

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**CRESCIMENTO DE CALÊNDULA E PRODUÇÃO DE
FLAVONÓIDES EM DIFERENTES ÉPOCAS DE
SEMEADURA E SUPRIMENTO HÍDRICO**

TESE DE DOUTORADO

Jana Koefender

Santa Maria, RS, Brasil

2007



UFSM

Tese de Doutorado

**CRESCIMENTO DE CALÊNDULA E PRODUÇÃO DE FLAVONÓIDES EM
DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA E SUPRIMENTO HÍDRICO**

Jana Koefender

PPGA

Santa Maria, RS, Brasil

2007

**CRESCIMENTO DE CALÊNDULA E PRODUÇÃO DE
FLAVONÓIDES EM DIFERENTES ÉPOCAS DE
SEMEADURA E SUPRIMENTO HÍDRICO**

por

Jana Koefender

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Agronomia

Orientador: Prof. Galileo Adeli Buriol

Santa Maria, RS, Brasil

2007

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Tese de
Doutorado

**CRESCIMENTO DE CALÊNDULA E PRODUÇÃO DE FLAVONÓIDES
EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA E SUPRIMENTO
HÍDRICO**

elaborada por
Jana Koefender

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Doutor em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Galileo Adeli Buriol, Dr.
(Presidente/Orientador)

Prof. Cláudia Petry, Dra. (UPF)

Prof. Luciano Streck, Dr. (UERGS)

Prof. Arno Bernardo Heldwein, Dr. (UFSM)

Prof. Sidinei José Lopes, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 07 de dezembro de 2007

“ A força não provém da capacidade física, mas
da vontade férrea.”

Mahatma Ghandi

Dedicatória

Aos meus filhos **Adriel** e **Nayanni** que souberam compreender a minha ausência, e mesmo em momentos difíceis demonstraram coragem e esperança, o que possibilitou minha caminhada até os dias de hoje.

Pelo amor e carinho incondicionais.....

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, e a minha mãe pela presença constante em todos os momentos da vida.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade de realização do doutorado.

À Universidade de Cruz Alta pela liberação parcial para realização do Curso.

Em especial ao Professor Galileo Adeli Buriol, pela orientação, amizade e dedicação nos ensinamentos que ultrapassam os conhecimentos científicos.

Aos Professores Arno Bernardo Heldwein (UFSM), Sidinei José Lopes (UFSM) e Adilson Paulo Sinhorin (UFMT) pela co-orientação e principalmente pelos incentivos e presença amiga.

Ao Professor Nereu Augusto Streck pela valiosa colaboração na realização deste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia pelas contribuições para minha formação profissional.

Ao colega e amigo químico, Carlos Henrique Oliveira do Amaral (UNICRUZ) pela dedicação nas análises cromatográficas em HPLC.

À Dra. Vanderlise Gingo Petreire (EMBRAPA - Semi árido) pelo convívio e pela amizade sincera.

Ao amigo e professor Nelson Neto pelo auxílio nos abstracts.

Ao namorado João, pelo constante incentivo e por compartilhar dificuldades e comemorar conquistas.

Aos colegas de curso, Ivonete, Jacques, Flávio (in memorian), Gustavo, Carina, Marco, Liege, Edenir, Simone e outros que involuntariamente foram omitidos, obrigada pela amizade e companheirismo.

Aos bolsistas e amigos Roberto Trentin, Eloísa Lasta, Graciela Castilhos e Maíra pelo convívio e valiosa ajuda na execução dos experimentos.

A todos aqueles que contribuíram para que este trabalho se tornasse realidade.

Muito obrigada!

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

CRESCIMENTO DE CALÊNDULA E PRODUÇÃO DE FLAVONÓIDES EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA E SUPRIMENTO HÍDRICO

AUTORA: JANA KOEFENDER

ORIENTADOR: GALILEO ADELI BURIOL

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 07 de dezembro de 2007.

O cultivo de plantas medicinais, como a calêndula, é crescente no Brasil e uma alternativa para produção em pequenas áreas. Para isso é importante conhecer suas exigências bioclimáticas e suas características fenométricas para se obter o máximo de rendimento e com qualidade. Assim, os objetivos, neste trabalho, foram: avaliar o efeito da temperatura na germinação das sementes de *Calendula officinalis* L., testando 15°C; 20°C; 25°C; 30°C e 35°C, na presença e na ausência de luz; determinar o filocrono em três épocas de semeadura (06/04/2005; 23/06/2005 e 03/10/2005); avaliar o efeito das diferentes épocas de semeadura e de suprimento hídrico (100%, 85%, 70% e 55% da capacidade de campo) nos flavonóides das flores e; determinar a produção de massa seca e fresca dos diferentes órgãos em diferentes épocas de semeadura e quando submetida a um período de 21 dias de deficiência hídrica a partir do florescimento. Foi constatado que a maior percentagem de germinação das sementes ocorre à temperatura de 20°C, e temperaturas superiores a 30°C são prejudiciais às plântulas; as épocas de semeadura interferem no filocrono e no número de folhas da haste principal e da primeira haste lateral; a relação entre a soma térmica e a produção de biomassa de plantas é altamente significativa, sendo o crescimento das plantas maior nas épocas de abril e junho do que naquelas da época de outubro; o suprimento de água no substrato e a soma térmica acumulada interferem nos parâmetros de crescimento, sendo que as menores disponibilidades de água no substrato, de 55% e 70%, mesmo após a reidratação não recuperam a produção de massa fresca e seca ao longo do ciclo; as melhores épocas de semeadura para a produção de sementes são as dos meses de abril e junho e para a produção de massa fresca e seca de flores, a do mês de abril; não ocorre efeito significativo da deficiência hídrica nos parâmetros de produção de flores e de sementes; temperaturas elevadas causam um efeito deletério no crescimento das plantas; os teores de Quercetina e Rutina nas flores variam ao longo do desenvolvimento das plantas e nas épocas de cultivo, sendo mais elevados nas épocas mais quentes; há efeito da deficiência hídrica na planta e; as plantas submetidas a um suprimento hídrico no substrato, de 55% e 70% da capacidade de campo, no início do florescimento e por um período de três semanas, foram favorecidas na produção de concentração de Rutina e de Quercetina nas flores.

Palavras-chave: *Calendula officinalis* L.; metabólitos secundários; déficit hídrico; soma térmica; filocrono.

ABSTRACT

Doctor Thesis
Agronomy Post-Graduation Program
Federal University of Santa Maria

MARIGOLD GROWTH AND FLAVONOIDS PRODUCTION IN DIFFERENT SOWING DATES AND HYDRIC SUPPLY

AUTHOR: JANA KOEFENDER
ADVISOR: GALILEO ADELI BURIOL

Date and Place of Defense: Santa Maria, December 07, 2007.

The cultivation of medicinal plants, like marigold, is increasing in Brazil and is an alternative for cultivation in small areas. For this reason it is important to know about its bioclimatic requirements and its phenometric characteristics in order to obtain maximum quality and yield. Thus, the main goals of this work were: evaluate the effect of temperature on *Calendula officinalis* L. seed germination, testing 15°C, 20°C, 25°C 30°C and 35°C, in the presence and absence of light; determine the phyllochron in three sowing dates (04/06/2005, 06/23/2005 and 10/03/2005); evaluate the effect of the different sowing dates and hydric supply (100%, 85%, 70% and 55% of field capacity) on flower flavonoids and; determine the fresh and dry matter production of the different organs in different sowing dates and when submitted to a 21-day hydric deficient period from flowering on. It was observed that the highest seed germination percentage occurs at the temperature of 20°C, and that temperatures higher than 30°C are harmful to seedlings; sowing dates interfere on the phyllochron and on the number of leaves on both the main and on the first lateral stem; the relation between the thermic sum and plant biomass production is highly significant, the growth of plants being higher in the April and June sowing dates as compared to those of October; water supply in the substratum and the accumulated thermic sum interfere on the growth parameters, the plants submitted to lower water availability in the substratum (55% and 70%), even after rehydration, do not recover fresh and dry matter production along the growing cycle; the best sowing dates for seed production are those of April and June, and for the production of fresh and dry matter of flowers the April date; there is no significant effect of hydric deficiency on flower and seed production parameters; high temperatures cause deleterious effects on growth of plants; Quercetin and Rutin contents on flowers vary along the plant development and with sowing dates, being higher in warmer dates; there is effect of hydric deficiency on plants and; submitted to a hydric supply in the substratum of 55% and 70% of the field capacity at flowering initiation and for a three-week period were favored in the concentration production of Rutin and Quercetin in the flowers.
Keywords: *Calendula officinalis* L.; secondary metabolites; water deficit; thermal time; phyllochron.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	8
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
1 Aspectos gerais da cultura da calêndula	11
2 Características botânicas da <i>Calendula officinalis</i> L.....	11
2. 1 Utilizações da calêndula	13
3 Crescimento e desenvolvimento da calêndula.....	15
3.1 Fatores ambientais e metabolismo secundário.....	16
CAPÍTULO I - Influência da temperatura e da luz na germinação da semente de calêndula.....	23
CAPÍTULO II - Estimativa do filocrono em calêndula.....	33
CAPÍTULO III - Crescimento de plantas de calêndula cultivadas em diferentes épocas de semeaduras	44
CAPÍTULO IV - Produção de biomassa em plantas de calêndula submetidas a deficiência hídrica em substrato.....	59
CAPÍTULO V - Produção de flores e de sementes em cultivo de calêndula em diferentes épocas de semeadura e sob deficiência hídrica.....	73
CAPÍTULO VI - Ação da redução de irrigação nos flavonóides presentes em flores de calêndula	84
CAPÍTULO VII - Alterações nos metabólitos secundários em flores de calêndula cultivadas em diferentes épocas.....	94
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	105
REFERÊNCIAS.....	107
APÊNDICES.....	111

CRESCIMENTO DE CALÊNDULA E PRODUÇÃO DE FLAVONÓIDES EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA E SUPRIMENTO HÍDRICO

INTRODUÇÃO GERAL

Os primeiros medicamentos utilizados pelos povos na humanidade estavam baseados no uso de plantas medicinais. Tal prática atravessou os tempos e, na atualidade, em virtude dos custos da medicina moderna, ela tem se tornado uma alternativa em programas de saúde pública de muitos países.

Após a Segunda Grande Guerra (1940-1945) ocorreu um grande impulso na indústria farmacêutica, principalmente ao constatar-se de que este seria um ramo industrial altamente lucrativo. Assim, estima-se que, atualmente, o mercado mundial de fitoterapia movimenta cerca de US\$ 22 bilhões por ano. Em 2000, o setor faturou, nos Estados Unidos, US\$ 6,3 bilhões. Na Europa, foram US\$ 8,5 bilhões. No Brasil, não há estatísticas oficiais, mas estima-se que o faturamento esteja na ordem dos US\$ 500 milhões (ZACHÉ, 2001). O mercado de plantas medicinais encontra-se em expansão, com taxa de crescimento entre 5% a 10% ao ano e deve atingir, em 2010, US\$ 47 bilhões em todo o mundo. No Brasil, o valor movimentado pelo setor deve alcançar, no período, cerca de US\$ 1,5 bilhão (MAPA, 2006).

