

**UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CÂMPUS DE BOTUCATU  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**

**DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE GIRASSOL (*Helianthus annuus* L. cv.  
PACINO) COM VARIAÇÃO DE NUTRIENTES NA SOLUÇÃO NUTRITIVA E  
APLICAÇÃO DE DAMINOZIDE**

**ANDRÉ AOKI WATANABE**

**Dissertação apresentada ao Instituto  
de Biociências, Campus de Botucatu,  
UNESP, para obtenção do título de  
Mestre em Ciências Biológicas  
(Botânica), AC: Fisiologia Vegetal.**

**BOTUCATU – SP  
-2007-**

**UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CÂMPUS DE BOTUCATU  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**

**DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE GIRASSOL (*Helianthus annuus* L. cv.  
PACINO GOLD) COM VARIAÇÃO DE NUTRIENTES NA SOLUÇÃO NUTRITIVA  
E APLICAÇÃO DE DAMINOZIDE**

**ANDRÉ AOKI WATANABE**

**PROF<sup>a</sup> DR<sup>a</sup> CARMEN SÍLVIA FERNANDES BOARO  
ORIENTADORA**

**Dissertação apresentada ao Instituto  
de Biociências, Campus de Botucatu,  
UNESP, para obtenção do título de  
Mestre em Ciências Biológicas  
(Botânica), AC: Fisiologia Vegetal.**

**BOTUCATU – SP  
-2007-**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO  
DA INFORMAÇÃO  
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
*BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: Selma Maria de Jesus*

Watanabe, André Aoki.

Desenvolvimento de plantas de girassol (*Helianthus annuus* L. cv. Pacino)  
com variação de nutrientes na solução nutritiva e aplicação de Daminozide /  
André Aoki Watanabe. – Botucatu : [s.n.], 2007.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de  
Biociências de Botucatu, 2007.

Orientadora: Carmen Sílvia Fernandes Boaro

Assunto CAPES: 20303009

**1. Girassol - Cultivo - Hidroponia 2. Reguladores de crescimento**

CDD 581.38

Palavras-chave: Asteraceae; Girassol ornamental; Hidroponia; Nutrição;  
Regulador de crescimento

## **DEDICATÓRIA**

*Aos meus pais, Sacae e Darci, que me deram a oportunidade da vida, responsáveis por tudo que sou e por tudo que eu conquistei até hoje. A vocês, que se doaram por inteiro, e que abdicaram de muitos de seus sonhos para que os meus se tornassem realidade. Vocês são meu ponto de apoio!*

*À minha irmã Cristiane, por me dar força para contornar as dificuldades e ser a pessoa que sou. Devo muito disso a você.*

*À Mariele, pelo amor, carinho e incentivo de cada dia. Agradeço aos momentos mágicos de descontração e por todo amor dedicado. Sem você por perto tudo ficaria mais difícil. Divida comigo os méritos desta conquista.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela minha existência e pelas bênçãos em minha vida.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carmen Silvia Fernandes Boaro, por ter prontamente me acolhido e pela sua disposição e atenção em compartilhar de todas as questões, dúvidas e problemas que surgiram durante esses anos de convívio e principalmente, pela sua competência em resolvê-los.

Aos professores Dr. João Domingos Rodrigues e Dr<sup>a</sup> Elizabeth Orika Ono por toda colaboração e auxílio dispensado a mim e pela amizade e apoio durante a realização deste trabalho.

Ao Prof<sup>o</sup>. Dr Roberto Lyra Villas Boas por toda solicitude que sempre mostrou quando precisei.

Aos professores Dr. Carlos Alexandre Crusciol, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Martha Maria Mischan e aos amigos Claudinei Paulo de Lima e Juliano Corrulli Correa pelo auxílio prestado nas análises estatísticas.

Ao auxiliar acadêmico do Departamento de Botânica, José Eduardo Costa, pela amizade e por todo auxílio prestado durante a realização deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Botânica e da Seção de Pós-graduação, pela disponibilidade e amizade.

À Universidade Estadual Paulista e ao Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas - Botânica, pela oportunidade de realizar este curso.

À Mariele Cristina Modolo Picka pelo apoio durante todas as fases do meu mestrado.

À Juliana Letícia De Fazio e Jefferson Klein pela contribuição na condução do experimento prático.

À Mônica Bernardo Neves, pelas sugestões na elaboração deste projeto de mestrado.

Aos estagiários do departamento de Botânica, André e Bernardo pela ajuda prestada e pelos momentos de alegria e descontração.

Aos amigos da República Santa Cerva que sempre me apoiaram e incentivaram ao “estudo”, em especial Sr Pedro Ferreira, Claudinei Paulo de Lima e Everton Alonso.

## ÍNDICE

RESUMO.....	1
INTRODUÇÃO.....	3
REVISÃO DE LITERATURA.....	6
CAPÍTULO I – Desenvolvimento de girassol ornamental Pacino Gold cultivado com variação de nutrientes na solução nutritiva e aplicação de Daminozide.....	17
CAPÍTULO II – Índices fisiológicos de girassol ornamental Pacino Gold cultivado com variação de nutrientes na solução nutritiva e aplicação de Daminozide.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
APÊNDICE.....	89

**WATANABE, A. A. DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE GIRASSOL (*Helianthus annuus* L. cv. PACINO) COM VARIAÇÃO DE NUTRIENTES NA SOLUÇÃO NUTRITIVA E APLICAÇÃO DE DAMINOZIDE. 2007. XX P. DISSERTAÇÃO (MESTRADO) – INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS, UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, BOTUCATU.**

**RESUMO** – O presente trabalho objetivou estudar o desenvolvimento de plantas de girassol ornamental com variação de nutrientes na solução nutritiva nº2 de Hoagland e Arnon e aplicação de inibidor vegetal visando à formação de plantas mais baixas sem afetar o tamanho e a qualidade da inflorescência e da planta. O experimento foi realizado em casa de vegetação, em vasos contendo como substrato, quartzo moído. As plantas foram cultivadas em nove tratamentos: T1 – Solução nutritiva completa sem aplicação de Daminozide (completa SD), T2 - Solução nutritiva diluída em 50% sem aplicação de Daminozide (diluída SD), T3 - Solução nutritiva diluída em 50% para todos os nutrientes exceto para N e K, mantidos em nível completo, sem aplicação de Daminozide (Diluída, exceto N e K, SD), T4 - Solução nutritiva completa + aplicação semanal de Daminozide (Completa D7), T5 - Solução nutritiva diluída em 50% e aplicação semanal de Daminozide (diluída D7), T6 - Solução nutritiva diluída em 50% para todos os nutrientes exceto para N e K, mantidos em nível completo e aplicação semanal de Daminozide (Diluída, exceto N e K D7), T7 - Solução nutritiva completa e aplicação a cada 14 dias de Daminozide (completa D14), T8 - Solução nutritiva diluída em 50% e aplicação a cada 14 dias de Daminozide (diluída D14), T9 - Solução nutritiva diluída em 50% para todos os nutrientes exceto para N e K, mantidos em nível completo e aplicação a cada 14 dias de Daminozide (diluída exceto N e K D14). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições, em esquema fatorial 9 x 6, ou seja, nove tratamentos e seis épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS), de modo a cobrir todo o ciclo de desenvolvimento do vegetal. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, as médias de tratamento foram comparadas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste LSD e as colheitas foram avaliadas por análise de regressão. Plantas cultivadas com solução nutritiva completa, e submetidas à aplicação de Daminozide a cada 14 dias, apresentaram a maior área foliar, matéria seca de lâminas foliares e matéria seca total, razão de área foliar, taxa de crescimento absoluto e relativo e eficiência fotossintética, ou seja, melhor produtividade. Tais características somadas ao maior diâmetro de inflorescência e altura adequada garantiram a essas plantas melhores condições para o comércio em floricultura.

**Palavras-chave:** Girassol ornamental, reguladores vegetais, nutrição mineral, macronutrientes, análise de crescimento.

**DEVELOPMENT OF SUNFLOWER PLANTS (*Helianthus annuus* L. CV. PACINO GOLD) WITH VARIATION OF NUTRIENTS IN THE NUTRITIVE SOLUTIONS AND DAMINOZIDE APPLICATION.**

**ABSTRACT** – The aim of the research was to study the development of ornamental sunflower with variation of nutritive solutions nº2 of Hoagland & Arnon and application of growth inhibitor, purposing reduce the height of plants without interfering with its inflorescences or other aesthetic qualities. Plants were cultivated with nine treatments: T1 – complete nutrient solution without Daminozide, T2 – nutrient solution diluted 50% without Daminozide, T3 – nutrient solution diluted to 50% except K and N kept in full level without Daminozide, T4 – complete nutrient solution with pulverization each seven days of Daminozide, T5 – nutrient solution diluted 50% with pulverization each seven days of Daminozide, T6 – nutrient solution diluted to 50% except K and N kept in full level with pulverization each seven days of Daminozide, T7 – complete nutrient solution with pulverization each fourteen days of Daminozide, T8 – nutrient solution diluted 50% with pulverization each fourteen days of Daminozide, T9 – nutrient solution diluted to 50% except K and N kept in full level with pulverization each fourteen days of Daminozide. Best results were observed in plants that were growing in complete nutritive solution, particularly the plants with pulverization of Daminozide each fourteen days. These plants, while achieving the aim of a reduction in height, exhibited larger leaf area, heavier dry matter of leaf and total, greater photosynthetic efficiency, and inflorescences displayed an increase in diameter. The association of these factors assures the plants greater commercial efficacy.

**Key words:** ornamental sunflower, *Helianthus annuus* L. cv Pacino gold, growth inhibitor, mineral nutrition, growth analysis.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, o setor de floricultura apresenta grande importância econômica com tendência de crescimento no mercado nacional e internacional. A produção mundial de flores e plantas ornamentais ocupa área estimada em 190 mil hectares, movimentando aproximadamente US\$44 bilhões anuais em nível de varejo (IEA – Instituto de Economia Agrícola, 2007).

Flores envasadas representam uma das mais interessantes e promissoras formas de produção ornamental, sendo frequentemente selecionados novos produtos ou espécies para o mercado. O uso do girassol como planta de vaso apresenta potencial por ser outra possibilidade de utilização da espécie. Por outro lado, sendo um novo produto, estabeleceu-se uma lacuna de informações a respeito de técnicas e tecnologias de cultivo (Vernieri et al., 2003).

A utilização do girassol como flor ornamental em vaso é recente e a cultivar *Helianthus annuus* L. cv. Pacino é uma das primeiras espécies destinadas para este tipo de cultivo o que explica a escassez de trabalhos científicos que objetivam a redução de seu tamanho e nutrição mais específica, reduzindo seu consumo de luxo.

O cultivo dessa ornamental é rápido, permitindo ao produtor imediato retorno de seu investimento (Whyper, 1998). A realização de trabalhos com a espécie visando a obtenção de plantas envasadas com tamanho adequado para comercialização tem grande importância. O cultivo de girassol ornamental em solução nutritiva poderá permitir o estabelecimento de suas exigências nutricionais, evitando gastos desnecessários com excessos. Além disso, estudos da fisiologia da espécie podem contribuir para o seu melhor desenvolvimento e conseqüente comercialização.

A produtividade e as características morfológicas de cultivares de girassol podem ser modificadas por manejo da adubação e da genética ou por mudanças nos fatores específicos da regulação de seu desenvolvimento. Os hormônios vegetais são moléculas que atuam sobre o sistema gênico, reprimindo ou liberando genes, que por sua vez, sintetizam moléculas que aceleram ou inibem aspectos de desenvolvimento (Garza et al., 2001).

O regulador vegetal pode ser natural ou uma substância ou mistura de substâncias químicas sintéticas, geralmente orgânicas que, em baixa concentração, regula ou controla

aspectos da planta como crescimento, enraizamento, florescimento, abscisão foliar e frutificação. (Taiz & Zeiger, 2004; Fishel, 2006).

Entre os reguladores vegetais, novos produtos têm sido inseridos no mercado, e atuam como retardantes de crescimento. Além do Daminozide e Cloromequat, utilizados tradicionalmente na floricultura (Weaver, 1972), destacam-se o paclobutrazol, uniconazole e flurprimidol (Barret, 1986).

A utilização de um regulador vegetal no desenvolvimento da cultura de girassol envasado é necessária para adequar a estética do seu porte em relação ao tamanho do vaso e, portanto, para o mercado. O tratamento com esses retardantes é feito durante a fase de rápido crescimento vegetativo (Hertwig, 1977; Hartmann et al, 1988, Carlucci, 1991).

Além da utilização de reguladores de crescimento pode-se variar a adubação de plantas ornamentais como tentativa de obtenção de porte adequado. Como a solução do solo é heterogênea, em sua composição, principalmente na rizosfera que apresenta maior alteração devido à absorção de água e nutrientes, liberação de gases e à população microbiana, a utilização de solo para o cultivo dificulta o controle da proporção de um nutriente avaliado separadamente (Ruiz, 1997). Maior controle pode ser obtido utilizando-se a técnica de hidroponia ou cultivo sem solo. Essa técnica vem crescendo e destacando-se cada dia mais como um tipo de cultivo vantajoso por possibilitar a produção de espécies em pequenas áreas, com baixo volume de água, antecipando a produção e melhorando a qualidade dos produtos, obtendo-se assim, rápido retorno econômico (Furlani et al. 1999). No entanto, deve ser registrada a inexistência de formulação específica para a cultura do girassol, fato importante, considerando-se o grande número de interações envolvidas em sua composição e que podem afetar o desenvolvimento da espécie.

Por outro lado, no Brasil, a pesquisa sobre nutrição e adubação de girassol é ainda incipiente, devido ao pequeno número de trabalhos realizados, não sendo possível ainda recomendação para adubação comprovada e testada (Tanaka, 1981; Sader, 1984).

Dessa forma, torna-se evidente a importância de estudos tanto em solo como em solução nutritiva, que revelem as necessidades nutricionais do girassol, que além de serem consideradas na pesquisa da espécie, devem auxiliar a elaboração e recomendação de fórmulas de adubação ou de solução nutritiva. Assim, torna-se possível obtenção de produto com qualidade econômica, evitando-se uso desnecessário de fertilizantes que podem contaminar o ambiente.

Com base no acima exposto e tendo em vista a carência de estudos sobre o girassol ornamental cultivar Pacino Gold, o presente trabalho objetivou avaliar seu desenvolvimento com variação de nutrientes na solução nutritiva nº2 de Hoagland & Arnon e aplicação de inibidor de crescimento visando adequação da altura da planta sem afetar a qualidade e o tamanho da inflorescência.

## REVISÃO DE LITERATURA

A produção mundial de flores e plantas ornamentais ocupa área estimada em 190 mil hectares, movimentando aproximadamente US\$44 bilhões anuais em nível de varejo (IEA – Instituto de Economia Agrícola, 2007).

Em 2006, a floricultura brasileira apresentou exportação 15% maior em relação ao ano anterior, sendo a Holanda e os Estados Unidos os parceiros comerciais mais importantes e responsáveis por 73,5% de seu valor. Tal incremento nas exportações deveu-se, em especial, ao maior incentivo do governo oferecido por meio de programas de exportação, às novas tecnologias de produção e à inserção de novas variedades no mercado. Esta maior expressão foi responsável pela geração de 50 mil empregos diretos e indiretos (Camargo, 2004).

No estado de São Paulo, a floricultura movimentou no ano de 2001 aproximadamente 235 milhões de reais, valor muito acima daquele movimentado pelo algodão no mesmo período e igual a 110 milhões e próximo ao da cultura de feijão, 268 milhões (IEA – Instituto de Economia Agrícola, 2007).

Flores envasadas representam uma das mais interessantes e promissoras formas de produção ornamental, sendo freqüentemente selecionados novos produtos e/ou espécies para o mercado. O uso do girassol como planta de vaso apresenta potencial por ser outra possibilidade de utilização da espécie. Por outro lado, sendo um novo produto, estabeleceu-se uma lacuna de informações a respeito de técnicas e tecnologias de cultivo (Vernieri et al., 2003).

De acordo com Matthes et al (1983) o comércio de plantas ornamentais envasadas vem evoluindo mais que o de flores de corte.

O girassol *Helianthus annuus* L. é uma das 67 espécies de *Helianthus*, pertencente à família Asteraceae (Heiser, 1978) é originária das Américas (Pelegri, 1985). É uma cultura que apresenta ampla época de semeadura, que pode ser realizada o ano todo, desde que haja disponibilidade de água. Adapta-se bem a condições variáveis de temperatura, considerando-se a faixa entre 18 e 24°C como a melhor para o seu desenvolvimento.

Os girassóis, em geral de dia neutro, florescem mais rapidamente em dias curtos (Robinson et al., 1967; Whipker, 1998), com aproximadamente 10 horas de luz. Nessas condições apresentam poucos nós foliares e menor porte.

O girassol é uma espécie de grande plasticidade, adaptando-se a variações ambientais, resultando em elevados rendimentos, apesar de ser dependente de fatores externos como temperatura e umidade (Carter 1978; Barni 1995).

No gênero *Helianthus* apenas duas espécies são utilizadas como plantas alimentícias, *Helianthus annuus* e *Helianthus tuberosus*, sendo inúmeras as ornamentais.

No século XV, os conquistadores espanhóis e os colonizados, manifestaram adoração pela planta, que acompanhava a cada dia a trajetória do rei dos astros em sua órbita vital. Os grandes capítulos amarelo-esverdeados do girassol amanheciam olhando para o leste, onde nasce o sol e durante todo o dia retorciam suas hastes, acompanhando os rastros da luz solar. Quando a noite chegava, a flor descansava com seus capítulos voltados para o horizonte, como em posição de respeito ao sol (Pelegri, 1985). Assim, devido à sua imponência ornamental, os primeiros exemplares de girassol chegaram aos jardins espanhóis.

O fruto do girassol é um aquênio, de forma oblonga geralmente achatado, composto de pericarpo, mesocarpo e endocarpo, de tamanho e cor variáveis, conforme as características de cada cultivar.

Seu sistema radicular apresenta uma parte principal pivotante que pode chegar até 1,5 m de profundidade e uma secundária, que formam cabeleira (Gonçalvez, 1991). Esta característica permite à planta absorver melhor a água do solo, tolerando a seca e apresentando, portanto, grande potencial de cultivo em zonas semi-áridas (Garza et al., 2001).

A planta apresenta o caule ereto e vigoroso, sendo cilíndrico e maciço em seu interior. Não é ramificado e sua superfície exterior é rugosa. Sua altura nas variedades comerciais varia entre 30 cm e 5 m, enquanto o diâmetro da haste varia entre 1 e 10 cm.

As folhas de girassol podem apresentar até 30 cm de largura e 50 cm de comprimento, variando em número de oito a 70, dependendo das condições de cultivo. Suas cores variam do verde escuro ao verde amarelado. Seu pecíolo possui, na parte superior, uma espécie de canaleta que leva a água das chuvas até o caule, onde escorre até a raiz.

A espécie apresenta o estágio de desenvolvimento vegetativo, dividido em duas fases, a de emergência e a de desenvolvimento de folhas verdadeiras. O número de estádios vegetativos depende do número de folhas verdadeiras. O número de dias correspondentes ao estágio vegetativo varia com o genótipo e com fatores ambientais. Já o estágio reprodutivo é dividido em nove fases baseadas no desenvolvimento da inflorescência, desde seu aparecimento visual até a maturidade fisiológica da semente (Schneiter & Miller, 1981).

Por ser uma planta originária de clima temperado, tem exigências térmicas moderadas, tendo como temperatura ideal faixa entre 27 e 28°C, mas pode suportar baixas temperaturas por períodos curtos, principalmente nos estádios iniciais (Castro et al. 1997). De acordo com Robinson (1978), a temperatura do ar é considerada o fator do ambiente de maior influência no desenvolvimento fenológico do girassol. No entanto, sua produção é prejudicada se o frio intenso ocorrer no período de existência de seis a oito folhas. A ocorrência de geadas, nos períodos de início de florescimento e de formação dos aquênios, causa abortamento das flores, o que ocasiona má formação do capítulo, condição conseqüentemente, imprópria para o seu uso na floricultura. Reyes (1985), também refere que durante as primeiras fases do seu ciclo, até 40 dias, a planta apresenta resistência às baixas temperaturas e à seca. Nas fases seguintes, o frio excessivo e a falta de água podem provocar alterações, que ocasionam queda na produção de aquênios.

Entre as principais espécies de girassol para cultivo em vaso encontram-se Big Smile, Elf, Ted Bear, Sundance Kid, Sunspot e Pacino. Big Smile apresenta uma única inflorescência com 10 cm de diâmetro e pétalas amarelas circundando o centro negro. Sundance Kid apresenta mistura de pétalas amarelas e bronze, com uma inflorescência principal que pode atingir 15 cm de diâmetro. Sunspot produz uma única inflorescência que pode atingir 13 cm de diâmetro e apresenta centro escuro com pétalas amarelas. Ted Bear apresenta várias inflorescências secundárias, sendo a primeira de cor amarelo alaranjado intenso. Pacino possui pétalas e centro amarelados, apresenta uma inflorescência principal e quatro a cinco inflorescências secundárias. (Whyper, 1998).

A utilização do girassol como flor ornamental em vaso é recente e a cultivar *Helianthus annuus* L. cv. Pacino é uma das primeiras espécies destinadas para este tipo de cultivo o que explica a escassez de trabalhos científicos que objetivam a redução de seu tamanho e nutrição mais específica, reduzindo seu consumo de luxo.

O cultivo de girassol em vaso é rápido, permitindo ao produtor imediato retorno de seu investimento (WHYPKER, 1998). A realização de trabalhos com a espécie, visando à obtenção de plantas envasadas com tamanho adequado para comercialização é de suma importância. O cultivo da espécie em solução nutritiva poderá permitir o estabelecimento de suas exigências nutricionais, evitando gastos desnecessários com excessos. Além disso, estudos da fisiologia da espécie podem contribuir para o seu melhor desenvolvimento e conseqüente comercialização.

A produtividade e as características morfológicas dos cultivares de girassol podem ser modificadas por manejo da adubação e da genética ou por mudanças nos fatores específicos da regulação de seu desenvolvimento. Os hormônios vegetais são moléculas que atuam sobre o sistema gênico, reprimindo ou liberando genes, que por sua vez, sintetizam moléculas que aceleram ou inibem aspectos de desenvolvimento (Garza et al., 2001).

O regulador vegetal pode ser natural ou uma substância ou mistura de substâncias químicas sintéticas, geralmente orgânicas que, em baixa concentração, regula ou controla aspectos da planta como crescimento, enraizamento, florescimento, abscisão foliar e frutificação. (Taiz & Zeiger, 2004; Fishel, 2006).

Entre os reguladores vegetais, novos produtos têm sido inseridos no mercado, e atuam como retardantes de crescimento. Além do Daminozide e Cloromequat, utilizados tradicionalmente na floricultura (Weaver, 1972), destacam-se o paclobutrazol, uniconazole e flurprimidol (Barret, 1986).

A utilização de um regulador de crescimento no desenvolvimento da cultura de girassol envasado é necessária para adequar a estética do seu porte em relação ao tamanho do vaso e, portanto, para o mercado. O tratamento com esses retardantes é feito durante a fase de rápido crescimento vegetativo (Hertwig, 1977; Hartmann et al, 1988, Carlucci, 1991).

A giberelina é um hormônio caracterizado na década de 1950 e é constituído por um grande grupo de compostos, atualmente mais de 125 definidos, e é freqüentemente associada à altura dos vegetais, apesar de influenciar uma grande variedade de processos no desenvolvimento da planta, desde a germinação quebrando a dormência da semente até a indução floral ou estabelecimento do fruto.

A giberelina é sintetizada na rota de terpenóides em 3 etapas. Na etapa 1, o geranylgeranyl difosfato (GGP) é convertido a *ent*-caureno via copalil difosfato (CPP) nos plastídeos. Na etapa 2, que ocorre no retículo endoplasmático, o *ent*-caureno é convertido a GA<sub>12</sub> ou GA<sub>53</sub>. Na etapa 3, GA<sub>12</sub> ou GA<sub>53</sub> são convertidos em outros GAs no citosol. Esta conversão prossegue com uma série de oxidações no C<sub>20</sub> que levam à produção de GA<sub>20</sub> que é oxidado para formar a giberelina ativa, GA<sub>1</sub>, por ação de 3β-hidroxilação (Taiz & Zeiger, 2004).

O alvo de ação da giberelina no crescimento do caule é o meristema intercalar, localizado próximo à base do entrenó. No entanto, nem sempre o maior comprimento do entrenó é desejado, fazendo-se uso de inibidores de síntese de GA (Taiz & Zeiger, 2004). Esses produtos atuam inibindo a produção natural de giberelina, o que modifica a morfologia

do vegetal, com conseqüente redução do seu tamanho. Afetam a formação de células e alongamento do entrenó abaixo do meristema, interferindo apenas com seu comprimento, não modificando, normalmente, o número de folhas, que, no entanto, apresentam-se menores e com verde mais intenso (Barret, 1992; Taiz & Zeiger, 1998; Mainardi et al, 2004). Essas folhas mostram também espessamento da camada do parênquima paliçádico (Cathey, 1975). Assim, são obtidas plantas pequenas com flor de tamanho normal.

No cultivo de cereais, os inibidores de síntese de giberelina podem ser aplicados para evitar o acamamento da cultura. Nas margens de rodovias esses produtos podem ser utilizados para restringir o crescimento de arbustos. Em plantas ornamentais, seu uso reduz o porte de lírios, crisântemos, poinsettias e girassóis.

O retardante de crescimento, Daminozide, ácido succínico-2,2-dimetilhidratada, é comercializado como Alar-85, B nine, Sadh e Kilar (Barret, 1992). Aplicado somente via foliar em concentrações que podem variar entre 1250 e 5000 mg L<sup>-1</sup>. Move-se em todas as partes da planta. Seu efeito depende da idade da planta e da temperatura. Whycker (1998), no entanto, sugere a utilização de dosagem entre 4000 e 8000 mg L<sup>-1</sup> para a inibição de crescimento em girassol envasado.

O Daminozide inibe a síntese de giberelina, atuando na etapa 3, impedindo principalmente a oxidação do GA<sub>20</sub> para o GA<sub>1</sub> que é sua forma ativa (Arteca, 1995; Rademacher, 2000).

Silva (1994), trabalhando com begônias observou redução de 76% da área foliar de plantas tratadas com este regulador aplicado na concentração de 2000 mg L<sup>-1</sup>.

Whipker (1998) ao mesmo tempo em que recomenda a utilização de B nine nas doses entre 4000 e 8000 mg L<sup>-1</sup>, afirma que uma vantagem na utilização do Daminozide em relação ao paclobutrazol é a maior possibilidade de controle de aplicações por serem feitas várias pulverizações durante o ciclo e não somente uma como ocorre com o paclobutrazol.

Para a cultura de crisântemo em vaso, Lopes et al. (1997) sugerem de uma a quatro aplicações do Daminozide durante o desenvolvimento da cultura, com dosagens de 2000 e 3000 mg L<sup>-1</sup>, variando com o tamanho da planta, época do ano e, até mesmo, com o tamanho do vaso. A aplicação deste regulador pode resultar em atraso do ciclo de desenvolvimento do crisântemo (Nardi, 2000), efeito observado na mesma planta por Mainardi et. al (2004) que com aumento da frequência e da dosagem de aplicação do regulador, prolongavam o ciclo. Harley & Wilfret (1992) também observaram prolongamento do ciclo de Poinsettia com a utilização de Daminozide na dosagem de 2000 e 3000 mg L<sup>-1</sup>.

Tolotti (2003) estudando crisântemo tipo bola obtiveram maior redução de altura, igual a 51,14%, com dosagem de 4500 mg L<sup>-1</sup> de Daminozide e aplicação semanal. A aplicação bissemanal de 4750 mg L<sup>-1</sup> de Daminozide resultou em 42,14% de redução de altura.

Pool et al. (2005) avaliaram crisântemo com várias dosagens do regulador Daminozide e observaram 50% de redução da altura quando 1000 mg L<sup>-1</sup> foram pulverizados e de 76% ao serem aplicados 4000 mg L<sup>-1</sup>. Esses resultados auxiliaram a escolha da dose utilizada no presente estudo e igual a 4000 mg L<sup>-1</sup> de Daminozide.

