. Este resultado corroboram os de Katsoulas et al. (2006), que observaram aumento na produção de hastes comerciais de roseira, com a redução do acúmulo de irradiância solar entre os eventos de irrigação.

Para produção semanal de hastes comerciais de gérbera nas diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, não houve ajuste de modelo. O comportamento da produção de hastes está representado na Figura 29. Observa-se que, a partir da semana 29, a frequência de fertirrigação de 0,5MJ/m² possibilitou produção de maior número de hastes classificadas como comerciais (hastes do tipo extra e A1). Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Borges (2005), que, em estudo com gladiólo,

observou maior número de hastes extra em gladiolo na maior lâmina de irrigação aplicada. Este mesmo resultado é compartilhado com Casarini (2000), que observou melhoria da qualidade de rosas com o aumento da lâmina de irrigação.

Tabela 24- Produção semanal de hastes florais comerciais em plantas de gérbera cultivadas em diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, em distintas semanas após plantio, no período de junho de 2008 a março 2009.

Tratamentos	Semanas após plantio					Média
	23	29	37	45	54	
Controle	1,6	3,0	2,6	1,3	1,3	2,0
0,5 MJ/m ²	2,0	3,6	4,0	3,0	3,0	3,1
1,5 MJ/m ²	3,0	1,6	3,0	1,3	4,3**	2,6
2,5 MJ/m ²	2,0	3,3	2,3	2,0	1,3	2,2
3,5 MJ/m ²	2,3	1,3	2,3	1,3	2,3	1,9

Média seguida de asterisco na coluna difere do controle com base no teste de Dunnet, ao nível de 1%(**) de probabilidade

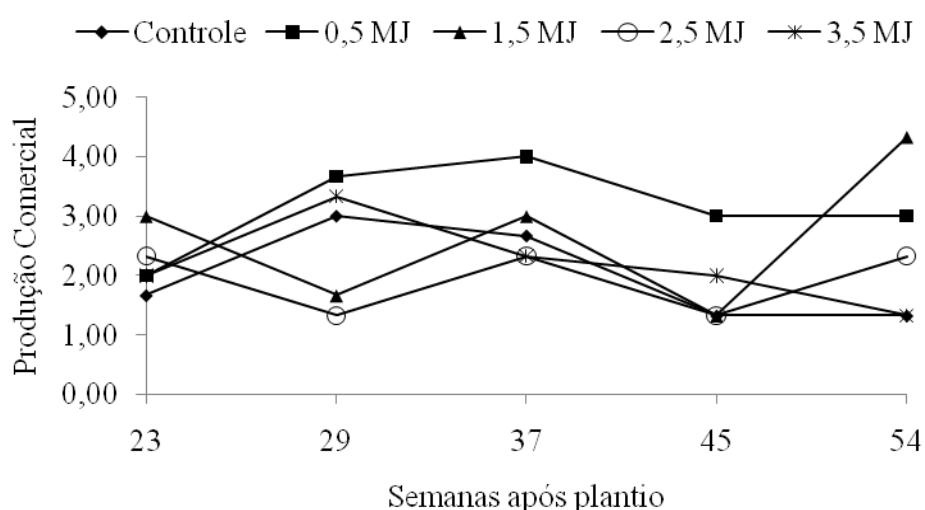


Figura 29- Produção semanal de hastes florais comerciais em plantas de gérbera cultivadas em diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar global, no período de junho de 2008 a março 2009.

4.5.8- Produção semanal de haste com defeito

As diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar proporcionaram efeito na produção de hastes com defeito (Tabela 26). Maior produção de hastes com defeito foi proporcionado pela frequência de fertirrigação de 0,5MJ/m² nas semanas 23, 37 e 45, sendo que na semana 54 esta frequência proporcionou menor produção de hastes com defeito, em relação ao tratamento controle. As frequências de fertirrigação de 1,5, 2,5 e 3,5MJ/m² não proporcionaram diferenças na produção de haste com defeito em relação ao controle, exceto a frequência de 2,5MJ/m² na semana 23, que proporcionou maior número de hastes defeituosas, enquanto a frequência de fertirrigação de 3,5MJ/m² proporcionou menor produção de hastes defeituosas na semana 54. Os resultados encontrados neste experimento diferem dos encontrados por Borges (2005), que observou aumento no número de hastes florais com defeito em gladiolo com a redução da lâmina de água aplicada.

Para produção semanal de hastes com defeito nas diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, não houve ajuste de modelo. As frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar de 0,5 e 2,5MJ/m² causaram tendência de queda no número de hastes com defeito com o decorrer do ciclo de cultivo, enquanto as demais frequências não mostraram esta tendência, ficando a produção praticamente estável durante as semanas de avaliação. Estes resultados são semelhantes ao encontrado por Dufault et al. (1990), que observaram redução na produção de haste com defeito em gérbera com o aumento da idade da planta (Figura 30).

Tabela 26- Produção semanal de hastes florais com defeito em plantas de gérbera cultivadas em diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, em distintas semanas após plantio, no período de junho de 2008 a março 2009.

Tratamentos	Semanas após plantio					Média
	23	29	37	45	54	
Controle	0,6	0,6	1,0	0,3	1,6	0,8
0,5 MJ/m ²	3,6*	1,6	2,6*	2,3*	0,3*	2,1
1,5 MJ/m ²	1,0	0,6	1,3	1,3	0,6	1,0
2,5 MJ/m ²	5,6*	0,6	1,0	0,6	0,6	1,7
3,5 MJ/m ²	0,6	0,3	0,6	0,6	0,3*	0,5

Média seguida de asterisco na coluna difere do controle com base no teste de Dunnet, ao nível de 5% de probabilidade

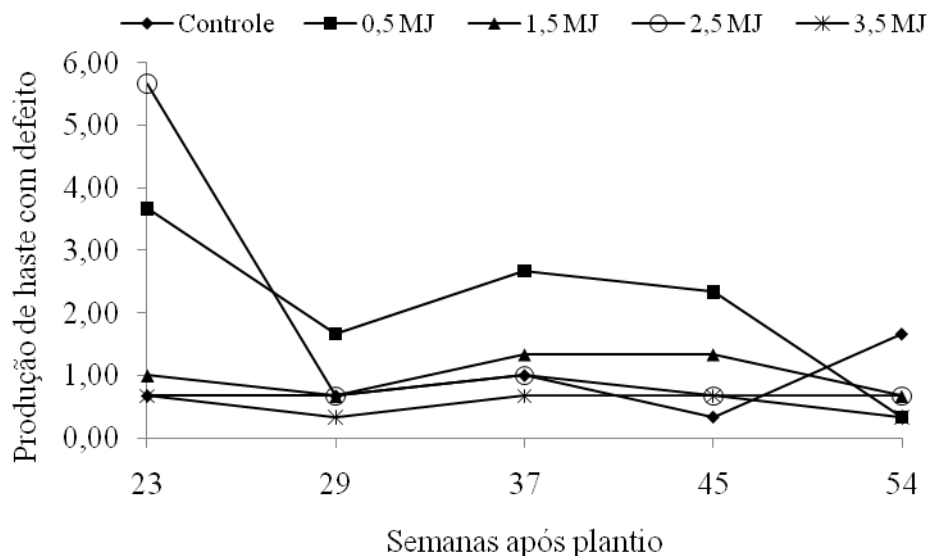


Figura 30- Produção semanal de hastes florais com defeito em plantas de gérbera cultivadas em diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, no período de junho de 2008 a março de 2009.

4.5.9- Produção semanal total de hastes

Houve efeito das frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar para produção total de hastes florais (Tabela 27), e a frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de 0,5MJ/m² proporcionou maior produção total semanal nas semanas 23, 37 e 45 em relação ao tratamento controle. Já as demais frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar não diferiram na produção total semanal de hastes nas diferentes semanas avaliadas em relação ao controle, exceto a frequência de 2,5MJ/m², que proporcionou maior produção total semanal na semana 23. Este fato pode ser explicado pela maior produção de hastes defeituosas que este intervalo produziu na semana 23, conforme pode ser visto na Tabela 26.

Tabela 27- Produção total semanal de hastes florais em plantas de gérbera cultivadas em diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, em distintas semanas após plantio, no período de junho de 2008 a março 2009.

Tratamentos	Semanas após plantio					Média
	23	29	37	45	54	
Controle	2,3	3,6	3,6	1,6	3,0	2,8
0,5 MJ/m ²	5,6*	5,3	6,6*	5,3*	3,3	5,2
1,5 MJ/m ²	4,0	2,3	4,3	2,6	5,0	3,6
2,5 MJ/m ²	8,0*	2,0	3,3	2,0	3,0	3,6
3,5 MJ/m ²	2,6	3,6	3,0	2,6	1,6	2,7

Média seguida de asterisco na coluna difere do controle com base no teste de Dunnet, ao nível de 5% de probabilidade

A Figura 31 mostra o comportamento da produção total semanal nas diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar global e controle. Maior produção de hastes florais foi observada na frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de 0,5MJ/m², em todas as semanas avaliadas, exceto para as semanas 23 e 54. Este resultado é semelhante ao encontrado por Katsoula et al. (2006), que, trabalhando com rosa, variedade First Red, observou maior número de hastes colhidas por semana no menor intervalo de irrigação(1,6MJ/m²). O mesmo resultado foi observado por Borges (2005), que, estudando gladiolo, constatou maior produção semanal de haste no tratamento com maior lâmina de irrigação aplicada. Uma explicação para a maior produção semanal de hastes das plantas cultivadas na frequência de 0,5MJ/m² pode ter sido função da maior evapotranspiração que estas plantas apresentaram (Tabela 7), uma vez que a produção tem correlação com a evapotranspiração, ou seja, maior evapotranspiração, maior troca gasosa e por maior tempo entre folha e ambiente, conseqüentemente, maior fotossíntese, levando à maior translocação de fotoassimilados para as partes de interesse comercial (KIRKHAM, 2005).

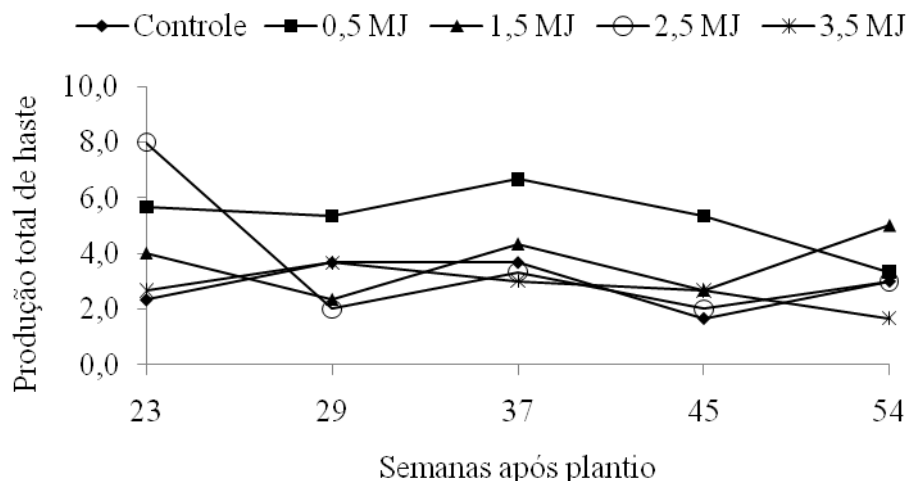


Figura 31- Produção total semanal de hastes florais em plantas de gérbera cultivadas em diferentes frequências de fertirrigação, em diferentes semanas após plantio, no período de junho de 2008 a março 2009.

4.5.10- Produção acumulada de hastes florais comerciais

Para produção acumulada de hastes florais classificadas como comerciais (hastes classificadas do tipo extra e A1), houve diferença significativa entre o tratamento controle e a frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar de $0,5\text{MJ/m}^2$ para as semanas 44 e 54, enquanto para as demais frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar não houve diferença estatística. Pela média geral, observa-se, apesar de não diferir estatisticamente do controle, tendência de maior produção acumulada de hastes comerciais nas frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar (Tabela 28).

Houve aumento na produção de hastes comerciais com o decorrer das semanas após o plantio (Figura 32), sendo a maior produção acumulada obtida na frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar de $0,5\text{MJ/m}^2$ na semana 54. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Farias (2006), que, trabalhando com crisântemo de corte, variedade Orange Reagan, observou que menores frequências de irrigação, baseadas em tensiômetro, proporcionaram maior produção de hastes do tipo extra. Outras espécies também apresentaram resultados semelhantes conforme verificado para pimentão e tomate (CARVALHO et al 2001, TEODORE et al. 1993), em que a melhor qualidade dos frutos foi obtida com o aumento da lâmina de irrigação aplicada. Porém diferem dos encontrados por Katsoulas et al. (2006), que não observaram diferença na qualidade de hastes de rosa, variedade First Red, cultivada sob alta ($1,6\text{MJ/m}^2$) e baixa ($3,2\text{MJ/m}^2$) frequência de irrigação.

Tabela 28- Produção acumulada de hastes florais comerciais em plantas de gérbera cultivadas em diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, em distintas semanas após plantio, no período de junho de 2008 a março 2009.

Tratamentos	Semanas após plantio					Média
	23	29	37	45	54	
Controle	1,6	4,6	7,3	8,6	10,0	6,4
0,5 MJ/m ²	2,0	5,3	9,3	12,6*	15,6*	9,1
1,5 MJ/m ²	3,0	4,6	7,6	9,0	13,3	7,5
2,5 MJ/m ²	2,3	3,6	6,0	7,3	9,6	5,8
3,5 MJ/m ²	4,0	7,3	9,6	11,6	13,0	9,1

Média seguida de asterisco na coluna difere do controle com base no teste de Dunnet, ao nível de 5%(*) de probabilidade

$$PROACOM = -4,498 + (0,429 * SAP) - (3,035 * IR) + (1,233 * IR^2) - (0,055 * SAP * IR) \quad R^2 = 94,4$$

*, ** significativo pelo teste t ao nível de 5 e 1% de probabilidade.