O segmento de plantas medicinais já desponta como um novo nicho para o agro-negócio brasileiro. Existe uma necessidade eminente para suprir esse mercado de matéria prima de qualidade e em quantidade suficiente, mas para isso é importante que haja incentivo à pesquisa científica para gerar conhecimento e desenvolver novas tecnologias na área. Apesar dos esforços dispensados nos últimos anos, no Brasil, a produção não supre a demanda de matéria prima no mercado interno, sendo que a maioria da matéria prima usada na indústria no país é proveniente de importação.

Dentre as espécies utilizadas, em práticas terapêuticas e em cosméticos, está a calêndula (*Calendula officinalis* L.), em função dela conter substâncias farmacologicamente ativas como saponinas, triterpenos, triterpenos alcóois e ésteres de ácidos graxos, carotenóides, flavonóides, cumarinas, óleos essenciais, hidrocarbonetos e ácidos graxos. Os avanços nos estudos da utilização dos extratos

dessa planta tem evidenciado sua crescente importância na medicina. Por exemplo JIMÉNEZ-MEDINA et al. (2006), verificaram inibição *in vitro* entre 70 e 100% das células cancerosas, indicando duas atividades complementares com efeito potencial anti-tumor e ativação de linfócitos.

A planta medicinal para produzir princípios ativos, deve atender certas exigências, pois não basta possuir um potencial elevado de produção de matéria prima, porém deficitária em substância ativa. Para isto a interação do seu crescimento e desenvolvimento e, da sua composição, com os fatores ambientais, principalmente, o clima, o solo e as condições de coleta devem ser atentamente observados. Este conhecimento é de fundamental importância para os profissionais que trabalham com plantas medicinais, em todos os segmentos, pois, o metabolismo vegetal tem a característica de alterar-se, sempre que necessário, em função das condições às quais é submetido.

O reconhecimento oficial da calêndula como medicamento fitoterápico, pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA e pela Portaria nº 971, de 03 de maio de 2006 que aprova a política nacional de práticas integrativas e complementares (PNPIC) no sistema único de saúde (SUS) e pelo Decreto 5813 de 22 de junho de 2006 que aprova a política nacional de plantas medicinais e fitoterápicas, aumenta, no Brasil, a necessidade de pesquisar a cultura nos diferentes aspectos que envolvem, principalmente, o seu crescimento e desenvolvimento.

Devido à versatilidade dessa cultura, existe uma perspectiva de seu cultivo também como oleaginosa, fato esse que possibilita o seu cultivo não somente em pequenas propriedades rurais, mas também em larga escala, em áreas maiores como produtora de grãos para uso cosmético, farmacêutico e óleo industrial. Isto abre uma nova alternativa em sistemas de rotação de cultura para a região do Planalto do Rio Grande do Sul, onde, atualmente, o sistema agrícola baseia-se quase que, exclusivamente, em produção de soja, milho e trigo.

Apesar dos estudos realizados com a calêndula no Brasil, poucas informações estão disponíveis na literatura referentes a esta espécie quanto aos aspectos agrônômicos em relação com os fatores ambientais. Baseado nisso, no presente estudo objetivou-se abordar em capítulos, diferentes aspectos agrônômicos, fisiológicos e químicos que envolvem a produção de calêndula. Inicialmente faz-se uma revisão bibliográfica de aspectos relacionados com a

cultura. A seguir, para melhor entendimento, os resultados foram estruturados em forma de artigos científicos, cada um constituindo-se em uma abordagem distinta sobre a cultura.

O Capítulo I refere-se ao estudo do efeito de temperaturas e da luz sobre a germinação das sementes e vigor de plântulas de calêndula.

No Capítulo II aborda-se a importância de estimar o filocrono em plantas de calêndula cultivadas em diferentes épocas de semeadura nas condições de Santa Maria – RS.

No Capítulo III avalia-se a influência das disponibilidades térmicas das diferentes épocas de semeadura nas condições de Santa Maria – RS, na produção de biomassa da calêndula.

No Capítulo IV estuda-se o efeito da variação no suprimento hídrico no substrato, sobre a produção de biomassa em semeadura de calêndula no mês de outubro.

O Capítulo V analisa o efeito de três épocas de semeadura e da variação de suprimento hídrico no mês de outubro sobre a produção de capítulos florais e de sementes.

No Capítulo VI aborda-se a influência da variação do suprimento hídrico no substrato sobre os teores de flavonóides , a Quercetina e a Rutina.

No Capítulo VII estuda-se a relação entre as disponibilidades térmicas durante o desenvolvimento da cultura de calêndula, e a variação nas concentrações de Quercetina e de Rutina ao longo do ciclo em três épocas de semeadura em Santa Maria – RS.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1 Aspectos gerais da cultura da calêndula

A calêndula (*Calendula officinalis* L.) pertence a família *Asteraceae* e é originária da região do mediterrâneo. O nome botânico do latim *calends*, reflete a idéia de florescer no primeiro dia de cada mês e permanecer em flor durante todo ano. As flores e folhas da calêndula foram muito utilizadas pelos médicos em campos de batalha na Guerra Civil Americana, no tratamento de feridas (TESKE & TRENTINI, 1995)

Conhecida popularmente como calêndula, bonina, malmequer-do-jardim, maravilha dos jardins, é uma planta anual, mas em climas temperados pode se comportar como bianual (BERTI et al., 2003).

Pode ser cultivada durante todo o ano, desenvolvendo-se melhor no inverno, sendo inclusive resistente à geadas leves, mas é sensível à deficiência de água, mesmo por curtos períodos. A propagação é através de sementes, podendo ser semeada diretamente no local definitivo ou por meio do transplante de mudas (MONTANARI JR, 2000).

2 Características botânicas da *Calendula officinalis* L.

A raiz apresenta-se com forma cilíndrica, cabeluda (BALBACH, 1968), fasciculada, de cor amarelo clara (MARTINS et al., 2000).

O caule é robusto, ereto ou algo decumbente, ramoso, pouco celulosado, pubescente, perfolhado e com abundante folhagem (CASTRO & CHEMALE, 1995).

As folhas são simples, alternas (AGAREZ et al., 1994), sem estípulas (PANIZZA, 1997), ovaladas e espessas (LORENZI & SOUZA, 2001), inteiras, sésseis, lanceoladas ou espatuladas, bordos lisos ou levemente dentados e ondulados, pilosas quando jovens e lisas quando maduras, de coloração verde claro amareladas ou verde oliva quando novas.

As flores são reunidas em capítulos solitários e terminais, densos, simples ou dobradas (LORENZI & SOUZA, 2001). São dispostas em capítulo de 3,0 a 7,0 cm,

envolvidas por um involúcro de duas séries de brácteas. As flores da periferia são liguladas, pistiladas, de 1,5 cm a 3,0 cm de comprimento e 0,5 cm a 0,7 cm de largura na porção mediana da lígula. Corolas amareladas ou alaranjadas, com limbo tridentado, apresentando quatro ou cinco nervuras e tubo curto coberto de tricomas, ocasionalmente acompanhadas de um estilete filiforme e um estigma bifido. As flores do centro são escassas, tubulosas, pequenas, curtas, de aproximadamente 0,5 cm de comprimento, hermafroditas, amarelas ou alaranjadas, raro quase avermelhadas, com corola quinqüedentada, antera sagitada e estilete indiviso (WHO, 2002).

O capítulo apresenta um receptáculo uniforme e vários verticilos de flores femininas, estéreis, na margem da inflorescência. A corola destas flores é ligulada, grande e tem a função de aparelho chamariz para atrair os insetos, podendo assim imitar as pétalas de uma flor individual. No centro da inflorescência há flores hermafroditas, actinomorfas, unicamente destinadas à reprodução. A disposição descrita encontra-se em muitos gêneros, não, porém, em todos. Existem todas as disposições, teoricamente, possíveis, com ou sem diferenciação em aparelhos chamariz e reprodutor. Pode haver, no mesmo capítulo flores do mesmo sexo, unissexuais e todas iguais entre si, bem como flores femininas e masculinas, e ainda flores femininas e hermafroditas, ou flores masculinas e hermafroditas. O cálice das flores individuais é sempre pouco desenvolvido, sendo aderente no tubo corolínico. Muitas vezes se transforma numa roda de cerdas persistentes, destinadas a transportar o fruto, funcionando como um pequeno pára-quadras denominado “pappus”. O ovário é ínfero, formado por dois carpelos sincarpes que constituem um ovário unilocular, com um único óvulo. O óvulo é anátropo, ascendente. Produz um aquênio de forma variável, conforme a espécie (SCHULTZ, 1990) (Figura 1).

Sementes são, na verdade, frutos do tipo aquênios, curvados, muricados, equinulados, alguns têm forma de gôndola, outros tem forma anelada (CASTRO & CHEMALE, 1995). Apesar das sementes de calêndula possuírem um acentuado polimorfismo dos diásporos, relacionado à sua posição no capítulo, SILVEIRA et al. (2002), verificaram, através de teste de germinação, que a maturidade fisiológica em sementes de calêndula ocorre entre 28 e 32 dias após a antese, mas não há diferença quanto ao ponto de maturidade fisiológica, entre as sementes de maior e de menor tamanho.