Além da utilização de reguladores de crescimento para reduzir o porte de plantas ornamentais, pode-se variar a sua adubação como forma de obtenção de porte adequado. Como a solução do solo é heterogênea, em sua composição, principalmente na rizosfera que apresenta maior alteração devido à absorção de água e nutrientes, liberação de gases e à população microbiana, sua utilização para o cultivo dificulta o controle da proporção de um nutriente avaliado separadamente (Ruiz, 1997). Maior controle pode ser conseguido utilizando-se a técnica de hidroponia ou cultivo sem solo. Esta técnica vem crescendo e destacando-se cada dia mais como um tipo de cultivo vantajoso por possibilitar a produção de espécies em pequenas áreas, com baixo volume de água, antecipando a produção e melhorando a qualidade dos produtos, obtendo-se assim, rápido retorno econômico (Furlani et al. 1999).

Castellane e Araújo (1995), também referem que a hidroponia, vem se tornando alternativa interessante em relação ao cultivo tradicional no solo, podendo ser usada em regiões com pequena disponibilidade de terras agricultáveis ou naquelas onde o uso excessivo do solo causou desequilíbrio em sua micro fauna, aumentando seu nível de infestação com patógenos. Mesmo em países tropicais, com abundância de terras agricultáveis, como o Brasil, a hidroponia vem sendo utilizada com êxito. Além disso, essa técnica é uma alternativa no cultivo em ambiente protegido, possibilitando melhor aproveitamento do espaço físico, permitindo cultivos sucessivos, devido à incidência reduzida de pragas e moléstias, melhor controle do meio nutritivo para crescimento das plantas e por consequência preservação do ambiente devido à menor contaminação do lençol freático por nitrogênio nítrico e outros elementos químicos.

Para um cultivo hidropônico bem sucedido, torna-se necessário o ajuste freqüente da solução nutritiva, impedindo que sua absorção pelas raízes produza mudanças radicais nas concentrações dos nutrientes e no pH do meio. Deve-se, no entanto, considerar que a extração

de nutriente por planta por dia em determinada espécie varia conforme a época do ano (Shippers, 1980).

Por outro lado, existem diferenças quando são comparadas as concentrações de nutrientes das soluções nutritivas e da solução do solo. As maiores referem-se às elevadas concentrações de fósforo nas soluções nutritivas, 125 a 675 vezes maiores do que na solução do solo (Martinez, 1997), demonstrando nas mesmas, excedente concentração de nutrientes (Ruiz, 1997).

Portanto, a escolha da solução nutritiva depende das condições climáticas e da espécie vegetal. Sua composição varia com o crescimento da planta, o que causa decréscimo nas quantidades de sais disponíveis para as raízes, levando a alterações qualitativa e quantitativa, uma vez que, nem todos os elementos são absorvidos nas mesmas proporções (Sarruge, 1975). Esta condição demonstra a necessidade de reposição ou troca da solução nutritiva.

As soluções nutritivas de Hoagland & Arnon (1950), e de Johnson et al (1957) são extremamente concentradas, apresentam forças iônicas, considerando apenas a contribuição dos macronutrientes, de 24,72 e 22,53 mmol L<sup>-1</sup>, respectivamente (Ruiz, 1997). É comum o uso dessas soluções com um décimo de sua concentração para mudas e metade dela para plantas adultas.

As espécies e os cultivares têm exigências diferentes em relação à quantidade e a forma química do mesmo nutriente. Tomateiro, por exemplo, é mais exigente em cálcio, fósforo e potássio do que alface, já arroz utiliza principalmente o amônio como fonte de nitrogênio, enquanto a maioria das outras espécies utiliza o nitrato (Rodrigues, 2002).

Levantamento realizado há mais de dez anos relevou a existência de aproximadamente 300 formulações de soluções, publicadas em todo o mundo para as diversas culturas (Schwarz, 1995). No entanto, deve ser registrada a inexistência de formulação ideal para a cultura do girassol, fato importante, considerando-se o grande número de interações envolvidas em sua composição e que podem afetar o desenvolvimento da espécie.

No Brasil, a pesquisa sobre nutrição e adubação de girassol é ainda incipiente, devido ao pequeno número de trabalhos, o que impossibilita recomendação para adubação comprovada e testada (Tanaka, 1981; Sader, 1984).

O girassol extrai grandes quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio do solo, comparado com soja, trigo e milho (Machado, 1979). Entre tais culturas, somente a soja extrai mais nitrogênio que o girassol (Vranceanu, 1977).

Para Vranceanu (1977) as necessidades do girassol são comparáveis às do milho para nitrogênio e fósforo, sendo superiores para o potássio. Deve-se destacar que o potássio é um macronutriente que atua como ativador enzimático de um grande número de enzimas, além de ser essencial na manutenção do equilíbrio osmótico pelo qual os estômatos abrem-se garantindo a absorção adequada de CO<sub>2</sub> para a realização do processo fotossintético (Marschner, 1995). O nível crítico de potássio para girassol é muito mais elevado do que para o magnésio (Moos, 1984).

A produção do girassol depende da interação entre o metabolismo do carbono e do nitrogênio, intimamente ligados, uma vez que a energia para a assimilação do N provém da fotossíntese e o processo fotossintético depende do N pelo fato de grande parte dele, estar alocada nas proteínas envolvidas no processo fotossintético (Seemann et al., 1987), principalmente na enzima Rubisco (Evans e Seemann, 1984). Evans, em 1983, estudando trigo demonstrou acentuada e positiva relação entre o teor de nitrogênio na folha e a capacidade fotossintética.

O nitrogênio é um dos elementos essenciais para o desenvolvimento e produção das plantas. Sua exigência varia com a cultivar do girassol e com fatores ambientais. Dessa forma, na literatura são citadas doses que variam de 60 a 200 kg/ha de N para se obter rendimento e produção máximos. Castro, em 1999, verificou que a produção do girassol, avaliada pela massa de 1000 aquênios, aumentou com a dose de nitrogênio, o que pode resultar na formação de flores maiores para o comércio de envasadas. No entanto, outros estudos demonstram que a produção do aquênio decresce na medida em que são aplicados elevados níveis de N, provavelmente, em razão do menor desenvolvimento do sistema radicular (Lozanovic & Stanojevic, 1988)

Devido ao fato do nitrogênio desempenhar importante função no metabolismo e na nutrição da cultura e de sua deficiência causar desordem que limita a produção do girassol, apresentando nessas condições aquênios menores, outros estudos devem ser conduzidos, uma vez que, na dependência da dose utilizada, prejuízos podem ser verificados. Por outro lado, segundo Vranceanu (1977), doses elevadas do nutriente podem aumentar consideravelmente a incidência de pragas e doenças, afetando a qualidade da planta.

Esses e outros resultados, alguns inclusive divergentes confirmam a necessidade de outros estudos tanto em solo como em solução nutritiva. O conhecimento das necessidades nutricionais do girassol, além de serem incorporados à pesquisa da espécie, deve auxiliar a elaboração e recomendação de fórmulas de adubação ou de solução nutritiva. Assim, torna-se

possível obtenção de produto com qualidade econômica, evitando-se o uso desnecessário de fertilizantes que podem contaminar o ambiente.

Carelli em 1996, estudando girassol envasado com doses crescentes de nitrato e iguais a 3,75, 7,5, 15 e 30 mM, concluiu que plantas com os menores níveis de nitrato, 3,75 e 7,5 mM, não apresentaram bom desenvolvimento, mostrando inclusive sinais de clorose. Na medida em que a concentração de nitrato aumentou até 22,1 mM, verificou-se aumento da massa seca total da planta, que decresceu, acima dessa concentração do nutriente. A massa seca das raízes não apresentou alteração com os níveis de nitrato. Já a área foliar, a altura de planta e o número de folhas mostraram comportamentos semelhantes à massa seca total.

A técnica de análise de crescimento foi desenvolvida por investigadores britânicos, no início do século passado. Radford (1967) apresentou as fórmulas para essa análise, suas derivações e as condições necessárias para sua utilização, até hoje consideradas em qualquer programa de análise de crescimento vegetal, sendo o meio mais acessível e bastante preciso para avaliar o crescimento e inferir contribuições de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal, pois são medidas fáceis de serem obtidas desde que determinadas com máximo rigor (Benicasa, 2003).

O rendimento biológico que representa a matéria seca total acumulada por uma comunidade vegetal possibilita o estudo da eficiência de partição dos produtos fotossintetizados, quando analisado juntamente com o índice de colheita (Nichiporovich, 1960). A determinação do rendimento biológico proporciona medidas da fitomassa em um dado tempo que podem ser usadas para estimar a produção líquida entre duas colheitas consecutivas (Saugier, 1976)

Magalhães (1979) afirmou que a análise de crescimento é um método que descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, entre duas amostragens sucessivas, o que permite o acompanhamento da dinâmica da produção fotossintética, avaliada por meio da acumulação de matéria seca.

Para Benicasa (2003) a análise de crescimento se baseia no fato de que cerca de 90%, em média, da matéria seca acumulada pelas plantas, ao longo do seu crescimento, resultam da atividade fotossintética. O restante, da absorção de nutrientes minerais. Embora quantitativamente de menor expressão, os nutrientes minerais são indispensáveis ao crescimento e desenvolvimento do vegetal. Apesar de não se poder quantificar a importância da fotossíntese e dos nutrientes separadamente, existe uma estreita relação entre os dois, de tal forma que deficiência em um prejudica o outro direta ou indiretamente.

Watson (1952) relatou que a área foliar das plantas depende da nutrição mineral e que existe correlação entre essa variável e produtividade vegetal, evidente quando se considera a importância da área foliar para a fotossíntese.

Ascencio & Fargas (1973), observaram que a taxa de crescimento relativo, taxa assimilatória líquida, razão de área foliar, razão de peso foliar e área foliar específica foram os melhores índices para avaliação do crescimento de feijoeiro. Wallace (1959) concluiu que valores excessivos de área foliar para feijoeiros podem acarretar redução na taxa de produção de matéria seca total, índice indicativo de sua produtividade. Níveis deficientes ou excessivos de nutrientes podem ser prejudiciais para o desenvolvimento da área foliar.

As medidas obtidas ao longo do ciclo da cultura são tabeladas de forma que possam ser analisadas matematicamente ou graficamente. A utilização de equações de regressão não só corrige as oscilações normais, como permite avaliar a tendência do crescimento em função do tratamento, possibilitam também avaliar, de forma mais precisa, variações no padrão de crescimento de plantas em relação à altura, matéria seca ou área foliar em função dos tratamentos ou de variabilidade genética (Benicasa, 2003).

Ainda segundo Benicasa (2003), a taxa de crescimento absoluto (TCA) é dada pela variação ou incremento de matéria seca entre duas amostragens sucessivas, ou seja, reflete a velocidade de crescimento da planta. A taxa de crescimento relativo (TCR), que tende a diminuir com o tempo é a quantidade de matéria seca existente em relação à matéria que já existia na colheita anterior, considerando-se o número de dias e representa o incremento em sua massa, altura ou área foliar do vegetal ao longo de determinado período, em relação ao período anterior. A taxa de assimilação líquida (TAL) é o termo que expressa a fotossíntese líquida ou a matéria seca produzida em gramas, por unidade de área foliar por unidade de tempo. A razão de área foliar (RAF) representa a área foliar útil para a fotossíntese, ou seja, mostra quanto de área foliar esta sendo usada para produzir um grama de matéria seca. A área foliar específica (AFE) relaciona a área foliar com o peso de matéria seca da própria folha e está relacionada com a sua composição interna, por exemplo, número e/ou tamanho das células do mesófilo foliar. Segundo Radford (1967), a AFE representa as diferenças no espessamento foliar e permite verificar se as plantas estão acumulando fotoassimilados em suas folhas ou translocando-os para outros órgãos. O inverso da AFE é o peso específico de folha (PEF) que representa a espessura da folha. A razão de massa de folha (RMF) relaciona a matéria seca de folha e a total da planta e indica a matéria orgânica produzida na folha que translocou para outros órgãos do vegetal.

Dessa forma a análise de crescimento de um vegetal envolve avaliação de variáveis que, em conjunto, determinam sua produtividade. Embora tenham sido citados trabalhos clássicos nesse campo, deve ser registrado que são raros aqueles que realizam análise de crescimento em plantas ornamentais. (Creste, 2002).

## **CAPÍTULO I**

### **DESENVOLVIMENTO DE GIRASSOL ORNAMENTAL PACINO GOLD CULTIVADO COM VARIAÇÃO DE NUTRIENTES NA SOLUÇÃO NUTRITIVA E APLICAÇÃO DE DAMINOZIDE**

Artigo elaborado nas normas da Revista Brazilian Archives of Biology and Technology

## **DEVELOPMENT OF ORNAMENTAL SUNFLOWER PACINO GOLD CULTIVATED WITH NUTRIENT VARIATION IN THE NUTRIENT SOLUTION AND APPLICATION OF DAMINOZIDE.**

**André Aoki Watanabe<sup>1</sup>, Carmen Silvia Fernandes Boaro<sup>1\*</sup>**

*<sup>1</sup>Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, CP 510, 18618-000, Botucatu, SP, Brasil. Autor para correspondência: Carmen Sílvia Fernandes Boaro, e-mail: csfboaro@ibb.unesp.br*

### **ABSTRACT**

The aim of the research was to reduce the height of sunflower Pacino Gold without interfering with its inflorescences or other aesthetic qualities. With reduced height it will be more suitable for display in vases, and therefore appeal to a wider commercial market. The plants were divided into three groups, first containing the full strength Hoagland & Arnon solution; second, solution was diluted to 50% strength; third, solution was diluted to 50% except K and N kept in full level. Daminozide was sprayed each seven or fourteen days. These plants, while achieving the aim of a reduction in height, exhibited larger area of foliage, greater photosynthetic efficiency, and inflorescences displayed an increase in diameter. The association of these factors assures the plants greater commercial efficacy.

**Key-words:** ornamental sunflower, mineral nutrition, growth regulator.

---

\* Autor para correspondência

## INTRODUÇÃO

No Brasil, o setor de floricultura apresenta grande importância econômica com tendência de crescimento no mercado nacional e internacional. A produção mundial de flores e plantas ornamentais ocupa área estimada em 190 mil hectares, movimentando aproximadamente US\$44 bilhões anuais em nível de varejo (IEA – Instituto de Economia Agrícola, 2007).

De acordo com Matthes et al (1983) o comércio de plantas ornamentais envasadas vem evoluindo mais que o de flores de corte.

Flores envasadas representam uma das mais interessantes e promissoras formas de produção ornamental, sendo freqüentemente selecionados novos produtos e/ou espécies para o mercado. O uso do girassol como planta de vaso apresenta potencial por ser outra possibilidade de utilização da espécie. Por outro lado, sendo um novo produto, estabeleceu-se uma lacuna de informações a respeito de técnicas e tecnologias de cultivo (Vernieri et al., 2003).

O caule do girassol ornamental apresenta-se ereto e vigoroso, sendo cilíndrico e maciço em seu interior. Não é ramificado e sua superfície exterior é rugosa. Sua altura nas variedades comerciais varia entre 30 cm e 5 m, enquanto o diâmetro da haste varia entre 1 e 10 cm.

A utilização do girassol como ornamental em vaso é recente e a cultivar *Helianthus annuus* L. cv. Pacino é uma das primeiras espécies destinadas para este tipo de cultivo o que explica a escassez de trabalhos científicos que objetivam a redução de seu tamanho e nutrição mais específica, reduzindo consumo de luxo.

Entre as principais espécies de girassol para cultivo em vaso encontram-se Big Smile, Elf, Ted Bear, Sundance Kid, Sunspot e Pacino Gold. Pacino possui pétalas e centro amarelados, apresenta uma inflorescência principal e quatro a cinco secundárias. (Whypker, 1998).

O cultivo de girassol em vaso é rápido, permitindo ao produtor imediato retorno de seu investimento (Whypker, 1998). A realização de trabalhos com a espécie, visando à obtenção de plantas envasadas com tamanho adequado para comercialização, é de suma importância. O cultivo da espécie em solução nutritiva poderá permitir o estabelecimento de suas exigências nutricionais, evitando gastos desnecessários com excessos. Além disso, estudos da fisiologia

da espécie podem contribuir para o seu melhor desenvolvimento e conseqüente comercialização.

A produtividade e as características morfológicas dos cultivares de girassol podem ser modificadas por manejo da adubação e da genética ou por mudanças nos fatores específicos da regulação de seu desenvolvimento. Os hormônios vegetais são moléculas que atuam sobre o sistema gênico, reprimindo ou liberando genes, que por sua vez, sintetizam moléculas que aceleram ou inibem aspectos de desenvolvimento (Garza et al., 2001).

O alvo de ação da giberelina no crescimento do caule é o meristema intercalar, localizado próximo à base do entrenó. No entanto, nem sempre o maior comprimento do entrenó é desejado, fazendo-se uso de inibidores de síntese de GA (Taiz & Zeiger, 2004). Esses produtos atuam inibindo a produção natural de giberelina, o que modifica a morfologia do vegetal, com conseqüente redução do seu tamanho. Afetam a formação de células e alongamento do entrenó abaixo do meristema, interferindo apenas com seu comprimento, não modificando, normalmente, o número de folhas, que, no entanto, apresentam-se menores e com verde mais intenso (Barret, 1992; Taiz & Zeiger, 1998; Mainardi et al, 2004). Essas folhas mostram também espessamento da camada do parênquima paliçádico (Cathey, 1975). Assim, são obtidas plantas pequenas com tamanho de flor normal.

A giberelina é sintetizada na rota de terpenóides em 3 etapas. Na etapa 1, o geranilgeranil difosfato (GGP) é convertido a *ent*-caureno via copalil difosfato (CPP) nos plastídeos. Na etapa 2, que ocorre no retículo endoplasmático, o *ent*-caureno é convertido a GA<sub>12</sub> ou GA<sub>53</sub>. Na etapa 3, GA<sub>12</sub> ou GA<sub>53</sub> são convertidos em outros GAs no citosol. Esta conversão prossegue com uma série de oxidações no C<sub>20</sub> que levam à produção de GA<sub>20</sub> que é oxidado para formar a giberelina ativa, GA<sub>1</sub>, por ação de 3β-hidroxilação (Taiz & Zeiger, 2004). O Daminozide inibe a síntese de giberelina, atuando na etapa 3, impedindo principalmente a oxidação do GA<sub>20</sub> para o GA<sub>1</sub> que é sua forma ativa (Arteca, 1995; Rademacher, 2000).

O retardante de crescimento, Daminozide, ácido succínico-2,2-dimetilhidratada, é comercializado como Alar-85, B nine, Sadh e Kilar (Barret, 1992). Aplicado somente via foliar em concentrações entre 1250 e 5000 mg L<sup>-1</sup>, apresenta-se móvel em todas as partes da planta. Seu efeito depende da idade da planta e da temperatura. Whypker (1998), no entanto, sugere a utilização de dosagem entre 4000 e 8000 mg L<sup>-1</sup> para a inibição de crescimento em girassol envasado.

Além da utilização de reguladores de crescimento para reduzir o porte de plantas ornamentais, pode-se também variar a sua adubação como tentativa de obtenção de porte adequado.

Para um cultivo hidropônico bem sucedido, torna-se necessário o ajuste freqüente da solução nutritiva, impedindo que sua absorção pelas raízes produza mudanças radicais nas concentrações dos nutrientes e no pH do meio. Deve-se, no entanto, considerar que a extração de nutriente por planta por dia em determinada espécie varia conforme a época do ano (Shippers, 1980).

Portanto, a escolha da solução nutritiva depende das condições climáticas e da espécie vegetal. Sua composição varia com o crescimento da planta, o que causa decréscimo nas quantidades de sais disponíveis para as raízes, levando a alterações qualitativa e quantitativa, uma vez que, nem todos os elementos são absorvidos nas mesmas proporções (Sarruge, 1975). Esta condição demonstra a necessidade de reposição ou troca da solução nutritiva.

No Brasil, a pesquisa sobre nutrição e adubação de girassol é ainda incipiente, devido ao pequeno número de trabalhos realizados, não sendo possível ainda recomendação para adubação comprovada e testada (Tanaka, 1981; Sader, 1984).

O girassol extrai grandes quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio do solo, comparado com soja, trigo e milho (Machado, 1979). Entre tais culturas, somente a soja extrai mais nitrogênio que o girassol (Vranceanu, 1977).

Para Vranceanu (1977) as necessidades do girassol são comparáveis às do milho para nitrogênio e fósforo, sendo superiores para o potássio. Deve-se destacar que o potássio é um macronutriente que atua como ativador enzimático de um grande número de enzimas, além de ser essencial na manutenção do equilíbrio osmótico pelo qual os estômatos abrem-se garantindo a absorção adequada de CO<sub>2</sub> para a realização do processo fotossintético (Marschner, 1995). O nível crítico de potássio para girassol é muito mais elevado do que para o magnésio (Moos, 1984).

Carelli em 1996, estudando girassol envasado com doses crescentes de nitrato e iguais a 3,75, 7,5, 15 e 30 mM, concluiu que plantas com os menores níveis de nitrato, 3,75 e 7,5 mM, não apresentaram bom desenvolvimento, mostrando inclusive sinais de clorose. Na medida em que a concentração de nitrato aumentou até 22,1 mM, verificou-se aumento da matéria seca total da planta, que decresceu, acima dessa concentração do nutriente. A matéria seca das raízes não apresentou alteração com os níveis de nitrato. Já a área foliar, a altura de planta e o número de folhas mostraram comportamentos semelhantes à massa seca total.

O rendimento biológico que representa a matéria seca total acumulada por uma comunidade vegetal possibilita o estudo da eficiência de partição dos produtos fotossintetizados, quando analisado juntamente com o índice de colheita (Nichiporovich, 1960). A determinação do rendimento biológico proporciona medidas da fitomassa em um dado tempo que podem ser usadas para estimar a produção líquida entre duas colheitas consecutivas (Saugier, 1976).

Watson (1952) relatou que a área foliar das plantas depende da nutrição mineral e que existe correlação entre essa variável e produtividade vegetal, evidente quando se considera a importância da área foliar para a fotossíntese.

As medidas obtidas ao longo do ciclo da cultura são tabeladas de forma que possam ser analisadas matematicamente ou graficamente. A utilização de equações de regressão não só corrige as oscilações normais, como permite avaliar a tendência do crescimento em função do tratamento, possibilitam também avaliar, de forma mais precisa, variações no padrão de crescimento de plantas em relação à altura, matéria seca ou área foliar em função dos tratamentos ou de variabilidade genética (Benicasa, 2003).

Com base no acima exposto, e considerando a necessidade de adequação do tamanho da planta ao vaso mantendo a qualidade da inflorescência e de toda a planta, o presente estudo objetivou avaliar a altura, o diâmetro de inflorescência e a produção de matéria seca de plantas de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L. cv. Pacino) com variação de nutrientes em solução nutritiva e aplicação de Daminozide durante seu ciclo de desenvolvimento.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período compreendido entre fevereiro e abril de 2007, em laboratório e em casa de vegetação do Departamento de Botânica, do Instituto de Biociências, UNESP, Campus de Botucatu, SP, tipo Paddy-Fan com controle de temperatura, que foi mantida em  $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

As sementes de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) cv. Pacino Gold foram distribuídas em bandejas com substrato comercial Plantmax HT. Após germinação e formação das plantas jovens aos 7 dias após a semeadura (DAS), as raízes foram lavadas para a completa retirada do substrato e tratadas com fungicida à base de procimidone, utilizando-se o produto comercial Sumilex. A seguir, transplantadas para vasos de plástico nº 13, com capacidade de 1,2 L, contendo substrato inerte de quartzo moído foram transferidas para casa de vegetação. Cada vaso recebeu uma planta que foi submetida à solução nutritiva de Hoagland & Arnon nº 2 (1950), cuja composição especificada na tabela 1 foi modificada de acordo com o tratamento. A diluição da solução foi realizada com base nas especificações de Watanabe et al. (2005) que pesquisando a resposta do girassol cv. Sunbright à solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950) completa e diluída em 50% concluíram que a solução completa forneceu nutrientes em excesso para as plantas e que a solução diluída ocasionou as inflorescências com melhores características de mercado. Em todos os tratamentos o pH da solução foi mantido entre 5,5 e 6,5 e a condutividade elétrica entre 1,0 a 2,5  $\text{mS cm}^{-1}$ , conforme especificado abaixo, em média, para cada uma das variações de solução nutritiva. Diariamente foram acompanhados todos os sinais visuais apresentados pelas plantas, com reposição de solução. Os botões florais secundários foram desbastados diariamente para que não houvesse competição por fotoassimilados e prejuízo dos principais.

TABELA 1. Composição da solução nutritiva nº 2 de Hoagland & Arnon (1950) em macro e micronutrientes.

Macronutrientes ( $\text{mmol L}^{-1}$ )							Micronutrientes ( $\mu\text{mol L}^{-1}$ )					
N-N03	N-NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
14	1	1	5,98	4	1,98	2	46,3	0,31	17,92	9,11	0,1	0,76

A aplicação do regulador Daminozide foi realizada com pulverizador manual de 5 L, bico leque 80 02, pressão de 40 libras/pol<sup>2</sup>, na concentração de 4000 mg L<sup>-1</sup>, ou seja, 4,8 gramas do produto comercial Bnine, ácido succínico-2,2-dimetilhidratada, por litro de água. Para melhor absorção do regulador adicionou-se espalhante adesivo não iônico, alquil-fenol-poliglicoleter, Extravon<sup>®</sup>, na concentração de 0,5 mL L<sup>-1</sup> de solução, fabricado pela Syngenta Brasil.

Dessa forma, as plantas foram cultivadas em nove tratamentos, constituídos pela combinação de variação de nutrientes na solução nutritiva e aplicação de Daminozide a cada 7 ou 14 dias, sendo a primeira realizada aos 14 DAS e a última aos 56 DAS, designados T1 - Solução nutritiva completa sem aplicação de Daminozide (completa SD), T2 - Solução nutritiva diluída em 50% sem aplicação de Daminozide (diluída SD), T3 - Solução nutritiva diluída em 50% para todos os nutrientes exceto para N e K, mantidos em nível completo, sem aplicação de Daminozide (Diluída, exceto N e K, SD), T4 - Solução nutritiva completa e aplicação semanal de Daminozide (Completa D7), T5 - Solução nutritiva diluída em 50% e aplicação semanal de Daminozide (diluída D7), T6 - Solução nutritiva diluída em 50% para todos os nutrientes exceto para N e K, mantidos em nível completo e aplicação semanal de Daminozide (Diluída, exceto N e K D7), T7 - Solução nutritiva completa e aplicação a cada 14 dias de Daminozide (completa D14), T8 - Solução nutritiva diluída em 50% e aplicação a cada 14 dias de Daminozide (diluída D14), T9 - Solução nutritiva diluída em 50% para todos os nutrientes exceto para N e K, mantidos em nível completo e aplicação a cada 14 dias de Daminozide (diluída exceto N e K D14).

Deve-se ressaltar que a condutividade elétrica da solução completa foi igual, em média, a 1,94 mS cm<sup>-1</sup>, a da solução diluída em 50%, em média, 1,00 mS cm<sup>-1</sup> e a solução diluída em 50%, exceto para N e K, mantidos em nível completo, em média, 1,64 mS cm<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições, em esquema fatorial 9 x 6, ou seja, nove tratamentos constituídos pelas três variações da solução nº2 de Hoagland & Arnon (1950), com ausência ou presença de Daminozide a cada 7 ou 14 dias e seis épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS), de modo a cobrir todo o ciclo de desenvolvimento do vegetal.