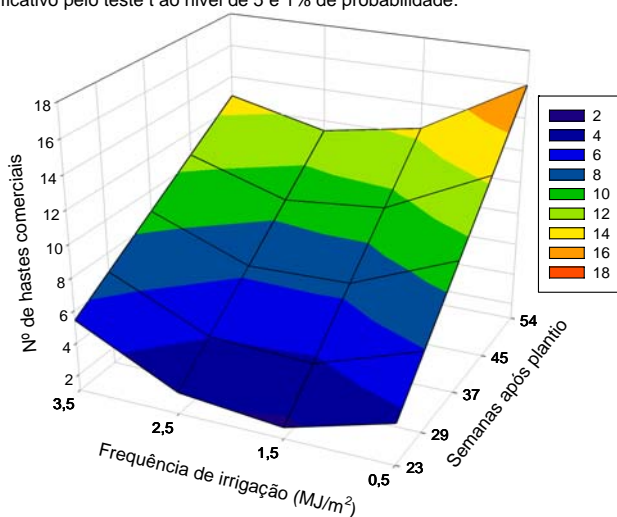


Figura 32- Estimativa da produção acumulada de hastes comerciais de gérbera em função de frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar (IR) e semanas após plantio (SAP), no período de junho de 2008 a março de 2009.

4.3.11- Produção acumulada de hastes com defeito

Houve efeito das diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar global na produção acumulada de hastes com defeito, observando-se que apenas as frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar global de 0,5 e 2,5MJ/m² produziram maior número de hastes com defeito em relação ao tratamento controle em todas as semanas avaliadas (Tabela 29).

Tabela 29- Produção acumulada de hastes florais com defeito em plantas de gérbera cultivadas em diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, em diferentes semanas após plantio, no período de junho de 2008 a março 2009.

Tratamentos	Semanas após plantio					Média
	23	29	37	45	54	
Controle	0,6	1,3	2,3	2,6	4,3	2,2
0,5 MJ/m ²	3,6**	5,3**	8,0**	10,3**	10,6**	7,6
1,5 MJ/m ²	1,0	1,6	3,0	4,3	5,0	3,0
2,5 MJ/m ²	5,6**	6,3**	7,3**	8,0**	8,6**	7,2
3,5 MJ/m ²	0,67	1,0	1,6	2,3	2,6	1,6

Média seguida de asterisco na coluna difere do controle com base no teste de Dunnet, ao nível de 1(**) e 5 (*)% de probabilidade

A Figura 33 mostra que a frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar de 0,5MJ/m² proporcionou maior produção de hastes defeituosas, enquanto a frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar de 3,5MJ/m² proporcionou menor produção. A maior produção de hastes defeituosas pela frequência de fertirrigação de 0,5MJ/m² pode ser explicada pela maior produção total, que possibilita maior número de hastes expostas ao ataque de pragas e doenças, como também favorece o aparecimento de maior número de inflorescências mal formadas.

Outro fator que também leva as hastes a serem classificadas como defeituosas é seu curvamento. A frequência de fertirrigação de 0,5MJ/m² proporcionou hastes mais longas, sendo mais propícias ao maior curvamento em resposta ao peso, como

também são mais afetadas por murchamentos temporários durante as horas mais quentes do dia. Uma vez murchas, estas hastes se curvam e após recuperar turgescência não recuperam sua linearidade original, que é critério de classificação.

Estes resultados são discordantes dos encontrados para crisântemo de corte por Farias (2006) e crisântemo de vaso por Farias et al. (2003), que observaram que maiores frequências de irrigação, baseadas em tensiômetros, reduziram o número de hastes e de plantas de vaso com defeito. Esta diferença pode ser explicada pela forma de classificação das hastes, uma vez que crisântemo de corte apresenta de 5 a 8 inflorescências/haste, e de vaso de 20 a 30 inflorescências no momento da classificação. Assim, se houver qualquer defeito em alguma inflorescência, ela pode ser retirada da haste, elevando sua qualidade, sendo que este procedimento não é possível para gérbera.

$$PRACDEF = 0,556 + (0,197SAP) - (2,809**FI) + (0,766FI^2) - (0,038**SAPFI) \quad R^2 = 91,21$$

**significativo pelo teste t ao nível de 1% de probabilidade.

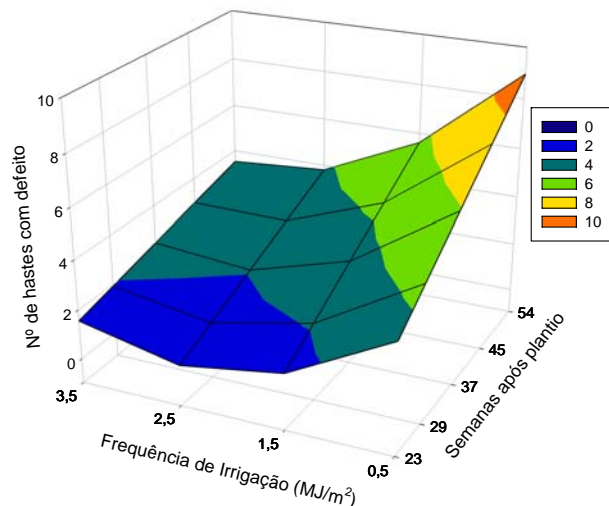


Figura 33 - Estimativa da produção acumulada de haste defeituosa em gérbera em função da frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar (IR) e semanas após plantio (SAP), no período de junho de 2008 a março 2009.

4.5.12- Produção acumulada total

Houve efeito das diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar na produção total acumulada em relação ao tratamento controle. A frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar de 0,5MJ/m² foi superior ao controle nas semanas 37, 45 e 54, e apesar de não diferir estatisticamente do controle nas semanas 23 e 29 proporcionou aumento na produção de 143,3 e 83,3%, respectivamente (Tabela 30). Já as

frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar de 1,5 e 3,5MJ/m² não diferiram do tratamento controle em nenhuma época avaliada, enquanto a frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de 2,5MJ/m² foi superior ao tratamento controle apenas na semana 23.

Em todas as frequências de fertirrigação, pode-se observar aumento na produção total de inflorescência com o decorrer do ciclo. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Dufault et al. (1990), que observaram aumento na produção total de gérbera com o aumento da idade da planta. Isto pode ser explicado pela característica que toda planta perene apresenta, ou seja, aumentar a produção com o aumento da maturidade.

Tabela 30- Produção acumulada total de hastes florais em plantas de gérbera cultivadas em diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, em diferentes semanas após plantio, no período de junho de 2008 a março 2009.

Tratamentos	Semanas após plantio					Média
	23	29	37	45	54	
Controle	2,3	6,0	9,6	11,3	14,3	8,7
0,5 MJ/m ²	5,6	11,0	17,6**	23,0**	26,3**	16,7
1,5 MJ/m ²	4,0	6,3	10,6	13,3	18,3	10,5
2,5 MJ/m ²	8,0**	10,0	13,3	15,3	18,3	13,0
3,5 MJ/m ²	2,7	6,9	9,8	12,5	13,8	10,8

Média seguida de asterisco na coluna difere do controle com base no teste de Dunnet, ao nível de 1% (**) de probabilidade

A frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de 0,5MJ/m² proporcionou maior produção de hastes, enquanto a frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar 3,5MJ/m² propiciou a menor produção, tendências mantidas em todas as épocas avaliadas (Figura 34). Este aumento da produção de gérbera com o aumento da lâmina de irrigação pode ser explicado com base no fato de que a maior lâmina não foi suficiente para proporcionar o excesso hídrico, uma vez que o excesso hídrico ocasiona redução da pressão de oxigênio (hipoxia) ou sua falta (anoxia), dificultando a respiração das raízes das plantas e, conseqüentemente, diminuindo a produção de

energia necessária para a síntese e translocação dos compostos orgânicos, desencadeando redução na fotossíntese.

Os resultados deste experimento discordam dos encontrados por Medeiros et al.(2007), que não encontraram aumento de produção com o aumento da lâmina de irrigação em gérbera de corte, variedade Rambo. Porém, são semelhantes aos encontrado para as culturas de rosa (CASARINI, 2000), alface (KALUNGU,2008), pepino (VILLAS BOAS, 2006) e tomate (SANTOS, 2002), em que a maior produção ocorreu com o aumento da lâmina de água.

$$PRACTO = 4,758 + (0,314SAP) - (4,371^{**}IR) + (1,500^{*}IR^2) - (0,096^{**}SAPIR) \quad R^2 = 97,27$$

*,** significativo pelo teste t ao nível de 5 e 1% de probabilidade.

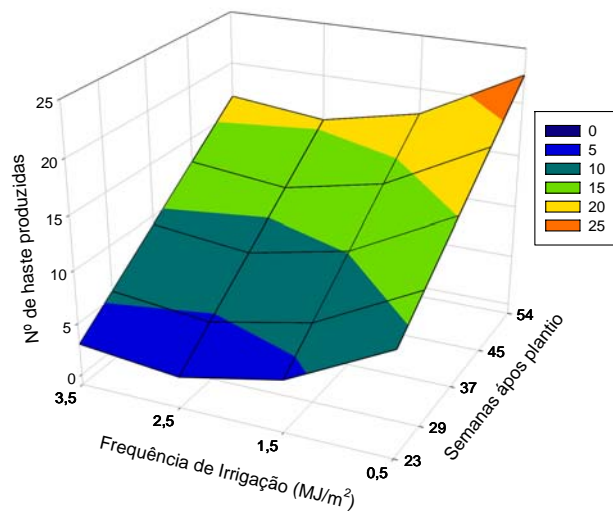


Figura 34 - Estimativa de produção total acumulada de haste de gérbera em função da frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar (IR) e semanas após plantio (SAP), no período de junho de 2008 a março 2009.

4.5.13- Número de inflorescências/planta

As diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar proporcionaram diferenças no número de inflorescências/planta em relação ao controle. A frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de 0,5MJ/m² possibilitou produção superior nas semanas 23, 37 e 45, enquanto a frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de 2,5MJ/m² resultou em maior produção na semana 23 em relação ao controle. As demais frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar não diferiram do controle ao longo das semanas avaliadas (Tabela 31). Os resultados encontrados diferem dos observados por Maloupa et al. (1996), que não observaram diferença na produção de inflorescência/planta em gérbera, variedade Fame, cultivadas em diferentes

substratos, submetidas a baixa (8 vezes/dia) e alta (16 vezes/dia) frequência de irrigação.

Não houve ajuste de modelo matemático para explicar a variação da produção de inflorescências/planta, cujo comportamento está representado na Figura 35. Pode-se observar que, em todas as semanas avaliadas, maior número de inflorescência/planta foi observado nas plantas cultivadas sob a frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de $0,5\text{MJ/m}^2$, exceto nas semanas 23 e 54.

Tabela 31- Número médio de inflorescência/planta em plantas de gérbera cultivadas em diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, em distintas semanas após plantio, no período de junho de 2008 a março 2009.

Tratamentos	Semanas após plantio					Média
	23	29	37	45	54	
Controle	0,4	0,7	0,7	0,3	0,6	0,5
0,5 MJ/m ²	1,1**	1,0	1,3**	1,0**	0,6	1,1
1,5 MJ/m ²	0,8	0,4	0,8	0,5	1,0	0,7
2,5 MJ/m ²	1,6**	0,4	0,6	0,4	0,6	0,7
3,5 MJ/m ²	0,5	0,7	0,6	0,5	0,3	0,5

Médias seguidas de asterisco na coluna diferem do controle com base no teste de Dunnett, ao nível de 1%(**) e 5%(*) de probabilidade

O número médio de inflorescências emitidas por planta por semana ao longo do experimento foi de 0,57, 1,05, 0,73, 0,73 e 0,55 para o controle e frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar correspondentes a 0,5, 1,5, 2,5 e $3,5\text{MJ/m}^2$, respectivamente. Estimando-se a produção para um ano obtêm-se 29,6, 54,6, 37,9, 37,9 e 28,6 inflorescências/planta/ano, respectivamente. Os valores obtidos no experimento são superiores as 10,6 inflorescências/planta/ano encontrados por Medeiros et al.(2007), em gérbera de corte, variedade Rambo, submetidas a diferentes lâminas de irrigação. Oldoni (2009) relata que o rendimento médio para gérbera é de 12 a 24 inflorescências/planta/ano. Comparando-se os resultados observados neste experimento, conclui-se que todas as frequências de fertirrigação proporcionaram número de inflorescência/planta superior aos relatados.

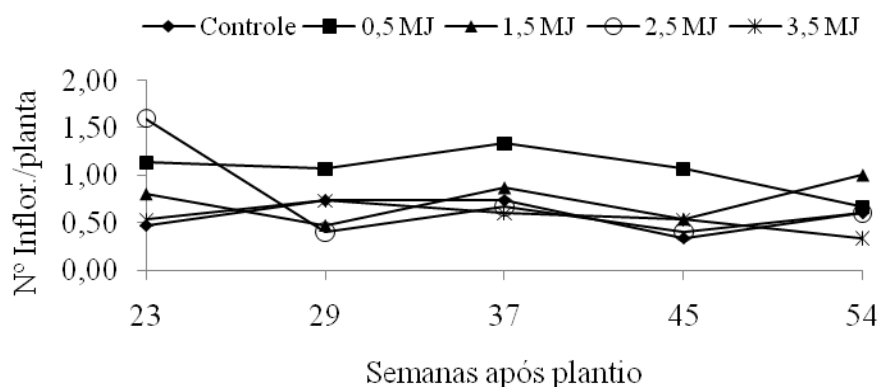


Figura 35 – Produção semanal de inflorescência/planta em gérbera cultivadas sob diferentes frequências de fertirrigação, ao longo das semanas após plantio, no período de julho de 2008 a março de 2009.