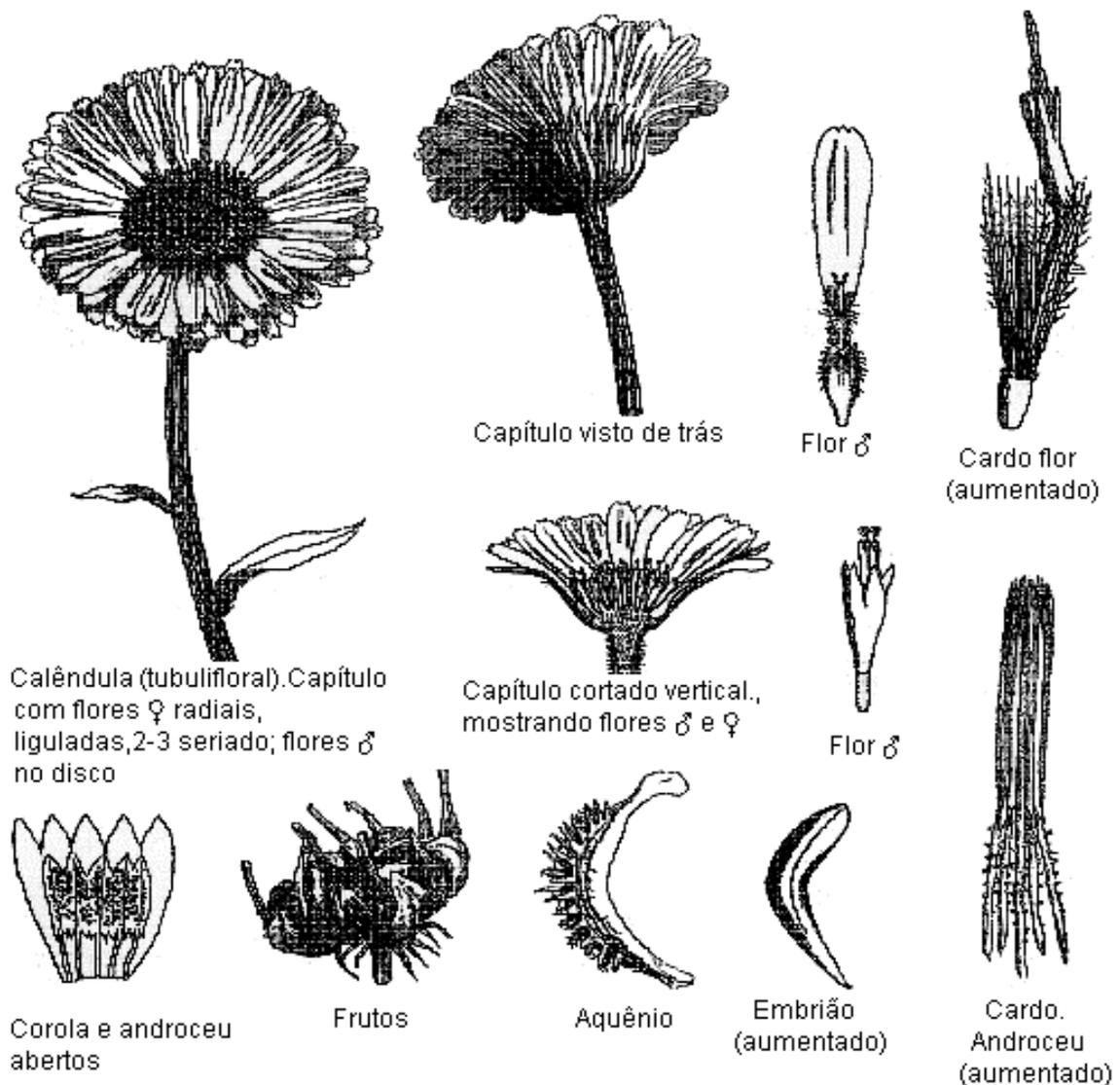


Figura 1 - Ilustração da morfologia da inflorescência (capítulos e sementes) de *Calendula officinalis* L. (Fonte: WATSON & DALLWITZ, 1992).

2.1 Utilizações da calêndula

As folhas, os caules e as flores podem ser consumidos como salada. As pétalas das flores proporcionam um delicado sabor aromático, um pouco amargo e dão cor intensa aos assados, saladas, omeletes, queijos e arroz. As flores frescas ou secas são as partes mais utilizadas em virtude das suas propriedades medicinais e cosméticas.

Quanto às propriedades terapêuticas ou medicinais, a calêndula tem ação cicatrizante, antisséptica, sudorífica, analgésica, colagoga, antiinflamatória, antiviral, antiemético, vasodilatador e tonificante da pele. GIL et al. (2000) mencionam

também a ação bactericida contra *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus fecalis*, bem como no uso como estimulante da atividade hepática, na secreção biliar e no tratamento de úlceras gástricas. Externamente, a tintura ou pomadas se aplicam em escaras, úlceras varicosas, erupções cutâneas e tratamento de infecções na pele (LUZ et al., 2001). E pelo conjunto de compostos químicos, tais como: carotenóides, flavonóides (0,2-0,9%) (SARTORI et al., 2003), mucilagem e triterpenos, estes com reconhecida atividade antiinflamatória (DELLA LOGGIA et al., 1994). Além destes compostos, pode-se citar a presença de óleo essencial, saponinas, resina, ácidos orgânicos, minerais, entre outros (SARTÓRIO et al., 2000). Estudos sugerem que extratos orgânicos das flores possuem propriedades terapêuticas anti-HIV (KALVATCHEV et al., 1997). Em pesquisa com camundongos, utilizando o complexo *Symphytum officinale* e *Calendula officinallis*, BALDUCCI-ROSLINDO et al. (1999) verificaram que o processo de reparo em feridas, após extração dentária do incisivo superior direito, mostrou um avanço progressivo de neoformação óssea mais acentuado quando comparado ao grupo controle, em tempos equivalentes, enfatizando assim as propriedades biológicas do complexo e sua possível utilização como recurso terapêutico na Odontologia.

Inúmeras pesquisas evidenciam a ação antiinflamatória da calêndula e a relevância do seu uso na indústria cosmética. Segundo BAUMANN (2003), engloba, aproximadamente, 200 formulações constituintes de extratos de *Calendula officinalis*. Esses extratos entram na fabricação de cosméticos devido aos diversos princípios ativos da planta que são responsáveis pelos eficientes efeitos no tratamento de pele e cabelos. A calendulina, por exemplo, um pigmento que dá a cor alaranjada às pétalas, presente nas flores, juntamente com a resina e a mucilagem, são responsáveis pelos poderes regeneradores e cicatrizantes. Outros princípios engordam a lista de propriedades da calêndula, amplamente usada na fabricação de xampus, loções, sabonetes e cremes. Muitos medicamentos usados por via oral e pomadas são constituídos por princípios ativos da calêndula. Segundo CARVALHO et al. (2005), a calêndula pode ser utilizada com segurança em qualquer caso de inflamação dermatológica, seja para infecção ou dano físico. A sua utilização é recomendada para as seguintes patologias: varizes, úlceras crônicas, congestão esplênica e hepática, ferimentos superficiais, feridas abertas e queimaduras.

Pesquisas com plantas medicinais para controle de doenças estão sendo realizadas também com animais. Por exemplo, a mistura de calêndula, Bardana

(*Arctium lappa* L.) e Fel-da-terra (*Fumaria officinalis* L.), em ração para gado leiteiro com a finalidade de limpeza do sangue e limpeza pós-parto (ARCEGO, 2005). As pomadas à base de calêndula e óleo de girassol se mostraram eficazes na cicatrização de feridas com processo infeccioso presente em coelhos (WENDT, 2005)

Além da importância medicinal, estudos comprovam que as sementes contêm 20% de óleo e destes 59-60% são de ácido calêndico (CROMACK & SMITH, 1998) e possui alta viscosidade (MUUSE et al., 1992), similar ao tung (*Aleuritis fordii*) (DERKSEN et al., 1995), utilizado na fabricação de tintas e cosméticos.

3 Crescimento e desenvolvimento da calêndula

Quanto à fenologia da *Calendula officinalis* L., são muito escassas e pouco precisas na literatura as informações a respeito do seu crescimento e desenvolvimento. Nos resultados de alguns trabalhos, como naquele de ANGELINI et al. (1997), realizado na Itália, com quinze acessos de calêndula semeados em março dos anos de 1992 a 1995, em casa de vegetação e, posteriormente, transplantados no campo, foi constatado que a variação do período emergência – início de floração (abertura da primeira flor) foi em média de 17 a 59 dias, e do período emergência – maturação das sementes (colheita), média de 98 a 150 dias. As temperaturas médias mínimas mais baixas durante os anos de experimento foram registradas no mês de abril, entre 7,3°C e 8,1°C, mas não ultrapassaram a 20,1°C e as máximas atingiram de 28,6°C a 31,3°C no mês de agosto. Já CROMACK & SMITH (1998), na Inglaterra, com nove acessos de calêndula, semeados na segunda metade de abril, verificaram na média de dois anos, que houve uma variação entre os acessos quanto ao início da floração, sendo em média de 63 a 75 dias. Os autores não mencionaram o efeito das condições climáticas no desenvolvimento dos acessos, mas salientaram que, devido às condições de excesso de umidade e de chuvas (agosto), o período da fase vegetativa e a da floração se estenderam.

BERTI et al. (2003), no Chile, estudaram duas cultivares e quatro épocas de cultivo (dia 4 de junho, 5 de agosto, 7 de setembro e 14 de outubro), registrando rendimentos mais altos de massa seca no primeiro ano de cultivo, na semeadura de junho, com 1300 kg de flores ha⁻¹, e no segundo ano, os maiores rendimentos foram

na última época, com um aumento no número de colheitas, totalizando 142 dias de ciclo.

Um projeto desenvolvido pela Comissão Européia, de 1998 a 2000, foi estudado, em cinco países e em várias épocas: o requerimento de N, a densidade populacional e os fatores fisiológicos relacionados com genótipos de calêndula (CARMINA [200-]). Verificaram que, em 1998, ocorreram pequenas diferenças entre o tempo de emergência e os estágios de desenvolvimento das plantas, mas a correlação não foi clara entre os tratamentos. Já em 1999 algumas variações foram observadas no tempo de 50% de maturação das plantas, mas a duração dos outros estágios de desenvolvimento foram comuns a todos os tratamentos. O período emergência – maturação variou de 89 a 95 dias. Antes da colheita foi realizada a dessecação, sendo que o período emergência – colheita variou de 114 a 123 dias. No ano de 2000, a duração média desse período foi de 123 dias. O autor não mencionou as condições climáticas em que os experimentos foram realizados, mas fica evidente que as disponibilidades climáticas foram responsáveis pelas diferenças que ocorreram na duração dos períodos e no ciclo da cultura, pois o experimento foi conduzido em épocas distintas.

3.1 Fatores ambientais e metabolismo secundário

As substâncias ativas das plantas medicinais são de dois tipos: os produtos do metabolismo primário (aminoácidos, nucleotídeos, açúcares e acil lipídeos), substâncias indispensáveis à vida da planta que se formam em todas as plantas verdes graças à fotossíntese e o segundo tipo, as substâncias compostas pelos produtos do metabolismo secundário, ou seja, compostos orgânicos, que parecem não ter ação direta no crescimento e desenvolvimento dos vegetais (TAIZ & ZEIGER, 2004). São restritos a uma espécie vegetal ou a um grupo de espécies relacionadas.

De acordo com TAIZ & ZEIGER (2004), os metabólitos secundários podem ser divididos em três grupos principais: terpenóides, compostos fenólicos e compostos nitrogenados. Os terpenóides são sintetizados a partir do Acetil Coenzima A (Acetil-CoA), via rota do ácido mevalônico. Os compostos fenólicos são substâncias aromáticas formadas via rota do ácido chiquímico ou ácido acético. Os compostos nitrogenados, como alcalóides, são sintetizados a partir de aminoácidos.

Os princípios ativos nas plantas medicinais têm variado em função da temperatura, do tempo de extração, além da influência dos fatores ambientais, tais como: clima, solo, nutrição, época e horário de coleta e fase de desenvolvimento.

As plantas têm comportamentos diferentes em resposta à interferência dos diversos fatores que afetam o seu crescimento e desenvolvimento. Dentre esses fatores pode-se citar os elementos meteorológicos, a disponibilidade hídrica, a nutrição e os relacionados ao solo (FURLAN,1999), como sendo os mais mencionados na literatura que influenciam na produção de biomassa e no teor de metabólitos secundários em plantas medicinais.

As variações no conteúdo total bem como as proporções relativas de metabólitos secundários em plantas ocorrem em diferentes níveis nas plantas, entre plantas, e durante seu desenvolvimento, e apesar da existência de um controle genético, podem sofrer modificações resultantes da interação de vários processos bioquímicos, fisiológicos, ecológicos e evolutivos, sendo a síntese, freqüentemente, afetada pelas condições ambientais (GOBBO-NETO & LOPES, 2007).