Em cada colheita, após a avaliação da altura, definida como a distância do colo até o ápice da planta, em cm, as plantas, após a determinação do número de folhas e do diâmetro de haste e de inflorescência, com o auxílio de paquímetro, foram separadas em lâminas foliares, hastes mais pecíolos e raízes, acondicionadas em sacos de papel etiquetados e colocadas em

estufa de circulação forçada de ar a 60°C, até obtenção de matéria seca constante. Determinou-se dessa forma, a matéria seca de inflorescência, de lâminas foliares, de haste mais pecíolos, de raízes e total das plantas, em gramas, utilizando-se balança analítica Ohaus tipo Analytical Standard com sensibilidade de até 0,1 mg. A área foliar das lâminas, em dm<sup>2</sup>, foi determinada com o auxílio de integralizador de área foliar, modelo LI 3100 da Li-Cor.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância através do programa Sisvar 5.0, as médias de tratamentos foram comparadas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste LSD e as colheitas foram avaliadas por análise de regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas cultivadas em solução nutritiva com variação de nutrientes e aplicação de Daminozide a cada 7 ou 14 dias apresentaram alturas diferentes. As plantas submetidas ao tratamento 5, com solução diluída em 50% e aplicação semanal de Daminozide apresentaram-se mais baixas, seguindo-se aquelas do tratamento 6 com solução diluída, exceto para N e K, mantidos em nível completo e aplicação semanal de Daminozide e do tratamento 4 com solução completa e aplicação semanal de Daminozide, conforme pode ser observado na figura 1. Apesar da maior altura, as plantas submetidas ao tratamento 7 com solução completa e aplicação a cada 14 dias de Daminozide, apresentaram a melhor relação altura x inflorescência.

A partir dos 37 dias após semeadura (DAS), as alturas das plantas tratadas com o regulador de crescimento foram menores. A pulverização semanal do regulador foi mais eficiente na diminuição da altura do que a realizada a cada 14 dias. Aos 57 DAS os tratamentos sem aplicação de regulador apresentavam maiores alturas.

De acordo com Neves et al. (2005), a altura de plantas de girassol é importante para a caracterização de viabilidade de plantas envasadas e a autora, cultivando girassol ornamental com variação de nutrientes observou que as plantas cultivadas com solução completa apresentaram as menores alturas.

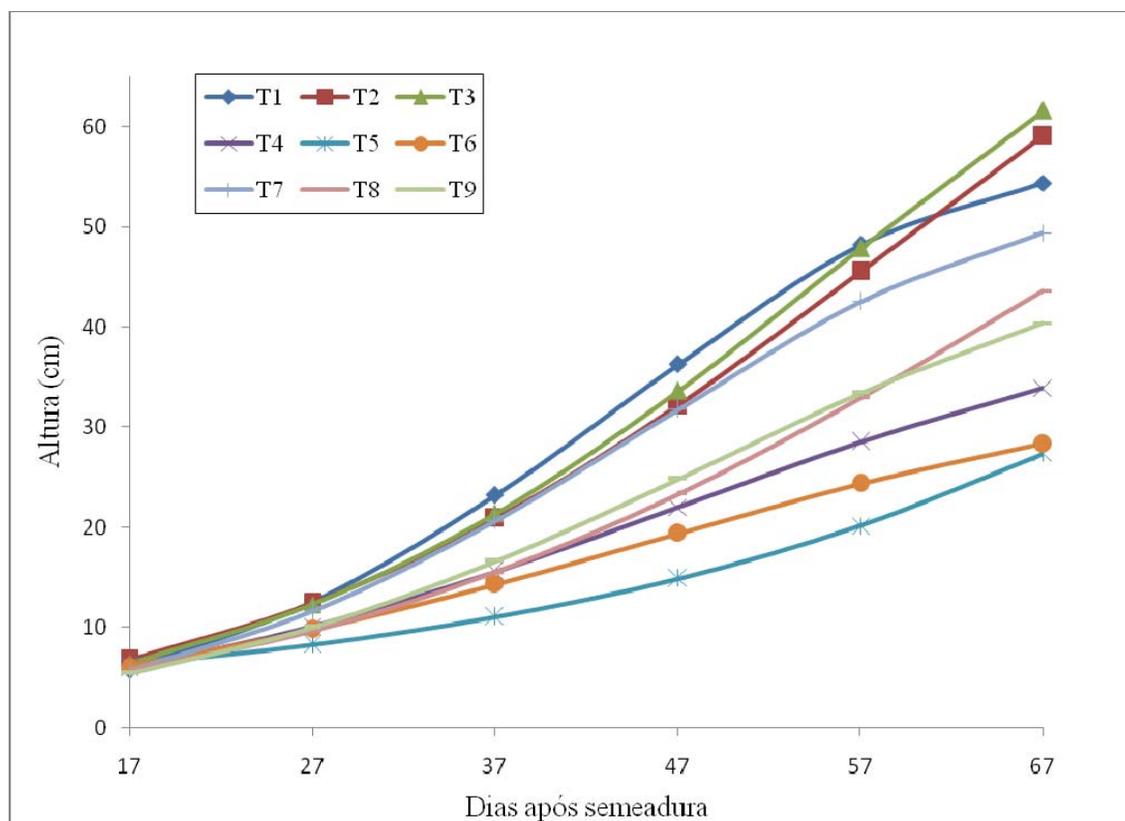
As diferenças entre os tratamentos na altura de plantas tornaram-se evidentes e crescentes a partir dos 37 DAS, resultados concordantes com os de Benicasa (2003) para a cultura do sorgo granífero.

Os resultados em que as plantas com aplicação semanal do regulador apresentaram as menores alturas, seguidas das pulverizadas a cada 14 dias e das mais altas, que não foram pulverizadas discordam daqueles verificados para *Ruellia colorata* e aplicação de 4000 mg L<sup>-1</sup> de Daminozide. Nesse estudo, Carlucci et al. (1991) não conseguiram suficiente redução no porte das plantas para que as mesmas se apresentassem compactas e com adequado aspecto ornamental. Talvez esses resultados decorram da realização de uma única aplicação do regulador, que por apresentar curta efetividade, foi insuficiente (Weaver, 1972).

Mainardi (2004) estudando crisântemo tipo bola com várias doses e épocas de aplicação de regulador Daminozide, concluiu que a altura e a área foliar diminuiriam quando o regulador foi aplicado semanalmente e não a cada 14 dias. Esta vantagem de aplicação semanal manteve-se independentemente da dose de 2000, 4000 ou 6000 mg L<sup>-1</sup> utilizada.

Esses resultados concordam com os verificados neste estudo que revelou menores alturas quando o regulador foi aplicado a cada 7 dias.

Pool et al. (2005) avaliaram crisântemo pulverizando várias dosagens de regulador Daminozide e observaram 50% de redução da altura quando 1000 mg L<sup>-1</sup> foram utilizados e de 76% ao serem aplicados 4000 mg L<sup>-1</sup>.

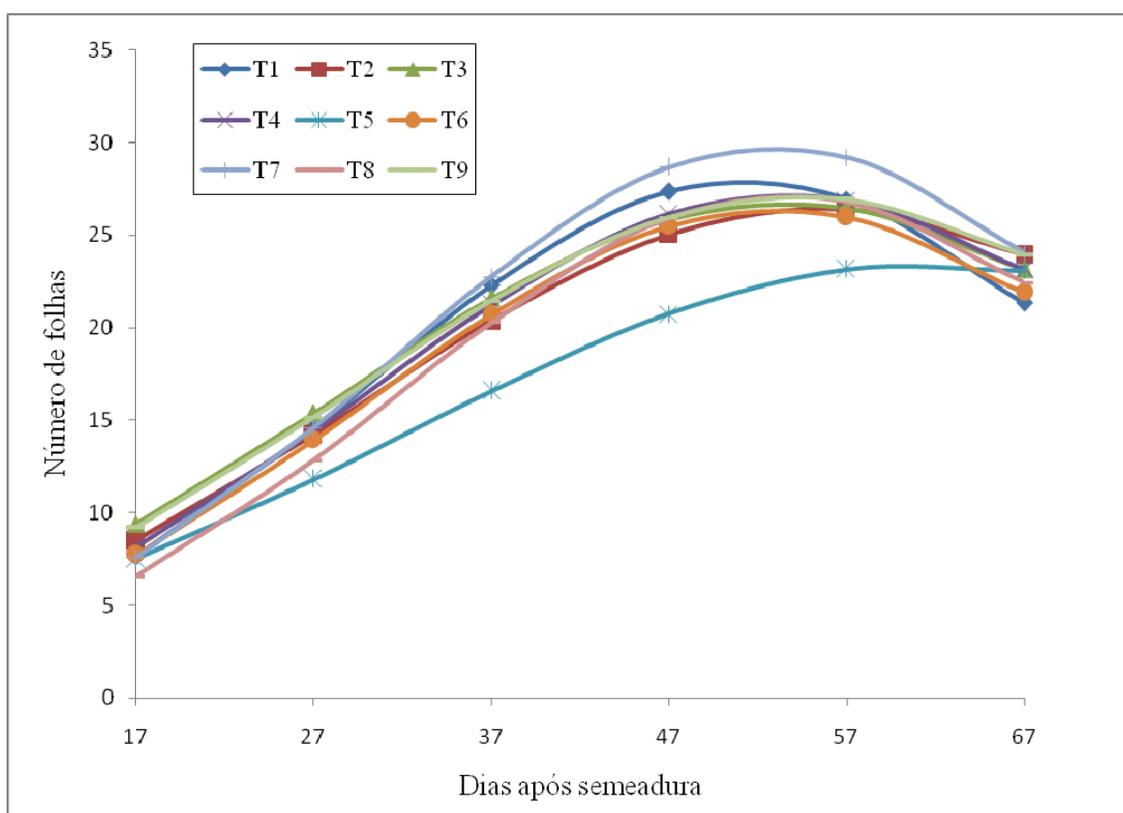


**Figura 1.** Altura (cm) de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após sementeira (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

Na figura 2, observa-se que o número de folhas, geneticamente determinado, variou pouco entre os tratamentos, exceção feita às plantas submetidas à solução nutritiva diluída em 50% com aplicação de regulador de crescimento semanalmente, em que a diminuição no número de folhas ocorreu devido a atraso no desenvolvimento da planta. Deve-se ressaltar, no

entanto, que esse número não se aproximou daqueles máximos observados para as plantas submetidas aos demais tratamentos, mantendo-se abaixo até o final do ciclo. Observa-se ainda efeito do regulador a partir dos 37 DAS. Em pleno florescimento, aos 57 DAS as plantas apresentaram em média 27 folhas expandidas, iniciando-se a seguir a deterioração das mais velhas.

A ausência de identificação de estudos na literatura que avaliem número de folhas de ornamentais, submetidas à solução nutritiva com variação de nutrientes e ao regulador Daminozide, impede a comparação dos resultados acima descritos.



**Figura 2.** Número de folhas de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

A área foliar das plantas, figura 3, apresentou efeito mais evidente do regulador e da solução nutritiva a partir dos 37 DAS nos diferentes tratamentos. Observa-se que aquelas submetidas à solução nutritiva completa, T1, com solução nutritiva completa sem aplicação de regulador vegetal, T4, com solução nutritiva completa e aplicação semanal de Daminozide e T7, com solução nutritiva completa e aplicação de Daminozide a cada 14 dias, apresentaram maiores áreas foliares. Esses resultados são concordantes com as observações de Watson (1952) de que a área foliar é muito dependente da nutrição. Em todos os tratamentos a área foliar aumentou ao longo do ciclo, até os 57 DAS, resultado concordante com os de Benicasa (2003).

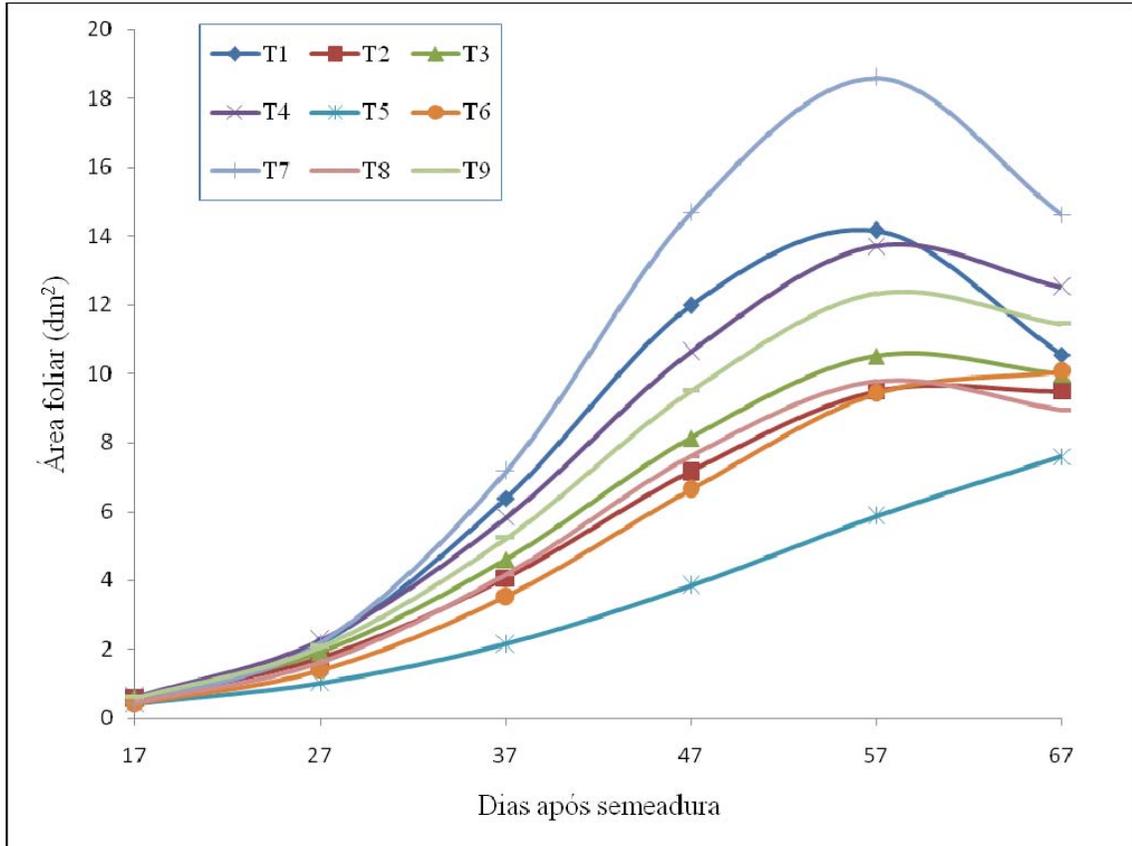
A partir dos 37 DAS as plantas submetidas ao tratamento com solução nutritiva completa e aplicação a cada 14 dias de regulador apresentaram as maiores áreas foliares, ao contrário daquelas submetidas à solução nutritiva diluída em 50% e aplicação semanal de regulador que, de maneira geral, apresentaram as menores áreas foliares até o final do ciclo. Nessas últimas plantas, a área foliar ainda apresentava-se crescente no final do estudo, ao contrário das demais, que já diminuía por encontrarem-se nos finais de seus ciclos.

Nas plantas submetidas à solução diluída em 50% exceto para N e K, que foram mantidos em nível completo, com ou sem aplicação do regulador a cada 14 dias, a área foliar apresentou-se intermediária entre aquelas das plantas submetidas aos níveis completos e diluídos em 50% na solução nutritiva. É provável que tal comportamento se deva à maior quantidade de nitrogênio disponível para a planta, aumentando a área foliar (Mundstock e Zagonel, 1994; Bange et al., 1996; Bruginiski, 2004).

De acordo com Barni (1995) plantas deficientes em minerais, normalmente tem folhas pequenas e as velhas morrem mais rapidamente, apresentando, portanto, área foliar, matéria seca de lâminas foliares e fotossíntese reduzidas. Esses resultados são concordantes com os observados nas plantas cultivadas com solução nutritiva diluída em 50%, com ou sem aplicação de regulador.

Deve-se registrar maior área foliar no período de florescimento pleno, aos 57 DAS, característica relevante para a produção de fotoassimilados (Bruginiski, 2004), que darão origem à inflorescência bem formada, condição importante para a floricultura.

Pool et al (2005) estudando crisântemo pulverizado com dosagens de Daminozide entre 1000 e 5000 mg L<sup>-1</sup> observaram variação de área foliar. Esses resultados concordam com os obtidos no presente estudo, apesar da maior influência dos níveis de nitrogênio no desenvolvimento da área foliar das plantas submetidas aos diferentes tratamentos.



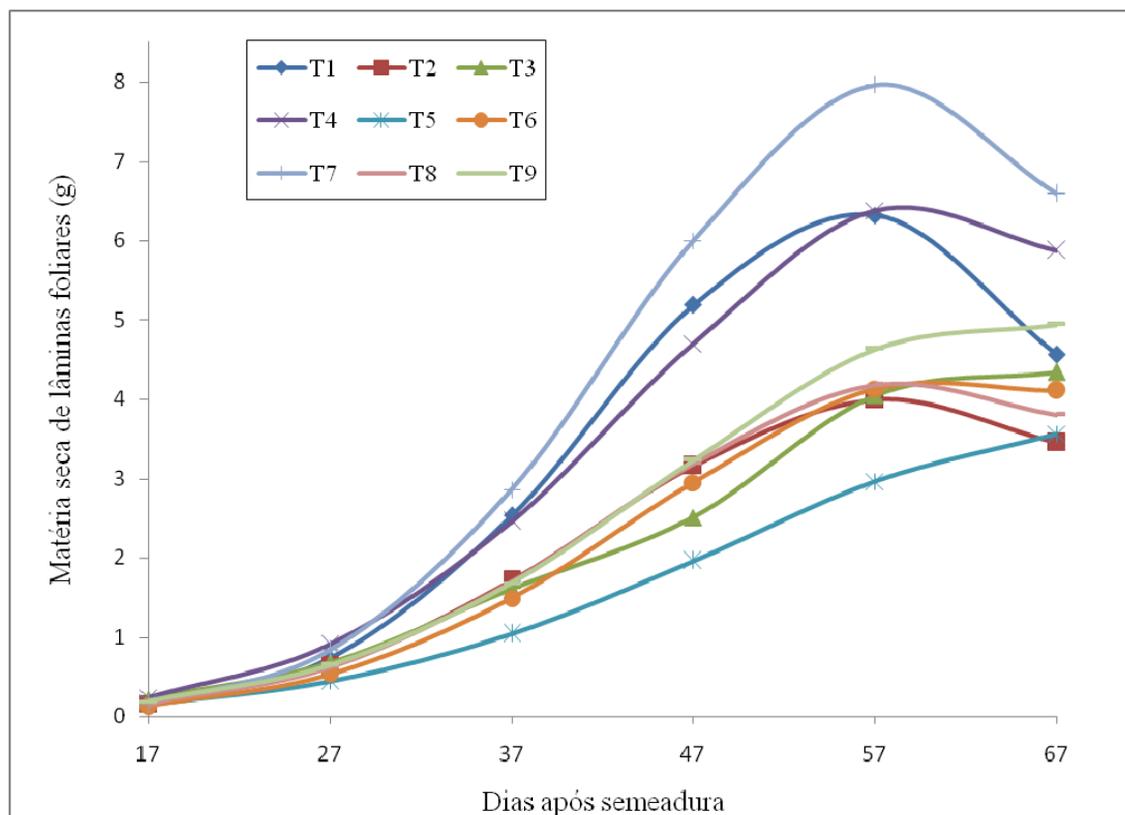
**Figura 3.** Área foliar, em  $\text{dm}^2$ , de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

As matérias secas dos diferentes órgãos diferiram quando as plantas foram submetidas aos vários tratamentos (Figuras 4, 6, 8, 9 e 10).

A matéria seca de lâminas foliares dos 37 aos 57 DAS, das plantas submetidas ao tratamento com solução nutritiva completa e aplicação de Daminozide a cada 14 dias apresentaram-se, de maneira geral, maiores, enquanto foram menores as daquelas submetidas à solução nutritiva diluída em 50% e aplicação semanal de Daminozide (Figura 4).

Cumprе ressaltar também, as maiores matérias secas de lâminas foliares das plantas cultivadas com solução completa (Figura 4).

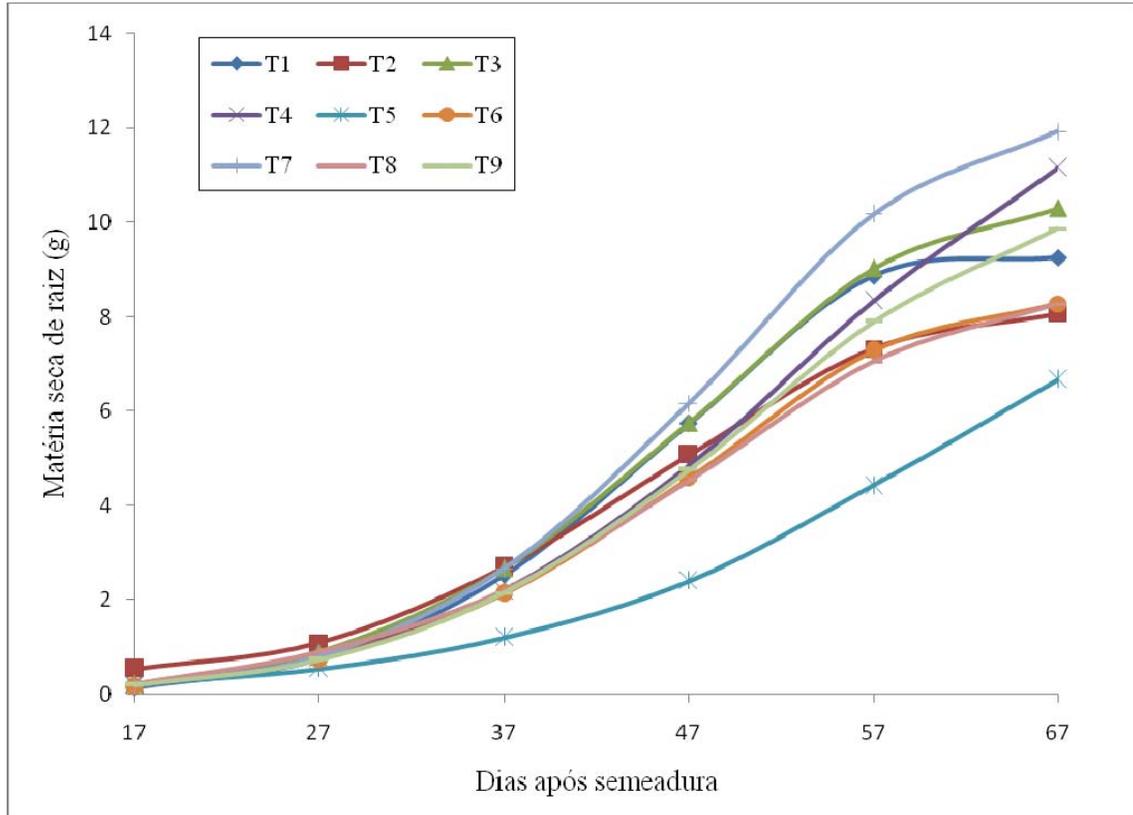
Como não foram identificados estudos na literatura consultada sobre a influência da variação de nutrientes e aplicação de inibidores vegetais no desenvolvimento de girassol ornamental, os resultados obtidos não puderam ser comparados.



**Figura 4.** Matéria seca de lâminas foliares, em g, de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

Plantas submetidas à solução nutritiva diluída em 50% e aplicação semanal de regulador apresentaram a menor matéria seca de raiz a partir dos 37 DAS, enquanto aquelas cultivadas com solução completa e aplicação de Daminozide a cada 14 dias apresentaram tendência de maior matéria seca nas últimas colheitas, diferindo das plantas submetidas ao tratamento testemunha, T<sub>1</sub>, aos 37 e 67 DAS (Figura 5).

Nenhum estudo avaliou matéria seca de raiz de plantas de girassol ornamental cultivados com variação de nutrientes e aplicação de inibidor de crescimento.



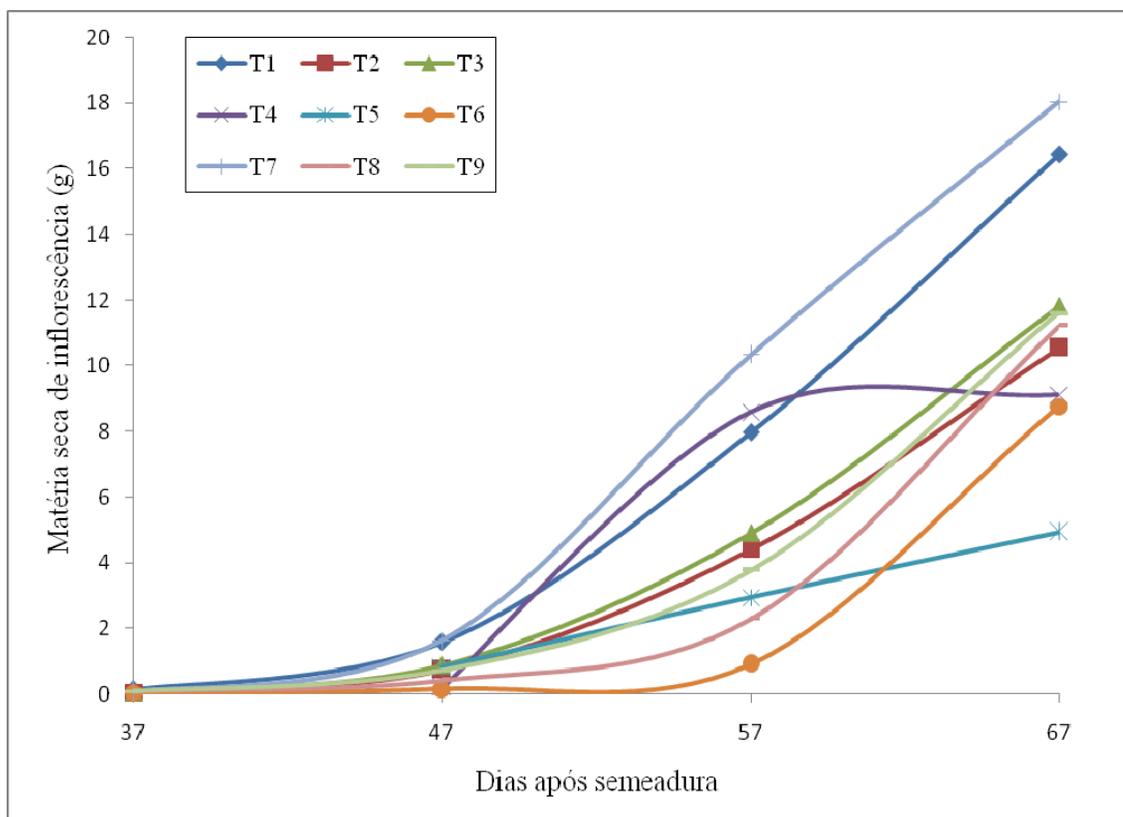
**Figura 5.** Matéria seca de raiz, de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

A matéria seca de inflorescência foi maior nas plantas submetidas à solução nutritiva completa. No entanto, aquela das plantas cultivadas com solução completa e aplicação de regulador a cada 14 dias foi maior que a dos demais tratamentos, exceto para o tratamento sem regulador aos 57 DAS, em que as matérias secas de inflorescências não diferiram.

Bruginsk e Pissaia (2002), estudando doses de nitrogênio em cobertura, observaram que a matéria seca da inflorescência na fase de colheita representa 30% da matéria seca total do girassol, o que evidencia a grande transferência de massa entre os estádios de florescimento e maturação.