5- ANÁLISE DE CRESCIMENTO

5.1- Índice de área foliar

As diferentes frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar e o controle propiciaram diferentes índices de área foliar (IAF), cujos valores médios estão representados na Tabela 32. Observa-se que o IAF obtido na frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de $0,5\text{MJ/m}^2$ foi 56,2, 44,1, 68,8 e 65,6% maior que o IAF do controle e das frequências de fertirrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar de 1,5, 2,5 e $3,5\text{MJ/m}^2$, respectivamente. O aumento do acúmulo da irradiância solar para realizar um evento de irrigação proporcionou tendência de queda no IAF, pois ocorreram menor emissão e expansão de folhas, como pode ser verificado nas Tabelas 10 e 11. Os resultados deste experimento diferem dos observados por Viana et al. (2004), que não encontraram diferença para IAF com o aumento da lâmina de irrigação para crisântemo, variedade Calábria.

A Figura 36 mostra o comportamento do IAF ao longo das semanas após plantio. Pode-se observar que houve crescimento contínuo para IAF sob todas as frequências de fertirrigação, com maior incremento ocorrendo após a semana 36. Verifica-se maior magnitude para a frequência de fertirrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de $0,5\text{MJ/m}^2$, que proporcionou IAF de $12,32\text{m}^2/\text{m}^2$ na semana 44. Estes resultados corroboram os encontrados por Viana et al. (2004), que observaram crescimento contínuo para IAF em crisântemo com o passar dos dias após plantio.

Tabela 32- Valores médios para índice de área foliar (IAF), taxa de crescimento absoluto de raiz (TCAR), taxa de crescimento absoluto de rizoma (TCARI), taxa de crescimento absoluto de folha (TCAF) e taxa de crescimento absoluto de planta (TCAPL), em plantas de gérbera cultivadas em diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar, no período de junho 2008 a março 2009.

Tratamentos	IAF* (m ² /m ²)	TCAR* (g/semana)	TCARI* (g/semana)	TCAF* (g/semana)	TCAPL* (g/semana)
Controle	2,42	0,92	0,24	3,21	3,24
0,5 MJ/m ²	5,53	0,52	0,19	3,40	4,12
1,5 MJ/m ²	3,09	1,11	0,26	2,98	4,36
2,5 MJ/m ²	1,72	0,96	0,19	1,56	2,71
3,5 MJ/m ²	1,90	0,11	0,06	0,82	1,00
Média	2,93	0,72	0,19	2,39	3,09

(*) Dados não apresentam distribuição normal e nem homogeneidade de variância.

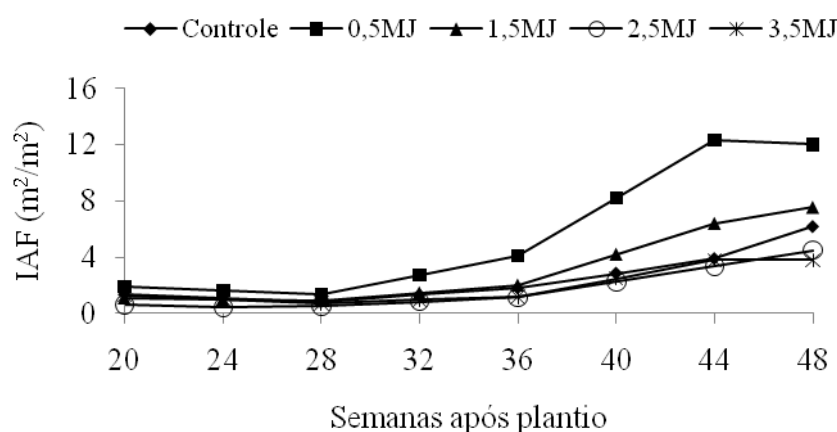


Figura 36- Índice de área foliar em plantas de gérbera cultivadas sob diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar, ao longo das semanas após plantio, no período de julho de 2008 a março de 2009.

5.2- Taxa de crescimento absoluto de raiz

Os valores médios para taxa de crescimento absoluto da raiz (TCAR) nas diferentes frequências de irrigação podem ser visualizados na Tabela 32. A maior TCAR foi proporcionada pela frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de $1,5\text{MJ/m}^2$ ($1,114\text{g/sem}$), enquanto a menor TCAR foi proporcionado pela frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de $3,5\text{MJ/m}^2$ ($0,114\text{g/sem}$).

A Figura 37 mostra o comportamento da TCAR ao longo das semanas após plantio. Entre as semanas 20 a 24 e 32 a 36, houve aumento na TCAR para todas as frequências de irrigação. A grande variação para a TCAR pode ser função do vigor das plantas durante a amostragem que pode levar a erros, uma vez que não foi possível fazer amostragem na mesma planta em coletas sucessivas. Outrossim, a grande variação pode ser função da temperatura do substrato, que, entre a semana 20 e 32, esteve abaixo do recomendado.

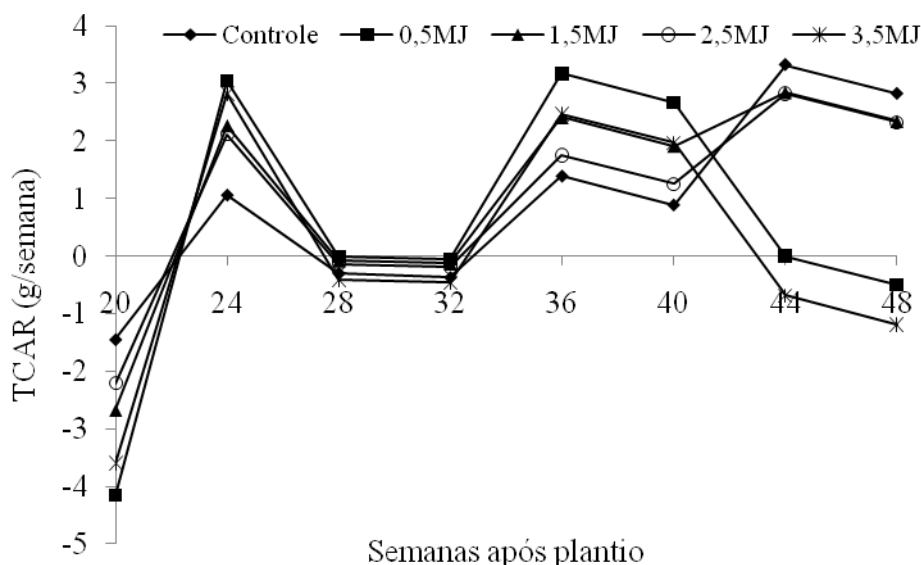


Figura 37 - Taxa de crescimento absoluto de raiz em gérbera cultivada sob diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar, ao longo das semanas após plantio, no período de julho de 2008 a março de 2009.

5.3- Taxa de crescimento absoluto de rizoma

Os valores para taxa de crescimento absoluto de rizoma (TCARI) podem ser visualizados na Tabela 32. A maior TCARI foi proporcionada pela frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de $1,5\text{MJ/m}^2$ ($0,260\text{g/sem}$), e a menor pela frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de $3,5\text{MJ/m}^2$ ($0,061\text{g/sem}$).

A Figura 38 mostra o comportamento da TCARI ao longo das semanas após o plantio. Entre as semanas 20 a 32, a TCARI apresentou valores próximos de zero para todas as frequências de irrigação, havendo rápido incremento na taxa entre as semanas 32 a 36, e queda a partir da semana 36 para as frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar de $0,5$ e $3,5\text{MJ/m}^2$, enquanto as demais frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar e o tratamento controle propiciaram aumento na TCARI entre as semanas 40 a 44.

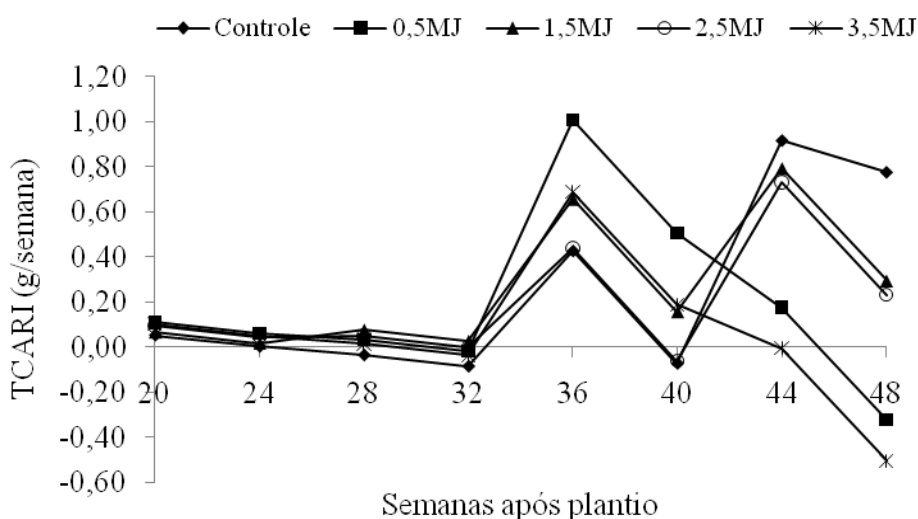


Figura 38- Taxa de crescimento absoluto de rizoma (TCARI) em gérbera cultivada sob diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar, ao longo das semanas após plantio, no período de julho de 2008 a março de 2009.

5.4- Taxa de crescimento absoluto de folha

Os valores para taxa de crescimento absoluto de folha (TCAFO) podem ser vistos na Tabela 32. A frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de $0,5\text{MJ/m}^2$ proporcionou maior TCAFO ($3,406\text{g/semana}$), enquanto a frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de $3,5\text{MJ/m}^2$ a menor TCAFO ($0,806\text{g/semana}$).

As diferentes frequências de irrigação propiciaram aumento da TCAFO até a semana 36, sendo que a frequência de irrigação de $0,5\text{MJ/m}^2$ proporcionou maior TCAFO em relação às demais neste período. Após a semana 40, houve forte queda na TCAFO para as frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar de $0,5$ e $3,5\text{MJ/m}^2$, e, com menor magnitude, para as frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar de $1,5$ e $2,5\text{MJ/m}^2$. Esta queda pode ter sido função da abscisão natural de folhas em resposta ao aumento da temperatura, o que acarretou maior evapotranspiração, bem como também ser função da remoção de folhas velhas e doentes (Figura 39).

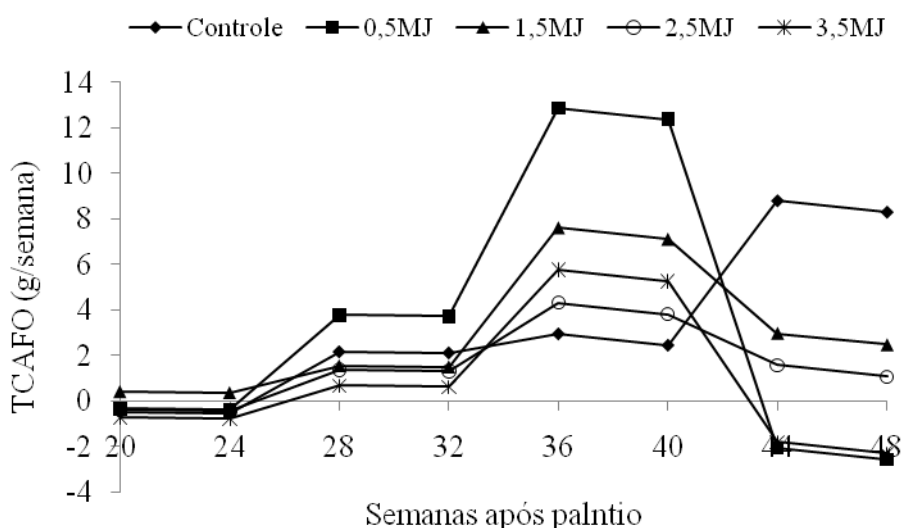


Figura 39- Taxa de crescimento absoluto de folha (TCAFO) em gérbera cultivada sob diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar, ao longo das semanas após plantio, no período de julho de 2008 a março de 2009.

5.5- Taxa de crescimento absoluto de planta

Maior taxa média de crescimento absoluto de planta (TCAPL) foi proporcionada pela frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de $1,5\text{MJ/m}^2$ ($4,363\text{g/sem}$), enquanto a frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar $3,5\text{MJ/m}^2$ proporcionou menor TCAPL ($1,001\text{g/sem}$) (Tabela 32). As frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar de $0,5$ e $1,5\text{MJ/m}^2$ proporcionaram aumento na TCAPL de $21,2\%$ e $25,6\%$ em relação ao controle, e, de modo inverso, as frequências de irrigação de $2,5$ e $3,5\text{MJ/m}^2$ proporcionaram queda na TCAPL de $16,2\%$ e $69,1\%$ em relação ao controle, respectivamente.

A Figura 40 mostra que, para todas as frequências de irrigação, houve aumento na TCAPL entre as semanas 20 a 24; entre as semanas 24 a 32 ocorreu estabilização; e entre as semanas 32 a 36, novamente aumento na TCAPL. E após a semana 36 ocorreu queda nas frequências de irrigação de $0,5$ e $3,5\text{MJ/m}^2$, como também para as frequências de irrigação de $1,5$ e $2,5\text{MJ/m}^2$, porém com menor magnitude. A baixa TCAPL entre as semanas 20 a 32 pode ser explicada pelas condições climáticas desfavoráveis ao crescimento da planta, em particular a temperatura (Figuras 6 e 7). A queda na TCAPL nas frequências de irrigação de $0,5$ e $3,5\text{MJ/m}^2$, a partir da semana 40, pode ter sido decorrência da queda da TCAFO (Figura 39).

Os resultados encontrados para TCAPL mostraram variação ao longo do ciclo e são semelhantes aos encontrados por Althaus-Ottmann et al. (2008), que, estudando Hemerocales, observaram grande variação na taxa de crescimento absoluto. A TCAPL representa o somatório das taxas de crescimento dos diversos componentes da planta, da variação da massa seca com o tempo, e também representa a capacidade de produção de fitomassa da cultura, isto é, sua produtividade primária (PEREIRA e MACHADO, 1987). Contudo, reduções podem ser observadas, que, segundo Urchei (2000), podem ser atribuídas a diversos mecanismos de respostas diretas e indiretas, como menor disponibilidade de água e diminuição na interceptação e fixação da energia luminosa por unidade de superfície do terreno, além da menor absorção de nutrientes e alterações no mecanismo hormonal.