Na agricultura a adição de nutrientes é, geralmente, empregada para aumentar a produção de biomassa. No entanto, os nutrientes podem, além de afetar os metabólitos primários, influenciar na produção e na concentração de diferentes metabólitos secundários. Assim, GOVIN et al. (2005) estudaram a influência de fertilizantes orgânicos e biofertilizantes na cultura da calêndula (*Calendula officinalis* L.) e da maçanilha (*Matricaria recutita* L.). Verificaram a maior produção de capítulos florais em calêndula no tratamento com húmus (10 t ha⁻¹ + inoculante 3g lb⁻¹ sementes), e a percentagem de flavonóides totais foi superior no tratamento com inoculante. Na maçanilha, os maiores teores de óleos essenciais foram: 0,66%, 0,60% e 0,44%, respectivamente na testemunha, no tratamento com húmus 10 t ha⁻¹ e no composto vegetal. MOREIRA et al. (2005) avaliaram o efeito de cinco doses de N (0, 73, 146, 219 e 292 mg vaso⁻¹ de N), na forma de uréia e doses de P (0, 73, 146, 219 e 292 mg vaso⁻¹ de P₂O₅) na forma de superfosfato triplo na produção de biomassa e nos teores de nitrogênio e fósforo da calêndula. Para os capítulos florais, as máximas produções de massa fresca e seca foram de 4,70 g vaso⁻¹ e 0,52 g vaso⁻¹ respectivamente, e os teores foliares de N e P aumentaram com a adição dos elementos, exceto para o teor de N na parte aérea, que reduziu com a adição de P.

RAMOS et al. (2004) avaliaram, em Dourados, MS, o efeito do uso de cama-de-aviário semidecomposta incorporada ao solo e populações de plantas sobre as

características morfológicas, a produção e a qualidade do óleo essencial dos capítulos florais da camomila cv. Mandirituba. Os tratamentos combinados foram, respectivamente, espaçamentos entre plantas (m) e cama-de-aviário (kg m^{-2}): 0,16 e 1,2; 0,24 e 1,2; 0,16 e 2,8; 0,24 e 2,8; 0,20 e 2,0; 0,11 e 1,2; 0,29 e 2,8; 0,16 e 0,2 e 0,24 e 3,8. A produção média de massa seca dos capítulos florais (800 kg ha^{-1}) foi maior do que a média brasileira convencional (500 kg ha^{-1}). O teor de óleo essencial dos capítulos florais não variou entre tratamentos e foi, em média, de 0,5%. O óleo apresentou cor azul intensa e odor característico como descrito para os óleos de boa qualidade. Resultados semelhantes em relação à nutrição foram obtidos por MAPELI et al. (2005) em relação ao teor de óleo essencial dos capítulos florais da camomila, cv. Mandirituba, em função de doses de nitrogênio (60 kg ha^{-1} de N, nas formas de sulfato de amônio (SA) ou de uréia) e fósforo (200 kg ha^{-1} de P_2O_5 , na forma de superfosfato triplo (ST) e a combinação de SA+ST, uréia + ST e a testemunha foi de $0,50 \text{ mL } 100 \text{ g}^{-1}$ da massa fresca para todos os tratamentos. O uso de superfosfato triplo, associado ou não com uréia, aumentou a altura das plantas e a produção de biomassa de partes aéreas e de capítulos florais. A adubação com N e P não influenciou na produção de óleo essencial nem nos teores de N e P dos capítulos florais da camomila.

Na arnica (*Lychnophora pimaster*) a produção de óleo essencial foi dependente da adubação e calagem. O peso fresco da parte aérea decresceu na seguinte ordem: adubação mineral>mista>orgânica, sendo influenciado pela calagem somente nessa última. As maiores concentrações de óleos essenciais foram encontradas nos tratamentos orgânicos, com e sem calagem, e misto sem calagem. O menor rendimento de óleo essencial foi no tratamento orgânico sem calagem e os maiores nos tratamentos mineral e misto sem calagem (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2005). O rendimento de óleo essencial é função de sua concentração no tecido e da produção de material vegetal. Os autores recomendam a adubação mista sem calagem, pois aliou alta concentração e rendimento de óleo essencial, semelhante às condições da arnica em seu habitat natural.

A deficiência hídrica é relatada na literatura como um dos fatores que atuam na concentração e nos teores de princípios ativos, principalmente na parte aérea da planta (folhas, flores e frutos). Plantas de artemísia (*Tanacetum parthenium* L.), com 84 dias de idade, foram submetidas a supressão de irrigação por: 14, 38, 62 e 82 h em câmara de crescimento, e plantas com 147 dias por: 18,5, 42,5, 66,5, 90,5 e

114,5 h de supressão de irrigação em casa de vegetação, e seus respectivos controles. As plantas submetidas à deficiência hídrica (DH) por 84 dias, tratamento de 38 horas de desidratação (potencial matricial -1,39 MPa), considerado uma DH moderada, esteve associado a um aumento significativo no teor de artemisinina, acumulando 29% a mais do que o tratamento controle (MARCHESE, 1999). Segundo o autor, este fato é explicado devido aos processos de crescimento serem rapidamente paralisados, ainda que sob moderadas DH, enquanto a fotossíntese líquida não é sensível a limitações moderadas de água, ocorrendo um desvio do excedente de carboidratos requeridos no crescimento para o metabolismo secundário. As plantas de 147 dias não apresentaram diferenças significativas de teor de artemisinina em relação aos seus controles, apenas no experimento onde foi realizada uma reidratação, após a supressão da irrigação, verificou-se um acúmulo significativo de artemisinina (mais de 16% em relação aos tratamentos controles). Provavelmente, essa diferença seja devido aos estádios de desenvolvimento ou idade da planta, uma vez que o efeito da DH varia entre e dentro de espécies e depende da velocidade, intensidade e tempo de imposição da DH.

CARVALHO et al. (2003) em plantas de artemísia cultivadas em vasos com substrato mantido na capacidade de campo (CC), a 90%, a 70% e a 50% da CC, verificaram reduções de 16% na altura e de 22% no acúmulo de massa fresca nas plantas crescidas a 50% da CC. Todos os níveis de deficiência hídrica apresentaram redução gradativa no teor de clorofila, mas no tratamento de 50% da CC tiveram um teor relativo de clorofila cerca de 30% mais alto quando comparado às plantas mantidas a 90% da CC, sendo o teor de prolina também maior nessas plantas.

FARIAS & SAAD (2005) verificaram que, em crisântemo, não houve diferença estatística significativa para a área foliar, a massa seca, a taxa de crescimento relativa e a taxa de assimilação líquida, para o potencial matricial inferior a -40 kPa, possivelmente até esse potencial seja suficiente para manter a cultura bem suprida de água, não prejudicando seu desenvolvimento.

O efeito da temperatura do ar em plantas medicinais, mesmo no início do desenvolvimento da fase vegetativa, pode afetar o produto final dos metabólitos secundários. Em camomila (*Matricaria chamomilla* var. *recutita* L.), SOUZA et al. (2006) submeteram mudas com 7,0 a 10,0 cm de altura (procedência local e importada) durante 24 horas nas condições de 10 horas com luz e 15°C; 8 horas sem luz e 10°C; 3 horas sem luz e 5°C; 3 horas sem luz e temperaturas 0°C

(testemunha), -2°C , -4°C e -6°C . Verificaram que plantas de origem local floresceram um mês após o transplântio, enquanto as de origem importada não apresentavam sinais de botões florais aos 45 dias do transplântio. Apesar da pesquisa não ter analisado as diferenças climáticas entre o local do experimento e da origem das sementes e a diferença entre os genótipos, salientam que o resfriamento da muda pode afetar o florescimento, a produção de pólen. Número e massa seca de flores diminuíram significativamente para plantas submetidas a temperatura de até -4°C . As que foram submetidas a -6°C tiveram crescimento e produção igual a testemunha, ocorrendo a retomada do crescimento e produção, possivelmente as mudas passaram para a fase de restituição, onde sintetizaram proteínas e substâncias crioprotetoras, aumentando a resistência ao frio (LARCHER, 1995). Os extratos das flores mostraram igual quantidade de Quercetina (flavonóide).

CURADO et al. (2006) estudando arnica da serra (*Lychnophora ericoides*) proveniente de duas localidades do Cerrado brasileiro, identificaram diferentes teores e concentrações de óleos essenciais, bem como, o período de coleta no ano interferiu nesses parâmetros. Observaram correlação canônica significativa entre os componentes dos óleos e os fatores edáficos dos locais de coleta, sendo os fatores ambientais responsáveis pela quimiovariação.

CARMINA [200-] realizaram pesquisas com cultivares de calêndula em vários países durante os anos de 1998, 1999 e 2000, e verificaram que a porcentagem de óleo nas sementes não variou muito para os três anos avaliados e para a média de cinco cultivares, mas o rendimento de ácido calêndico do óleo variou bastante entre os anos. Quando os dados foram analisados para duas épocas em um mesmo local, ocorreram diferenças entre cultivares quanto ao ácido calêndico, e houve interação significativa entre cultivares e ano. Resultados com 10 genótipos em dois locais na Europa mostraram diferenças entre os genótipos e entre os locais quanto, ao rendimento de sementes, no óleo e no conteúdo de ácido calêndico. Segundo os autores, possivelmente, seja reflexo do local de crescimento e demonstra a importância do estudo da interação entre genótipos e condições ambientais para identificar o efeito no conteúdo de óleo.

O teor de óleo nos grãos de girassol é influenciado por diversos fatores como a genética da cultivar, efeito dos elementos meteorológicos como a temperatura do ar, deficiência hídrica, doenças e aspectos relacionados com a nutrição.

Tanto em condições de campo quanto sob condições controladas na cultura do girassol, o principal fator que influencia a composição de ácidos graxos no óleo é a temperatura do ar. Por isso a época de semeadura torna-se um parâmetro importante, uma vez que a sua variação interfere na temperatura.

UNGARO et al. (1997) realizaram semeaduras ao longo do ano em Monte Alegre do Sul, SP, para avaliar a influência da temperatura do ar na composição de aquênios de três cultivares de girassol: IAC-Anhandy; VNIIMK; e Contisol-621, no período compreendido entre o florescimento e a maturação fisiológica, e o teor e a composição de óleo em aquênios. Verificaram que o teor de óleo apresentou relação quadrática com a temperatura mínima do ar nas cultivares IAC-Anhandy e VNIIMK, enquanto que na cultivar Contisol-621 a relação quadrática foi com a temperatura máxima do ar, com os respectivos pontos ótimos: 10°C, 12,5°C e 24°C. A mesma análise realizada apenas na cultivar VNIIMK, com relação ao teor de proteína e à composição do óleo, mostrou que o teor de proteína também foi influenciado pela temperatura do ar, através das máximas, com ponto ótimo em 25°C. Com relação à composição, observaram que os ácidos palmítico, oléico e linoléico mostraram melhor correlação com a temperatura mínima do ar; o ácido palmitoléico, com a temperatura máxima do ar; e o ácido esteárico, com a temperatura média do ar. Os ácidos mirístico e behênico não mostraram ser influenciados pela temperatura do ar.

Por outro lado, Cholaky et al. apud UNGARO (1997) constataram uma diminuição no conteúdo de óleo como consequência da queda da temperatura média diária após a antese, o que indica que tanto as altas como as baixas temperaturas têm influência sobre o teor de óleo dos aquênios de girassol.