No presente estudo, as inflorescências das plantas submetidas à solução completa formaram-se perfeitamente. Formação inadequada das inflorescências foi verificada apenas

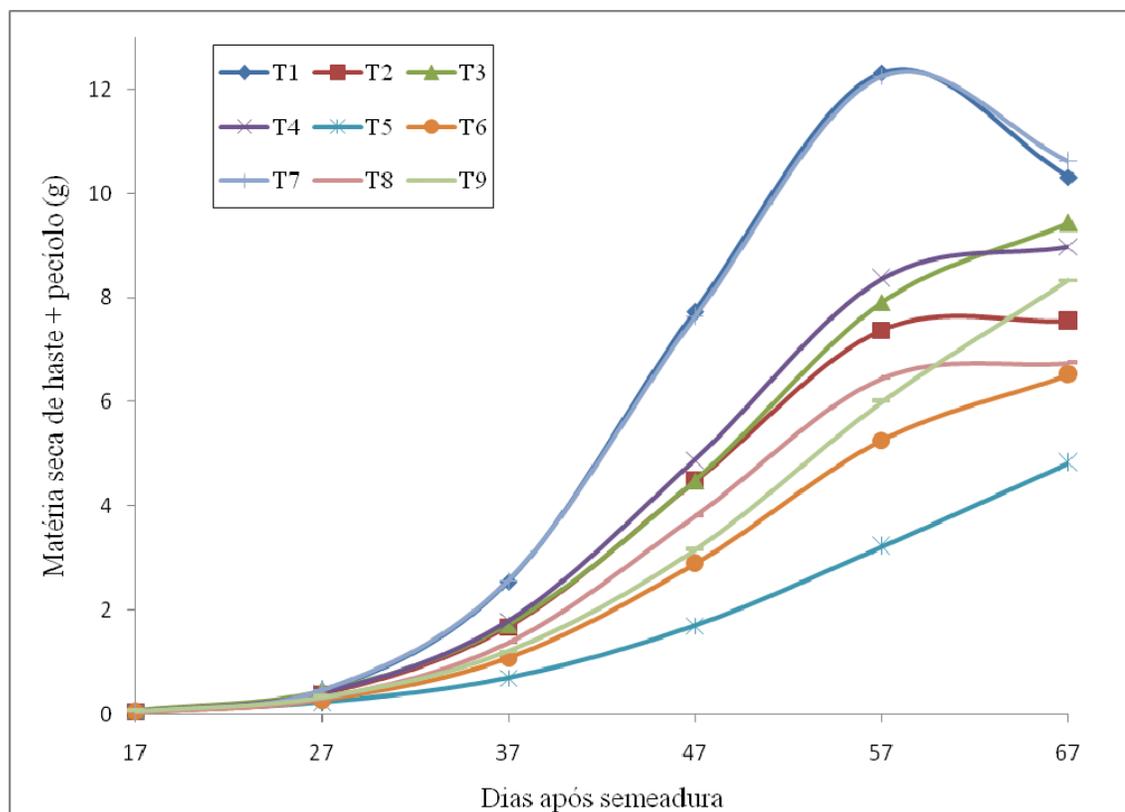
nas plantas cultivadas com diluição de 50% da solução nutritiva e pulverização semanal de regulador. Esse resultado discorda daqueles verificados por Watanabe et al (2005) que avaliando o girassol cv Sunbrigt em solução nutritiva concluíram que a má formação das inflorescências ocorreu devido aos níveis super estimados dos nutrientes presentes na solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950).



**Figura 6.** Matéria seca de inflorescência, em g, de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após sementeira (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

De maneira geral, a matéria seca de haste mais pecíolos das plantas cultivadas na solução nutritiva completa sem aplicação de regulador foi superior ao das plantas cultivadas nos demais tratamentos e não diferiu da matéria seca de haste mais pecíolo das plantas submetidas à solução nutritiva completa e com aplicação de regulador a cada 14 dias, que foram semelhantes durante todo o ciclo (Figura 7). As plantas submetidas à solução nutritiva

diluída em 50%, com aplicação semanal de Daminozide apresentaram a menor matéria seca desses órgãos.



**Figura 7.** Matéria seca de haste mais pecíolos, em g, de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

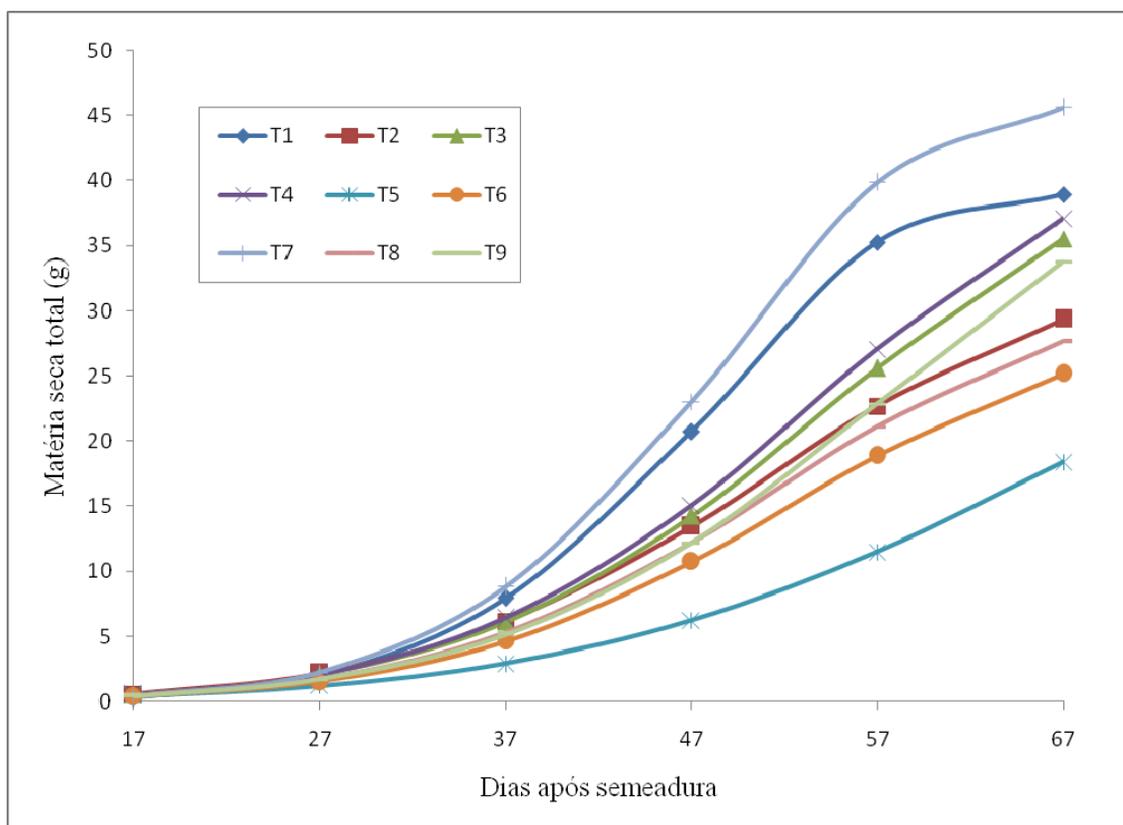
De acordo com Barni et al (1995) o girassol não evidencia diferenças no crescimento quando é elevado o nível de fertilidade do solo. Esta observação, no entanto, não pode ser considerada para a cultivar de girassol Pacino Gold, que apresentou variação de crescimento com base em todas as variáveis avaliadas, quando cultivado na solução nº2 de Hoagland & Arnon (1950) com variação de nutrientes. Deve-se registrar que tal solução é considerada super estimada nas concentrações de macronutrientes sendo utilizada com 1/10 de sua força iônica para mudas e metade dela para plantas jovens (Ruiz, 1997).

A massa seca total (figura 8), revela maior influência dos tratamentos a partir dos 47 dias após emergência, quando apresentou com a idade das plantas, aumento mais acentuado, resultados concordantes com os de Benincasa, (2003) e Watanabe et al. (2005).

As plantas submetidas às soluções nutritivas completas apresentaram as maiores matérias secas totais (figura 8), resultado que está de acordo com Barni (1995) e Bruginsk & Pissaia (2002) que estudaram girassol com vários níveis de adubação e concluíram que plantas deficientes em nutrientes apresentam rendimento reduzido devido, em grande parte, à redução de área foliar e, conseqüentemente, redução da taxa de fotossíntese, que leva a diminuição de acúmulo de matéria seca nos diversos órgãos do vegetal.

Por outro lado, como as plantas cultivadas com variação da concentração de nutrientes apresentaram diferenças de matéria seca total, esses resultados divergem dos observados por Barni (1995) que afirma que variação dos níveis de adubação, não resultam em diferenças no crescimento do girassol, quando é elevado o nível de fertilidade.

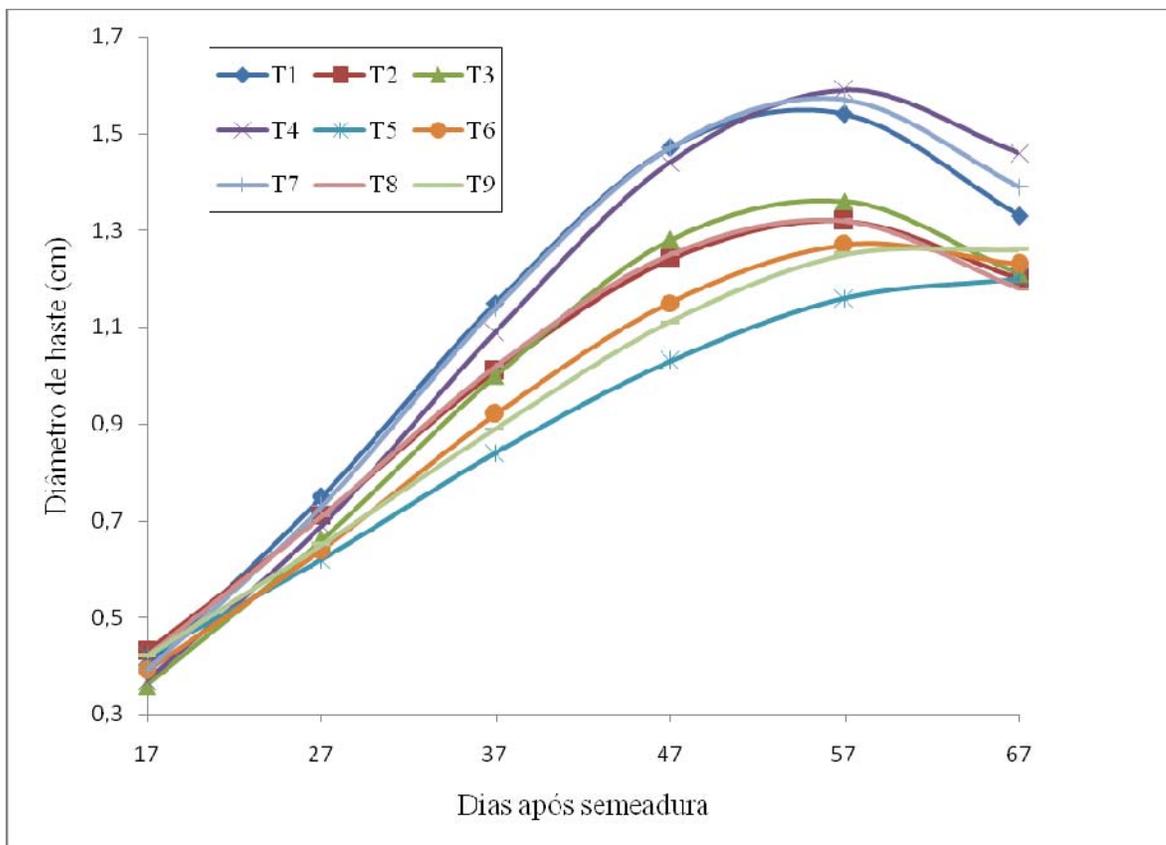
Durante todo o ciclo do girassol, as plantas submetidas à solução diluída em 50% e aplicação semanal de regulador apresentaram as menores matérias secas totais e aquelas cultivadas com solução completa e aplicação de Daminozide a cada 14 dias, as maiores (Figura 8).



**Figura 8.** Matéria seca total, em g, de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

O diâmetro de haste das plantas cultivadas com solução nutritiva completa apresentou-se maior em relação aos demais tratamentos aos 47 e 57 DAS (Figura 9).

As plantas submetidas à solução nutritiva diluída em 50% e aplicação semanal de Daminozide apresentaram os menores diâmetros de hastes (Figura 9). Resultados divergentes foram observados por Tolotti (2003) que cultivando crisântemo tipo bola concluiu que o diâmetro da haste aumentou com a frequência de aplicação e a semanal resultou em diâmetro 7% maior comparada à bissemanal. Pool et al. (2005) trabalhando com várias dosagens de Daminozide em plantas de crisântemo observaram maior espessamento de haste com aplicação de 1000 mg L<sup>-1</sup> e menor com 4000 mg L<sup>-1</sup>, que se manifestou inclusive menos espessa que as plantas não submetidas à aplicação.



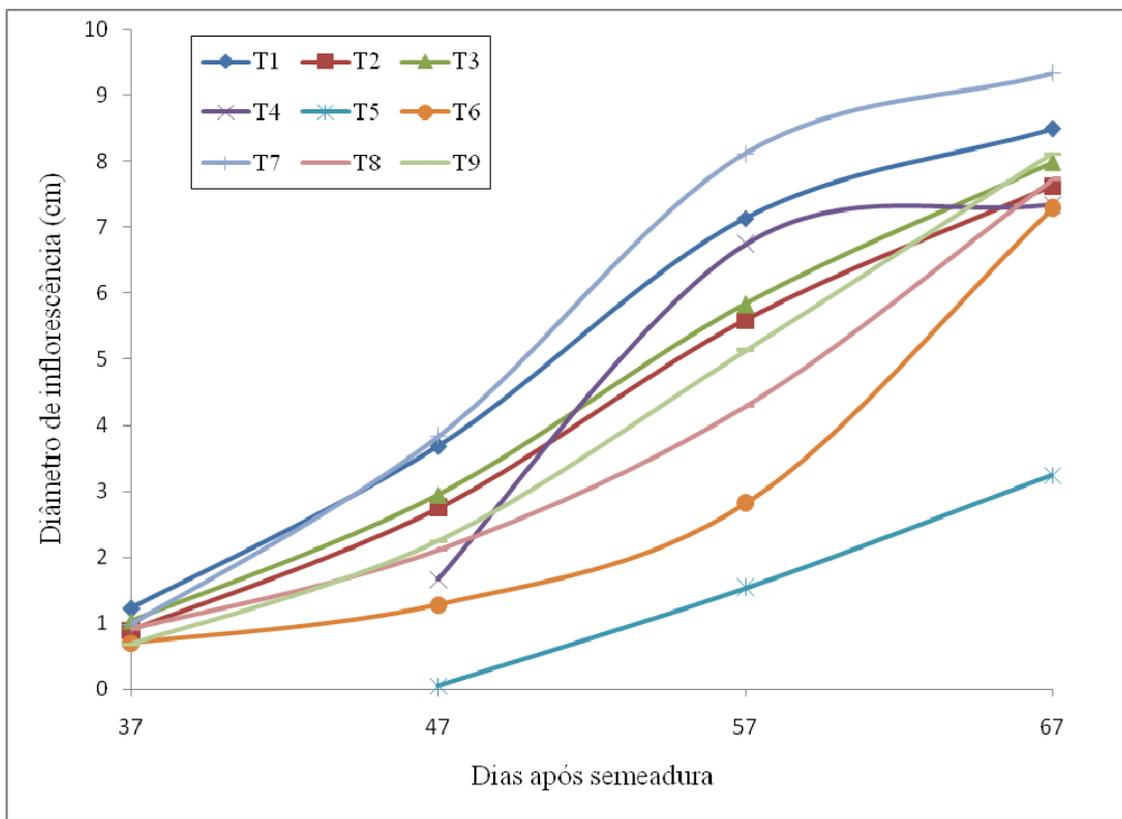
**Figura 9.** Diâmetro de haste, em cm, de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após sementeira (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

As plantas de girassol ornamental submetidas a todos os tratamentos apresentaram formação de botão floral a partir dos 37 DAS, exceto as submetidas à aplicação semanal de Daminozide que revelaram atraso na diferenciação floral, como consequência do atraso de desenvolvimento de seu ciclo em relação às demais plantas (Figura 10). Esses resultados concordam com os de Wei & Biwen (1997) e Mainardi (2004), que cultivando crisântemo com aplicação de Daminozide verificaram atraso do ciclo de desenvolvimento em aproximadamente uma semana. Observaram ainda que quanto maior a dose aplicada maior o atraso no ciclo.

As maiores inflorescências no final do ciclo, aos 67 dias após a semeadura, foram observadas nas plantas submetidas à solução nutritiva completa com aplicação de Daminozide a cada 14 dias (Figura 10).

As plantas cultivadas com solução diluída em 50% e aplicação semanal de Daminozide apresentaram inflorescências mal formadas, devido à não formação de alguns aquênios, característica não desejada na floricultura. Além disso, essas plantas não apresentaram adequada arquitetura. Esses resultados podem ser explicados por Merrien e Milan (1992) que atribuem a não formação de aquênios à superfície foliar incipiente apresentada pela planta, sobretudo com a senescência precoce das folhas. Este resultado contraria, em parte, os obtidos por Watanabe et al (2005), que estudando girassol cv Sunbright em solução nutritiva concluíram que a solução diluída em 50% resultava em inflorescência de melhor qualidade. No entanto, no último estudo a cultivar avaliada foi a Sunbright, não tendo sido utilizado inibidor vegetal. Os resultados obtidos no presente estudo, por outro lado, concordam com os de Cathey (1967), que ao estudar crisântemo em vaso, com aplicação de 2500 e 5000 mg L<sup>-1</sup> de Daminozide, na segunda semana de dia curto, observou porte ideal das plantas pulverizadas com melhor formato da inflorescência.

Pool et al. (2005) observaram incremento no diâmetro floral de crisântemo pulverizado com Daminozide, resultados concordantes com os obtidos neste trabalho pois, as plantas submetidas à aplicação de regulador a cada 14 dias e solução nutritiva completa apresentaram os maiores diâmetros de inflorescência.



**Figura 10.** Diâmetro de inflorescência, em cm, de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após sementeira (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

De maneira geral, os melhores resultados foram obtidos com a solução nutritiva completa, com destaque para as plantas a ela submetida, com aplicação a cada 14 dias de Daminozide que apresentaram maior diâmetro de inflorescência e altura adequada para o comércio em floricultura. Os demais tratamentos apresentaram resultados intermediários ou abaixo das expectativas para as características estudadas.

## **RESUMO**

Objetivando redução de altura sem interferir com as demais características desejáveis na floricultura, que garantem plantas de porte adequado e inflorescências vistosas, *Helianthus annuus* Pacino Gold foi submetido a solução completa, diluída em 50% e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em nível completo e especificado na solução nº2 de Hoagland & Arnon, na ausência ou presença, semanal ou a cada 14 dias, do inibidor de crescimento, Daminozide. De maneira geral, os melhores resultados foram obtidos com a solução nutritiva completa, com destaque para as plantas submetidas a essa solução e aplicação a cada 14 dias do inibidor, que apresentaram os maiores diâmetros de inflorescências e alturas adequadas para o comércio em floricultura. Os demais tratamentos apresentaram resultados intermediários ou abaixo das expectativas para as características estudadas.

## REFERÊNCIAS

- Arteca, R.N. (1995), Plant Growth substances: principles and applications. Thomson Publishing, New York, p. 332.
- Bange, M.; Hammer, G. & Rickert, K. (1996), Physiological determinants of potencial yield of sunflower. In- 14 International Sunflower Conference, Lyaoning Academy of Agricultural Sciences, **1**, 570-575. Beijing/Shenyang.
- Barni, N. A.; Berlato, M. A.; Santos A. O. & Sartori G. (1995), Análise de crescimento do girassol em resposta a cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura. *Pesquisa Agropecuária Gaucha*, **1**, 167-184.
- Barret, J. E.; Peacock, M. E. & Nell, T. A. (1986), Height control of exacum and chrysanthemum with paclobutrazol, XE-1019, flurprimidol and RSW-0411. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, **99**, 254-255.
- Barret, J. E. (1992), Mecanismos of action. In: Tips on the use of chemical growth regulators on floriculture crops. Ohio Florists Association, pp. 12-18.
- Benincasa, M. M. P. (2003), Análise de crescimento de plantas (noções básicas). Jaboticabal: Funep.
- Bruginski, D. H. & Pissaia, A. (2002), Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha: II – morfologia da planta e partição de massa seca. *Scientia Agraria*, **3**, 47-53.
- Bruginsky, D. C. (2004), Análise de crescimento de girassol em sistema de semeadura direta. *Revista acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, **2**, 63-70.
- Carelli, M. L. C.; Ungaro, M. R. G.; Fahl J. I. & Novo, M. C. S. S. (1996), Níveis de nitrogênio metabolismo, crescimento e produção de girassol. *Rev. Brasileira de Fisiologia Vegetal*, **8**, 123-130.
- Carlucci, M. V.; Fahl, J. I. & Matthes, L. A. F. (1991), Efeito de retardantes de crescimento em *Ruellia colorata*. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, **3**, 103-106.
- Cathey, H. M. (1975), Comparative plant growth retarding activities of ancymidol with ACPC, phospon, chlormequat and SADH on ornamental plant species. *Hort Science*, **10**, 204-216.
- Evans, J.R. & Seemann, J.R. (1984), Differences between wheat genotypes in specific activity of RuBP carboxilase and the relationship to photosynthesis. *Plant Physiology*, **74**, 759-765.
- Evans, J.R. (1983), Nitrogen and photosynthesis in the flag leaf of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Physiology*, **72**, 297-302.
- Garza, M. S.; Gonzáles, H. G.; García, F. Z.; Hernández, B. C. & Garciduenas, M. R. (2001), Efecto de cuatro fitoreguladores comerciales en el desarrollo y rendimiento del girasol. *Ciencia UANL*, **4**, 69-75.

Hertwig, K. V. (1977), Manual de herbicidas desfoliantes, dessecantes e fitoreguladores.: Agronômica Ceres: São Paulo.

Hartmann, H.T.; Kofranek, A.M.; Rubatzky, V.E. & Flocker, W.J. (1988) Plant Science: growth, development and utilization of cultivated plants. New Jersey: Regents/Prentice Hall.

Hoagland, D. R. & Arnon, D. I. (1950), The water: culture method for growing plants without soil. *Calif. Agric. Exper. Stat.* Berkley University of California. pp. 32.

Instituto de Economia Agrícola – IEA. Retirado do site:

<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=8748>

<http://www.iea.sp.gov.br/out/arquivoAN.php?codTipo=2> , acessado em: 13/05/2007.

Johnson, C. M.; Stout, P. R.; Proyer, T. C. & Carlton, A. B. (1957), Comparative Chlorine requirements of different plants species. *Plant Soil*, **8**, 337-353.

Machado, P.R. (1979), Absorção de nutrientes por duas variedades de girassol (*Helianthus annuus*,L) em função da idade e adubação em condições de campo. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brazil.

Marschner, H. (1995), Functions of mineral nutrients: macronutrients. In: Mineral nutrition of higher plants. London academic press.

Matthes, L. A. F.; Castro, C. E. F.; Castro, J. V.; Bergmann, E. C. & Feitosa, C. T. (1983), Programa integrado de pesquisa de flores e plantas ornamentais. Secretaria de Agricultura e Abastecimento, São Paulo, 38p.

Mainardi, J. C. C. T.; Bellé, R. A. & Mainardi, L. (2004), Produção de crisântemo (*Dendranthem grandiflora* Tzvelev.) sonowdon'em vaso II: ciclo da cultivar, comprimento, largura e área foliar. *Cienc. Rural*, 34, 1709-1714.

Merrien, A. & Milan, M. J. (1992), Physiology du tournesol. Cetiom, Paris.

Moss, D. N. (1984), Photosynthesis, respiration and photorespiration in higher plants. In: TESAR, M.B. Physiological basis of crop growth and development. American Society of America, Madson, pp. 131-152.

Mundstock, C. M. & Zagonel J. (1994), Perfil de área foliar de duas cultivares de girassol sob doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **29**, 847-851.

Neves, M. B., Watanabe, A. A.; Marques, R. R.; Fonseca, N. R.; Rigolon, C.M. & Boaro, C.S.F. (2005), Análise de crescimento de girassol ornamental em cultivo hidropônico, com variação dos níveis de nutrientes. X Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 11-16 setembro, Recife, PE.

- Nichiporovich, A. A. (1960), Photosynthesis and the theory of obtaining high crop yields. *Field Crop Abstract*, **13**, 169-175.
- Pool, A. G. E.; Couoh E. V.; Gutiérrez, A. P.; Cach, L.A.S. & Cerda C. F. J.F. (2005), El Daminozide aumenta El diámetro de inflorescência del crisântemo (*Dendranthema grandiflora* tzvelev.) cultivar polaris white. *Revista Chapingo - Série horticultura*, **11**, 361-364.
- Rademacher, W. (2000), Growth retardants: effects on giberellin Byosynthesis and other metabolic pathways. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Biol.*, **51**, 5001-5031.
- Ruiz, H. A. (1997), Relações molares de macronutrientes em tecidos vegetais como base para a formulação de soluções nutritivas. *Revista Ceres*, **44**, 533-546.
- Schippers, P. A. (1980), Compositions changes in the nutrient solution during the growth of plants in recirculating nutrient culture. In: Symposium on research on recirculating water culture,1., Littlehampton
- Sader. R. (1984), Efeitos do nitrogênio no metabolismo nitrogenado, na produção e qualidade de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) Jaboticabal, Faculdade de Ciências Agronômicas, Unesp, Botucatu/SP, Brazil.
- Sarruge, J.R. (1975), Soluções nutritivas. *Summa Phytopathol.*, **1**, 231 – 233,.
- Saugier, B. (1976), Sunfloer. In: Monteith, J. L., Vegetation and the atmosphere. Academic Press, London, pp. 87-119.
- Seemann, J.R.; Shai Ey, T.D.; Wang, J.L. & Osmond, C.B. (1987), Environmental effects on photosynthesis, nitrogen use efficiency, and metabolic pools in leaves of sun and shade plants. *Plant Physiology*, **84**:796-802.
- Taiz, L. E. & Zeiger, E. (2004), Nutrição Mineral: nutrientes essenciais, deficiências e distúrbios vegetais. In: Fisiologia Vegetal. Trad. Eliane Romanato Santarém, Porto Alegre: Artmed.
- Tanaka, R.T. (1981), Nutrição e adubação da cultura do girassol. *Informativo agropecuário*, **7**, 74-76.
- Tolotti, J. C. C.; Bellé, R. A. & Mainardi, L. (2003), Produção de crisantemi (*Dendranthem grandiflora* Tzvelev.) ‘sonwdon’em vaso I: doses e frequência de aplicação de daminozide. *Ciência Rural*, **33**, 1045-1051.
- Watanabe, A. A.; Neves, M. B.; Marques, R. R.; Fonseca, N. R.; Rigolon, C.M. & Boaro, C. S. F. (2005), Distribuição de massa seca de girassol ornamental, cultivado em solução nutritiva com variação de nutrientes. X Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, Recife, PE, Brazil.
- Wallace, D. H. & Munger, H. M. (1965), Studies of the physiological basis for yield differences. I. Growth analysis of six dry bean varieties. *Crop Science*, **5**, 343-348.

- Watson, D. J. (1952), The physiological basis of variation in yields. *Adv. Agron.*, **4**, 101- 145.
- Weaver, R. (1972), Plant Growth substances in agriculture San Francisco. Freeman and Company. San Francisco.
- Wei, S. & Biwen, H. (1997), Studies on production of desk Chrysanthemum applying B9 as dwarfing agent. *Journal of China Agricultural University*, **2**, 101-105.
- Whyper, B.; Dasoju, S. & McCall, I. (1998), Guide to successful pot sunflower Production. Department of Horticultural Science. Horticulture information Leaflet.
- Vernieri, P.; Incrocci, G. & Serra, G. (2003) Effect of cultivar, timing, growth, retardants, potting type on potted sunflowers production. *Acta Horticulturae* (ISHS), **614**, 313-318.
- Vranceanu, A.V. (1977), El girassol, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 379p.

## **CAPÍTULO II**

### **ÍNDICES FISIOLÓGICOS DE GIRASSOL ORNAMENTAL PACINO GOLD CULTIVADO COM VARIAÇÃO DE NUTRIENTES NA SOLUÇÃO NUTRITIVA E APLICAÇÃO DE DAMINOZIDE**

Artigo elaborado nas normas da Revista Brazilian Archives of Biology and Technology

# PHYSIOLOGICAL INDEX OF ORNAMENTAL SUNFLOWER PACINO GOLD GROWN WITH VARIATION OF NUTRIENT SOLUTION AND APPLICATION OF DAMINOZIDE

André Aoki Watanabe<sup>1</sup>, Carmen Silvia Fernandes Boaro<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, CP 510, 18618-000, Botucatu, SP, Brasil. Autor para correspondência: Carmen Sílvia Fernandes Boaro, e-mail: csfboaro@ibb.unesp.br

## ABSTRACT

The aim of the research was to reduce the height of *Helianthus Annuus* Pacino Gold without interfering with its inflorescences or other aesthetic qualities. With reduced height, it will be more suitable for display in vases, and therefore appeal to a wider commercial market. The research was conducted by cultivating the plants with variation of nutritive solutions n<sup>o</sup>2 of Hoagland & Arnon and Daminozide was pulverized to the sunflower each seven or fourteen days. Best results were observed in plants that were growing in complete nutritive solution, particularly the plants with pulverization of Daminozide each fourteen days. These plants, while achieving the aim of a reduction in height, exhibited larger area of foliage, greater photosynthetic efficiency, and inflorescences displayed an increase in diameter. The association of these factors assures the plants greater commercial efficacy.