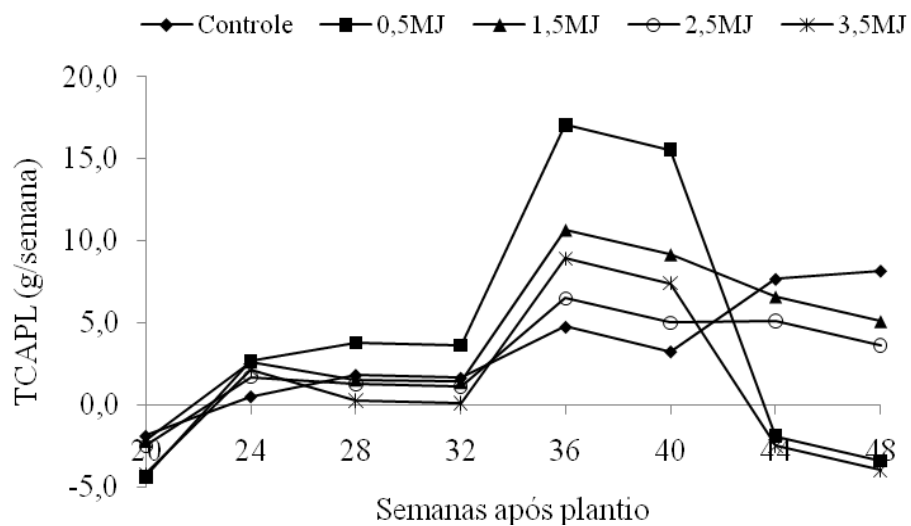


Figura 40- Taxa de crescimento absoluto de planta (TCAPL) em plantas de gérbera cultivadas sob diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar, ao longo das semanas após plantio, no período de julho de 2008 a março de 2009.

5.6 - Taxa de crescimento relativo de raiz

A média da taxa de crescimento relativo de raiz (TCRRAIZ) nas diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar pode ser observada na Tabela 33. A maior TCRRAIZ média (0,046g/g/semana) foi proporcionada pelas frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar de 1,5 e 2,5MJ/m², enquanto a frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de 3,5MJ/m² proporcionou a menor (0,008g/g/semana).

Tabela 33 - Valores médios para taxa de crescimento relativo de raiz (TCRRAIZ), taxa de crescimento relativo de rizoma (TCRRIZ), taxa de crescimento relativo de folha (TCRF) e taxa de crescimento relativo de planta (TCRPL), em plantas de gérbera cultivadas em diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar, no período de junho 2008 a março 2009.

Tratamentos	TCRRAIZ* (g.g ⁻¹ semana ⁻¹)	TCRRIZ* (g.g ⁻¹ semana ⁻¹)	TCRF* (g.g ⁻¹ semana ⁻¹)	TCRPL* (g.g ⁻¹ semana ⁻¹)
Controle	0,040	0,056	0,062	0,055
0,5 MJ/m ²	0,023	0,045	0,059	0,045
1,5 MJ/m ²	0,046	0,061	0,068	0,060
2,5 MJ/m ²	0,046	0,059	0,053	0,050
3,5 MJ/m ²	0,008	0,033	0,032	0,024
Média	0,033	0,051	0,055	0,047

(*) Dados não apresentam distribuição normal e nem homogeneidade de variância.

O comportamento da taxa de crescimento relativo de raiz (TCRRAIZ) em função das semanas após plantio encontra-se representado na Figura 41. Para TCRRAIZ, observam-se dois períodos de crescimento contínuo entre as semanas 20 a 24 e entre 32 a 36. Após a semana 36, observa-se queda contínua na TCRRAIZ para as frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar de 0,5 e 3,5MJ/m², comportamento esse não observado para as demais frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar e o tratamento controle. A queda da TCRRAIZ para a frequência de irrigação de 0,5 MJ/m² após a semana 36 foi função do envelhecimento das raízes no fundo do vaso,

enquanto para a frequência de irrigação de 3,5 MJ/m² pode ter sido pela baixa disponibilidade de água para o crescimento da raiz.

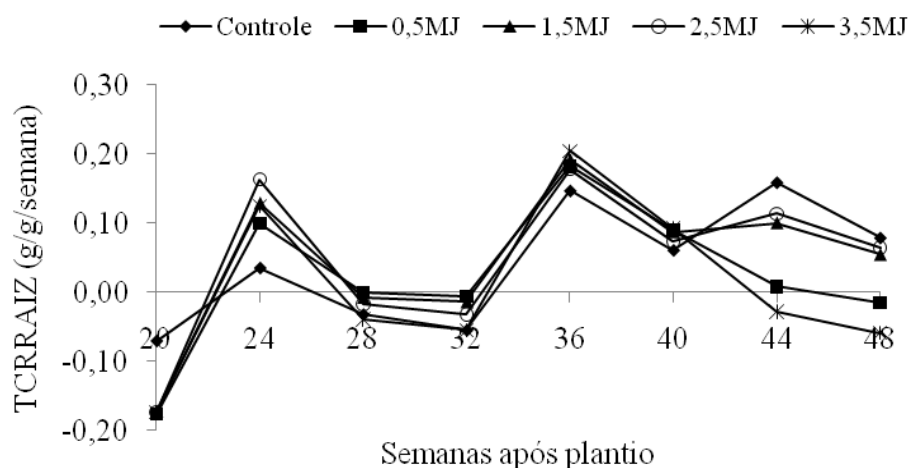


Figura 41- Taxa de crescimento relativo de raiz em plantas de gérbera cultivadas sob diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar, ao longo das semanas após plantio, no período de julho de 2008 a março de 2009

5.7- Taxa de crescimento relativo de rizoma

A média para taxa de crescimento relativo de rizoma (TCRRI), nas diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar e o tratamento controle está apresentada na Tabela 33. A frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar de 1,5MJ/m² proporcionou maior média para TCRRI (0,061g g⁻¹ semana⁻¹), enquanto a frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar de 3,5MJ/m² proporcionou a menor média para TCRRI (0,033g g⁻¹ semana⁻¹). Entre as semanas 20 a 32, observa-se queda na TCRRI para as frequências de irrigação de 3,5MJ/m² e o controle, enquanto nas demais frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar observa-se tendência de estabilização. Entre a semana 32 a 36, houve aumento na TCRRI para todas as frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar e o tratamento controle (Figura 42).

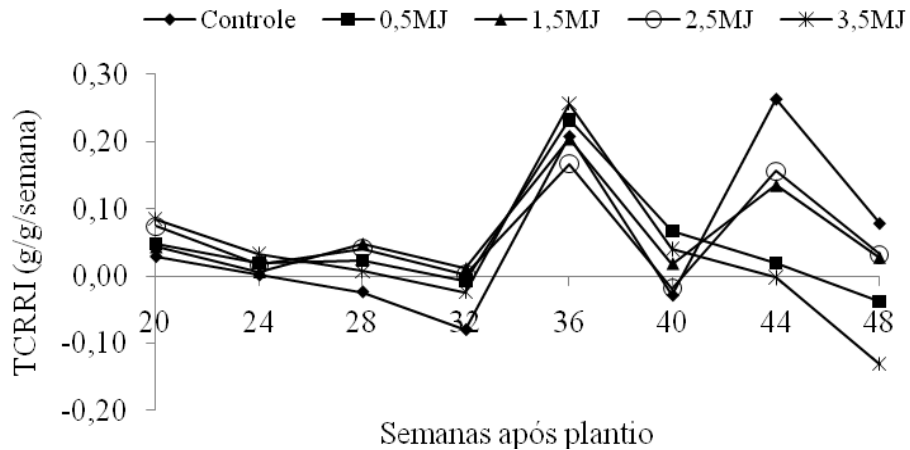


Figura 42 - Taxa de crescimento relativo de rizoma em plantas de gérbera cultivadas sob diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar, ao longo das semanas após plantio, no período de julho de 2008 a março de 2009

5.8- Taxa de crescimento relativo de folha

A média para taxa de crescimento relativo de folha (TCRF) nas diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar e o tratamento controle são mostrados na Tabela 33. A maior média para TCRF ($0,068 \text{ g g}^{-1} \text{ semana}^{-1}$) foi proporcionada pela frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de $1,5 \text{ MJ/m}^2$, enquanto a menor ($0,032 \text{ g g}^{-1} \text{ semana}^{-1}$) foi proporcionada pela frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de $3,5 \text{ MJ/m}^2$ (Tabela 33). Houve variação entre as frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar e o tratamento controle para TCRF ao longo das semanas após plantio, sendo que entre as semanas 24 a 36 ocorreram as maiores TCRF para todas as frequências de irrigação estudadas (Figura 43).

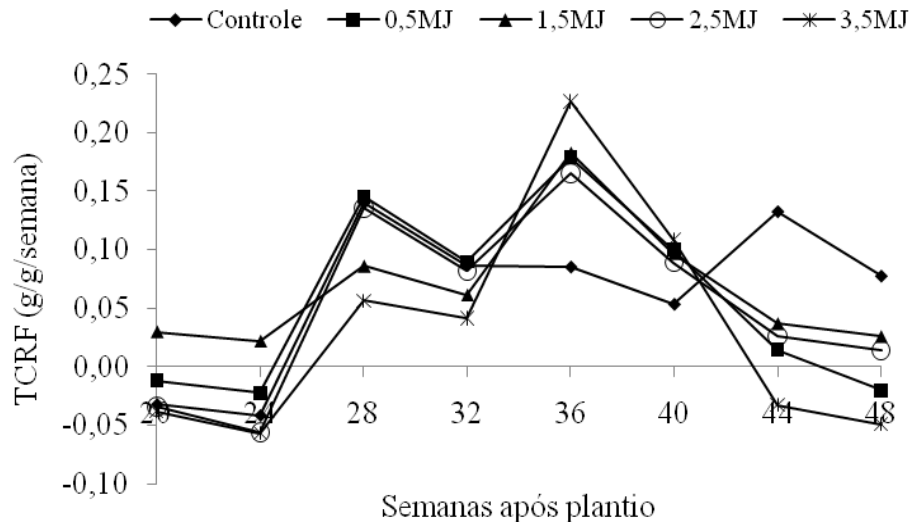


Figura 43- Taxa de crescimento relativo de folha de gérbera cultivada sob diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar, ao longo das semanas após plantio, no período de julho de 2008 a março de 2009.

5.9- Taxa de crescimento relativo de planta

A frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de $1,5\text{MJ/m}^2$ proporcionou a maior média para taxa de crescimento relativo da planta (TCRPL), $0,060\text{g g}^{-1}\text{ semana}^{-1}$, enquanto a frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar de $3,5\text{MJ/m}^2$ propiciou a menor média ($0,024\text{g g}^{-1}\text{ semana}^{-1}$). Estes valores de TCRPL são 9,09% e 56,36% maiores e menores que a TCRPL das plantas do tratamento controle, respectivamente. Os valores encontrados para TCRPL neste experimento são inferiores aos encontrados por Saad e Farias (2005) em estudo com crisântemo de vaso, que observaram TCRPL entre $0,08$ a $0,58\text{kg kg}^{-1}\text{dia}^{-1}$. Esta diferença entre os valores de TCRPL se deve ao ciclo das plantas, uma vez que o crisântemo, apesar de ser perene, é cultivado como planta de ciclo curto (ciclo de 10 a 15 semanas) e apresenta vários híbridos de rápido crescimento, o que proporciona maior taxa de crescimento relativo. A gérbera apresentou menor taxa de crescimento relativo, e no inverno estas taxas se reduziram ainda mais em função das condições climáticas, em particular a temperatura do ar e do substrato.

Observa-se aumento da média da TCRPL com o aumento do acúmulo da irradiância solar até $1,5\text{MJ/m}^2$ e, a partir deste valor, ocorre queda com o aumento do acúmulo da irradiância solar (Tabela 33). Esta queda na TCRPL para as frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar de 2,5 e $3,5\text{MJ/m}^2$ se deve ao baixo número de acionamento da motobomba de irrigação sob

estas frequências ao longo do dia, proporcionando lâmina de água inferior à exigida pela planta, ocasionando déficit hídrico.

O comportamento da taxa de crescimento relativo de planta (TCRPL) em função das semanas após plantio está representado na Figura 44. As frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo de irradiância solar resultaram em maior variação na TCRPL em relação ao controle ao longo das semanas após plantio, o que pode ter ocorrido em razão de a disponibilidade hídrica para a cultura ser dependente da irradiância solar incidente. Assim, maior valor de irradiância solar corresponde a maior acionamento da bomba de fertirrigação, ocasionando maior disponibilidade hídrica, que acarreta maior crescimento. Outro fato que deve ser mencionado é que não houve uma frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo de irradiância solar que tenha propiciado maior TCRPL em todas as semanas avaliadas

A TCRPL reflete o aumento da massa orgânica seca, em gramas, de uma planta ou de qualquer órgão dela, num intervalo de tempo, sendo função do tamanho inicial, ou seja, do material pré-existente (STEFANINI e RODRIGUES, 2003). A TCRP não é constante durante o desenvolvimento do vegetal. Os resultados obtidos neste experimento corroboram os de Althaus-Ottmann et al. (2008), que, estudando Hemerocales, encontraram aumento, redução e novamente aumento na TCRP.

Usualmente a planta apresenta uma fase de aumento rápido de TCRPL, seguida por uma diminuição relativamente contínua (BENINCASA, 1988). A falta de concordância dos dados obtidos neste experimento, com a afirmação acima, se deve ao fato de este comportamento ser observado em culturas de ciclo curto, normalmente cultivadas em épocas favoráveis o seu crescimento, o que não ocorre com plantas perenes, que ficam expostas a épocas favoráveis e desfavoráveis ao crescimento durante o cultivo, o que proporciona períodos com alternância dos valores da taxa de crescimento, ou seja, períodos com altas e períodos com baixas ou nulas taxas de crescimento.