Outros fatores podem estar relacionados, como as características intrínsecas dos genótipos, e interferirem no conteúdo e a qualidade de óleo.

No Rio Grande do Sul, na região dos municípios de Eldorado do Sul e de Passo Fundo, SILVA et al. (1995) verificaram que as semeaduras realizadas no final de julho originaram aquênios com maior teor de ácido oléico, em comparação com as semeaduras de setembro; e, menores teores de ácido linoléico, em duas das cultivares avaliadas, enquanto a cultivar Contisol-711 não mostrou diferença nos teores dos dois ácidos graxos nas duas épocas de semeadura. Por esses resultados constata-se a existência de comportamentos diferenciados entre as cultivares, com respeito aos ácidos graxos, e são contraditórios na medida em que os plantios de setembro costumam apresentar temperaturas mais elevadas que os de julho na fase

de enchimento de grãos, do que deveria resultar no aumento do teor de óleo e de ácido oléico, de acordo com a literatura internacional. Em relação à produção de fitomassa, UNGARO et al. (2000) verificaram que cultivares de girassol semeados em diferentes épocas, evidenciaram melhores rendimentos de aquênios e fitomassa, na semeadura de janeiro, com a cultivar IAC-Anhandy; em julho e agosto, com a VNIIMK; e, em janeiro e junho, com a cultivar Contisol 621. A concentração de óleo também pode variar na fase de florescimento e maturação do girassol, conforme foi verificado por BITTENCOURT et al. (1991). Ao estudar o conteúdo de óleo das sementes de girassol cv. Contisol, após o início do florescimento (DAF), observaram um aumento até os 28 dias após o florescimento, permanecendo estatisticamente inalterado até a colheita. Ocorreu uma relação inversa entre formação de ácido oléico e de ácido linoléico, conforme se processou a maturação das sementes, e um acréscimo linear na concentração do ácido linoléico com concomitante decréscimo do ácido oléico. Segundo os autores não houve influência da temperatura média diária na formação dos ácidos graxos, devido à pequena amplitude de variação da temperatura, sendo que a temperatura média na semana da maturação fisiológica ficou em 20,9°C. A porcentagem de óleo na massa seca atingiu seu maior valor (33,08%) aos 46 DAF, mas esse valor não diferiu estatisticamente de nenhuma amostra retirada a partir dos 28 DAF.

IZQUIERDO et al. (2002) reforçam que há influência do genótipo, da temperatura do ar e da fase de desenvolvimento do girassol. A composição dos ácidos graxos variam em função dos genótipos e também da soma térmica acumulada na fase reprodutiva (florescimento-maturação fisiológica), bem como a amplitude das temperaturas dia-noite. E salientam que o efeito dessa variação pode estar associado a luz ou ao metabolismo do ciclo dia-noite que pode afetar a atividade de enzimas que envolvem a síntese de ácidos graxos. Em geral, a porcentagem de ácido oléico foi mais elevado com maiores temperaturas noturnas, principalmente durante o enchimento de grão, indicando que épocas de semeadura e locais são importantes fatores que interferem na qualidade do óleo.

A grande maioria dos estudos em plantas medicinais, tem-se limitado a um pequeno número de espécies.

CAPÍTULO I

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DA LUZ NA GERMINAÇÃO DA SEMENTE DE CALÊNDULA

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da luz e da temperatura sobre a germinação das sementes e o comprimento e produção de massa seca das plântulas de calêndula (*Calendula officinalis* L.). As sementes foram colocadas para germinar a temperaturas constantes de 15°C; 20°C; 25°C; 30°C e 35°C, na presença e na ausência de luz. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey em 5% de probabilidade. Constatou-se que a percentagem de germinação das sementes é maior à temperatura de 20°C, e que temperaturas de 30°C e 35°C são prejudiciais à germinação, e afetam significativamente o comprimento e a produção de massa seca de plântulas.

Palavras- chave: *Calendula officinalis* L., qualidade fisiológica, massa seca.

INFLUENCE OF TEMPERATURE AND LIGHT ON THE GERMINATION OF MARIGOLD SEED

Abstract

The aim of this work was to evaluate the effects of light and temperature on seed germination and on the length and dry matter of marigold seedlings (*Calendula officinalis* L.). The seeds were placed to germinate at the constant temperatures of 15°C; 20°C; 25°C; 30°C and 35°C, in the presence and absence of light. The experimental design used was of completely randomized plots with four replications. Data obtained was submitted to variance analysis and Tukey Test at 5% probability. Results put into evidence that the percentage of seed germination is higher at the temperature of 20°C, and that temperatures of 30°C and 35°C are harmful to

germination, significantly affecting the length and dry matter production of seedlings.

Keywords: *Calendula officinalis* L., physiologic quality, dry matter.

Introdução

A calêndula (*Calendula officinalis* L.), também conhecida como mal-me-quer, é originária da Europa Meridional e adaptou-se bem ao sul e sudeste do Brasil, devido ao clima favorável ao seu cultivo (SILVEIRA et al., 2002).

A calêndula é uma espécie herbácea de ciclo anual de pequeno porte, que atinge entre 20 cm a 50 cm de altura, flores com pétalas de cores vivas, que variam do amarelo ao alaranjado. Sua propagação ocorre por sementes, que botanicamente são classificadas como frutos secos, do tipo aquênio (LUZ et al., 2001). Essa espécie tem sido cultivada tanto para fins ornamentais, quanto fitoterápicos e cosméticos. Quando as plantas são cultivadas sem defensivos químicos, suas flores podem ser consumidas. No Brasil, seu uso fitoterápico é aprovado pelo Ministério da Saúde (ANVISA, 2003).

No estado do Rio Grande do Sul, um dos problemas que tem sido constatado em seu cultivo é a baixa taxa de emergência das plântulas nas sementeiras tardias, que ocorrem no mês de novembro e dezembro, devido as temperaturas elevadas. Em Santa Maria, por exemplo, as temperaturas médias máximas do ar nos meses de novembro e dezembro são de 24,4°C e 30,9°C, respectivamente (REIS & BERLATO, 1972). Nesses meses, os valores de radiação solar global também são elevados, respectivamente, 447 e 488 cal.cm⁻².dia⁻¹ (INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, 1989). As temperaturas em solo desnudo a 5 cm de profundidade, segundo MALUF et al. (2000), em Santa Maria, RS, atingem valores médios de 20,8°C ainda no terceiro decêndio de setembro .

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes é expressa, principalmente, pelo teste de germinação, no qual cada espécie exige determinadas condições como um suprimento adequado de água, temperatura, substrato e uma composição de gases adequada, para expressar seu máximo potencial, permitindo assim determinar seu valor para a sementeira (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

A temperatura afeta a velocidade, a uniformidade e a percentagem de germinação (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000), e esta está relacionada, principalmente, com a umidade do solo. Com a absorção de água iniciam processos

físicos, fisiológicos e bioquímicos no interior da semente viva, que, na ausência de outro fator limitante, resultam na emergência da plântula (POPINIGIS, 1985).

A germinação somente ocorre entre determinados limites de temperatura e será tanto mais rápida e eficiente, quanto mais tempo esta permanecer próxima ao valor ótimo para cada espécie (CASTRO & VIEIRA, 2001). Por exemplo, MENEZES et al. (2000) constataram que, para a germinação das sementes de cultivares de alface (*Lactuca sativa*) Elisa, Regina e Rainha de Maio, a melhor temperatura foi de 20°C e, na presença de luz, a germinação e o desenvolvimento inicial ocorreram numa faixa ampla de temperatura (20°C a 30°C). Na cultura da sálvia (*Salvia splendens* Sellow) MENEZES et al. (2004) verificaram que as temperaturas de 15°C, 20°C e 25°C afetam a velocidade de germinação e a de 15°C retarda o processo germinativo. A temperatura ótima de germinação da semente, para a maioria das espécies cultivadas, situa-se entre 20°C e 30°C (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Para a calêndula a temperatura para testes de germinação segundo BRASIL (1992), é de 15°C, 20°C ou 20°C – 30°C, mas não faz referência quanto à luz.

Para várias espécies vegetais a luz também é necessária para a germinação das sementes. Nestes casos a germinação das sementes pela luz está ligada a um sistema de pigmentos chamado de fitocromo. Esse pigmento está associado ao funcionamento das membranas biológicas, regulando, provavelmente, sua permeabilidade e o fluxo de inúmeras substâncias dentro das células e entre elas (TAIZ & ZEIGER, 2004). Para a semente de sálvia, MENEZES et al. (2004) observaram um comportamento indiferente à luz, embora as sementes germinassem melhor na luz vermelha extrema e na ausência de luz, também germinam nas luzes branca e vermelha.

A sensibilidade da semente ao efeito da luz varia de acordo com a sua qualidade e intensidade e com o tempo de irradiação, bem como com o período e temperatura de embebição (TOOLE, 1973; LABOURIAU, 1983). A influência da luz diminui com o envelhecimento da semente (MARCOS FILHO, 2005).

Em espécies medicinais, STEFANELLO (2005) verificou que as sementes de anis (*Pimpinella anisum*), funcho (*Foeniculum vulgare*), e endro (*Anethum graveolens*), sem dormência, germinaram melhor a temperaturas constantes de 20°C e 25°C, e que a temperatura de 30°C foi prejudicial.

No Brasil, o cultivo de plantas medicinais, dentre as quais a calêndula, encontra-se em expansão e as épocas mais adequadas de sementeiras para a

maioria delas ainda não estão definidas. Assim, é importante quantificar a relação da duração do período compreendido entre a sementeira e a emergência de plântulas e o número de plântulas emersas em diferentes condições ambientais.

Tendo em vista o exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da luz e da temperatura sobre a germinação das sementes e o vigor de plântulas de calêndula.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes, do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS. Foram utilizadas sementes de (*Calendula officinalis* L.) cultivar Bonina Sortida adquiridas de uma empresa tradicional em produção e comercialização de sementes. Permaneceram nas embalagens originais em câmara seca, sem a presença de luz, com a temperatura de 14°C e umidade relativa de 40% até o momento do experimento. Para avaliar o efeito da luz e da temperatura sobre o potencial fisiológico, as sementes de calêndula foram submetidas à presença ou ausência de luz nas temperaturas constantes de 15, 20, 25, 30 e 35°C. Na presença de luz, as sementes foram colocadas em câmara de germinação, tipo BOD, com regime de 8 h de luz e 16 h sem luz. Na ausência de luz, as sementes foram semeadas em sala iluminada com luz verde e mantidas no escuro durante todo o teste, envolvendo-se as caixas plásticas transparentes (11x11x3,5 cm) de germinação, com papel alumínio. A condição com iluminação foi obtida nas câmaras de germinação pela utilização de quatro lâmpadas fluorescentes do tipo luz do dia 20W, com densidade de fluxo radiante na altura das caixas de 15 mmol.m⁻².s⁻¹ (CARDOSO, 1995; STEFANELLO, 2005). Para avaliar as variáveis comprimento e massa seca de plântulas utilizou-se rolo de papel para a germinação das sementes.

O teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 100 sementes, para cada tratamento. As sementes foram distribuídas em caixas plásticas transparentes tipo gerbox, sobre três folhas de papel filtro umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel substrato. As contagens ocorreram aos sete e catorze dias após a sementeira, conforme recomendação das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). O resultado foi expresso em percentagem média de plântulas normais.