**Key-words:** asteraceae; mineral nutrition, growth analysis.

---

\* Autor para correspondência

## INTRODUÇÃO

Flores envasadas representam uma das mais interessantes e promissoras formas de produção ornamental. Frequentemente, novas espécies ou produtos são selecionados para o mercado. O uso do girassol como planta de vaso apresenta grande potencial por ser uma nova maneira de utilização da espécie. Por outro lado, sendo este um novo produto, estabelece-se uma lacuna de informações sobre técnicas e tecnologias de cultivo da espécie (Vernieri et al., 2003).

De acordo com Matthes et al. (1983) o comércio de plantas ornamentais envasadas vem apresentando maior evolução que a de flores de corte. A adequação do porte das plantas para esse tipo de mercado exige, no entanto, alterações nas técnicas de cultivo tradicionais. Nesse sentido o uso de retardantes de crescimento se faz necessário, para reduzir o comprimento dos entrenós e manter uma relação harmoniosa entre altura da planta e o vaso (Carlucci et al., 1991).

O cultivo de girassol envasado, recente na floricultura brasileira, dispõem de poucas variedades e estudos existem com utilização de reguladores de crescimento e nutrição destinados exclusivamente para este cultivo.

Entre as principais espécies de girassol para cultivo em vaso encontram-se Big Smile, Elf, Ted Bear, Sundance Kid, Sunspot e Pacino que possui pétalas e centro amarelados, uma inflorescência principal e quatro a cinco secundárias (Whyper, 1998).

O cultivo de girassol em vaso é rápido, permitindo ao produtor imediato retorno de seu investimento (Whyper, 1998). Dessa forma, a realização de trabalhos com a espécie, visando à obtenção de plantas envasadas com tamanho adequado para comercialização é de suma importância.

A produtividade e as características morfológicas dos cultivares de girassol podem ser modificadas por manejo na adubação e na genética ou por mudanças nos fatores específicos da regulação de seu desenvolvimento. Os hormônios vegetais são moléculas que atuam sobre o sistema gênico, reprimindo ou liberando genes, que por sua vez, sintetizam moléculas que aceleram ou inibem aspectos de desenvolvimento (Garza et al., 2001).

A utilização de um retardante de crescimento na cultura de girassol envasado para adequar a estética do seu porte em relação ao tamanho do vaso, deve ser realizada durante a fase de rápido crescimento vegetativo (Hertwig, 1977; Hartmann et al, 1988).

O alvo de ação da giberelina no crescimento do caule é o meristema intercalar, localizado próximo à base do entrenó. No entanto, nem sempre o maior comprimento do entrenó é desejado, fazendo-se uso de inibidores de síntese de GA (Taiz & Zeiger, 2004). Esses produtos atuam inibindo a produção natural de giberelina, o que modifica a morfologia do vegetal, com conseqüente redução do seu tamanho. Afetam a formação de células e alongamento do entrenó abaixo do meristema, interferindo apenas com seu comprimento, não modificando, normalmente, o número de folhas, que, no entanto, apresentam-se menores e com verde mais intenso (Barret, 1992; Taiz & Zeiger, 1998; Mainardi et al, 2004). Essas folhas mostram também espessamento da camada do parênquima paliçádico (Cathey, 1975). Assim, são obtidas plantas pequenas com tamanho de inflorescência normal.

O retardante de crescimento, Daminozide, ácido succínico-2,2-dimetilhidratada, é comercializado como Alar-85, B nine, Sadh e Kilar (Barret, 1992). Aplicado somente via foliar em concentrações entre 1250 e 5000 mg L<sup>-1</sup> apresenta-se móvel em todas as partes do vegetal. A eficiência da aplicação na redução de altura da planta depende da idade da planta e da temperatura. Whypker (1998), no entanto, sugere a utilização de dosagem entre 4000 e 8000 mg L<sup>-1</sup> para a inibição de crescimento em girassol envasado. O Daminozide inibe a síntese de giberelina, impedindo principalmente a oxidação do GA<sub>20</sub> para o GA<sub>1</sub> que é sua forma ativa (Rademacher, 2000; Arteca, 1995).

Além da utilização de reguladores de crescimento para reduzir altura de plantas ornamentais, pode-se variar a sua adubação como tentativa de obtenção de porte adequado. O cultivo da espécie em solução nutritiva poderá permitir o estabelecimento de suas exigências nutricionais, evitando gastos desnecessários com excessos. A técnica de hidroponia vem crescendo e destacando-se cada dia mais como um tipo de cultivo vantajoso por possibilitar a produção de espécies em pequenas áreas, com baixo volume de água, antecipando a produção e melhorando a qualidade dos produtos, obtendo-se assim, rápido retorno econômico (Furlani et al. 1999).

Para um cultivo hidropônico bem sucedido, torna-se necessário o ajuste freqüente da solução nutritiva, impedindo que sua absorção pelas raízes produza mudanças radicais nas concentrações dos nutrientes e no pH do meio. Deve-se, no entanto, considerar que a extração de nutriente por planta e por dia de determinada espécie varia conforme a época do ano (Shippers, 1980).

Levantamento realizado há mais de dez anos relevou a existência de aproximadamente 300 formulações de soluções, publicadas em todo o mundo para as diversas culturas

(Schwarz, 1995). No entanto, deve ser registrada a inexistência de formulação específica para a cultura do girassol ornamental, fato importante, considerando-se o grande número de interações envolvidas em sua composição e que podem afetar o desenvolvimento da espécie.

Considerando-se a cultura do girassol deve-se registrar a extração de grandes quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio do solo, comparado com soja, trigo e milho (Machado, 1979). Entre tais culturas, somente a soja extrai mais nitrogênio que o girassol (Vranceanu, 1977).

Para Vranceanu (1977) as necessidades do girassol são comparáveis às do milho para nitrogênio e fósforo, sendo superiores para o potássio. Cumpre destacar que o potássio é um macronutriente que atua como ativador de um grande número de enzimas, além de ser essencial na manutenção do equilíbrio osmótico pelo qual os estômatos abrem-se, garantindo a absorção adequada de CO<sub>2</sub> para a realização do processo fotossintético (Marschner, 1995). O nível crítico de potássio para girassol é muito mais elevado do que para o magnésio (Moos, 1984).

Esses e outros resultados, conhecidos apenas para a produção de grãos, confirmam a importância da realização de estudos sobre as necessidades nutricionais do girassol ornamental. Tal conhecimento, além de ser incorporado à pesquisa da espécie, deve auxiliar a elaboração e recomendação de fórmulas de adubação ou de solução nutritiva. Dessa forma, além de evitar-se o uso desnecessário de fertilizantes, que podem contaminar o ambiente, o desenvolvimento da espécie pode ser melhorado, obtendo-se produto com qualidade econômica, favorecendo, portanto, sua comercialização.

O rendimento biológico que representa a massa de matéria seca total acumulada por uma comunidade vegetal possibilita o estudo da eficiência de partição dos produtos fotossintetizados, quando analisado juntamente com o índice de colheita (Nichiporovich, 1960). Medidas da fitomassa em um dado tempo que podem ser usadas para estimar a produção líquida entre duas colheitas consecutivas (Saugier, 1976)

Para Benicasa (2003) a análise de crescimento se baseia no fundamento de que cerca de 90%, em média, da matéria seca acumulada pelas plantas, ao longo do seu crescimento, resultam da atividade fotossintética. O restante, da absorção de nutrientes minerais. Embora quantitativamente de menor expressão, os nutrientes minerais são indispensáveis ao crescimento e desenvolvimento do vegetal. Apesar de não se poder quantificar a importância da fotossíntese e dos nutrientes separadamente, existe uma estreita relação entre os dois, de tal forma que deficiência em um prejudica o outro direta ou indiretamente.

Watson (1952) relatou que a área foliar das plantas depende da nutrição mineral e que existe correlação entre essa variável e produtividade vegetal, evidente quando se considera a importância da superfície foliar para a fotossíntese.

As medidas obtidas ao longo do ciclo da cultura são tabeladas de forma que possam ser analisadas matematicamente ou graficamente. A utilização de equações de regressão que não só corrige as oscilações normais, como permite avaliar a tendência do crescimento em função do tratamento, possibilita também avaliar, de forma mais precisa, variações no padrão de crescimento de plantas em relação à altura, matéria seca ou área foliar em função dos tratamentos ou de variabilidade genética (Benicasa, 2003).

Ainda segundo Benicasa (2003), a taxa de crescimento absoluto (TCA), variação ou incremento de matéria seca entre duas amostragens sucessivas, reflete a velocidade de crescimento da planta. A taxa de crescimento relativo (TCR), que tende a diminuir com o tempo é a quantidade de matéria seca existente em relação à matéria que já existia na colheita anterior, considerando-se o número de dias e representa o incremento em massa, altura ou área foliar do vegetal ao longo de determinado período, em relação ao período anterior. A taxa de assimilação líquida (TAL) expressa a fotossíntese líquida ou a matéria seca produzida em gramas, por unidade de área foliar por unidade de tempo. A razão de área foliar (RAF) representa a área foliar útil para a fotossíntese, ou seja, revela quanto de área foliar em  $\text{dm}^2$  esta sendo usada para produzir um grama de matéria seca. A área foliar específica (AFE) relaciona a área foliar com o peso de matéria seca da própria folha e está relacionada com a sua composição interna da folha, por exemplo, número e/ou tamanho das células do mesófilo foliar. Segundo Radford (1967), a AFE representa as diferenças no espessamento foliar e permite verificar se as plantas estão acumulando fotoassimilado em suas folhas ou translocando-os para outros órgãos. O inverso da AFE é o peso específico de folha (PEF) que representa a espessura da folha. A razão de massa de folha (RMF) relaciona a matéria seca de folha e a total da planta e reflete a matéria orgânica produzida na folha que translocou para outros órgãos do vegetal.

Dessa forma a análise de crescimento de um vegetal envolve avaliação de variáveis que, em conjunto, determinam sua produtividade. Embora tenham sido citados trabalhos clássicos sobre análise de crescimento, deve ser registrado que são raros aqueles que realizam tal análise em plantas ornamentais (Creste, 2002).

Com base no acima exposto e considerando a necessidade de adequação do tamanho da planta ao vaso e a manutenção da qualidade de inflorescência e da planta, o presente estudo

objetivou avaliar os índices fisiológicos da análise de crescimento, a altura da planta e o diâmetro da inflorescência de girassol ornamental cultivado com variação de nutrientes em solução nutritiva sem aplicação de Daminozide e na sua presença.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período compreendido entre fevereiro e abril de 2007, em laboratório e em casa de vegetação do Departamento de Botânica, do Instituto de Biociências, UNESP, Campus de Botucatu, SP, tipo Paddy-Fan com controle de temperatura, que foi mantida em  $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

As sementes de girassol ornamental (*Helianthus annuus* L.) cv. Pacino Gold foram distribuídas em bandejas com substrato comercial Plantmax HT. Após germinação e formação das plantas jovens aos 7 dias após a semeadura (DAS), as raízes foram lavadas para a completa retirada do substrato e tratadas com fungicida à base de procimidone, utilizando-se o produto comercial Sumilex. As plantas jovens foram transplantadas para vasos de plástico nº 13, com capacidade de 1,2 L e contendo substrato inerte de quartzo moído e, a seguir, transferidas para casa de vegetação. Cada vaso recebeu uma planta que foi submetida à solução nutritiva de Hoagland & Arnon nº 2 (1950), cuja composição especificada na tabela 1 foi modificada de acordo com o tratamento. A diluição da solução foi realizada com base nas especificações de Watanabe et al. (2005) que pesquisando a resposta do girassol cv. Sunbright à solução nutritiva de Hoagland & Arnon completa e diluída em 50% concluíram que a solução completa forneceu nutrientes em excesso para as plantas e que a solução diluída ocasionou as inflorescências com melhores características de mercado. Em todos os tratamentos o pH da solução foi mantido entre 5,5 e 6,5 e a condutividade elétrica entre 1,0 a 2,5  $\text{mS cm}^{-1}$ , conforme especificado abaixo, em média, para cada um das variações de solução nutritiva. Diariamente foram acompanhados todos os sinais visuais apresentados pelas plantas, com reposição de solução. Os botões florais secundários foram desbastados diariamente para que não houvesse competição por fotoassimilados e prejuízo dos principais.

TABELA 1. Composição da solução nutritiva nº 2 de Hoagland & Arnon (1950) em macro e micronutrientes.

Macronutrientes ( $\text{mmol L}^{-1}$ )							Micronutrientes ( $\mu\text{mol L}^{-1}$ )					
N-N03	N-NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
14	1	1	5,98	4	1,98	2	46,3	0,31	17,92	9,11	0,1	0,76

A aplicação do regulador Daminozide foi realizada com pulverizador manual de 5 L, bico leque 80 02, pressão de 40 libras/pol<sup>2</sup>, na concentração de 4000 mg L<sup>-1</sup>, ou seja, 4,8 gramas do produto comercial Bnine, ácido succínico-2,2-dimetilhidratada, por litro de água. Para melhor absorção do regulador adicionou-se espalhante adesivo não iônico, alquil-fenol-poliglicoleter, Extravon<sup>®</sup>, na concentração de 0,5 mL L<sup>-1</sup> de solução, fabricado pela Syngenta Brasil.

Dessa forma, as plantas foram cultivadas em nove tratamentos, constituídos pela combinação de variação de nutrientes na solução nutritiva e aplicação de Daminozide a cada 7 ou 14 dias, sendo a primeira realizada aos 14 DAS e a última aos 56 DAS, designados T1 - Solução nutritiva completa sem aplicação de Daminozide (completa SD), T2 - Solução nutritiva diluída em 50% sem aplicação de Daminozide (diluída SD), T3 - Solução nutritiva diluída em 50% para todos os nutrientes exceto para N e K, mantidos em nível completo, sem aplicação de Daminozide (Diluída, exceto N e K, SD), T4 - Solução nutritiva completa e aplicação semanal de Daminozide (Completa D7), T5 - Solução nutritiva diluída em 50% e aplicação semanal de Daminozide (diluída D7), T6 - Solução nutritiva diluída em 50% para todos os nutrientes exceto para N e K, mantidos em nível completo e aplicação semanal de Daminozide (Diluída, exceto N e K D7), T7 - Solução nutritiva completa e aplicação a cada 14 dias de Daminozide (completa D14), T8 - Solução nutritiva diluída em 50% e aplicação a cada 14 dias de Daminozide (diluída D14), T9 - Solução nutritiva diluída em 50% para todos os nutrientes exceto para N e K, mantidos em nível completo e aplicação a cada 14 dias de Daminozide (diluída exceto N e K D14).

A condutividade elétrica da solução completa foi igual, em média, a 1,94 mS cm<sup>-1</sup>, a da solução diluída em 50%, em média, 1,00 mS cm<sup>-1</sup> e a solução diluída em 50%, exceto para N e K, mantidos em nível completo, em média, 1,64 mS cm<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições, em esquema fatorial 9 x 6, ou seja, nove tratamentos constituídos pelas três variações da solução nº2 de Hoagland & Arnon (1950), com ausência ou presença de Daminozide a cada 7 ou 14 dias e seis épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS), de modo a cobrir todo o ciclo de desenvolvimento do vegetal.

Em cada colheita, após a determinação da altura, definida como a distância do colo até o ápice da planta, em cm, as plantas, após a determinação do diâmetro de inflorescência, com o auxílio de paquímetro, foram separadas em lâminas foliares, hastes mais pecíolos e raízes. Após a determinação da área foliar das lâminas, em dm<sup>2</sup>, com o auxílio de integralizador de

área foliar, modelo LI 3100 da Li-Cor, as diferentes partes do vegetal foram acondicionadas em sacos de papel etiquetados e colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 60°C, até obtenção de matéria seca constante. Determinou-se dessa forma, a matéria seca de lâminas foliares e a total das plantas, em gramas, utilizando-se balança analítica Ohaus tipo Analytical Standard com sensibilidade de até 0,1 mg.

Para se proceder a estimativa dos índices fisiológicos da análise de crescimento, taxa de crescimento absoluto (TCA), razão de área foliar (RAF), taxa assimilatória líquida (TAL) e de crescimento relativo (TCR), as variáveis, área foliar, matéria seca de lâminas foliares e matéria seca total das plantas foram ajustadas em relação ao tempo, ou seja, idade das plantas, pelo programa computacional ANACRES, de acordo com as especificações de Portes & Castro Júnior (1991), utilizando-se a equação exponencial quadrática, que foi a que melhor se ajustou ao conjunto de dados. O peso específico de folha e a razão de massa foliar foram calculados de acordo com Benicasa (2003).

As variáveis, altura, diâmetro de inflorescência, área foliar, matéria seca de lâminas foliares, e total das plantas foram submetidas à análise de variância e as médias de tratamentos foram comparadas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste LSD. As colheitas foram avaliadas por análise de regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas cultivadas em solução nutritiva com variação de nutrientes e aplicação de Daminozide a cada 7 ou 14 dias apresentaram alturas diferentes. As plantas submetidas ao tratamento 5, com solução diluída em 50% e aplicação semanal de Daminozide apresentaram-se mais baixas, seguindo-se aquelas do tratamento 6 com solução diluída, exceto para N e K, mantidos em nível completo e aplicação semanal de Daminozide e do tratamento 4 com solução completa e aplicação semanal de Daminozide, conforme pode ser observado na figura 1. Apesar da maior altura, as plantas submetidas ao tratamento 7 com solução completa e aplicação a cada 14 dias de Daminozide, apresentaram a melhor relação altura x inflorescência.

A partir dos 37 dias após semeadura (DAS), as alturas das plantas tratadas com o regulador de crescimento foram menores. A pulverização semanal do regulador foi mais eficiente na diminuição da altura do que a realizada a cada 14 dias. Aos 57 DAS os tratamentos sem aplicação de regulador apresentavam maiores alturas.

De acordo com Neves et al. (2005), a altura de plantas de girassol é importante para a caracterização de viabilidade de plantas envasadas e a autora, cultivando girassol ornamental com variação de nutrientes observou que as plantas cultivadas com solução completa apresentaram as menores alturas.

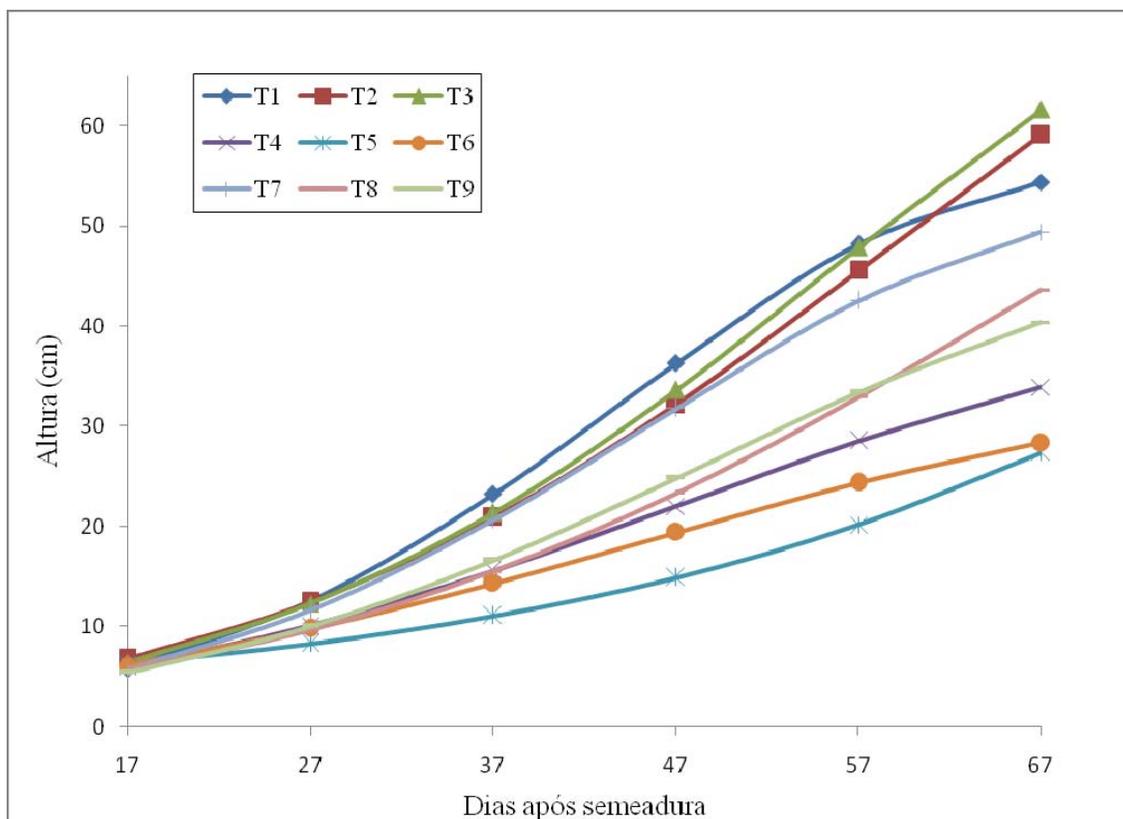
As diferenças entre os tratamentos na altura de plantas tornaram-se evidentes e crescentes a partir dos 37 DAS, resultados concordantes com os de Benicasa (2003) para a cultura do sorgo granífero.

Os resultados do presente trabalho em que as plantas com aplicação semanal do regulador apresentaram as menores alturas, seguidas das pulverizadas a cada 14 dias e das mais altas, que não foram pulverizadas discordam daqueles verificados para *Ruellia colorata* e aplicação de 4000 mg L<sup>-1</sup> de Daminozide. Nesse estudo, Carlucci et al. (1991) não conseguiram suficiente redução no porte das plantas para que as mesmas se apresentassem compactas e com adequado aspecto ornamental. Talvez esses resultados decorram da realização de uma única aplicação do regulador, que por apresentar curta efetividade, foi insuficiente (Weaver, 1972).

Mainardi (2004) estudando crisântemo tipo bola com várias doses e épocas de aplicação de regulador Daminozide, concluiu que a altura e a área foliar diminuiriam quando o regulador foi aplicado semanalmente e não a cada 14 dias. Esta vantagem de aplicação

semanal manteve-se independentemente da dose de 2000, 4000 ou 6000 mg L<sup>-1</sup> utilizada. Esses resultados concordam com os verificados neste estudo que revelou menores alturas quando o regulador foi aplicado a cada 7 dias.

Pool et al. (2005) avaliaram crisântemo pulverizando várias dosagens de regulador Daminozide e observaram 50% de redução da altura quando 1000 mg L<sup>-1</sup> foram utilizados e de 76% ao serem aplicados 4000 mg L<sup>-1</sup>.



**Figura 1.** Altura (cm) de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após sementeira (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

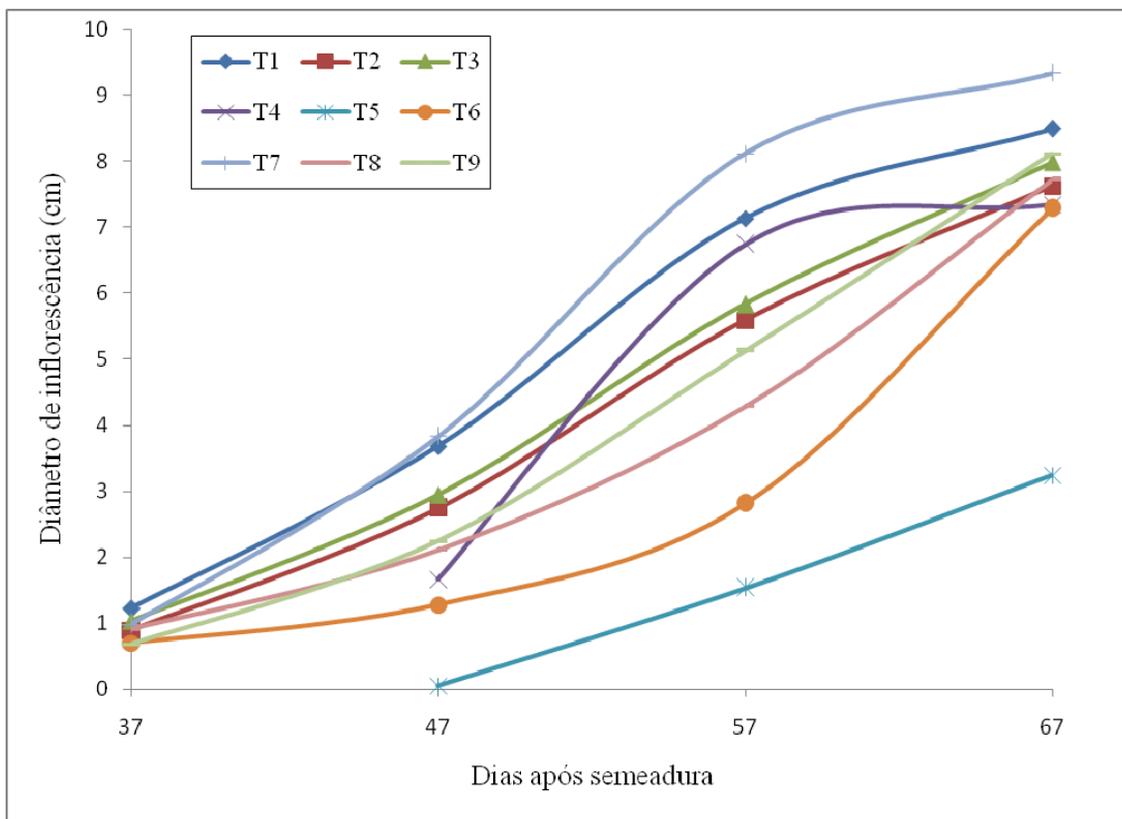
As plantas de girassol ornamental submetidas a todos os tratamentos apresentaram formação de botão floral a partir dos 37 DAS, exceto as submetidas à aplicação semanal de Daminozide que revelaram atraso na diferenciação floral, como consequência do atraso de

desenvolvimento de seu ciclo em relação às demais plantas (Figura 2). Esses resultados concordam com os de Mainardi (2004) e Wei & Biwen (1997), que cultivando crisântemo com aplicação de Daminozide observaram atraso do ciclo de desenvolvimento em aproximadamente uma semana. Observaram ainda que quanto maior a dose aplicada maior o atraso no ciclo.

As maiores inflorescências no final do ciclo, aos 67 dias após a semeadura, foram observadas nas plantas submetidas à solução nutritiva completa com aplicação de Daminozide a cada 14 dias (Figura 2).

As plantas cultivadas com solução diluída em 50% e aplicação semanal de Daminozide apresentaram inflorescências mal formadas, devido à não formação de alguns aquênios, característica não desejada na floricultura. Além disso, essas plantas não apresentaram adequada arquitetura. Esses resultados podem ser explicados por Merrien e Milan (1992) que atribuem a não formação de aquênios à superfície foliar incipiente apresentada pela planta, sobretudo com a senescência precoce das folhas. Este resultado contraria, em parte, os obtidos por Watanabe et al (2005), que estudando girassol cv Sunbright em solução nutritiva concluíram que a solução diluída em 50% resultava em inflorescência de melhor qualidade. No entanto no último estudo a cultivar avaliada foi a Sunbright, não tendo sido utilizado inibidor vegetal. Os resultados obtidos no presente estudo, por outro lado, concordam com os de Cathey (1967), que ao estudar crisântemo em vaso, com aplicação de 2500 e 5000 mg L<sup>-1</sup> de Daminozide, na segunda semana de dia curto, observou porte ideal das plantas pulverizadas com melhor formato da inflorescência.