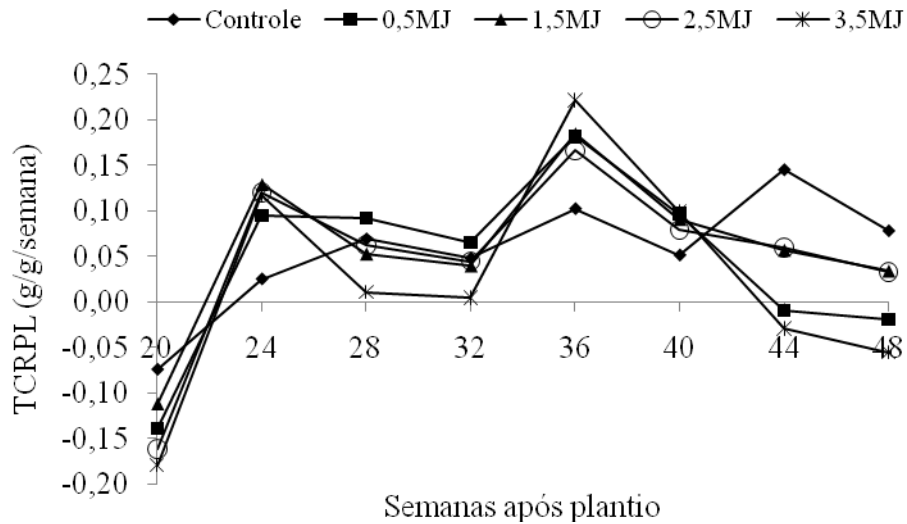


Figura 44- Taxa de crescimento relativo de plantas de gérbera cultivadas sob diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, ao longo das semanas após plantio, no período de julho de 2008 a março de 2009.

5.10- Taxa assimilatória líquida

A frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar de 2,5MJ/m² proporcionou maior média para taxa assimilatória líquida (TAL), de 10,75 g m⁻² semana⁻¹, enquanto a frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar de 3,5MJ/m² propiciou a menor média, de 5,07 g m⁻² semana⁻¹, estes valores são 6,8% e 48,2% maiores e menores que a TAL proporcionada com base no tratamento controle, respectivamente (Tabela 34).

Farias e Saad (2005), em estudo sobre crescimento e qualidade de crisântemo de vaso sob diferentes lâminas de irrigação, encontraram valores superiores para TAL variando entre 4,16 a 6,83 Kg m⁻² dia⁻¹. Esta diferença entre os valores da TAL das plantas de crisântemo pode ser explicada com base no ciclo, pois, embora sejam plantas perenes, são cultivadas sob ciclo de 90 a 110 dias, apresentam diversos híbridos de crescimento rápido e assim têm maior taxa de assimilação líquida.

Tabela 34- Valores médios para taxa de assimilação líquida (TAL), razão de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE) e eficiência de uso da água (EUA) em plantas de gérbera cultivada em diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, no período de junho 2008 a março 2009.

Tratamentos	TAL* (g m ⁻² semana ⁻¹)	RAF* (m ² g ⁻¹)	AFE* (m ² g ⁻¹)	EUA* (haste planta ⁻¹ .L ⁻¹)
Controle	9,80	0,006	0,009	0,56
0,5 MJ/m ²	6,58	0,007	0,010	0,55
1,5 MJ/m ²	9,28	0,006	0,009	1,15
2,5 MJ/m ²	10,75	0,005	0,009	1,79
3,5 MJ/m ²	5,07	0,005	0,009	3,04
Média	8,30	0,006	0,009	1,42

(*) Dados não apresentam distribuição normal e nem homogeneidade de variâncias.

O comportamento da TAL ao longo das semanas após plantio encontra-se representado na Figura 45. Observa-se variação ao longo das semanas, tendo ocorrido períodos de rápido aumento na TAL, intercalado com períodos de queda. Este comportamento ondulatório para a TAL em gérbera difere dos encontrados para outras culturas de ciclo curto, como feijão e tomate, em que ocorre queda da TAL com o aumento do tempo de cultivo (URCHEI, et al. 2000; PELUZIO, 1991), o que pode ser explicado pela senescência e abscisão de folhas, como também pela remoção de folhas velhas ou atacadas por pragas e doenças durante o cultivo de gérbera, alterando a área fotossintetizante.

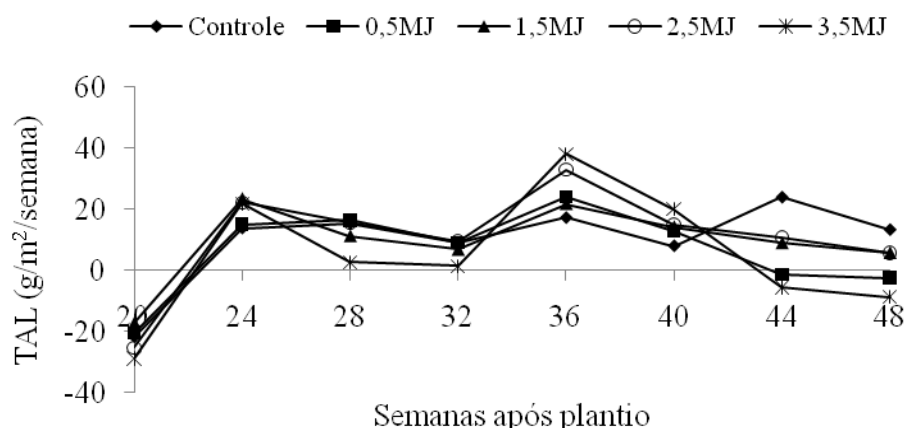


Figura 45- Taxa de assimilação líquida em gérbera cultivada sob diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, ao longo das semanas após plantio, no período de julho de 2008 a março de 2009.

5.11- Razão de área foliar

A frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar de $0,5\text{MJ/m}^2$ proporcionou maior média para razão de área foliar (RAF), $0,007\text{ m}^2\text{ g}^{-1}$, e as frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar de $2,5$ e $3,5\text{MJ/m}^2$ propiciaram a menor média, $0,005\text{ m}^2\text{ g}^{-1}$. Observa-se também redução para RAF com o aumento da frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar (Tabela 34). A razão da área foliar permite detectar a translocação e partição de assimilados para as folhas em relação à massa seca da planta toda. Assim, a queda na RAF indica que a quantidade de assimilados destinados à folha é reduzida. Gomide e Gomide (1999), em estudo sobre análise de crescimento de cultivares de *Panicum maximum* Jacq., comentam que a redução da RAF reflete a redução do sistema fotossintético em relação ao crescente peso da planta, o que representa aumento na respiração.

O comportamento da RAF ao longo das semanas após plantio encontra-se representado na Figura 46. Observa-se crescimento da RAF entre as semanas 20 a 24 e entre 28 a 36, após a semana 36 há tendência de estabilização da RAF para todas as frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar e para o tratamento controle. O comportamento observado para RAF em gérbera neste experimento difere dos observados para culturas de ciclo curto como feijão e tomate, em que se observou queda da RAF com o passar do dias (URCHEI et al. 2000; PELUZIO, 1991).

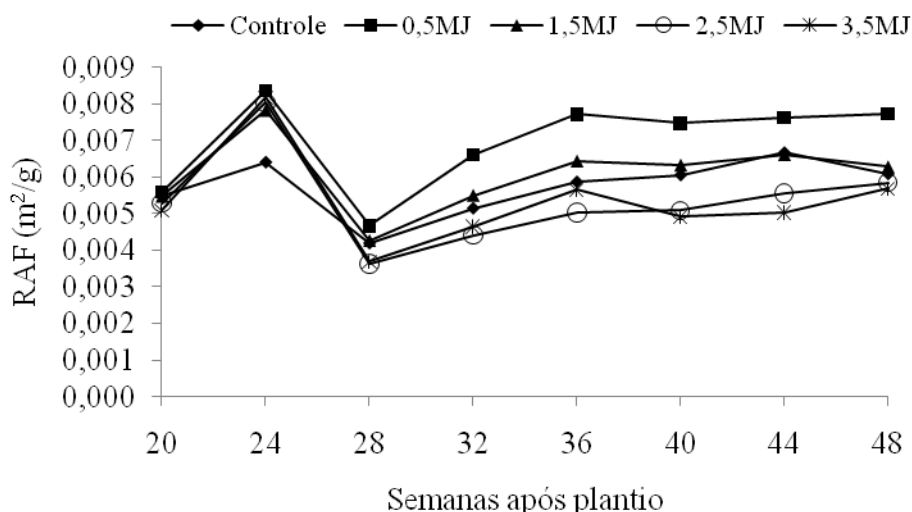


Figura 46- Razão de área foliar em gérbera cultivada sob diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, ao longo das semanas após plantio, no período de julho de 2008 a março de 2009.

Comparando a RAF com a TAL, verifica-se que, apesar de a maior TAL para a frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar ser de 2,5MJ/m², ela não proporcionou maior RAF; isto permite afirmar que para gérbera o aumento da frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar até 2,5MJ/m² favorece a taxa de fotossíntese líquida, mas compromete a expressão da área foliar útil, o que pode ser considerado resultado da capacidade da planta em se adaptar à menor disponibilidade hídrica dentro de certo limite, ou seja, quanto menor a quantidade de água disponível para a planta, menor a área foliar necessária para produzir um grama de massa seca.

5.12 - Área foliar específica

Não foram observadas diferenças entre as médias de área foliar específica (AFE) nas diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar e o tratamento controle (Tabela 34). O comportamento da AFE ao longo das semanas após plantio encontra-se representada na Figura 48. Pode-se observar queda na AFE em todas as frequências de irrigação entre as semanas 20 a 28, havendo, após a semana 28, tendência de estabilização para todas as frequências de irrigação.

A AFE expressa a razão entre a área foliar e a massa seca foliar. Assim, o declínio na AFE é resultado da redução ou paralisação na expansão da área foliar, aliado a um incremento na taxa de senescência e abscisão foliar, fato que pode

explicar a queda ocorrida na AFE nas semanas 20 a 28 (Figura 47). Outra evidência que reforça este fato é a baixa temperatura registrada neste período (Figuras 6 e 7). A tendência de estabilização da AFE após as semana 32 pode ser consequência do crescimento vegetativo da planta juntamente com a maior exportação de fotoassimilados para outras partes, como inflorescências.

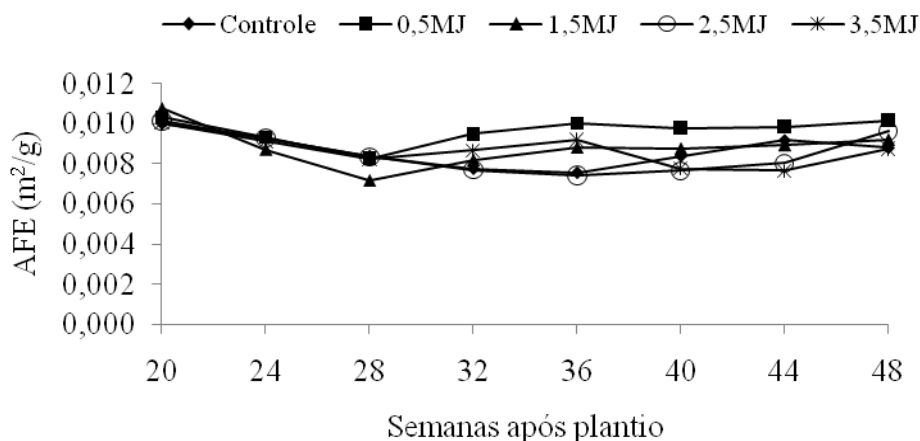


Figura 47- Área foliar específica em gérbera cultivada sob diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, ao longo das semanas após plantio, no período de julho de 2008 a março de 2009.

5.13 - Eficiência de uso da água

Maior eficiência de uso da água (EUA) foi proporcionada pela frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar de 3,5MJ/m², sendo 81,5, 82,1, 62,5 e 41,2% maior que o tratamento controle e as frequência de irrigação estabelecidas pela irradiância solar de 0,5, 1,5 e 2,5MJ/m², respectivamente. Para as frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, ocorreu decréscimo na eficiência do uso da água com o aumento da frequência de irrigação (Tabela 34). Este decréscimo na EUA foi causado pelo aumento do volume de água aplicado nas menores frequências de irrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar, uma vez que a produção de inflorescências não aumentou proporcionalmente ao aumento do volume de água aplicado. Assim, para a produção de uma haste, são necessários 1,81; 0,87; 0,55 e 0,32L de água para as frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar de 0,5, 1,5, 2,5 e 3,5MJ/m², respectivamente, e para o tratamento controle de 1,78L de água.

A Figura 48 mostra o comportamento da EUA nos diferentes intervalos de irrigação, observando-se que a frequência de irrigação estabelecida com base no

acúmulo da irradiância solar de 3,5MJ/m² proporcionou maior EUA em todas as épocas avaliadas em relação à frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar de 0,5 MJ/m² e ao controle. A maior EUA para as frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar de 2,5 e 3,5MJ/m² foi em função da menor disponibilidade hídrica a que estas plantas estavam submetidas, conforme pode ser visto na Tabela 5. Resultado semelhante foi observado por Casarini (2000), que encontrou aumento da EUA com redução da lâmina de água aplicada em roseira.

Comparando a EUA com a produção total de hastes, observa-se que maior EUA foi obtida na menor produção total de haste. Assim, a utilização da frequência de irrigação com maior EUA pode trazer prejuízo financeiros ao produtor em decorrência da menor produção e qualidade das hastes florais (Figura 49).