A primeira contagem foi realizada conjuntamente com o teste de germinação, onde se determinou a porcentagem de plântulas normais no sétimo dia após a instalação do teste, conforme recomendação de BRASIL (1992).

Avaliou-se o comprimento médio das plântulas normais obtidas a partir da semeadura de quatro repetições de 100 sementes. Os rolos de papel contendo as sementes permaneceram em câmara de germinação por sete dias, quando então, retiraram-se quatro repetições de dez sementes e se avaliou o comprimento total das plântulas, com o auxílio de uma régua milimetrada. O comprimento médio das plântulas foi obtido somando-se as medidas de cada repetição e dividindo-se pelo número de plântulas normais mensuradas, com resultados expressos em centímetros, conforme descrito por NAKAGAWA (1999).

A determinação da massa seca foi realizada com quatro repetições de 10 plântulas, provenientes do teste anterior, mantidas em sacos de papel, em estufa com temperatura a 60°C, até a obtenção de massa constante (48h). Posteriormente, as plântulas, foram pesadas em uma balança de precisão, com resolução de 0,001 g, sendo os resultados expressos em gramas por plântula.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos por um fatorial 5 x 2 (cinco temperaturas x presença ou ausência de luz) com quatro repetições de 100 sementes. As variáveis germinação e primeira contagem foram transformadas em $\text{arc sen } (X/100)^{1/2}$ (STORCK et al., 2006). Para análise de variância empregou-se o teste F e, quando este foi significativo, as comparações entre as médias dos tratamentos foram efetuadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Na tabela 1, são apresentados os resultados referentes à porcentagem de germinação e a primeira contagem do teste de germinação das sementes de calêndula submetidas a diferentes temperaturas na presença e na ausência de luz. Observa-se que as sementes apresentaram comportamento indiferente à luz. Provavelmente, esta espécie por apresentar sementes insensíveis à luz tem forma de fitocromo fiA, que controla a germinação através da resposta de fluência muito baixa (TAKAKI, 2001), ou conforme LABOURIAU (1983), pode ser classificada insensível a luz, por germinar tanto na presença como na ausência de luz.

Em relação à temperatura, os maiores percentuais de germinação foram observados na temperatura de 20°C. Resultados semelhantes foram obtidos na germinação de sementes de alface (MENEZES et al., 2000) e tagetes (FERREIRA et al., 2001). CHAVAGNAT & JEUDY (1980) verificaram na calêndula, que as melhores temperaturas para germinação eram as de 15 e 20°C na ausência de luz, o que também foi verificado nesse experimento .

Com os resultados referentes à primeira contagem do teste de germinação (Tabela 1), observa-se que houve interação significativa entre os fatores luz e temperatura. Os melhores resultados da primeira contagem do teste de germinação foram observados na ausência de luz e nas temperaturas de 15 e 20°C, sendo que na presença de luz, a temperatura de 20°C, teve o maior número de plântulas normais. Esses dados estão concordantes com aqueles mencionados para a espécie, por LUZ et al. (2001), os quais relatam que a temperatura ótima para a germinação está entre 18°C e 24°C, mas toleram durante seu desenvolvimento temperaturas superiores. STEFANELLO et al. (2006) verificaram em funcho (*Foeniculum vulgare*) resultados semelhantes na ausência de luz e com temperaturas constantes de 20°C e 25°C. Segundo BEWLEY & BLACK (1994), nas sementes da maioria das espécies vegetais, a temperatura afeta tanto a capacidade como a velocidade de germinação. As sementes têm o máximo de germinação em temperaturas consideradas ótimas, sendo específicas para cada espécie. As temperaturas inferiores ou superiores à ótima tendem a reduzir a velocidade do processo germinativo, expondo as plântulas por maior período a fatores adversos, o que pode levar à redução no total de germinação. E a presença ou ausência de luz, combinada com diferentes temperaturas, são fatores ambientais importantes como agentes desencadeadores dessa germinação (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

Em relação ao comprimento e a massa seca das plântulas de calêndula (Tabela 2) verificou-se, através da análise de variância, que houve interação significativa entre os fatores analisados para o comprimento de plântulas. Os maiores comprimentos das plântulas foram observados, nas temperaturas de 20 e 25°C, tanto na presença quanto na ausência de luz.

O comprimento de plântulas observado à temperatura de 25°C, na ausência de luz, foi significativamente superior (11,5 cm) em relação a presença de luz (9,1 cm). O comprimento das plântulas aumentou, aproximadamente, o dobro quando a temperatura variou de 15°C para 20°C. Temperaturas iguais ou superiores a 30°C

impossibilitaram o crescimento da plântula. Com relação à massa seca, não houve efeito dos tratamentos nas temperaturas de 15, 20 e 25°C. Constatou-se pequenas variações nos valores absolutos obtidos nas temperaturas de 20 e 25°C, tanto na presença quanto na ausência de luz. Nas temperaturas de 30 e 35°C não se obteve plântulas normais para realização do teste. Resultados semelhantes foram obtidos por STEFANELLO (2005) em plântulas de anis e funcho que apresentaram maior massa seca, em presença de luz, nas temperaturas de 20 e 25°C.

Nas condições de luz e temperatura, observadas como as melhores no teste de germinação da calêndula, houve maior comprimento e massa seca das plântulas. Provavelmente, quando as necessidades para ocorrer a germinação forem supridas, as sementes vigorosas originam plântulas com maior índice de crescimento, devido ao maior acúmulo de reservas nos tecidos de armazenamento (NAKAGAWA, 1999).

Conclusão

A percentagem de germinação das sementes de *Calendula officinalis* L. é maior na temperatura de 20°C, e temperaturas de 30 e 35°C, são prejudiciais à germinação.

Referências

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Legislação e resoluções**. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2002/631_02re.htm. Acesso em : 15 jun.2003.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology and development and germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, 1992. 365p.

CARDOSO, V.J.M. Germinação e fotoblastismo de sementes de *Cucumis anguria*: influência da qualidade da luz durante a maturação e secagem. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 7, n.1, p.75-80, 1995.

CARVALHO, N. M. ; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção 4**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de Reguladores Vegetais na Agricultura Tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132p.

CHAVAGNAT, A. ; JEUDY, B. Etude de la germination des semences de *Calendula* au laboratoire. **Seed Science and Technology**, v. 8, p.603-614, 1980.

FERREIRA, G.A. et al. Germinação de Sementes de *Asteraceae* Nativas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica.**, São Paulo, v.15. n.2, p. 231-242, May-Aug. 2001.

INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. **Atlas agroclimático do Estado do Rio Grande**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, v.1, 1989.102p.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983.

LUZ, L.A. de la; FERRADA, C.R.; GOVIN, E.S. Instrutivo Técnico de *Calendula officinalis*. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, Havana, v.1, p.23-27, ene-abr. 2001.

MALUF, J.R.T.; MATZENAUER, R.; CAIAFFO, M.R. Análise e representação espacial da temperatura de solo desnudo, visando a antecipação da semeadura de culturas de primavera-verão, no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 2, p. 239-246, 2000.

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

MENEZES, N.L. et al. Qualidade fisiológica de sementes de alface submetidas a diferentes temperaturas em presença e ausência de luz. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.6, p.941-945, 2000.

MENEZES, N.L. et al. Germinação de sementes de *Salvia splendens* Sellow em diferentes temperaturas e qualidade de luz. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.1, p.32-37, 2004.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In:KRZYZANOWSKI, F.C., VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de Sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, Comitê de Vigor de Sementes. 1999. 218p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF:AGIPLAN, 1985. 289 p.

REIS, B.G.; BERLATO, M.A. **Aspectos Gerais do Clima do Estado**.v.1, Porto Alegre: INCRA/Coordenadoria Regional do Rio Grande do Sul. 1972. 187p.

SILVEIRA, M.A.M.; VILLELA, F.A.; TILLMANN, M.A.A. Maturação fisiológica de sementes de calêndula (*Calendula officinalis* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.24, n.2, p.31-37, 2002.

STEFANELLO, R. **Efeito da luz, temperatura e estresse hídrico no potencial fisiológico de sementes de anis, funcho e endro**. 2005. 41f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

STEFANELLO, R. et al. Efeito da luz, temperatura e estresse hídrico no potencial fisiológico de sementes de funcho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p.135-141, 2006.

STORCK, L. et al. **Experimentação Vegetal**. Santa Maria: UFSM, 2006. 198p.

TAKAKI, M. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.13, n.1, p.103-107, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TOOLE, V. K. Effects of light, temperature and their interactions on the germination of seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.21, n.1, p. 339-396, 1973.

Tabela 1- Germinação (%) e primeira contagem do teste de germinação das sementes (%) de calêndula submetidas a diferentes temperaturas na presença e na ausência de luz. Santa Maria, RS. 2005.

Temperatura	Germinação		Primeira contagem	
	Presença de luz	Ausência de luz	Presença de luz	Ausência de luz
15°C	56 AB* ^{ns}	76 A* ^{ns}	48 Ba*	73 ABb*
20°C	80 A	81 A	75 Aa	78 Aa
25°C	52 B	64 A	48 Ba	62 Ba
30°C	14 C	23 B	12 Ca	21 Ca
35°C	28 D	11 C	11 Ca	5 Da
Média geral	48,3		43	
CV (%)	8,36		7,86	

*Médias, seguidas de mesma letra maiúscula, em cada coluna, e letra minúscula, em cada linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, em 5% de probabilidade. ns = não significativo.

Tabela 2 - Comprimento (cm) e massa seca das plântulas (g) de calêndula submetidas a diferentes temperaturas na presença e na ausência de luz. Santa Maria, RS. 2005.

Temperatura	Comprimento das plântulas (cm)		Massa seca de plântulas (g)	
	Presença de luz	Ausência de luz	Presença de luz	Ausência de luz
15°C	5,5 Ba*	5,2 Ba*	0,031 A* ^{ns}	0,025 A* ^{ns}
20°C	10,4 Aa	12,2 Aa	0,027 A	0,027 A
25°C	9,1 Ab	11,5 Aa	0,023 A	0,025 A
30°C	0,0 Ca	0,0 Ca	0,000 B	0,000 B
35°C	0,0 Ca	0,0 Ca	0,000 B	0,000 B
Média geral	5,4		0,016	
CV (%)	14,35		24,2	

* Médias, seguidas de mesma letra maiúscula, em cada coluna, e letra minúscula, em cada linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, em 5% de probabilidade. ns = não significativo

CAPÍTULO II

ESTIMATIVA DO FILOCRONO EM CALÊNDULA ¹

Resumo:

O objetivo deste trabalho foi estimar o filocrono em plantas de calêndula (*Calendula officinalis* L.) cultivadas em diferentes épocas de sementeira. Realizaram-se três épocas de sementeira: 06/04/2005, 23/06/2005 e 03/10/2005, no interior de uma estufa plástica com área de 240m², instalada no Campus da Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. A sementeira foi realizada em vasos plásticos com capacidade volumétrica para cinco litros. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 320 vasos em cada época. Em uma planta de oito vasos de cada quatro fileiras fez-se a contagem, semanalmente, do número de folhas emergidas da haste principal e na primeira haste lateral. Os dados do número de folhas foram correlacionados com a soma térmica diária acumulada, considerando-se uma temperatura base de 8°C. Constatou-se que o filocrono variou com a época de sementeira, sendo o menor valor igual 15,9°C dia folha⁻¹, obtido na 2ª época de sementeira e o maior, igual a 24,5°C dia folha⁻¹, na 1ª época na haste principal e 48,9°C dia folha⁻¹ na sementeira de outubro na primeira haste lateral.