Pool et al. (2005) observaram incremento no diâmetro floral de crisântemo pulverizado com Daminozide, resultados concordantes com os obtidos neste trabalho, pois as plantas submetidas a aplicação de regulador a cada 14 dias e solução nutritiva completa apresentaram os maiores diâmetros de inflorescência.



**Figura 2.** Diâmetro de inflorescência, em cm, de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

A área foliar das plantas, figura 3, apresentou efeito mais evidente do regulador e da solução nutritiva a partir dos 37 DAS nos diferentes tratamentos. Observa-se que aquelas submetidas à solução nutritiva completa, T<sub>1</sub>, com solução nutritiva completa sem aplicação de regulador vegetal, T<sub>4</sub>, com solução nutritiva completa e aplicação semanal de Daminozide e T<sub>7</sub>, com solução nutritiva completa e aplicação de Daminozide a cada 14 dias, apresentaram maiores áreas foliares. Esses resultados são concordantes com as observações de Watson (1952) de que a área foliar é muito dependente da nutrição. Em todos os tratamentos a área foliar aumentou ao longo do ciclo, até os 57 DAS, resultado concordante com os de Benicasa (2003).

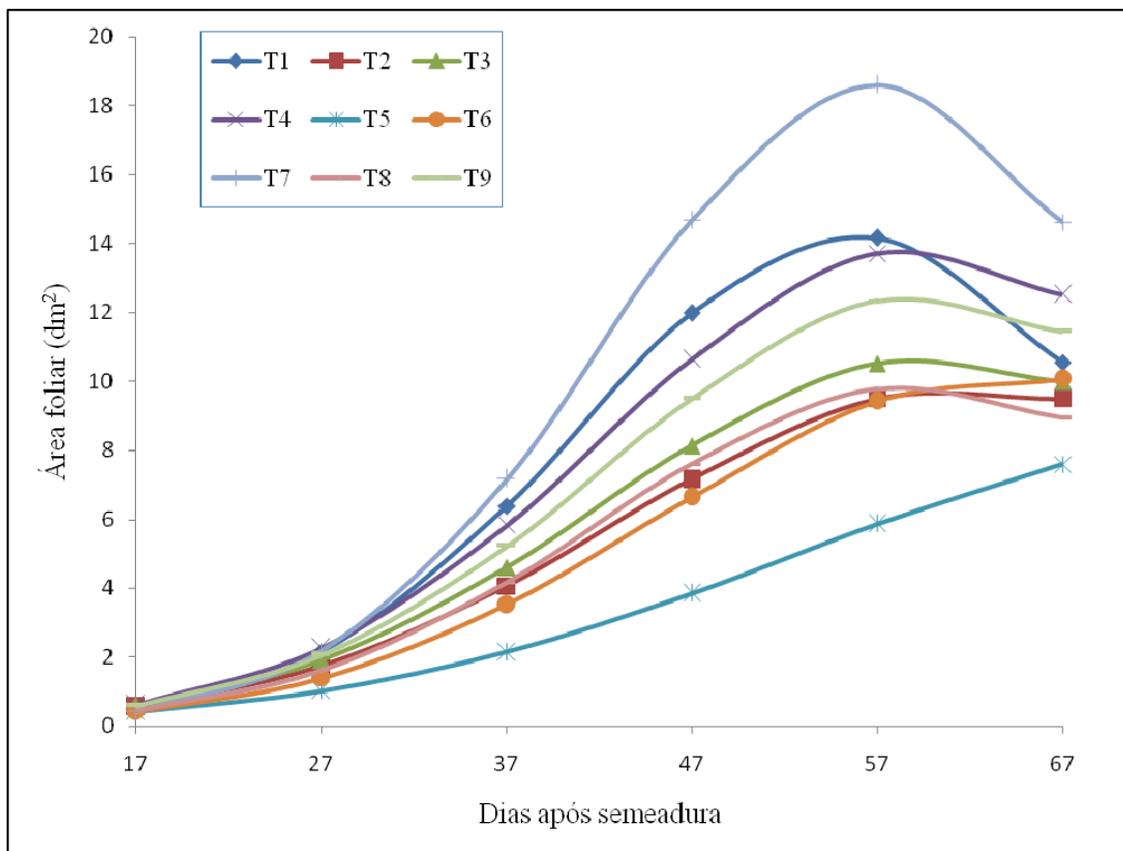
A partir dos 37 DAS as plantas submetidas ao tratamento com solução nutritiva completa e aplicação a cada 14 dias de regulador apresentaram as maiores áreas foliares, ao contrário daquelas submetidas à solução nutritiva diluída em 50% e aplicação semanal de regulador que, de maneira geral, apresentaram as menores áreas foliares até o final do ciclo. Nessas últimas plantas, a área foliar ainda apresentava-se crescente no final do estudo, ao contrário das demais, que já diminuía por encontrarem-se nos finais de seus ciclos.

Nas plantas submetidas à solução diluída em 50% exceto para N e K, que foram mantidos em nível completo, com ou sem aplicação do regulador a cada 14 dias, a área foliar apresentou-se intermediária entre aquelas das plantas submetidas aos níveis completos e diluídos em 50% na solução nutritiva. É provável que tal comportamento se deva à maior quantidade de nitrogênio disponível para a planta, aumentando a área foliar (Mundstock e Zagonel, 1994; Bruginski, 2004; Bange et al., 1996).

De acordo com Barni (1995) plantas deficientes em minerais, normalmente tem folhas pequenas e as velhas morrem mais rapidamente, apresentando, portanto, área foliar, matéria seca de lâminas foliares e fotossíntese reduzidas. Esses resultados são concordantes com os observados nas plantas cultivadas com solução nutritiva diluída em 50%, com ou sem aplicação de regulador.

Deve-se registrar maior área foliar no período de florescimento pleno, aos 57 DAS, característica relevante para a produção de fotoassimilados (Bruginski, 2004), que darão origem à inflorescência bem formada, condição importante para a floricultura.

Pool et al (2005) estudando crisântemo pulverizado com dosagens de Daminozide entre 1000 e 5000 mg L<sup>-1</sup> observaram variação de área foliar. Esses resultados concordam com os obtidos no presente estudo, apesar da maior influência dos níveis de nitrogênio no desenvolvimento da área foliar das plantas submetidas aos diferentes tratamentos.

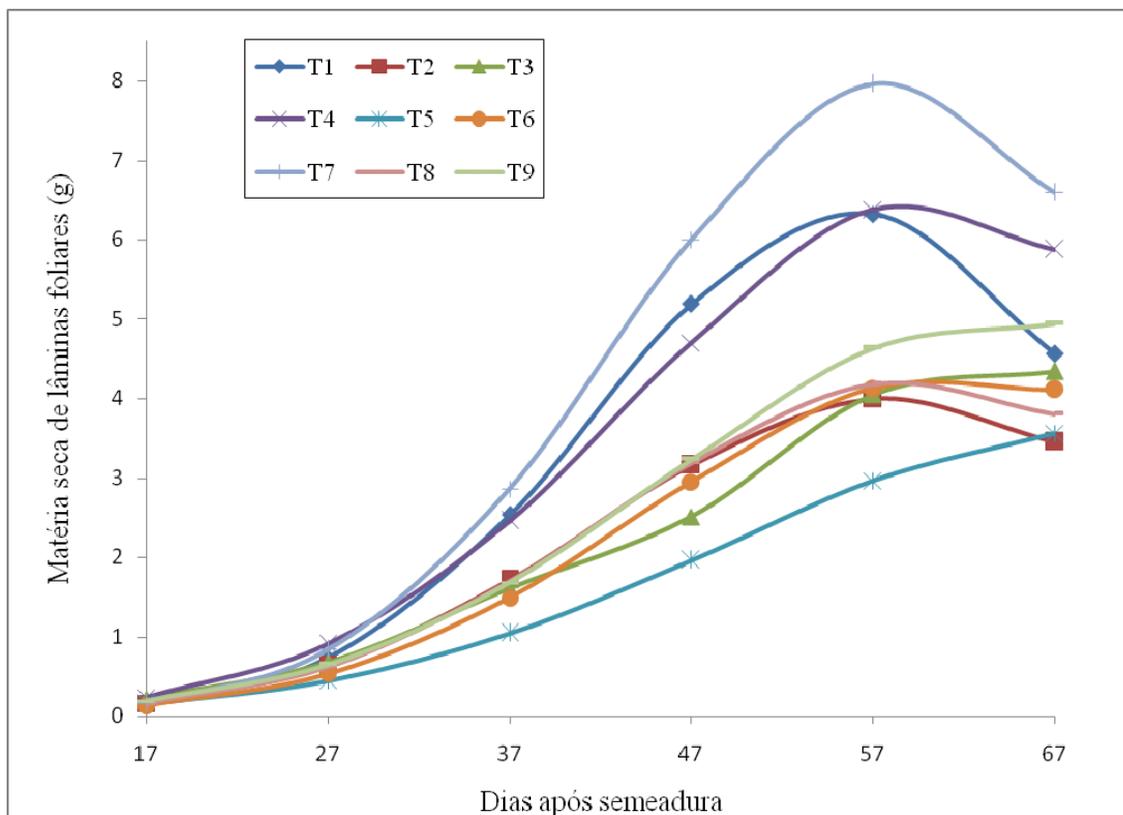


**Figura 3.** Área foliar, em  $\text{dm}^2$ , de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

A matéria seca de lâminas foliares dos 37 aos 57 DAS, das plantas submetidas ao tratamento com solução nutritiva completa e aplicação de Daminozide a cada 14 dias apresentaram-se, de maneira geral, maiores, enquanto foram menores as daquelas submetidas à solução nutritiva diluída em 50% e aplicação semanal de Daminozide (Figura 4).

Cumprе ressaltar também, as maiores matérias secas de lâminas foliares das plantas cultivadas com solução completa (Figura 4).

Como não foram identificados estudos na literatura consultada sobre a influência da variação de nutrientes e aplicação de inibidores vegetais no desenvolvimento de girassol ornamental, os resultados obtidos não puderam ser comparados.



**Figura 4.** Matéria seca de lâminas foliares, em g, de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

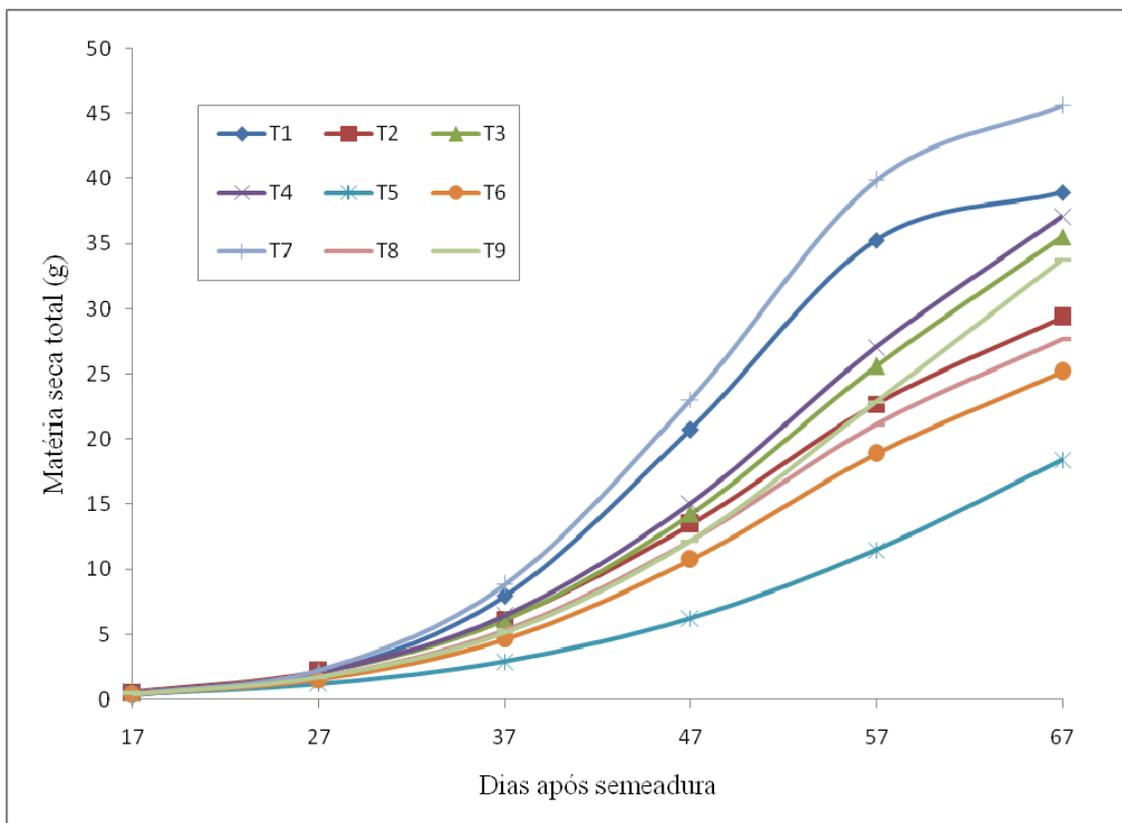
De acordo com Barni et al (1995) o girassol não evidencia diferenças no crescimento quando é elevado o nível de fertilidade do solo. Esta observação, no entanto, não pode ser considerada para a cultivar de girassol Pacino Gold, que apresentou variação de crescimento com base em todas as variáveis avaliadas, quando cultivado na solução nº2 de Hoagland & Arnon (1950) com variação de nutrientes. Deve-se registrar que tal solução é considerada super estimada nas concentrações de macronutrientes sendo utilizada com 1/10 de sua força iônica para mudas e metade dela para plantas jovens (Ruiz, 1997).

A massa seca total (figura 5), revela maior influência dos tratamentos a partir dos 47 dias após emergência, quando apresentou com a idade das plantas, aumento mais acentuado, resultados concordantes com os de Benincasa, (2003) e Watanabe et al. (2005).

As plantas submetidas às soluções nutritivas completas apresentaram as maiores matérias secas totais (figura 5), resultado que está de acordo com Barni (1995) e Bruginsk & Pissaia (2002) que estudaram girassol com vários níveis de adubação e concluíram que plantas deficientes em nutrientes apresentam rendimento reduzido devido, em grande parte, à redução de área foliar e, conseqüentemente, redução da taxa de fotossíntese, que leva a diminuição de acúmulo de matéria seca nos diversos órgãos do vegetal.

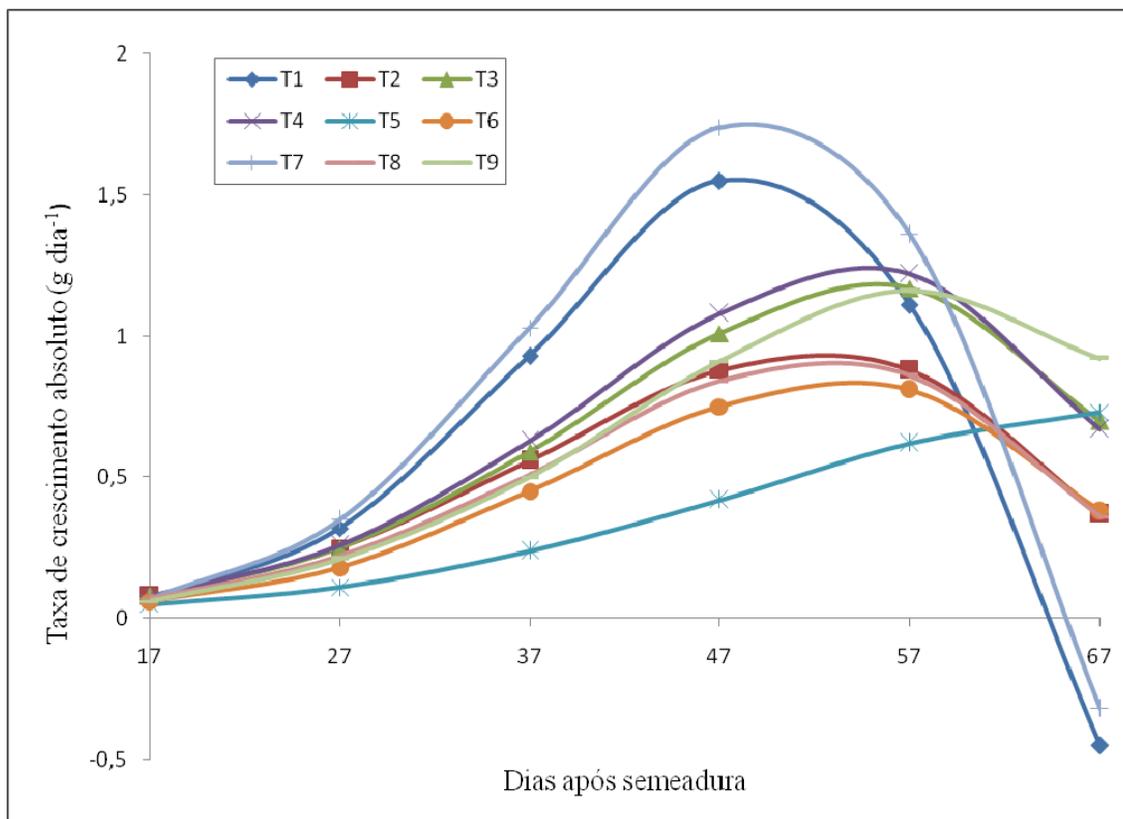
Por outro lado, como as plantas cultivadas com variação da concentração de nutrientes apresentaram diferenças de matéria seca total, esses resultados divergem dos observados por Barni (1995) que afirma que variação dos níveis de adubação, não resultam em diferenças no crescimento do girassol, quando é elevado o nível de fertilidade.

Durante todo o ciclo do girassol, as plantas submetidas à solução diluída em 50% e aplicação semanal de regulador apresentaram as menores matérias secas totais e aquelas cultivadas com solução completa e aplicação de Daminozide a cada 14 dias, as maiores (Figura 5).



**Figura 5.** Matéria seca total, em g, de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

As plantas submetidas à solução nutritiva completa com aplicação a cada 14 dias e as sem aplicação de Daminozide, apresentaram antes das demais, maiores velocidades de crescimento, ou seja, maiores taxas de crescimento absoluto (Figura 6), enquanto aquelas cultivadas com solução nutritiva diluída em 50% e aplicação semanal de regulador apresentaram durante o ciclo as menores velocidades de crescimento.



**Figura 6.** Taxa de crescimento absoluto, em g dia<sup>-1</sup>, de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após sementeira (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

As plantas cultivadas com solução nutritiva diluída em 50% e aplicação semanal apresentaram as maiores espessuras de folhas, que pode ser observada na figura 7, que apresenta o peso específico de folha, resultado que difere parcialmente dos encontrados por Neves (2005) que cultivou girassol ornamental e obteve as menores espessuras de folhas na solução diluída 50%. No entanto, o regulador utilizado no presente estudo, pode ter sido responsável pelas diferenças encontradas entre os dois trabalhos.

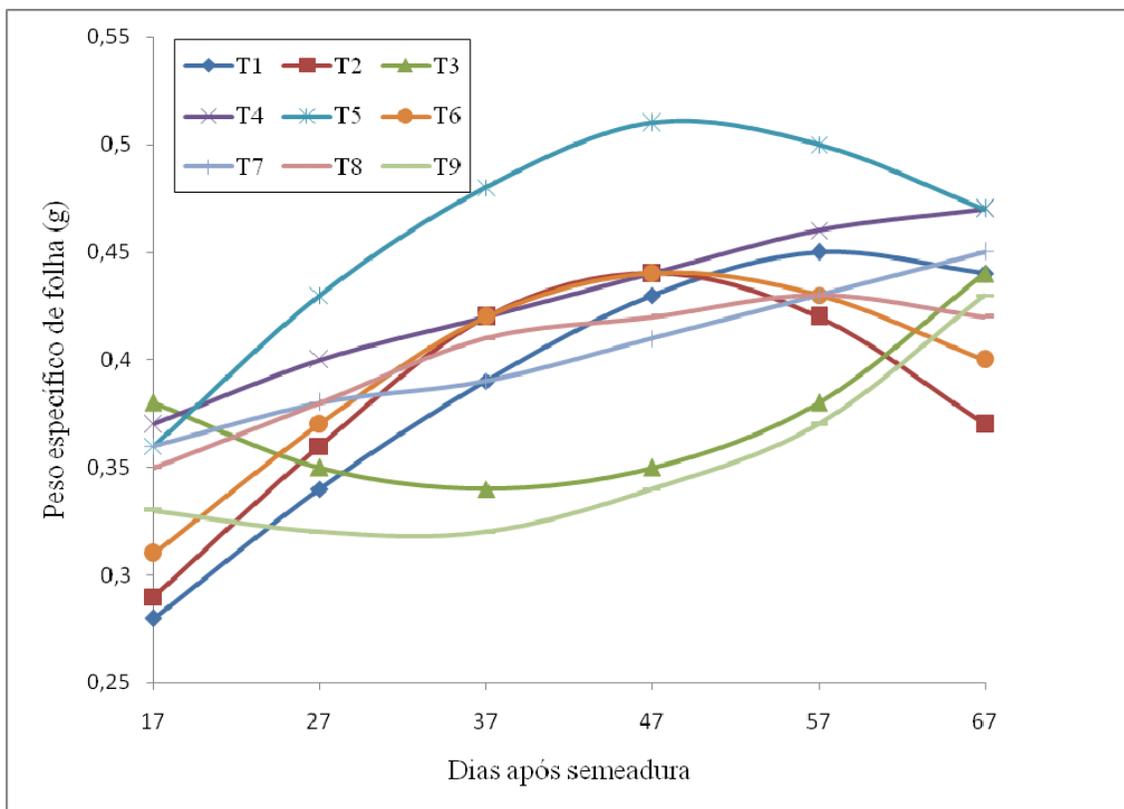
Por outro lado, as plantas cultivadas com solução nutritiva diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos, sem aplicação de regulador e com aplicação a cada 14 dias, apresentaram folhas com menor espessura. Já nas plantas cultivadas com solução

nutritiva completa e aplicação de regulador a cada 14 dias, o peso específico de folha variou pouco durante o ciclo (Figura 7).

Deve ser registrado que as plantas com aplicação semanal de Daminozide apresentaram as maiores espessuras, resultados coincidentes com os observados por Carlucci et al (1991) que afirma que as folhas de plantas submetidas a tratamento com regulador de crescimento Daminozide apresentam-se mais espessas e de coloração verde mais intensa. Esse efeito também foi constatado em camarão amarelo por Menezes (1982) e em hibiscos por Maos (1987) e Wang e Gregg (1989).

Cathey (1975), estudando crisântemo, com aplicação de Daminozide, verificou a presença de folhas imaturas com tonalidade mais escura e com espessamento do parênquima paliçádico, resultados que concordam com os observados no presente estudo.

Assim, os tratamentos com solução nutritiva completa diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em nível completo, sem regulador e com aplicação semanal e a cada 14 dias apresentaram folhas de menor espessura que as submetidas às aplicações de regulador, mas com solução nutritiva completa ou diluída em 50% (Figura 7).



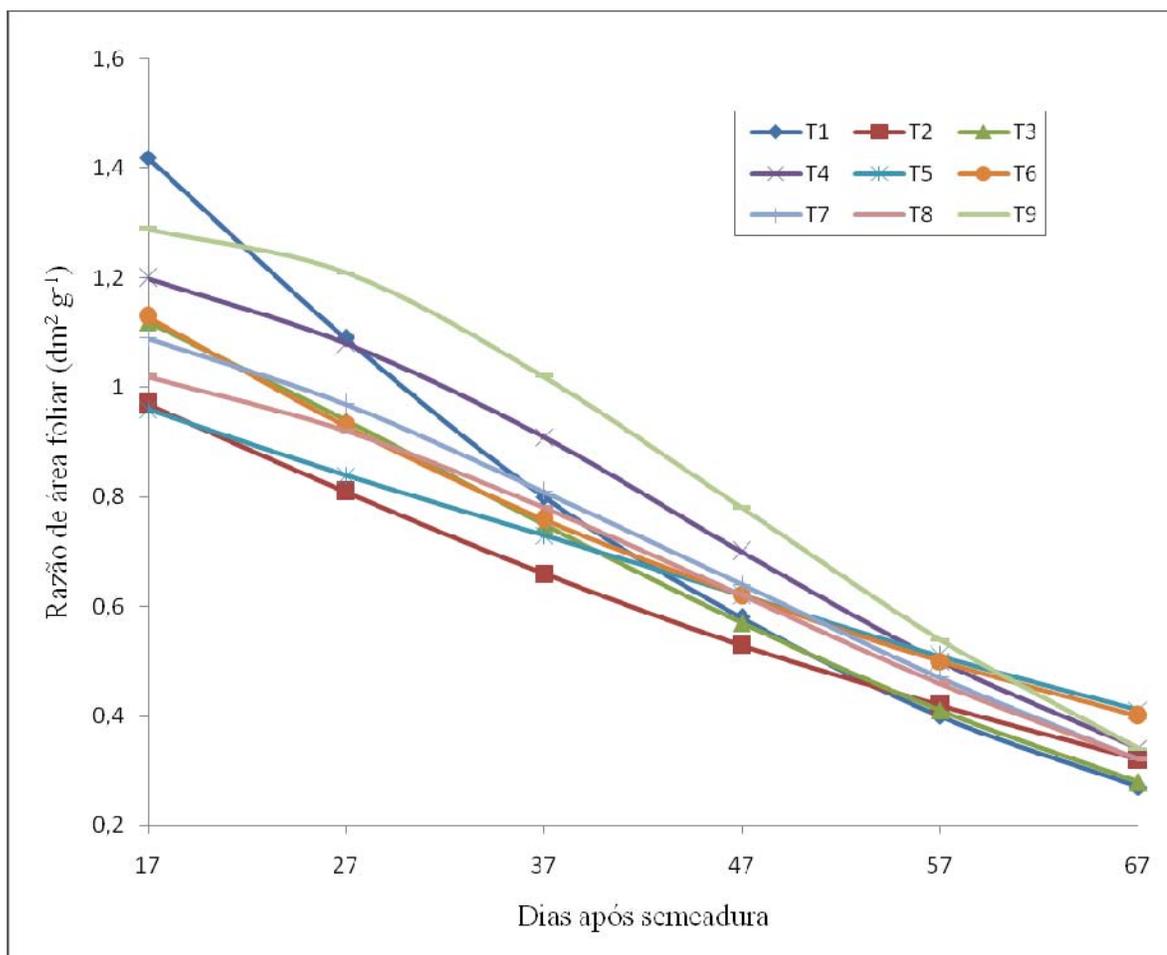
**Figura 7.** Peso específico de folha, em g, de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

A razão de área foliar, figura 8, diminuiu com a idade da planta, resultados que concordam com os verificados por Wallace & Munger (1966), Ascenio & Fargas (1973), Brandes et al. (1973) e Boaro et al (1996), que ao estudarem o crescimento de plantas em solução nutritiva observaram maiores RAF no início do ciclo, indicativo de investimento em aumento de folha para a captação de luz neste momento.

Além disso, as curvas da razão de área foliar nos diferentes tratamentos são contínuas em sua fase de declínio, concordando com Briggs et al. (1920).

Wallace & Munger (1965) observaram que cultivares mais produtivos apresentaram maiores valores de área foliar e razão de área foliar e sugeriram que este último índice seria um dos melhores para avaliação da produtividade e da eficiência do sistema fotossintético.

As plantas cultivadas com solução nutritiva completa e aplicação de Daminozide a cada 14 dias apresentam elevada produtividade, ou seja, elevada taxa assimilatória líquida e de crescimento relativo, elevada área foliar e adequada razão de área foliar, comportamento concordante com os verificados por Wallace & Munger (1965). Embora tenham sido avaliadas espécies diferentes, seus comportamentos semelhantes indicam a possibilidade de utilização da técnica de análise de crescimento para avaliação da influência de variações ambientais no desenvolvimento vegetal.