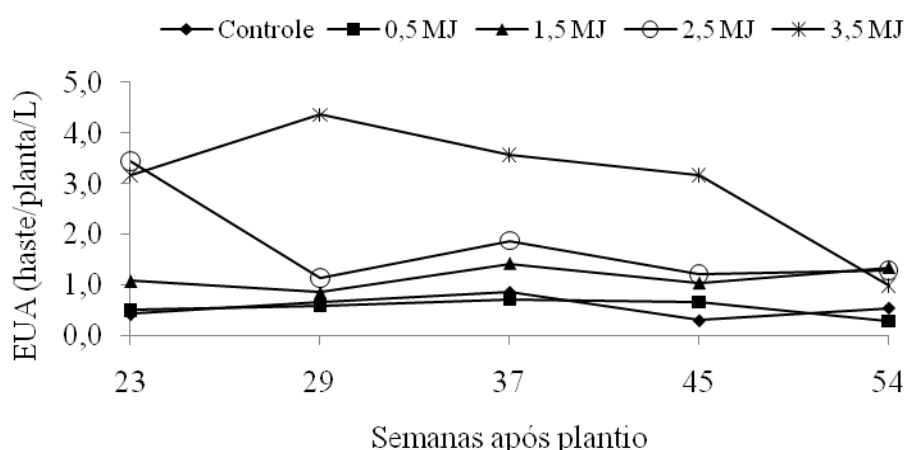


Figura 48- Eficiência do uso da água em plantas de gérbera após plantio cultivadas sob diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, no período de julho de 2008 a março de 2009.

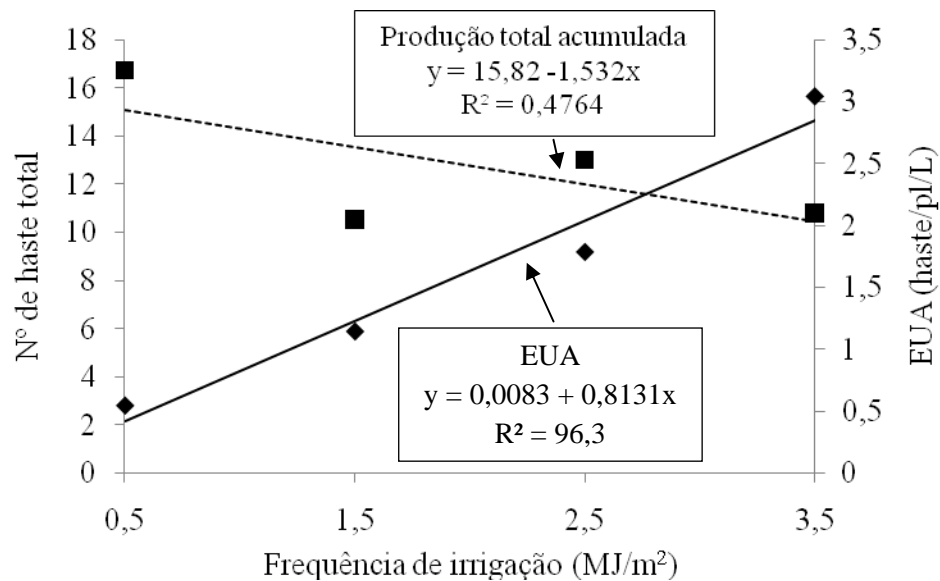


Figura 49- Relação entre produção acumulada total de hastes florais de gérbera e eficiência do uso da água (EUA) em diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar.

5.14 - PARTIÇÃO DE MASSA SECA

5.14.1- Partição de massa seca para raiz

As diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar não proporcionaram diferença em relação ao controle para partição de massa seca para raiz, com base no teste de Dunnett. As médias de partição de massa seca nos diferentes intervalos de irrigação podem se vistas na Tabela 35.

Pode-se observar que o aumento da frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar proporciona aumento na partição de massa seca para raiz. Esta maior partição se deve à necessidade de maior área do sistema radicular para aumentar a capacidade de absorção de água, pois com o aumento da frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar ocorre redução no volume de água fornecida à planta.

Tabela 35- Valores médios de partição de massa seca para raiz, rizoma e folha em plantas de gérbera, cultivadas em diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, no período de junho de 2008 a março 2009.

Tratamentos	Raiz (%)	Rizoma (%)	Folha (%)
Controle	29,44	6,58	63,99
0,5 MJ/m ²	26,36	5,83	67,81
1,5 MJ/m ²	28,98	6,20	64,82
2,5 MJ/m ²	34,47	7,56	58,08
3,5 MJ/m ²	37,28	6,49	56,29
Média	31,31	6,53	62,20

A Figura 50 mostra o comportamento da partição de massa seca para raiz durante as semanas após plantio. Em todas as semanas avaliadas, as frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar de 3,5 e 2,5MJ/m² proporcionaram maior partição de massa seca para as raízes que as demais frequências. Todas as frequência de irrigação propiciaram comportamento semelhante para partição de massa seca de raiz ao longo das semanas após plantio. A partir da semana 28, observa-se queda na partição de massa seca para raiz até a semana 36, após a qual a partição se estabiliza, podendo ser devida ao fato de nesta semana a raiz já haver atingido o fundo do vaso, iniciando o processo de enovelamento, não havendo mais crescimento em profundidade.

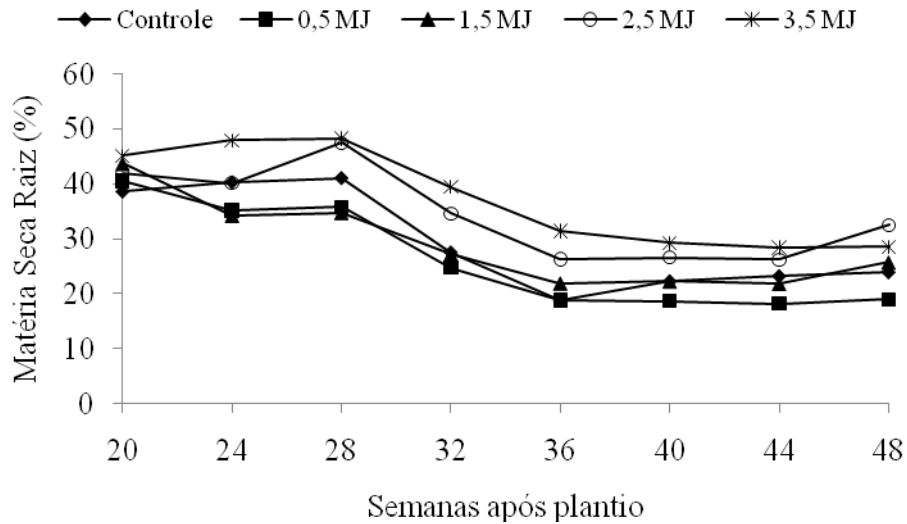


Figura 50- Partição de massa seca para raiz em plantas de gérbera cultivadas sob diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, no período de julho de 2008 a março de 2009.

5.14.2- Partição de massa seca para rizoma

Para partição de massa seca para rizoma, as frequência de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar não proporcionaram diferença significativa em relação ao controle (Tabela 35). As frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar de irrigação de 1,5 e 2,5 MJ/m² tiveram tendência de maior partição de massa seca para rizoma em relação ao controle. Este maior investimento em rizoma pode ter sido uma estratégia da planta para aumentar a área de emissão de raízes, visando a aumentar a captação de água. De forma inversa, a frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar de 0,5MJ/m² resultou na menor partição em relação ao controle, provavelmente, devido ao fato de esta frequência de irrigação ter propiciado adequado suprimento hídrico à planta.

A Figura 51 mostra a partição de massa seca de rizoma ao longo das semanas após plantio. Entre as semanas 20 a 24, observa-se aumento da partição de massa seca para rizoma e queda entre as semanas 24 a 28, ocorrendo estabilização da partição após esta semana.

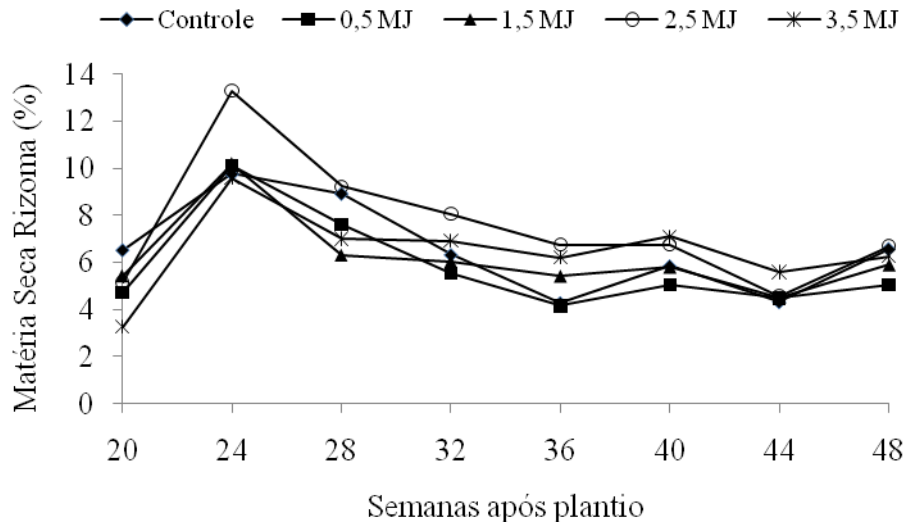


Figura 51 - Partição de massa seca para rizoma em plantas de gérbera cultivadas sob diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, ao longo das semanas após plantio, no período de julho de 2008 a março de 2009

5.14.3- Partição de massa seca para folha

As diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar não proporcionaram diferenças significativa na partição de massa seca para folha em relação ao controle (Tabela 35). Observa-se queda na média de partição de massa seca para folha com o aumento da frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar.

Na Figura 52 pode-se observar que, entre as semanas 20 a 28 e 36 a 48 após plantio, a partição de massa seca para folha teve tendência de se estabilizar, enquanto entre as semanas 28 a 36 houve aumento da partição de massa seca para folhas. Este aumento pode ter ocorrido em função do aumento da temperatura do ambiente (Figura 3). Ao longo das semanas de plantio, a frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar de $0,5\text{MJ/m}^2$ proporcionou maior partição de massa seca para folhas, enquanto a frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância solar de $3,5\text{MJ/m}^2$ proporcionou a menor partição. A maioria das espécies aloca a maior parte dos seus fotoassimilados na parte aérea, e sob déficits hídricos moderados, ocorre redução ou inibição da expansão foliar, reduzindo o consumo de carbono e energia, proporcionando menor distribuição de assimilados para as folhas (TAIZ E ZEIGER, 2004).

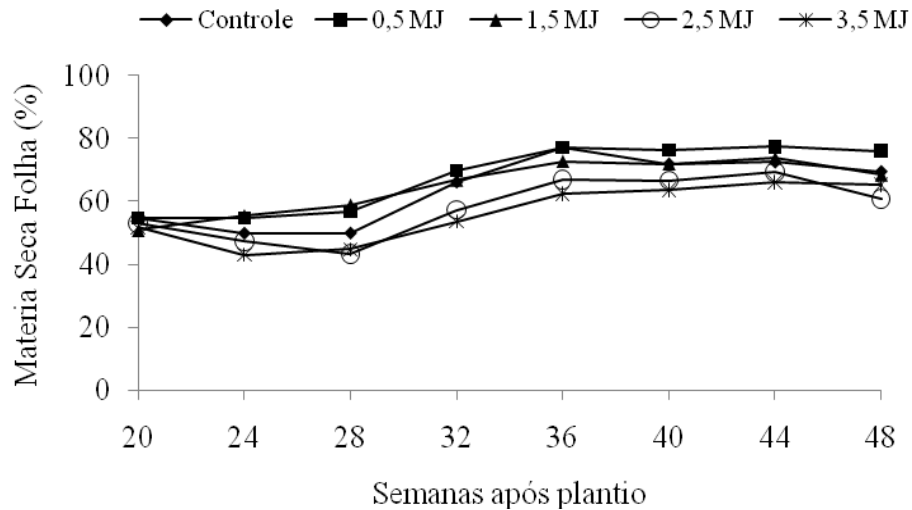


Figura 52- Partição de massa seca para folha em plantas de gérbera cultivadas sob diferentes frequências de irrigação estabelecidas com base no acúmulo da irradiância solar, ao longo das semanas após plantio, no período de julho de 2008 a março de 2009.

Comparando a partição de massa seca de raiz com a de folhas, observa-se inversão de dreno preferencial ao longo das semanas após plantio, ou seja, entre as semanas 20 a 28 há maior partição de massa seca para raiz, enquanto para folha é baixa. Entre a semana 28 a 36, observam-se queda de partição para raiz e aumento para folha, e após a semana 36, maior partição para folha do que para raiz, independentemente da frequência de irrigação a que as plantas de gérbera foram submetidas. Assim, fica evidente a predominância de alocação de massa seca para folhas em planta de gérbera, sendo esta predominância mais evidente na primavera (semana 28 a 44) do que no inverno (semana 17 a 24), enquanto, independentemente da estação do ano, a partição de massa seca para rizoma é quase constante entre as estações (Figura 53).