Palavras-chave: Soma térmica, *Calendula officinalis* L., aparecimento de folhas.

ESTIMATING THE PHYLLOCHRON IN CALENDULA

Abstract

The objective of this study was to estimate the phyllochron in calendula (*Calendula officinalis* L.) grown in different sowing dates. Three sowing dates (06/04/2005, 23/06/2005 and 03/10/2005) were performed inside a 240 m² plastic greenhouse at the Campus of the Federal University of Santa Maria, RS, Brazil.

¹ Artigo aceito para publicação na *Ciência Rural* v.38, n.5, 2008 .

Sowing was in five liter plastic pots. The experimental design was a completely randomized with 320 pots in each sowing date. The number of leaves on the main stem and on the first lateral branch was counted on a weekly basis in one plant of eight pots. The number of leaves data was regressed against accumulated thermal time, assuming a base temperature of 8°C. The main stem phyllochron varied with sowing date, with the lowest value (15,9°C day leaf⁻¹) obtained in the second sowing date, and the greatest value (24,5°C day leaf⁻¹) obtained in the first sowing date. The greatest phyllochron on the first order lateral branch was 48,9°C day leaf⁻¹ in the October sowing date.

Key words: thermal time, *Calendula officinalis* L., leaf appearance.

Introdução

O cultivo da calêndula (*Calendula officinalis* L.), planta medicinal, encontra-se em expansão no Brasil. Suas folhas e caules são, às vezes, consumidos como salada, mas são as flores, frescas ou secas, as partes da planta mais utilizadas em virtude, principalmente, das suas propriedades medicinais (DELLA LOGGIA et al., 1994; KALVATCHEV et al., 1997) e cosméticas (BAUMANN, 2003).

Além da importância medicinal, estudos comprovam que as sementes de calêndula contêm 20% de óleo e deste, 59-60% são de ácido calêndico (CROMACK & SMITH, 1998) que possui alta viscosidade (MUUSE et al., 1992), similar ao tung (*Aleuritis fordii*) (DERKSEN et al., 1995), utilizado na fabricação de tintas e cosméticos.

O potencial fitoterápico da calêndula está comprovado cientificamente. Entretanto, questões básicas de manejo da cultura, como épocas de semeadura, que proporcionam distintas disponibilidades de radiação solar, temperatura do ar e precipitação pluviométrica ao longo do ciclo de desenvolvimento das plantas e que, por sua vez, afetam de forma distinta o seu crescimento, desenvolvimento e taxa de aparecimento de folhas, carecem de estudos. Desta forma, é importante que, juntamente aos estudos de produtividade, de compostos com propriedades medicinal e cosmética e de conteúdo de óleo essencial, sejam determinadas suas exigências bioclimáticas.

O registro do aparecimento de folhas em uma das hastes da planta é uma excelente medida de tempo fisiológico, o qual está associado ao momento de

ocorrência dos diferentes estágios de desenvolvimento e ao início da ramificação lateral em diversas espécies vegetais, bem como à evolução da área foliar da planta. Esta tem relação direta com a interceptação de radiação solar, produção de fotoassimilados e produtividade biológica (STRECK et al., 2003b). Uma maneira de calcular o aparecimento de folhas na haste principal de plantas é por meio da determinação do filocrono, definido como o intervalo de tempo necessário para a emissão de folhas consecutivas (KLEPPER et al, 1982; FRANK & BAUER, 1995; HERMES et al., 2001).

O método da soma térmica tem sido usado, freqüentemente, para representar o efeito da temperatura do ar sobre o desenvolvimento das plantas (JEFFERIES et al., 1987). É simples e uma medida mais eficaz de tempo biológico do que dias do calendário civil ou dias após a semeadura (STRECK, 2002). Utilizando-se a soma térmica como medida de tempo em plantas, o filocrono corresponde aos graus-dia necessários para o aparecimento de uma folha ($^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$).

Não foram encontrados na bibliografia resultados de medida ou estimativa da velocidade de emissão de folhas em calêndula. Em vista disso, objetivou-se, neste estudo, estimar o filocrono em plantas de calêndula cultivadas em diferentes épocas de semeadura, em Santa Maria, RS.

Material e Métodos

Realizaram-se três épocas de semeadura da calêndula (06/04/2005, 23/06/2005 e 03/10/2005) no interior de uma estufa plástica instalada no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS (latitude: 29°43'S, longitude: 53°43'W e altitude: 95 m). Utilizou-se a cultivar Bonina Sortida, com flores de variadas cores.

A estufa plástica possuía dimensões de 10 m x 24 m, altura de 3 m na cumeeira e 2 m de pé direito. A cobertura e as fachadas laterais e frontais eram constituídas com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD), transparente e de 150 μm de espessura. A ventilação interna foi realizada por meio da abertura e fechamento das cortinas laterais, conforme as condições meteorológicas do dia: em dias quentes eram abertas e fechadas, respectivamente em torno das 8 h e 18 h; em dias frios, nublados e/ou com nevoeiros abertas em torno das 10 h e fechadas, aproximadamente, às 15 h; e em dias com precipitação pluviométrica permaneciam

fechadas todo o dia.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. A semeadura foi realizada em vasos de plástico de cor preta, com 0,25 cm de diâmetro, capacidade volumétrica para cinco litros e preenchidos com substrato comercial Plantmax. Foram semeadas sete sementes em cada vaso. Quando cerca de 50% das plantas tinham mais de seis folhas, fez-se o raleio, deixando-se quatro delas por vaso. Os vasos foram distribuídos no sentido do comprimento da estufa, lado a lado, em quatro fileiras de 80 vasos cada, totalizando 320 vasos. Logo após a emergência, foram marcados oito vasos em cada uma das quatro fileiras, e uma planta em cada um destes vasos, totalizando 32 plantas. Nessas plantas, foi contado o número de folhas na haste principal e na primeira haste lateral emergida, uma a duas vezes por semana, até o final do período de emissão de folhas. Foi considerada como folha visível quando a folha apical tinha pelo menos 2 cm de comprimento.

A umidade do substrato nos vasos foi mantida, permanentemente, próxima à capacidade de campo por meio de irrigação utilizando uma mangueira plástica de 1,5 cm de diâmetro, com um dispositivo para gotejamento em cada vaso. As plantas foram fertirrigadas com uma solução nutritiva com a seguinte composição de sais macronutrientes, em mmol L^{-1} , recomendada para o cultivo do tomateiro (ANDRIOLO, 1999): 6,7 de KNO_3 ; 1,3 de KH_2PO_4 ; 6,0 de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; 1,8 de MgSO_4 . Os micronutrientes foram adicionados conforme solução proposta por Jeannequin (1987) citado por ANDRIOLO (1999).

A temperatura do ar foi registrada com o auxílio de um termohigrógrafo, instalado no interior de um mini-abrigo de madeira pintado de branco, a 1,5 m acima dos vasos. Os valores de temperatura foram obtidos dos termohigrogramas a cada duas horas. Com estes dados, calculou-se a temperatura média diária (T_m) somando-se os valores de temperatura coletados de duas em duas horas ($T_{0h} + T_{2h} + \dots + T_{20h} + T_{22h}$)/12 e dividindo-se pelo número de observações.

A soma térmica diária (ST_d) e acumulada (ST_a), desde a emergência de 50% das plantas do experimento foram calculadas, respectivamente, pelas equações:

$$ST_d = T_m - T_b \quad (1)$$

$$ST_a = \sum ST_d \quad (2)$$

em que T_b é a temperatura base para o aparecimento de folhas.

Não foram encontradas referências na literatura sobre a temperatura base da calêndula. Assim, tendo em conta sua origem mediterrânea, clima ameno, optou-se

por uma temperatura base de 8°C, pois, conceitualmente, a temperatura base é aquela abaixo da qual a planta não se desenvolve, e se o fizer é a uma taxa muito reduzida (AZKUE & PUCHE, 2003). Considerou-se como primeiro dia de contabilização da soma térmica quando houve 50% de emergência das plantas do experimento.

O filocrono foi estimado como o inverso do coeficiente angular da regressão linear entre número de folhas acumuladas na haste principal e na primeira haste lateral e a soma térmica acumulada (KLEPPER et al., 1982). Os dados de número final de folhas na haste principal e primeira haste lateral foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro e pelo método dos contrastes ortogonais.

Resultados e Discussão

As temperaturas médias diárias do ar registradas no interior da estufa plástica durante o experimento foram de 18°C, 16,9°C e 24,5°C respectivamente para as sementeiras em 6 de abril (época 1), 23 de junho (época 2) e 3 de outubro (época 3) (Figura 1). Os maiores valores absolutos de temperaturas máximas foram registrados na sementeira da época 3 (40,5°C) e os menores de temperaturas mínimas de 2°C nas épocas 1 e 2. As temperaturas foram menores na época 2, mas no decorrer do experimento ocorreu um aumento na temperatura média (época 3), devido ao aumento do comprimento do dia e redução do ângulo zenital dos raios solares incidentes.

A relação entre o número médio de folhas (NF) acumuladas na haste principal e a soma térmica acumulada (STa) foi linear, com um coeficiente de determinação superior a 0,98 para todas as épocas (Figura 2a). Isso indica que a temperatura do ar foi o principal fator ambiental que determinou a emissão de folhas na calêndula. Estes resultados concordam com aqueles obtidos por outros pesquisadores que mostraram que o número de folhas em cultivares de trigo (BAKER et al., 1986; SLAFER et al., 1994) e em sorgo (MUCHOW & CARBERRY, 1990) é linearmente relacionado com o acúmulo de unidades térmicas desde a emergência da plântula.

O filocrono da haste principal variou em função da época de sementeira, sendo que o menor valor (15,9°C dia folha⁻¹) foi estimado na época 2 (23/06/2005) e

o maior ($24,5^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$) na época 1 (06/04/2005), figura 2a.

A calêndula, pela sua origem mediterrânea, tem o crescimento favorecido no período de outono e primavera, à semelhança do que ocorre com os trigos inverniais. Embora a cultura não exija vernalização, espera-se uma melhor adaptação às condições de temperaturas amenas durante o crescimento vegetativo e temperaturas maiores associados à alta disponibilidade de radiação solar durante a formação de aquênios.

O filocrono na primeira haste lateral na época 3 foi superior ao da época 2 ($49,75^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$ e $26,46^{\circ}\text{C dia folha}^{-1}$, respectivamente). Entretanto esses resultados foram diferentes se comparados ao filocrono na haste principal para as mesmas épocas (Figura 2b). Isto evidencia que, para a emissão da primeira haste lateral, há necessidade térmica diferenciada. Diferenças de filocrono para um mesmo genótipo em diferentes épocas de plantio, já foram relatados em batata (PAULA et al., 2005), em meloeiro (BAKER & REDDY, 2001) e em distintas sementeiras de trigo, cevada e pastagens (FRANK & BAUER, 1995; KIRBY, 1995). ELLIS & RUSSEL (1984), KIRBY et al. (1985) e BAKER et al. (1986), verificaram que em trigo há efeito da época de sementeira na taxa de aparecimento foliar, indicando que, à medida que a sementeira é mais tardia, a soma de graus-dia requeridos para a emergência de uma folha é menor.