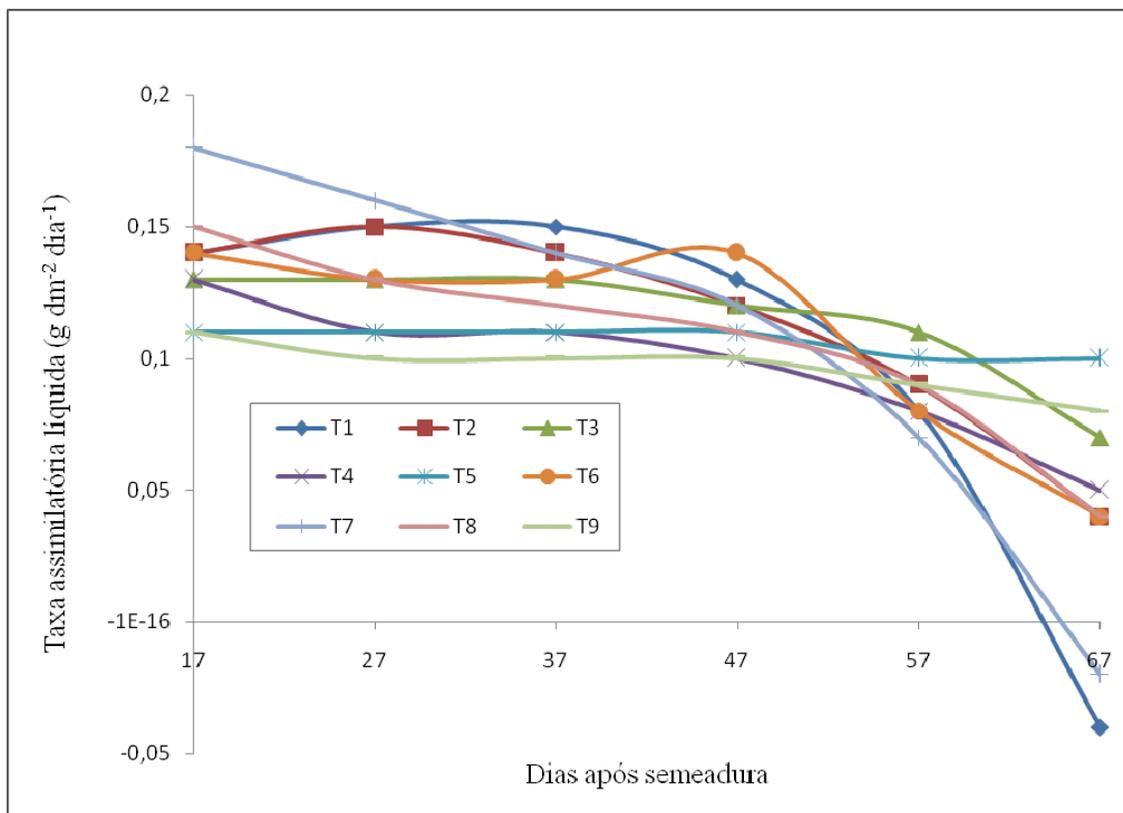


**Figura 8.** Razão de área foliar, em  $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$ , de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

Na figura 9, observa-se tendência de redução da TAL com a idade das plantas, resultado que está de acordo com Watson (1952) e Milthorpe & Morby (1974), que referem a mesma diminuição, devido ao sombreamento das folhas inferiores.

Sendo o girassol, do ponto de vista fotossintético, planta C3, deve ser destacada a elevada eficiência fotossintética das plantas submetidas à solução completa sem uso de regulador e à mesma solução com aplicação do regulador a cada 14 dias. Essas elevadas taxas fotossintéticas concordam com El-sharkawy & Hesketh (1964) que afirmaram que o girassol apresenta elevado potencial fotossintético, devido ao seu elevado ponto de saturação de luz (Hesketh & Moos, 1963). Por outro lado, seu movimento fototrópico, (Lang & Begg, 1979) garante às folhas posição que determina o aproveitamento de luz, o que também afeta sua taxa fotossintética. (Salisbury & Ross, 1992). As plantas que apresentaram as maiores eficiências fotossintéticas foram aquelas com as menores variações de peso específico de folha (Figura 7), o que demonstra, conforme assinalado acima, que esse último índice pode influenciar a fotossíntese. Tanto as plantas cultivadas com solução nutritiva diluída, como as submetidas à solução diluída em 50% exceto N e K sem aplicação de regulador e com aplicação a cada 14 dias, apresentaram menor eficiência fotossintética, sendo as últimas pouco eficientes.

O menor desempenho fotossintético foi verificado para as plantas cultivadas com solução diluída em 50% e aplicação semanal de regulador, já que o melhor desempenho é indicado pela queda mais acentuada da curva.

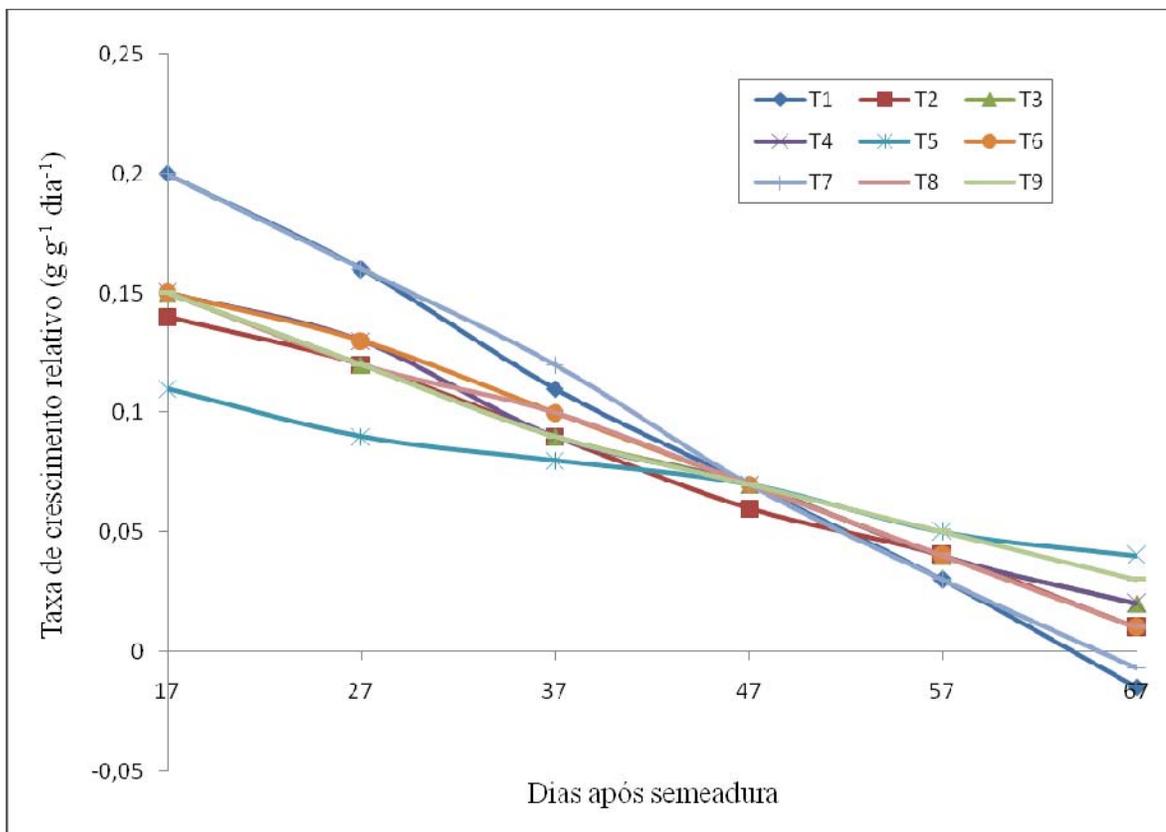


**Figura 9.** Taxa assimilatória líquida, em g dm<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>, de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após sementeira (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

A taxa de crescimento relativo, figura 10, decresceu com a idade das plantas submetidas a todos os tratamentos, o que está de acordo com Benicasa (2003), que refere que essa taxa que representa o incremento da planta em massa, altura ou área foliar ao longo de determinado período, em relação ao período anterior tende a diminuir com o tempo. Milthorpe & Morby (1974) referem que durante a ontogenia de uma cultura há um primeiro período com taxas de crescimento aceleradas, seguido de outro em que as taxas são mais ou menos constantes e de um terceiro, com declínio desse índice. Neste último período, o crescimento se torna negativo, uma vez que, a morte de folhas excede a produção de grãos. Tal comportamento foi registrado por Barni (1995) para justificar o decréscimo da TCR durante o ciclo de desenvolvimento.

A taxa de crescimento relativo das plantas submetidas à solução nutritiva diluída em 50% com pulverização semanal de Daminozide e as daquelas submetidas à solução nutritiva completa sem aplicação de regulador e com aplicação a cada 14 dias, apresentou comportamento semelhante a taxa assimilatória líquida e foi mais elevada para as plantas cultivadas com solução nutritiva completa sem aplicação de regulador e com aplicação a cada 14 dias (Figura 10). Esses resultados concordam com as observações de Magalhães & Montojos (1971) de que essas duas taxas apresentam correlação positiva. Já os tratamentos com taxa de crescimento relativo semelhantes são concordantes com as observações de Benicasa (2003) que registrou que nem sempre se verificaram diferenças tão evidentes entre tratamentos. Em alguns casos, não se consegue detectar causas de diferenças de produção pela análise de crescimento. Às vezes torna-se necessário lançar mão de outras relações entre os atributos de crescimento. Por outro lado, a inexistência de diferenças pode decorrer das plantas serem pouco sensíveis a variações ambientais não muito acentuadas.

As plantas cultivadas com solução nutritiva completa e aplicação de Daminozide a cada 14 dias apresentaram elevada produtividade, ou seja, elevada taxa assimilatória líquida e de crescimento relativo, elevada área foliar e adequada razão de área foliar, comportamento concordante com os verificados por Wallace & Munger (1965). Embora tenham sido avaliadas diferentes espécies, seus comportamentos semelhantes indicam a possibilidade de utilização da técnica de análise de crescimento para avaliação da influência de variações ambientais no desenvolvimento vegetal.



**Figura 10.** Taxa de crescimento relativo, em  $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ , de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

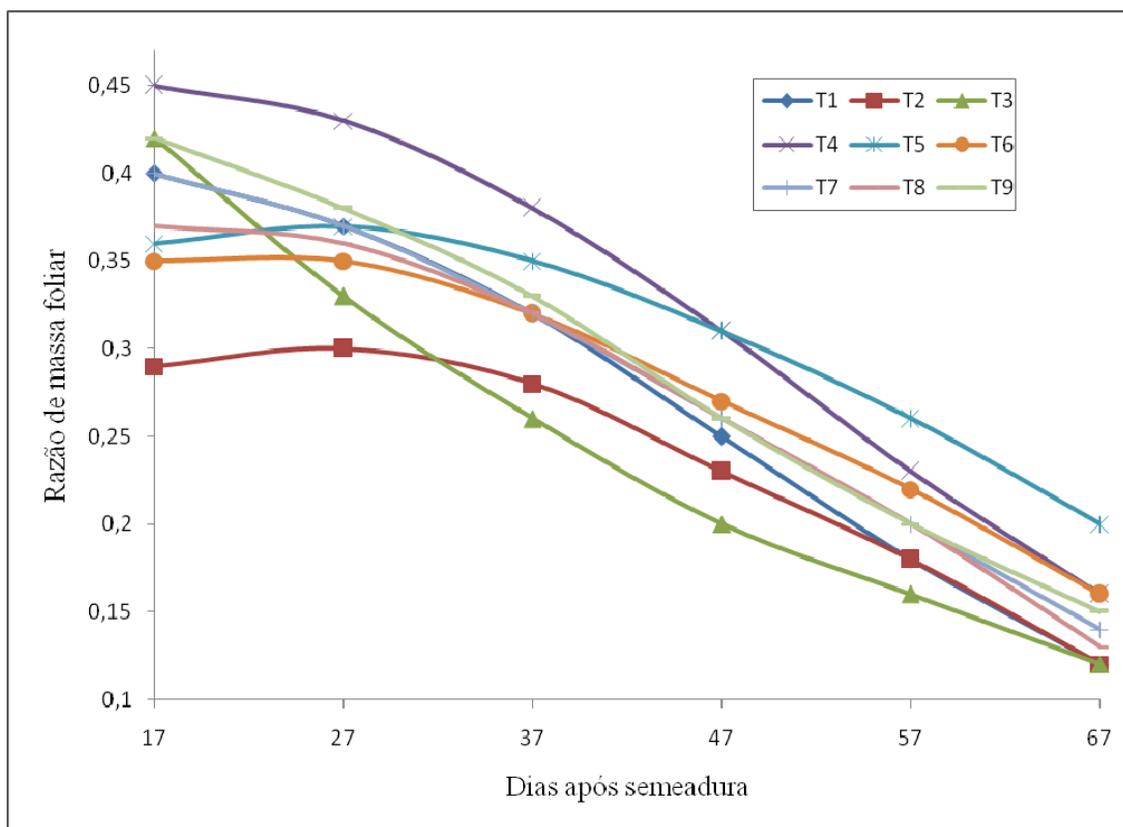
De modo geral, a razão de massa foliar decresceu ao longo do ciclo (Figura 11), comportamento esperado para a variável, que de acordo com Benicasa (1998), indica a translocação de matéria orgânica do centro de produção, ou seja, da folha para as outras partes do vegetal.

Dessa forma, esse índice revelou melhor comportamento das plantas cultivadas com solução nutritiva completa com aplicação semanal de regulador, que inclusive superou o das plantas cultivadas com solução completa e sem pulverização.

O material orgânico translocado da folha até os 47 DAS, nas plantas cultivadas com solução nutritiva diluída em 50% e aplicação semanal de Daminozide, direcionou-se para a

raiz e haste, uma vez que as inflorescências formaram-se aos 47 DAS. Nas plantas submetidas a todos os tratamentos, a razão de massa foliar garantiu rápido aumento de matéria seca às inflorescências, até os 57 DAS (Figura 12), com destaque para as plantas cultivadas com solução nutritiva completa e aplicação semanal de Daminozide.

Nas plantas em que a razão de massa foliar (Figura 11) apresentou quedas menos acentuadas, a matéria orgânica ficou retida durante mais tempo na folha. Esse comportamento pode ser observado nas plantas cultivadas com solução nutritiva diluída em 50% sem aplicação de regulador (T2) e com aplicação semanal de Daminozide (T5), além das plantas submetidas à solução nutritiva diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em nível completo com aplicação semanal de regulador de crescimento Daminozide (T6). Nesses tratamentos as plantas apresentaram inflorescências com menores diâmetros (Figura 2).



**Figura 11.** Razão de massa foliar de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>)

completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

De maneira geral, os melhores resultados foram verificados para as plantas cultivadas com solução nutritiva completa, com destaque para as submetidas à aplicação de Daminozide a cada 14 dias. Essas últimas plantas apresentaram elevada área foliar, matéria seca de lâminas foliares e matéria seca total, adequada razão de área foliar e elevadas taxas de crescimento absoluto e relativo e eficiência fotossintética, ou seja, melhor produtividade. Tal produtividade resultou em maiores diâmetros de inflorescência e altura ideal para o comércio em floricultura.

## RESUMO

Objetivando redução de altura sem interferir com as características desejáveis, como arquitetura de planta, contemplando sua estética no vaso e inflorescências vistosas, para assegurar adequada comercialização, plantas de *Helianthus annuus* Pacino Gold foram cultivadas em solução nutritiva com variação de nutrientes e pulverizações semanais ou a cada 14 dias de Daminozide. De maneira geral, os melhores resultados foram verificados nas plantas cultivadas com solução nutritiva completa, com destaque para as submetidas a aplicação de Daminozide a cada 14 dias, que apresentaram maior área foliar, matéria seca de lâminas foliares e total, adequada razão de área foliar, taxa de crescimento absoluto e relativo e eficiência fotossintética, ou seja, melhor produtividade. Tais características somadas aos maiores diâmetros de inflorescência e altura adequada garantem a essas plantas melhores condições para o comércio em floricultura.

## REFERÊNCIAS

- Arteca, R.N. (1995), Plant Growth substances: principles and applications. Thomson Publishing, New York, p. 332.
- Ascenio, J. & Fargas, J. E. (1973), Análisis del crecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L. var. "Turrialba-4") cultivado em solução nutritiva. *Turrialba.*, **23**, 420-428.
- Bange, M.; Hammer, G. & Rickert, K. (1996), Physiological determinants of potencial yield of sunflower. In- 14 International Sunflower Conference, Lyaoning Academy of Agricultural Sciences, **1**, 570-575. Beijing/Shenyang.
- Barni, N. A.; Berlatto, M. A.; Santos A. O. & Sartori G. (1995), Análise de crescimento do girassol em resposta a cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura. *Pesquisa Agropecuária Gaucha*, **1**, 167-184.
- Barret, J. E.; Peacock, M. E. & Nell, T. A. (1986), Height control of exacum and chrysanthemum with paclobutrazol, XE-1019, flurprimidol and RSW-0411. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, **99**, 254-255.
- Barret, J. E. (1992), Mecanismos of action. In: Tips on the use of chemical growth regulators on floriculture crops. Ohio Florists Association, pp. 12-18.
- Benincasa, M. M. P. (2003), Análise de crescimento de plantas (noções básicas). Jaboticabal: Funep.
- Boaro, C.S.F.; Rodrigues, J. D.; Pedras, J. F.; Rodrigues, S. D.; Delachiave, M. E. A. & Ono, E. O. (1996), Avaliação do crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Carioca) sob diferentes níveis de magnésio. *Biotemas*, **9**, 15-28.
- Brandes, D.; Maestri, M.; Vieira, C. & Gomes, F. R. (1973), Efeitos da população de plantas e da época de plantio no crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). II. Análise de crescimento. *Experientiae*, **15**, 1-21.
- Briggs, G. E.; Kidd, F. & West, C. A. (1920), A quantitative analysis of plant growth. *Ann. Appl. Biol.*, **7**, 202-223.
- Bruginski, D. H. & Pissaia, A. (2002), Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha: II – morfologia da planta e partição de massa seca. *Scientia Agraria*, **3**, 47-53.
- Bruginsky, D. C. (2004), Análise de crescimento de girassol em sistema de semeadura direta. *Revista acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, **2**, 63-70.
- Carlucci, M. V.; Fahl, J. I. & Matthes, L. A. F. (1991), Efeito de retardantes de crescimento em *Ruellia colorata*. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, **3**, 103-106.
- Cathey, H. M. (1975), Comparative plant growth retarding activities of ancymidol with ACPC, phospon, chlormequat and SADH on ornamental plant species. *Hort Science*, **10**, 204-216.

Creste, A. L. T. (2002), Desenvolvimento de plantas de antúrio (*Anthurium andreaum*) Var. Luau – IAC em solução nutritiva e em substrato. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Unesp/Botucatu, Brasil.

El-Sharkawy, M. A. & Hesketh, J. D. (1964), Effects of temperature and water deficit, on leaf photosynthetic rates of different species. *Crop Science*, **4**, 514-518.

Furlani, P.R.; Silveira L.C.P.; Bolonhezi, D.; Faquin, V. (1999), Cultivo hidropônico de plantas. Campinas. Instituto Agrônômico, p.1-52,. (Boletim técnico, 180).

Garza, M. S.; Gonzáles, H. G.; García, F. Z.; Hernández, B. C. & Garciduenas, M. R. (2001), Efecto de cuatro fitoreguladores comerciales en el desarrollo y rendimiento del girasol. *Ciencia UANL*, **4**, 69-75.

Hartmann, H.T.; Kofranek, A.M.; Rubatzky, V.E. & Flocker, W.J. (1988) Plant Science: growth, development and utilization of cultivated plants. New Jersey: Regents/Prentice Hall.

Hertwig, K. V. (1977), Manual de herbicidas desfoliantes, desseccantes e fitoreguladores.: Agronômica Ceres: São Paulo.

Hesketh, J. D. & Moos, D. N. (1963), Variation in response of photosynthesis to light. *Crop Science*, **3**, 107-110.

Hoagland, D. R. & Arnon, D. I. (1950), The water: culture method for growing plants without soil. *Calif. Agric. Exper. Stat.* Berkley University of California. pp. 32.

Instituto de Economia Agrícola – IEA. Retirado do site:

<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=8748>

<http://www.iea.sp.gov.br/out/arquivoAN.php?codTipo=2> , acessado em: 13/05/2007.

Lang, A. R. G. & Begg, J. E. (1979), Movements of *Helianthus annuus* leaves and heads. *Journal of Applied Ecology*, **16**, 299-305.

Machado, P.R. (1979), Absorção de nutrientes por duas variedades de girassol (*Helianthus annuus*,L) em função da idade e adubação em condições de campo. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brazil.

Matthes, L. A. F.; Castro, C. E. F.; Castro, J. V.; Bergmann, E. C. & Feitosa, C. T. (1983), Programa integrado de pesquisa de flores e plantas ornamentais. Secretaria de Agricultura e Abastecimento, São Paulo, 38p.

Mainardi, J. C. C. T.; Bellé, R. A. & Mainardi, L. (2004), Produção de crisântemo (*Dendranthem grandiflora* Tzvelev.) sonowdon'em vaso II: ciclo da cultivar, comprimento, largura e área foliar. *Cienc. Rural*, **34**, 1709-1714.

- Maos, W. L. (1987), Effect of paclobutrazol and uniconazole-P on hibiscus rosa sinensis *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, **100**, 373-375.
- Merrien, A. & Milan, M. J. (1992), *Physiology du tournesol*. Cetiom, Paris.
- Milthorpe, F.L. & Moorby, J. (1974), Some aspects of overall growth and its modification. In - An introduction to crop physiology. Cambridge University Press, London, pp.152-179.
- Moss, D. N. (1984), Photosynthesis, respiration and photorespiration in higher plants. In: TESAR, M.B. Physiological basis of crop growth and development. American Society of America, Madson, pp. 131-152.
- Mundstock, C. M. & Zagonel J. (1994), Perfil de área foliar de duas cultivares de girassol sob doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **29**, 847-851.
- Neves, M. B., Watanabe, A. A.; Marques, R. R.; Fonseca, N. R.; Rigolon, C.M. & Boaro, C.S.F. (2005), Análise de crescimento de girassol ornamental em cultivo hidropônico, com variação dos níveis de nutrientes. X Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 11-16 setembro, Recife, PE.
- Nichiporovich, A. A. (1960), Photosynthesis and the theory of obtaining high crop yields. *Field Crop Abstract*, **13**, 169-175.
- Pool, A. G. E.; Couch E. V.; Gutiérrez, A. P.; Cach, L.A.S. & Cerda C. F. J.F. (2005), El Daminozide aumenta El diámetro de inflorescência del crisântemo (*Dendranthema grandiflora* tzvelev.) cultivar polaris white. *Revista Chapingo - Série horticultura*, 11, 361-364.
- Rademacher, W. (2000), Growth retardants: effects on giberellin Byosynthesis and other metabolic pathways. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Biol.*, **51**, 5001-5031.
- Radford, P. S. (1967), Growth analysis formulas: their use and abuse. *Crop. Science*. 7, 171-175.
- Ruiz, H. A. (1997), Relações molares de macronutrientes em tecidos vegetais como base para a formulação de soluções nutritivas. *Revista Ceres*, **44**, 533-546.
- Schippers, P. A. (1980), Compositions changes in the nutrient solution during the growth of plants in recirculating nutrient culture. In: Symposium on research on recirculating water culture, 1., Littlehampton
- Schwarz, M. (1995), *Soilles culture management*. Springer-Verlag.
- Salisbury, F. B. & Ross C. W. (1992), Carbon dioxide fixation and carbohydrate synthesis. In: *Plant Physiology*. California: Wadsworth Publishing, pp.225-248.

- Saugier, B. (1976), Sunflower. In: Monteith, J. L., Vegetation and the atmosphere. Academic Press, London, pp. 87-119.
- Taiz, L. E. & Zeiger, E. (2004), Nutrição Mineral: nutrientes essenciais, deficiências e distúrbios vegetais. In: Fisiologia Vegetal. Trad. Eliane Romanato Santarém, Porto Alegre: Artmed.
- Wang, Y. T. & Gregg, L. L. (1989), Uniconazole controls growth and yield of greenhouse tomato. *Scientia Hortic.*, **43**:55-62.
- Watanabe, A. A.; Neves, M. B.; Marques, R. R.; Fonseca, N. R.; Rigolon, C.M. & Boaro, C. S. F. (2005), Distribuição de massa seca de girassol ornamental, cultivado em solução nutritiva com variação de nutrientes. X Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, Recife, PE, Brazil.
- Wallace, D. H. & Munger, H. M. (1965), Studies of the physiological basis for yield differences. I. Growth analysis of six dry bean varieties. *Crop Science*, *5*, 343-348.
- Watson, D. J. (1952), The physiological basis of variation in yields. *Adv. Agron.*, **4**, 101- 145.
- Weaver, R. (1972), Plant Growth substances in agriculture San Francisco. Freeman and Company. San Francisco.
- Wei, S. & Biwen, H. (1997), Studies on production of desk Chrysanthemum applying B9 as dwarfing agent. *Journal of China Agricultural University*, **2**, 101-105.
- Whytaker, B.; Dasoju, S. & McCall, I. (1998), Guide to successful pot sunflower Production. Department of Horticultural Science. Horticulture information Leaflet.
- Vernieri, P.; Incrocci, G. & Serra, G. (2003) Effect of cultivar, timing, growth, retardants, potting type on potted sunflowers production. *Acta Horticulturae* (ISHS), **614**, 313-318.
- Vranceanu, A.V. (1977), El girassol, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 379p.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As plantas responderam aos tratamentos a que foram submetidas, tanto à variação da concentração de nutrientes na solução nutritiva como à aplicação semanal ou a cada 14 dias do inibidor vegetal, Daminozide.

Esse regulador influenciou o desenvolvimento e as plantas a ele submetidas apresentaram não apenas redução de altura, mas também maior uniformidade de planta e folhas mais verdes e vigorosas, resultados também observados por Vernieri et al (2003).

Deve ser registrado que a solução diluída em 50% e aplicação semanal de Daminozide no presente estudo foi prejudicial para adequada arquitetura da planta e principalmente para as inflorescências, que deformaram. Este resultado diverge dos obtidos por Watanabe et al (2005) que estudando girassol cv Sunbright na mesma solução nutritiva concluiu que a solução diluída em 50% foi responsável por inflorescências de melhor qualidade, demonstrando que as necessidades por nutriente variam com a cultivar.

De maneira geral, os melhores resultados foram verificados nas plantas cultivadas com solução nutritiva completa, com destaque para as submetidas a aplicação de Daminozide a cada 14 dias, que apresentaram maior área foliar, matéria seca de lâminas foliares e total, adequada razão de área foliar, taxa de crescimento absoluto e relativo e eficiência fotossintética, ou seja, melhor produtividade. Tais características somadas aos maiores diâmetros de inflorescência e altura adequada garantem a essas plantas melhores condições para o comércio em floricultura.

Os resultados permitem sugerir ainda o cultivo do girassol ornamental cv Pacino Gold em solução nutritiva completa e aplicação de Daminozide a cada 10 dias, como tentativa de redução de altura e manutenção de porte e inflorescência em níveis intermediários aos obtidos entre os intervalos de 7 e 14 dias e que podem ser mais adequados.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arteca, R.N. (1995), Plant Growth substances: principles and applications. Thomson Publishing, New York, p. 332.
- Ascenio, J. & Fargas, J. E. (1973), Análisis del crecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L. var. "Turrialba-4") cultivado em solução nutritiva. *Turrialba.*, **23**, 420-428.
- Bange, M.; Hammer, G. & Rickert, K. (1996), Physiological determinants of potencial yield of sunflower. In- 14 International Sunflower Conference, Lyaoning Academy of Agricultural Sciences, **1**, 570-575. Beijing/Shenyang.
- Barni, N. A.; Berlato, M. A.; Santos A. O. & Sartori G. (1995), Análise de crescimento do girassol em resposta a cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, **1**, 167-184.
- Barret, J. E.; Peacock, M. E. & Nell, T. A. (1986), Height control of exacum and chrysanthemum with paclobutrazol, XE-1019, flurprimidol and RSW-0411. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, **99**, 254-255.
- Barret, J. E. (1992), Mecanismos of action. In: Tips on the use of chemical growth regulators on floriculture crops. Ohio Florists Association, pp. 12-18.
- Benincasa, M. M. P. (2003), Análise de crescimento de plantas (noções básicas). Jaboticabal: Funep.
- Boaro, C.S.F.; Rodrigues, J. D.; Pedras, J. F.; Rodrigues, S. D.; Delachiave, M. E. A. & Ono, E. O. (1996), Avaliação do crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Carioca) sob diferentes níveis de magnésio. *Biotemas*, **9**, 15-28.
- Brandes, D.; Maestri, M.; Vieira, C. & Gomes, F. R. (1973), Efeitos da população de plantas e da época de plantio no crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). II. Análise de crescimento. *Experientiae*, **15**, 1-21.
- Briggs, G. E.; Kidd, F. & West, C. A. (1920), A quantitative analysis of plant growth. *Ann. Appl. Biol.*, **7**, 202-223.
- Bruginski, D. H. & Pissaia, A. (2002), Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha: II – morfologia da planta e partição de massa seca. *Scientia Agraria*, **3**, 47-53.
- Bruginsky, D. C. (2004), Análise de crescimento de girassol em sistema de semeadura direta. *Revista acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, **2**, 63-70.
- Camargo, M. S.; Carmello Q. A. C.; Ruschel J. & Anti G. R. (2004), Produção de plantas e absorção de nutrientes pelo Aster ericoides (White máster) cultivado em solução nutritiva com diferentes concentrações de N e K. *Biosci. J.*, **20**, 83-91.
- Carelli, M. L. C.; Ungaro, M. R. G.; Fahl J. I. & Novo, M. C. S. S. (1996), Níveis de nitrogênio metabolismo, crescimento e produção de girassol. *Rev. Brasileira de Fisiologia Vegetal*, **8**, 123-130.