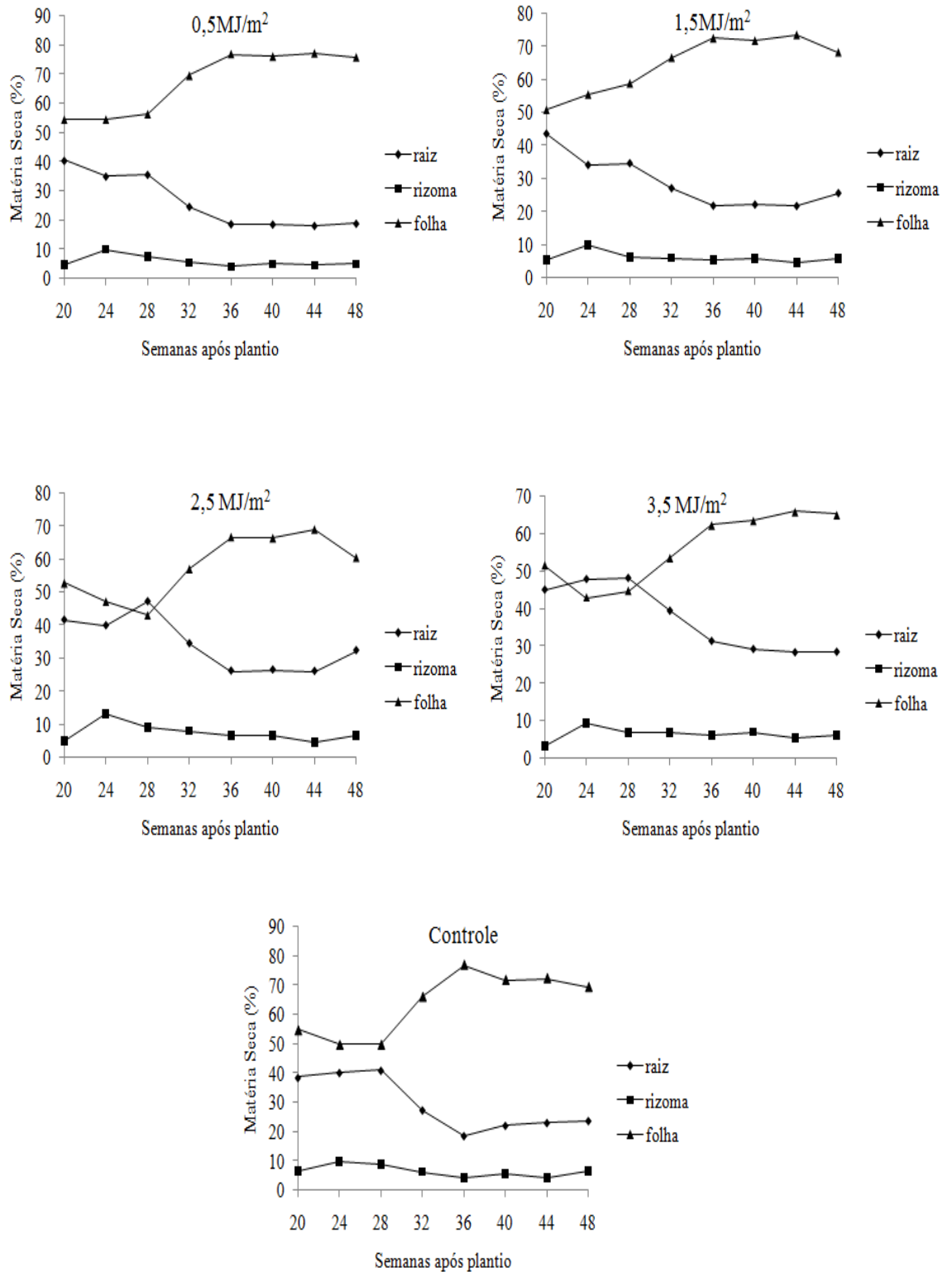


Figura 53 - Distribuição de massa seca, em porcentagem do total, em plantas de gérbera em diferentes frequências de irrigação, em experimento conduzido de julho de 2008 a janeiro de 2009.

6- CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que:

- houve variação da irradiância solar global e luz diária integral incidente dentro da casa de vegetação durante o período de cultivo, sendo 30,5 e 56% menores que a faixa recomendada na literatura, respectivamente;
- a temperatura diurna e noturna dentro da casa de vegetação variou durante o período de cultivo, com média de 23,0 e 18°C, respectivamente, médias dentro das faixas recomendadas de cultivo;
- a temperatura do substrato variou durante o ano, com média de 20°C, média maior que o limite mínimo para temperatura de substrato de 15°C;
- a frequência de irrigação estabelecida com base no acúmulo da irradiância substituiu o controle temporizado no manejo da irrigação em plantas de gérbera, pois proporcionou maior crescimento vegetativo, maior qualidade e produção de gérbera, tendo propiciado adequada distribuição e volume aplicado de solução nutritiva ao longo do dia;
- os eventos de irrigação, durante o período de cultivo da gérbera de corte, devem ser realizados quando o valor acumulado da irradiância solar global atingir 0,5MJ/m², uma vez que propiciou maior área foliar, massa seca de planta, comprimento de haste floral, produção de hastes comerciais/semana e maior produção acumulada de hastes comerciais;
- as diferentes frequências de irrigação não propiciaram diferenças significativas nos índices fisiológicos, sendo a maior variação proporcionada pela época de avaliação, demonstrando a capacidade adaptativa da gérbera ao regime hídrico.

7 - BIBLIOGRAFIA.

ABOU-HADID, A.F., EL-SHINAWY, M. Z., EL-OKSH, I., GOMAA, H., COCKSHULL, K. E. Studies on water consumption of sweet pepper under plastic house. **Acta Horticulturae**, 366, p. 365-371 1994

ÁLVAREZ, S., NAVARRO, A., BAÑON, S., SÁNCHEZ-BLANCO, M.J. , Regulated deficit irrigation in potted Dianthus plants: Effects of severe and moderate water stress on growth and physiological responses. **Sci. Hortic.** (2009), doi:10.1016/j.scienta.2009.06.030

ALVES, A. M. **Produtividade da roseira sob diferentes níveis de irrigação, volume de substrato e número de drenos por vaso.** 2006. 53p. (Dissertação mestrado). Universidade Federal do Ceará.

ASSIS, S. Efeito da orientação da estufa de polietileno a irradiância solar em estações distintas do ano. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.12, n.2 p. 219-226.2004

BAYTORUN, N., ABAK, K., TOKGOZ, H., ALTUNTAS, O. Effect of different greenhouse covering materials on inside climate and on the development of tomato plants. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.366, p125-132,1994

BELLÉ, S. **Sistemas de irrigação e concentrações de adubação complementar na produção de gébera jamesonii cv. 1187 em vaso.** 1998. 122 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia)–Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas.** Jaboticabal: UNESP – Campus de Jaboticabal, 1988. 41 p.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação.** 6ª ed. Viçosa: UFV, 1995. 657p.

BORGES, E. M. **Rendimento, qualidade e precocidade de gladiolo irrigado no Recôncavo baiano.** 2005. 64p.(Dissertação de Mestrado)- Universidade Federal da Bahia.

BRUN, R.; MONTARONE, M.. pH du milieu et réaction de la plante: différences spécifiques et variétales. In: BLANC, D. (Coord.) **Les cultures hors sol.** Paris: Institut National de la Recherche Agronomique, 1987. p. 171-185.

CABALLERO, M.; MANSITO, P.; ZIESLIN, N. Water use and crop productivity of roses growing on volcanic Iapilli(pican) in canary islands. **Acta Horticulturae.**, Wageningen, n. 424, p. 4144,1996.

CAMACHO, M.J.; ASSIS, F.N. do; MARTINS, S.R.; MENDEZ, M.E.G. Avaliação de elementos meteorológicos em estufa plástica em Com base notas, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 3, p. 19-24, 1995.

CAMERON, R.W.F., HARRISON-MURRAY, R.S., SCOTT, M.A.,. The use of controlled water stress to manipulate growth of container-grown Rhododendron cv. Hoppy. **J. Hort. Sci. Biotechnol.** 74, 161–169. 1999

CARVALHO, J., SANTANA, M., QUEIROZ, T. M., SEDO, C., NANNETTI, D. Efeitos de diferentes níveis de déficit hídrico e de doses de nitrogênio sobre a produção de pimentão. **Eng. Agríc.**, v.21, n.3, p.262-9, 2001.

CASARINI, E. **Manejo da irrigação na cultura da roseira cultivada em ambiente protegido**. Piracicaba 2000. 66p (dissertação de mestrado)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

CAVINS, T.J. et al. **Monitoring and managing pH and EC using the PourThru extraction method**. Raleigh: Horticulture Information, 2000. 17 p.

CERMEÑO, ZS. **Cultivo de plantas horticolas em estufa**. Litexa: Ed. Lisboa, 1993. 366 p.

CODD, L.E. The story of the Barberton daisy, *Gerbera jamesonii*. **Void & Flora**, Johannesburgo, v.65, n. 4, p. 114-115, Dez. 1979.

COKSHULL, K.E.; GRAVES, C.J.; CAVE, R.J. The influence of shading on yield of glasshouse tomatoes. **Journal of Horticultural Science**, Bangor, v. 67, p. 11-24, 1992.

CUNHA, A.R.; ESCOBEDO, J.F. Alterações micrometeorológicas causadas pela estufa plásticas e seus efeitos no crescimento e produção da cultura do pimentão. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 15-26, 2003.

DALMAGO, GA.; HELDWEIN, A.B.; BURIOL, GA.; LUZZA, J.; TAZZO, IF.; TRENTIN, G. Evapotranspiração máxima e coeficiente de cultura do pimentão em estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 3341, 2003.

de GRAAF-van der ZANDE, M. T., Watering strategies in bedding plant culture: effect on plant growth and keeping quality. **Acta Horticulturae** 272, p. 191- 196. 1990

DOBASHI et al. Avaliação do crescimento da boca de leão (*Antirrhinum majus*) submetidos a diferentes níveis de deficiências hídricas. 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

FACCIOLI, G.G. **Determinação da evapotranspiração de referência e da cultura da alface em condições de casa - de- vegetação**. 1998. 85 p. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

FAKHRI, M. N.; MALOUPA, E.; GERASOPOULOS, D. Effects of substrate and frequency of irrigation on yield and quality of three *Gerbera jamesonii* cultivars. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 408, p. 14-45, 1995.

FANELA, T. L. M. et al. Influência de diferentes níveis de tensão de água na cultura da gérbera desenvolvida em substrato. In: MOSTRA CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2.; MOSTRA CIENTÍFICA DA FMVZ, 10.; REUNIÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO LAGEADO,13., 2006, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 2006. 1 CDROM.

FARIAS, J. R.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S.R. Evapotranspiração no interior de estufas plásticas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2,p.17-22, 1994.

FARIAS, M.F. **Manejo da irrigação na cultura do crisântemo (*Dendranthema grandiflora*) cultivado em vaso, em ambiente protegido**. 2003. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Irrigação e Drenagem) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

FARIAS, M.F.; SAAD, J. C. C.; BÔAS, R. L. V. Manejo da irrigação na cultura do crisântemo em vaso, cultivar Rage, cultivado em ambiente protegido. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 24, n.1, p. 51-56, 2004.

FERNANDES, A. L. T. **Monitoramento da cultura do crisântemo em estufa através do uso de lisímetro e estação agrometeorológica automatizados**. (Dissertação mestrado),ESALQ 1996. 96p

FOLEGATTI, M.V.; SCATOLINI, ME; PAZ, V.P.S.; PEREIRA, A.R.; FRIZZONE, J.A. Efeitos da cobertura plástica sobre os elementos meteorológicos e evapotranspiração da cultura do crisântemo em estufa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 155-163, 1997.

FRANDESCATO, R. D. C. **Influencia de frequência de irrigação, substrato e adubo de liberação lenta na produção do porta enxerto cítrico limão cravo(*Citrus limonia* Osbeck)** 1995 98p. dissertação (mestrado em Agronomia/ Irrigação e Drenagem) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz- Piracicaba.

GALVANI, E. **Avaliação agrometeorológica do cultivo do pepino (*cucumis sativus* L.) em ambiente protegido e a campo, em ciclos do outono-inverno e primavera-verão**. 2001. 124 p. Tese. (Doutorado em Energia na Agricultura) — Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho”, Botucatu, 2001.

GATES, D.M. **Energy exchange and transpiration**. Berlin: Springer-Verlag, 1976. p. 137-147.

GHEYI, H. R., SOUSA, A. A. , DAMASCENO, F.A.V. et al. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande. UFPB. 1994. 306p

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Análise de crescimento de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 4, p. 675-680, 1999.

GUISELINI, C. **Microclima na produção de gerbera em ambiente protegido com diferentes tipos de cobertura**. 2002. 53 p. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) — Escola Superior do Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade do São Paulo, Piracicaba, 2002.

IBRAFLOR. **Padrão IBRAFLOR de qualidade**. Campinas: Instituto Brasileiro de Floricultura, 2000. 87p.

INFOAGRO. **El cultivo de la gerbera**. Disponível em: <<http://www.infoagro.com/flores/flores/gerbera.htm>>. Acesso em: 15 junho. 2008.

JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M.S. Mercado interno para os produtos da floricultura brasileira: características, tendências e importância socioeconômica recente. **Rev. Bras.de Hort. Ornam.** v. 14, n.1, p. 37 - 52, 2008.

KALUNGU, J.W. **Resposta de tomateiro a diferentes lâminas de irrigação, doses de potássio, cobertura do solo em ambiente protegido**. 2008. 80p Dissertação (mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

KASPERBAUER, M.J. Light and plant development. In: WILKINSON, RE. (Ed.). **Plant environment interactions**. NewYork: Marcel Dekker, 1994. chap. 4, p. 83-123.

KATSOULAS, N.; KITTAS, C., DIMOKAS, G. , LYKAS , CH. Effect of Irrigation Frequency on Rose Flower Production and Quality. **Biosystems Engineering** 93 (2), 237–244. 2006

KESSLER, J.R. **Greenhouse production of gerbera daisies. Alabama cooperative extension system: ANR-1144**. Alburn: Alburn University, 1999. Disponível em: <http://www.aces.edu/pubs/doc/A/ANR-1144-ANR_1144.pdf> Acesso em: 04 maio de 2008.

KIEHL, P.A., LIETH, J.H, BURGER, D. W. Growth Response of chrysanthemum to various container medium moisture tension levels. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 117(2),p. 224-229. 1992

KIRKHAM, M.B. **Principles of soil and plant water relations**. 1ªed., Elsevier, 2005. 500p

KITTAS, C.; BAILLE, A.; GIAGLARAS, P. Influence of covering material and shading on the spectral distribution of light in greenhouse. **J. of Agri. Eng. Res.**, Ohio, v. 73, p. 341-351, 1999.

LEFFRING, L. Effects of daylength and temperature on shoot and flower production of Gerbera. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 51, p. 263-265, 1975.