- Carlucci, M. V.; Fahl, J. I. & Matthes, L. A. F. (1991), Efeito de retardantes de crescimento em *Ruellia colorata*. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, **3**, 103-106.
- Carter, J. F. (1878), Sunflower science and technology. Monography, The American Society of Agronomy, Madison.
- Castellane, P. D. & Araújo, J. A. C. (1995), Cultivo sem solo: hidroponia. Jaboticabal: Funep.
- Castro, C.; Castiglioni, V. B. R.; Balla, A.; Leite, R. M. V. B. C.; Kaaram, D.; Mello, H. C.; Guedes, L. C. A. & Faria, J. R. B. (1996), A cultura do girassol. Londrina: Embrapa – CNPSo., p. 38 (circular técnica, 13).
- Castro, C.; Balla, A.; Castiglione, V.B.R. & Sfredo, G. J. (1999), Doses e métodos de aplicação em girassol. *Scientia Agrícola*, **56**, 827-833
- Cathey, H. M. (1975), Comparative plant growth retarding activities of ancymidol with ACPC, phospon, chlormequat and SADH on ornamental plant species. *Hort Science*, **10**, 204-216.
- Creste, A. L. T. (2002), Desenvolvimento de plantas de antúrio (*Anthurium andreaum*) Var. Luau – IAC em solução nutritiva e em substrato. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Unesp/Botucatu, Brasil.
- El-Sharkawy, M. A. & Hesketh, J. D. (1964), Effects of temperature and water deficit, on leaf photosynthetic rates of different species. *Crop Science*, **4**, 514-518.
- Evans, J.R. & Seemann, J.R. (1984), Differences between wheat genotypes in specific activity of RuBP carboxilase and the relationship to photosynthesis. *Plant Physiology*, **74**, 759-765.
- Evans, J.R. (1983), Nitrogen and photosynthesis in the flag leaf of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Physiology*, **72**, 297-302.
- Fishel, F. M. (2006), Plant Growth Regulators. University of Florida. Pesticide information office PI-102.
- Furlani, P.R.; Silveira L.C.P.; Bolonhezi, D.; Faquin, V. (1999), Cultivo hidropônico de plantas. Campinas. Instituto Agrônômico, p.1-52,. (Boletim técnico, 180).
- Garza, M. S.; Gonzáles, H. G.; García, F. Z.; Hernández, B. C. & Garciduenas, M. R. (2001), Efecto de cuatro fitoreguladores comerciales en el desarrollo y rendimiento del girasol. *Ciencia UANL*, **4**, 69-75.
- Hartmann, H.T.; Kofranek, A.M.; Rubatzky, V.E. & Flocker, W.J. (1988) Plant Science: growth, development and utilization of cultivated plants. New Jersey: Regents/Prentice Hall.

- Heiser, C. B. Jr. (1978), Taxonomy of *Helianthus* and origin of domesticated Sunflower. Sunflower Science and Technology. In- Agronomy A Series of Monographs. Nº19. The American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA, pp. 31-53.
- Hertwig, K. V. (1977), Manual de herbicidas desfoliantes, desseccantes e fitorreguladores.: Agronômica Ceres: São Paulo.
- Hesketh, J. D. & Moos, D. N. (1963), Variation in response of photosynthesis to light. *Crop Science*, 3, 107-110.
- Hoagland, D. R. & Arnon, D. I. (1950), The water: culture method for growing plants without soil. *Calif. Agric. Exper. Stat.* Berkley University of California. pp. 32.
- Instituto de Economia Agrícola – IEA. Retirado do site:  
<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=8748>  
<http://www.iea.sp.gov.br/out/arquivoAN.php?codTipo=2> , acessado em: 13/05/2007.
- Johnson, C. M.; Stout, P. R.; Proyer, T. C. & Carlton, A. B. (1957), Comparative Chlorine requirements of different plants species. *Plant Soil*, 8, 337-353.
- Lang, A. R. G. & Begg, J. E. (1979), Movements of *Helianthus annuus* leaves and heads. *Journal of Applied Ecology*, 16, 299-305.
- Lopes, L. C. (1977), O cultivo de crisântemo. Boletim de expansão 22, Universidade Federal de Viçosa, MG, Brazil.
- Lozanovic, M. & Stanojevic, D. (1988), Effect of increasing nitrogen doses on important sunflower quantitative, biological, and morphological traits of sunflower. International Sunflower Conference, Novi Sad.
- Machado, P.R. (1979), Absorção de nutrientes por duas variedades de girassol (*Helianthus annuus*,L) em função da idade e adubação em condições de campo. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brazil.
- Magalhães, A.C. (1979), Análise quantitativa do crescimento. In: Ferri, M. G. Fisiologia Vegetal. Pedagógica e universitária, São Paulo, EDUSP, pp. 331-350.
- Magalhães, A.C.; Montojos, J. C. & Miyasaka, S. (1971), Effect of dry organic matter on growth and yield of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) *Exp. Agric.* 7, 137-143.
- Mainardi, J. C. C. T.; Bellé, R. A. & Mainardi, L. (2004), Produção de crisântemo (*Dendranthem grandiflora* Tzvelev.) sonowdon'em vaso II: ciclo da cultivar, comprimento, largura e área foliar. *Cienc. Rural*, 34, 1709-1714.

Marschner, H. (1995), Functions of mineral nutrients: macronutrients. In: Mineral nutrition of higher plants. London academic press.

Matthes, L. A. F.; Castro, C. E. F.; Castro, J. V.; Bergmann, E. C. & Feitosa, C. T. (1983), Programa integrado de pesquisa de flores e plantas ornamentais. Secretaria de Agricultura e Abastecimento, São Paulo, 38p.

Martinez, H. E. P. (1997), Formulação de soluções nutritivas para cultivos hidropônicos comerciais. Jaboticabal, Funep.

Maos, W. L. (1987), Effect of paclobutrazol and uniconazole-P on hibiscus rosa sinensis *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, **100**, 373-375.

Menezes, I. T. (1982), Efeito do Alar (ac. Succinico 2,2 Dimetilhidrazina) no crescimento e desenvolvimento de *Pachytachys Lutea* Nees. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa.

Merrien, A. & Milan, M. J. (1992), Physiology du tournesol. Cetiom, Paris.

Milthorpe, F.L. & Moorby, J. (1974), Some aspects of overall growth and its modification. In - An introduction to crop physiology. Cambridge University Press, London, pp.152-179.

Moss, D. N. (1984), Photosynthesis, respiration and photorespiration in higher plants. In: TESAR, M.B. Physiological basis of crop growth and development. American Society of America, Madson, pp. 131-152.

Mundstock, C. M. & Zagonel J. (1994), Perfil de área foliar de duas cultivares de girassol sob doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **29**, 847-851.

Nardi, C. (2000), Rendimento e qualidade do crisântemo (*Dendranthema grandiflora*) cultivar Snowdown em diferentes populações e épocas de plantio. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Brazil.

Neves, M. B., Watanabe, A. A.; Marques, R. R.; Fonseca, N. R.; Rigolon, C.M. & Boaro, C.S.F. (2005), Análise de crescimento de girassol ornamental em cultivo hidropônico, com variação dos níveis de nutrientes. X Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 11-16 setembro, Recife, PE.

Nichiporovich, A. A. (1960), Photosynthesis and the theory of obtaining high crop yields. *Field Crop Abstract*, **13**, 169-175.

Pelegriini, B. (1985), Girassol: uma planta que das Américas conquistou o mundo. Editora Ícone.

Pool, A. G. E.; Couoh E. V.; Gutiérrez, A. P.; Cach, L.A.S. & Cerda C. F. J.F. (2005), El Daminozide aumenta El diámetro de inflorescência del crisântemo (*Dendranthema*

- grandiflora* tzvelev.) cultivar polaris white. *Revista Chapingo - Série horticultura*, 11, 361-364.
- Rademacher, W. (2000), Growth retardants: effects on giberellin Biosynthesis and other metabolic pathways. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Biol.*, **51**, 5001-5031.
- Radford, P. S. (1967), Growth analysis formulas: their use and abuse. *Crop. Science*. 7, 171-175.
- Reyes, F. G. R. (1985), Girassol: cultura e aspectos químicos nutricionais e tecnológicos. Unesp – Faculdade Ciências Agrônômicas, Botucatu/SP, Brazil.
- Robinson, R. G.; Bernat, L. A.; GEise, H. A.; Johson, F. K.; Kimman, M. L.; Mader, E.L.; Oswaldt, R.M.; Putt, E.D.; Swallers, C. M. & Williams, J. H. (1967), Sunflower development at latitudes ranging from 31 to 49 degrees. *Crop Science*, **7**, 134-137.
- Robinson, R. G. (1978), Adaptation and physiological aspects of the sunflower plant. In: American Society of Agronomy, Sunflower Science and Technology.
- Robinson, R.G. (1978), Production and culture. In: Carter, J.F. Sunflower science and technology. American Society of Agronomy, Madison.
- Rodrigues, L. R. F. (2002), Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido. Jaboticabal: Funep.
- Ruiz, H. A. (1997), Relações molares de macronutrientes em tecidos vegetais como base para a formulação de soluções nutritivas. *Revista Ceres*, **44**, 533-546.
- Schippers, P. A. (1980), Compositions changes in the nutrient solution during the growth of plants in recirculating nutrient culture. In: Symposium on research on recirculating water culture, 1., Littlehampton
- Schwarz, M. (1995), Soilles culture management. Springer-Verlag.
- Sader. R. (1984), Efeitos do nitrogênio no metabolismo nitrogenado, na produção e qualidade de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) Jaboticabal, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Unesp, Botucatu/SP, Brazil.
- Salisbury, F. B. & Ross C. W. (1992), Carbon dioxide fixation and carbohydrate synthesis. In: *Plant Physiology*. California: Wadsworth Publishing, pp.225-248.
- Sarruge, J.R. (1975), Soluções nutritivas. *Summa Phytopathol.*, **1**, 231 – 233,.
- Saugier, B. (1976), Sunfloer. In: Monteith, J. L., Vegetation and the atmosphere. Academic Press, London, pp. 87-119.
- Schneiter A. A. & Miller J.F. ( 1981), Description of sunflower growth stages. *Crop Science*, **21**, 901-903.

- Seemann, J.R.; Shai Ey, T.D.; Wang, J.L. & Osmond, C.B. (1987), Environmental effects on photosynthesis, nitrogen use efficiency, and metabolic pools in leaves of sun and shade plants. *Plant Physiology*, 84:796-802.
- Silva, M. P. F. Lopes, L.C., Medina, P.V.L., Casali, V.W.D. (1980), Uso do Alar no controle do crescimento da Begônia semperforens. In: Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais, 1., Campinas.
- Silva M. N. (1994), Girassol: óleo de qualidade nobre. Casa da Agricultura, **6**, 22-23.
- Taiz, L. E. & Zeiger, E. (2004), Nutrição Mineral: nutrientes essenciais, deficiências e distúrbios vegetais. In: Fisiologia Vegetal. Trad. Eliane Romanato Santarém, Porto Alegre: Artmed.
- Tanaka, R.T. (1981), Nutrição e adubação da cultura do girassol. *Informativo agropecuário*, **7**, 74-76.
- Tolotti, J. C. C.; Bellé, R. A. & Mainardi, L. (2003), Produção de crisantemi (*Dendranthem grandiflora* Tzvelev.) 'sonwdon' em vaso I: doses e frequência de aplicação de daminozide. *Ciência Rural*, **33**, 1045-1051.
- Wang, Y. T. & Gregg, L. L. (1989), Uniconazole controls growth and yield of greenhouse tomato. *Scientia Hortic.*, **43**:55-62.
- Watanabe, A. A.; Neves, M. B.; Marques, R. R.; Fonseca, N. R.; Rigolon, C.M. & Boaro, C. S. F. (2005), Distribuição de massa seca de girassol ornamental, cultivado em solução nutritiva com variação de nutrientes. X Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, Recife, PE, Brazil.
- Wallace, D. H. (1959), The relationship of yield ability to dry matter accumulation and its distribution of several varieties of dry bean *Phaseolus Vulgaris* L. *Diss. Adstr.*, **19**, 2437.
- Wallace, D. H. & Munger, H. M. (1965), Studies of the physiological basis for yield differences. I. Growth analysis of six dry bean varieties. *Crop Science*, **5**, 343-348.
- Watson, D. J. (1952), The physiological basis of variation in yields. *Adv. Agron.*, **4**, 101- 145.
- Weaver, R. (1972), Plant Growth substances in agriculture San Francisco. Freeman and Company. San Francisco.
- Wei, S. & Biwen, H. (1997), Studies on production of desk *Chrysanthemum* applying B9 as dwarfing agent. *Journal of China Agricultural University*, **2**, 101-105.
- Whyper, B.; Dasoju, S. & McCall, I. (1998), Guide to successful pot sunflower Production. Department of Horticultural Science. Horticulture information Leaflet.
- Vernieri, P.; Incrocci, G. & Serra, G. (2003) Effect of cultivar, timing, growth, retardants, potting type on potted sunflowers production. *Acta Horticulturae* (ISHS), **614**, 313-318.

Vranceanu, A.V. (1977), El girassol, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 379p.

# APÊNDICE

**Tabela 1.** Altura (cm) de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

Tratamentos	Colheitas (DAS)					
	17	27	37	47	57	67
T <sub>1</sub>	5,74 cd	13,22 a	21,38 a	39,22 a	46,28 ab	54,9 a
T <sub>2</sub>	6,92 ab	12,82 ab	18,08 b	36,46 ab	45,64 ab	57,7 a
T <sub>3</sub>	6,62 ab	12,02 bc	19,46 b	35,06 b	52,96 a	57,84 a
T <sub>4</sub>	5,78 cd	11,10 cd	14,96 c	20,8 cd	29,98 de	33,64 d
T <sub>5</sub>	5,74 cd	9,84 e	10,96 d	13,96 e	19,22 f	28,76 de
T <sub>6</sub>	6,08 bc	9,84 e	15,62 c	17,34 de	25,28 ef	28,46 e
T <sub>7</sub>	5,76 cd	12,14 abc	18,24 b	34,7 b	43,34 cd	48,20 b
T <sub>8</sub>	5,56 cd	10,4 de	15,08 c	21,80 c	35,68 cd	42,58 c
T <sub>9</sub>	5,26 d	11,2 cd	14,94 c	24,38 c	36,12 cd	39,18 c

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de significância. Letras minúsculas, nas colunas, comparam tratamentos, pelo teste LSD.

**Tabela 2.** Área Foliar (dm<sup>2</sup>) de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

Tratamentos	Colheitas (DAS)					
	17	27	37	47	57	67
T <sub>1</sub>	0,35 bc	3,42 ab	6,51 b	9,54 bc	12,16 b	12,35 bc
T <sub>2</sub>	0,48 bc	2,36 abc	3,73 e	7,87 cde	6,92 e	11,24 bcd
T <sub>3</sub>	0,54 a	2,10 bc	4,71 d	8,15 cde	9,25 cd	10,76 bcd
T <sub>4</sub>	0,54 a	3,00 ab	5,47 c	9,92 b	12,63 b	13,51 b
T <sub>5</sub>	0,32 c	1,77 bc	1,58 f	4,23 f	4,62 f	8,79 d
T <sub>6</sub>	0,43 abc	1,24 c	4,25 de	6,05 ef	9,23 cd	10,29 cd
T <sub>7</sub>	0,34 c	2,98 ab	7,31 a	13,41 a	15,13 a	16,97 a
T <sub>8</sub>	0,40 bc	2,00 bc	4,30 de	7,37 de	7,87 de	10,23 cd
T <sub>9</sub>	0,44 abc	3,84 a	3,83 e	9,27 bcd	10,96 bc	12,78 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de significância. Letras minúsculas, nas colunas, comparam tratamentos, pelo teste LSD.

**Tabela 3.** Diâmetro de inflorescência (cm) de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

Tratamentos	Colheitas (DAS)			
	37	47	57	67
T <sub>1</sub>	1,00 a	3,36 b	7,82 a	8,58 b
T <sub>2</sub>	0,71 a	2,83 b	5,42 b	7,70 bc
T <sub>3</sub>	0,62 ab	2,98 b	5,77 b	8,01 bc
T <sub>4</sub>	0	1,74 c	5,13 b	8,04 bc
T <sub>5</sub>	0	0,20 d	2,43 d	5,25 e
T <sub>6</sub>	0,15 b	0,20 d	3,62 c	6,70 d
T <sub>7</sub>	0,77 a	4,12 a	7,55 a	9,56 a
T <sub>8</sub>	0,77 a	1,76 c	5,13 b	7,27 cd
T <sub>9</sub>	0,14 b	1,99 c	5,77 b	7,80 bc

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de significância. Letras minúsculas, nas colunas, comparam tratamentos, pelo teste LSD.

**Tabela 4.** Diâmetro de haste (cm) de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

Tratamentos	Colheitas (DAS)					
	17	27	37	47	57	67
T <sub>1</sub>	0,38 ab	0,81 ab	1,20 ab	1,35 a	1,52 ab	1,37 abc
T <sub>2</sub>	0,39 a	0,83 a	1,03 abcd	1,21 bc	1,15 c	1,31 bc
T <sub>3</sub>	0,33 c	0,73 bc	1,13 ab	1,09 bc	1,31 bc	1,29 bc
T <sub>4</sub>	0,35 bc	0,76 abc	1,09 abc	1,37 a	1,58 a	1,49 a
T <sub>5</sub>	0,40 a	0,71 cd	0,81 d	1,00 c	1,15 c	1,25 c
T <sub>6</sub>	0,39 a	0,64 d	0,98 bcd	1,06 bc	1,31 bc	1,23 c
T <sub>7</sub>	0,38 ab	0,74 bc	1,26 a	1,38 a	1,49 ab	1,45 ab
T <sub>8</sub>	0,39 ab	0,76 abc	1,15 ab	1,11 bc	1,23 c	1,26 c
T <sub>9</sub>	0,40 a	0,71 cd	0,86 cd	1,13 bc	1,19 c	1,30 ab

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de significância. Letras minúsculas, nas colunas, comparam tratamentos, pelo teste LSD.

**Tabela 5.** Número de folhas de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

Tratamentos	Colheitas (DAS)					
	17	27	37	47	57	67
T <sub>1</sub>	6,80 cd	17,20 a	21,80 bc	26,80 abc	23,60 a	23,20 cd
T <sub>2</sub>	8,00 abc	16,00 ab	19,20 d	28,00 bc	22,00 ab	26,00 ab
T <sub>3</sub>	9,2 a	16,00 ab	23,20 ab	25,80 bc	23,4 a	25,40 abc
T <sub>4</sub>	8,4 ab	14,80 bc	21,20 bcd	27,20 abc	24,80 a	23,60 bcd
T <sub>5</sub>	7,20 bcd	14,00 cd	14,00 e	24,60 c	19,00 b	25,20 abc
T <sub>6</sub>	8,00 abc	13,2 d	21,00 bcd	26,60 abc	25,00 a	22,00 d
T <sub>7</sub>	6,80 cd	16,40 ab	24,60 a	28,2 ab	24,00 a	26,80 a
T <sub>8</sub>	6,40 d	14,80 bc	20,40 cd	27,40 abc	21,60 ab	25,20 abc
T <sub>9</sub>	8,80 a	16,00 ab	20,20 cd	29,2 a	23,60 b	24,60 abcd

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5 % de significância. Letras minúsculas, nas colunas, comparam tratamentos, pelo teste LSD.

**Tabela 6.** Matéria seca de inflorescência (g) de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

Tratamentos	Colheitas (DAS)			
	17	27	37	47
T <sub>1</sub>	0,11 a	1,28 b	9,90 a	15,29 b
T <sub>2</sub>	0,04 b	0,73 c	4,46 b	10,50 c
T <sub>3</sub>	0,04 b	0,79 c	5,43 b	11,41 c
T <sub>4</sub>	0	0,33 de	4,31 b	11,47 c
T <sub>5</sub>	0,01 b	0,01 e	0,87 c	3,91 e
T <sub>6</sub>	0,01 b	0,02 e	1,34 c	7,18 d
T <sub>7</sub>	0,06 ab	1,76 a	9,61 a	18,48 a
T <sub>8</sub>	0,05 b	0,23 de	4,12 b	9,22 cd
T <sub>9</sub>	0,004 b	0,50 cd	5,41 b	10,30 c

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de significância. Letras minúsculas, nas colunas, comparam tratamentos, pelo teste LSD.

**Tabela 7.** Matéria seca de folha (g) de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

Tratamentos	Colheitas (DAS)					
	17	27	37	47	57	67
T <sub>1</sub>	0,09 c	1,36 a	2,57 ab	3,63 c	5,72 b	5,38 bc
T <sub>2</sub>	0,12 bc	1,11 b	1,50 cd	2,93 cd	3,11 ef	4,15 d
T <sub>3</sub>	0,20 a	0,83 c	1,46 cd	2,94 cd	3,74 cde	4,58 cd
T <sub>4</sub>	0,21 a	1,12 b	2,28 b	4,51 b	6,06 ab	6,12 c
T <sub>5</sub>	0,11 bc	0,54 d	0,82 e	1,95 e	2,33 f	4,22 d
T <sub>6</sub>	0,13 bc	0,80 c	1,75 c	2,48 de	4,14 cd	4,25 d
T <sub>7</sub>	0,13 bc	1,12 b	2,87 a	5,45 a	6,74 a	7,49 a
T <sub>8</sub>	0,13 bc	0,95 bc	1,50 cd	3,03 cd	3,55 de	4,31 d
T <sub>9</sub>	0,17 ab	0,87 c	1,26 de	3,62 c	4,47 c	5,01 cd

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de significância. Letras minúsculas, nas colunas, comparam tratamentos, pelo teste LSD.

**Tabela 8.** Matéria seca de haste + pecíolo de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

Tratamentos	Colheitas (DAS)					
	17	27	37	47	57	67
T <sub>1</sub>	0,03 c	0,75 a	2,76 a	5,39 a	11,14 a	12,12 a
T <sub>2</sub>	0,04 bc	0,73 a	1,49 b	3,85 bc	5,81 c	9,23 cd
T <sub>3</sub>	0,07 a	0,61 ab	1,62 b	3,84 b	8,25 b	9,71 bc
T <sub>4</sub>	0,05 ab	0,56 ab	1,86 b	3,92 b	8,13 b	9,73 bc
T <sub>5</sub>	0,04 bc	0,50 bc	0,63 d	1,23 e	2,86 d	5,79 e
T <sub>6</sub>	0,04 bc	0,36 c	1,40 bc	1,88 de	5,25 c	7,24 de
T <sub>7</sub>	0,04 bc	0,58 ab	2,80 a	6,36 a	11,42 a	11,59 ab
T <sub>8</sub>	0,03 c	0,59 ab	1,41 bc	2,59 cd	5,87 c	7,99 cd
T <sub>9</sub>	0,06 ab	0,52 bc	0,78 cd	3,43 bc	6,65 bc	8,00 cd

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de significância. Letras minúsculas, nas colunas, comparam tratamentos, pelo teste LSD.

**Tabela 9.** Matéria seca de raiz (g) de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

Tratamentos	Colheitas (DAS)					
	17	27	37	47	57	67
T <sub>1</sub>	0,13 b	0,97 cde	2,60 bc	4,77 abc	8,61 ab	9,91 bcd
T <sub>2</sub>	0,32 a	1,25 abc	2,53 bcd	4,95 ab	7,37 abc	8,15 cd
T <sub>3</sub>	0,19 b	1,20 abcd	2,78 ab	4,54 abc	9,15 a	10,93 abc
T <sub>4</sub>	0,18 b	1,05 abcd	2,09 bc	4,06 bc	8,61 ab	11,60 ab
T <sub>5</sub>	0,17 b	0,82 cd	1,15 e	2,03 d	3,82 d	7,51 d
T <sub>6</sub>	0,16 b	0,81 d	2,54 bc	3,89 c	6,21 c	9,32 bcd
T <sub>7</sub>	0,15 b	1,44 a	3,23 a	5,45 a	9,14 a	12,95 a
T <sub>8</sub>	0,18 b	1,27 ab	2,10 cd	3,73 c	6,56 bc	9,21 bcd
T <sub>9</sub>	0,15 b	1,19 abcd	1,92 d	4,07 bc	7,37 abc	10,92 abc

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de significância. Letras minúsculas, nas colunas, comparam tratamentos, pelo teste LSD.

**Tabela 10.** Matéria seca total (g) de *Helianthus annuus* cv. Pacino Gold, cultivado em diferentes tratamentos constituídos por combinação de solução nutritiva completa (completa), diluída em 50% (diluída) e diluída em 50% exceto para N e K, mantidos em níveis completos (diluída exceto N e K), sem Daminozide (SD) e na sua presença, pulverizado a cada 7 dias (D7) ou a cada 14 dias (D14), em diferentes épocas de colheita, realizadas aos 17, 27, 37, 47, 57 e 67 dias após semeadura (DAS). (T<sub>1</sub>) completa SD, (T<sub>2</sub>) diluída SD, (T<sub>3</sub>) diluída, exceto N e K, SD (T<sub>4</sub>) completa + D7, (T<sub>5</sub>) diluída + D7, (T<sub>6</sub>) diluída, exceto N e K, + D7, (T<sub>7</sub>) completa + D14, (T<sub>8</sub>) diluída 50% + D14, (T<sub>9</sub>) diluída 50%, exceto N e K, + D14. Média de 5 repetições.

Tratamentos	Colheitas (DAS)					
	17	27	37	47	57	67
T <sub>1</sub>	0,25 c	3,09 a	8,07 a	15,08 b	35,38 a	42,70 b
T <sub>2</sub>	0,49 a	3,10 a	5,55 b	12,46 bc	20,74 cd	32,03 de
T <sub>3</sub>	0,46 ab	2,64 ab	5,92 b	12,11 cd	26,58 b	36,63 cd
T <sub>4</sub>	0,45 ab	2,73 ab	6,23 b	12,90 bc	27,12 b	38,92 bc
T <sub>5</sub>	0,32 bc	2,13 bc	2,62 d	5,30 f	9,87 e	21,44 e
T <sub>6</sub>	0,33 abc	1,72 c	5,76 b	8,35 e	17,28 d	28,00 d
T <sub>7</sub>	0,31 bc	3,14 a	8,96 a	19,02 a	36,90 a	50,50 a
T <sub>8</sub>	0,34 abc	2,81 ab	5,09 bc	9,59 de	20,10 cd	30,73 de
T <sub>9</sub>	0,38 abc	2,58 ab	3,98 cd	11,61 cd	23,90 bc	34,23 cd

Médias seguidas de mesma letra não diferem ao nível de 5% de significância. Letras minúsculas, nas colunas, comparam tratamentos, pelo teste LSD.