- LEITE, CA.; FAGNANI, M.A. Resposta de *Lilium longiflorum*. var São José à mudanças de espectro de luz propiciado por malha de transmissão diferenciada. CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14., 2005, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira Agrometeorologia, 2005. 1 CD-ROOM.
- LEPORI, G.; FRACESCHETTI, U.; NASSI, M.O.; The effects of solar radiation on some genotypes of gerbera. In: QUAGLIOTTI, L.; BALDI, A. (Ed.). **Eucarpia meeting on genetics and breeding of carnation and gerbera**. Turin: Institute of Plant Breeding and Seed Production, 1979. p. 245-254.
- LORENZO, P., MEDRANO, E., SÁNCHEZ-GUERRERO, M.C. Greenhouse crop transpiration: an implement to soilless irrigation management. **Acta Horticulturae.**, Wageningen, n. 458, p:113-118,1998
- MALOUPA, E., FAKRI, M.N., CARTZOULAKIS, K., GERASOPOULOS, D. Effects of substrate and irrigation frequency on growth, gas exchange and yield of gerbera cv. Fame. **Adv. Hort. Sci.** 10,p.195-198. 1996
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA), Instrução Normativa SDA Nº 17. Diário Oficial da União- Seção 1, nº 99, 24 de maio de 2007. **Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos para Plantas e Condicionadores de Solo**. Brasília, 2007.
- MASCARINI, L., DELFINO, O.S., MASCARINI, ALBA, VILLELA, F., PETASNE, V.C. Estimación de la evapotranspiración de dos cultivares de *Gerbera jamesonii* em condiciones de hidroponia. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. v.9. n:1.p 45-52, 2003.
- MEDEIROS, S. S., SOARES, F. A. L., GHEYI, H. R., FERNANDES, P.D. Uso de água residual de origem urbana no cultivo de gérberras: Efeitos nos componentes de produção. **Eng. Agríc.**, v.27, n.2, p.569-578. 2007
- MEJIAS, R. J.; RUANO, M. C. **El cultivo industrial de plantas en macetas**. Reus: Ed de Horticultura, 1990. 664 p.
- MERCURIO, G. **Gerbera cultivation in greenhouse**. 1ed. Italy, Schereus .2002. 206p
- MORVANT, J.K., DOLE, J.M., COLE, J.C., Irrigation frequency and system affect poinsettia growth, water use, and runoff. **HortScience**, 33(1), p. 42-46 1998
- OLIVEIRA, C. S. H. et al. Consumo de água pela cultura da gébera submetida a diferentes tensões. In: MOSTRA CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2.; MOSTRA CIENTÍFICA DA FMVZ, 10.; REUNIÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO LAGEADO, 13., 2006, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 2006. 1 CD-ROM.

- PANDORFI, C. G. **Manejo da cobertura em ambiente protegido: alterações micrometeorológicas e efeitos na produção e qualidade de gérberras.** (Tese doutorado) ESALQ-Piracicaba.2006. 95p.
- PELUZIO, J.M. **Crescimento e partição de assimilados em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) após a poda apical.** Viçosa- UFV, 1991 (Tese de Mestrado)
- REGO, J.L., VIANA, T.V.A., AZEVEDO, B.M. , BASTOS, F.G.C., GONDIM, R.S. Efeitos de níveis de irrigação sobre a cultura do crisântemo. **Revista Ciência Agronômica.** Fortaleza: v.35, n.2, p.302 – 308, 2004.
- RESH, H.M. **Cultivos hidroponicos: nuevas técnicas e producción.** 4. ed. Madrid: Ediciones Mundi- Prensa, 1997. 509 p.
- RICHTHER, M. More compact pot gerberas through water stress. **Gartenbaumagazin,** Munster, v. 5, n. 8, p. 39-41, 1996. Resumo no CAB Abstracts 1996-4/98.
- ROH, M.Y.; LEE, Y.B. Control of amount and frequency of irrigation according to integrated solar radiation in cucumber substrate culture. **Acta Horticulturae,** , v.440, n.1, p.332-337, 1996.
- SÁNCHEZ-BLANCO, M.J., FERRÁNDEZ, T., NAVARRO, A., BAÑÓN, S., ALARCÓN, J.J. Effects of irrigation and air humidity preconditioning on water relations, growth and survival of *Rosmarinus officinalis* plants during and after transplanting. **J. Plant Physiol.** 161, 1133–1142. 2004
- SÁNCHEZ-BLANCO, M.J., RODRÍGUEZ, P., MORALES, M.A., ORTUÑO, M.F., TORRECILLAS, A.,. Comparative growth and water relation of *Cistus albidus* and *Cistus monspeliensis* plants during water deficit conditions and recovery. **Plant Sci.** 162, 107– 113. 2002
- SANTOS, D. S. dos. **Efeito da tensão de água no solo, na cultura do pepino (*Cucumis sativus* L.), utilizando sistema de irrigação automatizado.** 2002. 60 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- SGANZERLA E. **Nova agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos.** 5ª. ed. Guaíba: Agropecuária. 342p. 1995
- SPAARGAREN, J. J **Supplemental lighting for greenhouse crops.** Hortilux Scréder and P.L. Systems ed. 178p. 2001
- SINGH, A. K. **Flower Crops: Cultivation and Management.** Ed. New India Publishing. 436p. 2006
- SPANOMITSIOS, G. K.; MALOUPA, E. M.; GRAFIADELLIS, M. I. The effect of various environmental factors on of greenhouse gerbera plants. **Acta Horticulturae,** n. 408, p.119-127, 1995.

STANHILL, G.; SCHOLTE ALBERS, J. Solar radiation and water loss from glasshouse roses. **J. of the Am. Soc. Hort. Sci.**, v.99, n.2, p.107-110, 1974.

STEFANINI M. B.; RODRIGUES, S. D. Efeito do ácido giberélico, no desenvolvimento de plantas de estévia (*Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni). **Científica**, v. 31, n. 1, p. 31-41, 2003.

STEIDLE NETO, A.J. **Sistema computadorizado para preparo e aplicação de soluções nutritivas com base na estimativa da transpiração do tomateiro cultivado em casa de vegetação**. 2007. 159 f. Tese (Doutorado em Meteorologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2007.

TEODORO, R. E. F. OLIVEIRA, A. S., MINAMI, K. Efeitos da irrigação por gotejamento na produção de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em casa-de-vegetação. **Scient. Agric.**, v.50, p.327-43, 1993.

TESI, R. Effect of soil heating and spacing on gerbera flowering. **Acta Horticulturae** 68:115-120. 1977

TSUJITA, M.J., DUTTON, R. G. Root-zone temperature effects on peat-bag-cultured gerberas. **Can. J. Plant Sci.** 67:585-587. 1987.

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

VAN OS, E. A. Closed soilless growing systems: a sustainable solution for Dutch greenhouse horticulture. **Water Science Technology** v. 39, p.105-112. 1999

VIANA, T. V. A., RÊGO, J. L., AZEVEDO, B. M., ARAUJO, W. F., BASTOS, F. G. C. Efeito dos níveis de irrigação sobre o índice de área foliar, a matéria seca e o desenvolvimento da inflorescências na cultura do crisântemo. **Irriga**, v.9, n. 3, p.248-255.2004.

VILAS BOAS, R. C. **Cultivo de alface crespa em ambiente protegido sob diferentes lâminas de irrigação**. Lavras : UFLA, 2006. 64 p. (Dissertação de mestrado).

ZOLNIER, S, GATES, R. S., ANDERSON R. G., NOKES, S. E., DUNCAN, G. A. Non-water-stressed baseline as a tool for dynamic control of a misting system for propagation of poinsettias. **Transactions of the ASAE**. v.44, n.1, p. 137-147. 2001.

ZOLNIER, S., LYRA, G. B., GATES, R. S. Evapotranspiration estimation for greenhouse lettuce using an intermittent nutrient film technique. **Transactions of the ASAE**. v.47, n.1, p. 271-282. 2004

Apêndice

Quadro 1 - Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) dos valores de início de ciclo reprodutivo.

Fonte de variação	GL	Início ciclo reprodutivo
Tratamento	4	36,7 ^{ns}
Resíduo	10	12,1
Total	14	
CV (%)		5,8

Quadro 2 - Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) dos valores de área foliar (AF), número de Folhas (NF), altura de planta (ALT), diâmetro de planta (DIAM), volume de raiz (VOLR).

Fonte de Variação	GL	AF	NF	ALT	DIAM	VOLR
Tratamento	4	0,50**	678,4**	41,9*	19,2**	14923**
Resíduo A	8	0,008	3,68	3,09	35,8	877
Época	4	2,0**	2704,3**	265,7**	1335,5**	164273**
Trat. vs época	16	0,10**	166,6**	24,1 ^{ns}	79,0 ^{ns}	4123**
Resíduo	40	0,01	7,6	11,12	64,6	663
CV(%)		13,01	12,5	15,5	10,0	54,7

Quadro 3 - Resumo da análise de variância (Quadrado Médio) dos valores de massa seca de raiz (MSR), massa seca de rizoma (MSRI), massa seca de folha (MSF), massa seca total (MST)

Fonte de Variação	GL	MSR	MSRI	MSF	MST
Tratamento	4	105,3**	12,4**	5169,3**	7207,9**
Resíduo A	8	8,9	0,2	79,2	121,4
Época	4	2198,3**	126,2**	21519,2**	40892,4**
Trat. vs época	16	67,8**	5,1**	1186,0**	1715,4**
Resíduo	40	11,3	0,803	70,18	128,91

CV(%)	18,4	24,5	18,3	16,8
-------	------	------	------	------

Quadro 4 - Resumo da Análise de Variância (Quadrados médios) dos valores produção semanal de haste comercial (PRC), produção semanal de haste com defeito (PRDEF), produção semanal total (PRST), produção acumulada de hastes comerciais (PRAC), produção acumulada de hastes com defeito (PRADEF), produção acumulada total (PRAT)

Fonte de Variação	GL	PRC	PRDEF	PRST	PRAC	PRADE	PRAT
Tratamento	4	3,8**	6,5**	15,2**	34,6 ^{ns}	120,1**	164,0**
Resíduo A	8	1,3	0,5	1,9	15,1	6,2	21,4
Época	4	2,4**	6,3**	7,3**	219,4**	39,8**	462,3**
Trat vs época	16	1,9**	3,5**	5,8**	3,7**	2,3**	9,7**
Resíduo	40	0,5	0,4	1,1	1,1	0,92	2,4
CV(%)		32,3	50,0	30,0	13,8	22,0	13,4

Quadro 5 - Resumo da Análise de Variância (Quadrados médios) dos valores de diâmetro de flor (DF), comprimento de haste floral (CHF), massa fresca de haste (MFH), massa seca de haste (MSH), teor relativo de água da haste floral (TRA)

Fonte de Variação	GL	DF	CHF	MFH	MSH
Tratamento	4	3,3**	203,0*	44,1**	0,3 ^{ns}
Resíduo A	8	0,3	59,5	9,0	0,2
Época	4	11,2**	1655,9**	269,6**	8,1**
Trat vs época	16	0,7 ^{ns}	28,3 ^{ns}	11,0 ^{ns}	0,3 ^{ns}
Resíduo	40	0,5	42,9	12,2	0,4
CV(%)		7,5	11,3	14,0	18,7

Quadro 6 - Resumo da Análise de Variância (Quadrados médios) dos valores de longevidade de inflorescência (LONG), teor relativo de água da haste floral (TRA)

Fonte de Variação	GL	LONG	TRA
Tratamento	4	1,7 ^{ns}	15,7 ^{**}
Resíduo A	12	2,5	0,7
Época	4	12,0 ^{ns}	5,3 ^{**}
Trat vs época	16	2,9*	0,3 ^{ns}
Resíduo	45	2,9	0,7
CV(%)		26,7	1,0

Quadro 7 - Resumo da Análise de Variância (Quadrados médios) dos valores de número de acionamento de motobomba de irrigação (ACION) e volume de solução nutritiva aplicada (VOLAPL).

Fonte de Variação	GL	ACION	VOLAPL
Tratamento	4	365,9 ^{**}	502857 ^{**}
Resíduo A	8	0,3	1,0
Época	4	10,6 ^{**}	121660 ^{**}
Trat vs época	16	2,6 ^{**}	30560 ^{**}
Resíduo	40	0,3	1,2
CV(%)		1,0	5,6

Quadro 8 - Resumo da Análise de Variância (Quadrados médios) dos valores de temperatura de substrato(TEMPSUB), pH do substrato(pH) e condutividade elétrica do substrato (CE)

Fonte de Variação	GL	TEMPSUB	pH	CE
Tratamento	4	14,7 ^{ns}	0,6 ^{ns}	1,2 ^{ns}
Resíduo A	8	0,1	0,7	0,8
Época	4	213,0 ^{ns}	5,2 ^{ns}	5,3 ^{ns}
Trat vs época	16	2,0 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,5 ^{ns}
Resíduo	40	0,8	0,1	0,7
CV(%)		21,6	30,0	25,6

Quadro 9 - Resumo da Análise de Variância (Quadrados médios) dos valores de partição de matéria seca de raiz, rizoma e folha

Fonte de Variação	GL	RAIZ	RIZOMA	FOLHA
Tratamento	4	317,9 ^{ns}	6,8 ^{ns}	386,7*
Resíduo A	8	62,5	3,1	60,6
Época	7	713,3**	38,7*	952,2**
Trat vs época	28	11,5 ^{ns}	1,5 ^{ns}	15,3 ^{ns}
Resíduo	35	19,3	2,3	23,0
CV(%)		34,0	25,7	37,8

Quadro 10 – Produtos fitossanitários utilizados durante experimento de gérbera.

Produto	Dose do produto comercial	Alvo
Fungicidas		
Derosal	1ml/L	Fusarium
Ridomil Gold	2g/L	Mildio, botrytis
Rovral	1ml/L	Botrytis
Cercobin	2gr/L	Botrytis, oídio
Inseticidas/acaricida		
Cordial	0,2ml/L	Mosca branca e ácaro
Orthene	1g/L	Mosca minadora, ácaro, trips
Tamaron	0,6ml/L	ácaro, trips e vaquinha
Oberon	0,2ml/L	mosca branca e ácaro

Em todas as pulverizações foi adicionado 0,5ml/L de espalhante adesivo.