A variação do filocrono da calêndula em diferentes épocas de sementeira pode estar relacionada com fatores ambientais como o fotoperíodo e a temperatura do ar. No entanto, no presente estudo não se constatou influência do fotoperíodo no aparecimento de folhas na haste principal, pois o coeficiente de determinação da análise de regressão da relação entre o número de folhas acumuladas na haste principal e o fotoperíodo na emergência foi baixo ($r^2 = 0,29$) e ($r^2 = 0,04$) na fase vegetativa. BERTI et al. (2003) estudando o efeito de épocas de sementeira no rendimento de capítulos de diferentes genótipos de calêndula no Chile, verificaram um período mais curto entre a fase de emergência-floração na sementeira da época de 04/06/2003, do que nas demais épocas, 05/08, 07/09 e 14/10. Segundo esses autores, a explicação está no fato da calêndula ser uma planta de dia longo e por ter um baixo requerimento de horas luz para florescer, entre 6,5 a 8 horas de luz.

Analisando-se as temperaturas médias durante a emissão de folhas na calêndula, observou-se uma tendência de aumento do filocrono com a elevação da temperatura do ar ($y = 1,0022x + 0,5581$; $r^2 = 0,37$). Semelhante tendência foi

observada por PAULA et al. (2005) na cultura da batata cv Asterix cultivada em diferentes épocas, onde houve uma variação do filocrono de 22,2 a 35,5°C dia folha⁻¹. Estes autores sugerem que essa resposta do filocrono à temperatura do ar seja resultado da relação linear entre temperatura do ar e emissão de folhas assumida no cálculo da soma térmica. O uso do método da soma térmica como medida de tempo tem limitações, pois a resposta mais realística do desenvolvimento vegetal à temperatura do ar é não linear (STRECK et al., 2003ab; XUE et al., 2004), de modo que a relação linear da soma térmica pode levar a erros no cálculo. Assim, quando as sementeiras ocorrem em períodos em que as temperaturas não são consideradas ótimas para o desenvolvimento, o método da soma térmica em modelo linear poderá não ser apropriado.

O número final de folhas na haste lateral não foi influenciado pelas diferentes épocas de sementeiras (Tabela 1). Na análise estatística de contraste verificou-se que a média do número final de folhas na haste principal da época 1 (26,6) é significativamente maior em relação à média dos demais tratamentos (22,8). Na haste principal das plantas de calêndula, nas sementeiras da época de junho e de outubro o número total de folhas foi menor do que na sementeira de abril.

Conclusão

A época de sementeira interfere no filocrono e no número de folhas da haste principal e da primeira haste lateral da calêndula.

Agradecimentos

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PIBIC/CNPq/UFSM), pela concessão de bolsa ao pesquisador de iniciação científica (BIC) ao estudante do Curso de Agronomia da UFSM Roberto Trentin.

À estudante do Curso de Agronomia da UFSM Eloiza Lasta, pela ajuda na condução do experimento e na coleta dos dados.

Referências

ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: UFSM, 1999. 142p.

AZKUE, M. P. de; PUCHE, M. La temperatura como herramienta de predicción agroclimatológica aplicada a la producción de frutales. **Revista Digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela**. n. 3, septiembre – diciembre, 2003. Capturado em 18 de abril de 2006. Online. Disponível em: www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n3/texto/mazkue.htm

BAKER, J. T.; REDDY, V. R. Temperature effects on phenological development and yield of muskmelon. **Annals of Botany**, v.87, n.5, p.605-613, 2001.

BAKER J.T. et al. Effects of temperature on leaf appearance in spring and winter wheat cultivars. **Agronomy Journal**, v.78, n.4, p.605-613, 1986.

BAUMANN, L.S. Cosmeceutical critique: calendula. (Dermatologic Therapy). **Skin & Allergy News**, v. 34, n.10, p.17, 2003.

BERTI, M.D. et al. Influencia de la fecha de siembra y de la procedência de la semilla em el rendimiento de capítulos de *Calendula officinalis* L. durante dos temporadas em Chillán. **Agricultura Técnica**, v.63, n.1, p.3-9, 2003.

CROMACK, H.T.H.; SMITH, J.M. *Calendula officinalis* – production potential and crop agronomy in southern England. **Industrial Crops and Products**, v.7, n.2, p.223-229, 1998.

DELLA LOGGIA, R. et al. The role of triterpenoids in the topical anti-inflammatory activity of *Calendula officinalis* L. Flower. **Planta Medica**, v. 60, p.516-520, 1994.

DERKSEN, J.T.P. et al. Paints and coatings from renewable resources. **Industrial Crops and Products**, v.3, n.4, p.225-236, 1995.

ELLIS, R.P.; RUSSELL, G. Plant development and grain yield in spring and winter barley. **Journal of Agricultural Science**, v.102, p.85-95, 1984.

FRANK, A.B.; BAUER, A. Phyllochron differences in wheat, barley and forage grasses. **Crop Science**, v.35, n.1, p.19-23, 1995.

HERMES, C.C. et al. Emissão de folhas de alface em função da soma térmica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n.2, p.269-275, 2001.

JEFFERIES, R.A. et al. Thermal time as a non-destructive method of estimating tuber initiation in potatoes. **Journal of Agricultural Science**, v.108, n.1, p.249-252, 1987.

KALVATCHEV, Z. et al. Anti – HIV activity of extracts from *Calendula officinalis* flowers. **Biomed & Pharmacother**, v.51, n.4, p.176-180, 1997.

KIRBY, E.J.M. et al. Effect of sowing date and variety on main shoot leaf emergence and number of leaves of barley and wheat. **Agronomie**, v.5, n.2, p.117-126, 1985.

KIRBY, E.J.M. Factors affecting rate of leaf emergence in barley and wheat. **Crop Science**, v.35, n.1, p.11-19, 1995.

KLEPPER, B. et al. Quantitative characterization of vegetative development in small cereal grains. **Agronomy Journal**, v.74, n.5, p.789-792, 1982.

MUCHOW, R.C; CARBERRY, P.S. Phenology and leaf – area and development in a tropical grain sorghum. **Field Crops Research**, v.23, n.3, p.221-237, 1990.

MUUSE, B.G. et al. Composition and physical properties of oils from new oilseed crops. **Industrial Crops and Products**, v.1, p.57-65, 1992.

PAULA, F. L. M. et al. Filocrono da planta de batata cultivar Asterix em diferentes épocas de plantio. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.13, n.3, p.367-374, 2005.

SLAFER, G.A. et al. Rate of leaf appearance and final number of leaves in wheat: effects of duration and rate of change of photoperiod. **Annals of Botany**, v.74, n.5, p.427-436, 1994.

STRECK, N. A. A generalized nonlinear air temperature response function for node appearance rate in muskmelon (*Cucumis melo* L.). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.10, n.1, p.105-111, 2002.

STRECK, N.A. et al. Incorporating a chronology response into the prediction of leaf appearance rate in winter wheat. **Annals of Botany**, v.92, n.2, p.181-190, 2003a.

STRECK, N.A. et al. Improving predictions of developmental stages in winter wheat: A modified Wang and Engel model. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.115, n.3, p.139-150, 2003b.

XUE, Q. et al. Predicting leaf appearance in field-grown winter wheat: evaluating linear and non-linear models. **Ecological Modelling**, v.175, n.3, p. 261-270, 2004.

Tabela 1- Número final de folhas na haste principal (NFFHP) e número final de folhas na primeira haste lateral (NFFHL) em plantas de calêndula (*Calendula officinalis* L.) cultivadas em diferentes épocas de semeadura. Santa Maria, RS, 2005.

Data de semeadura	NFFHP	NFFHL
06/04/2005	26,63 a	-
23/06/2005	23,06 b	21,52 a
03/10/2005	24,84 a b	21,00 a
CV(%)	11,42	

*As médias não seguidas pela mesma letra, na coluna, diferem entre si em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Tukey.

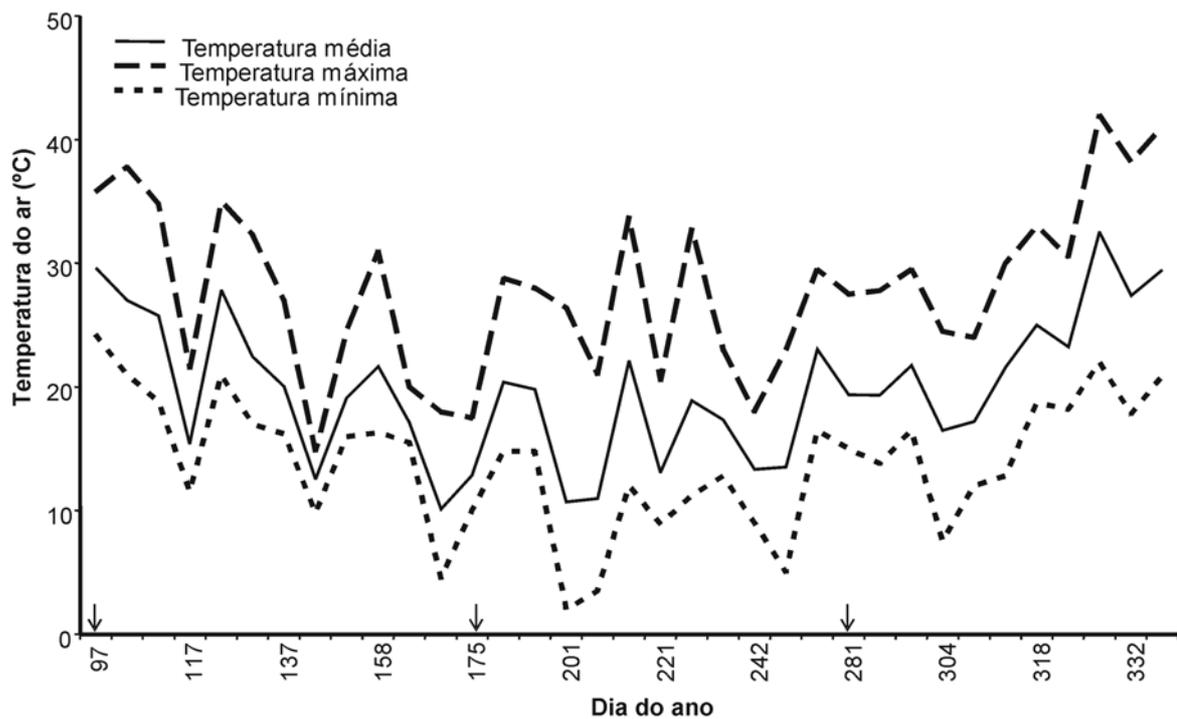


Figura 1 - Temperatura média, máxima e mínima diária do ar (°C) registrada no interior da estufa plástica durante o período de 06/04/2005 a 28/11/2005. As setas indicam as datas de semeadura. Santa Maria, RS, 2005.

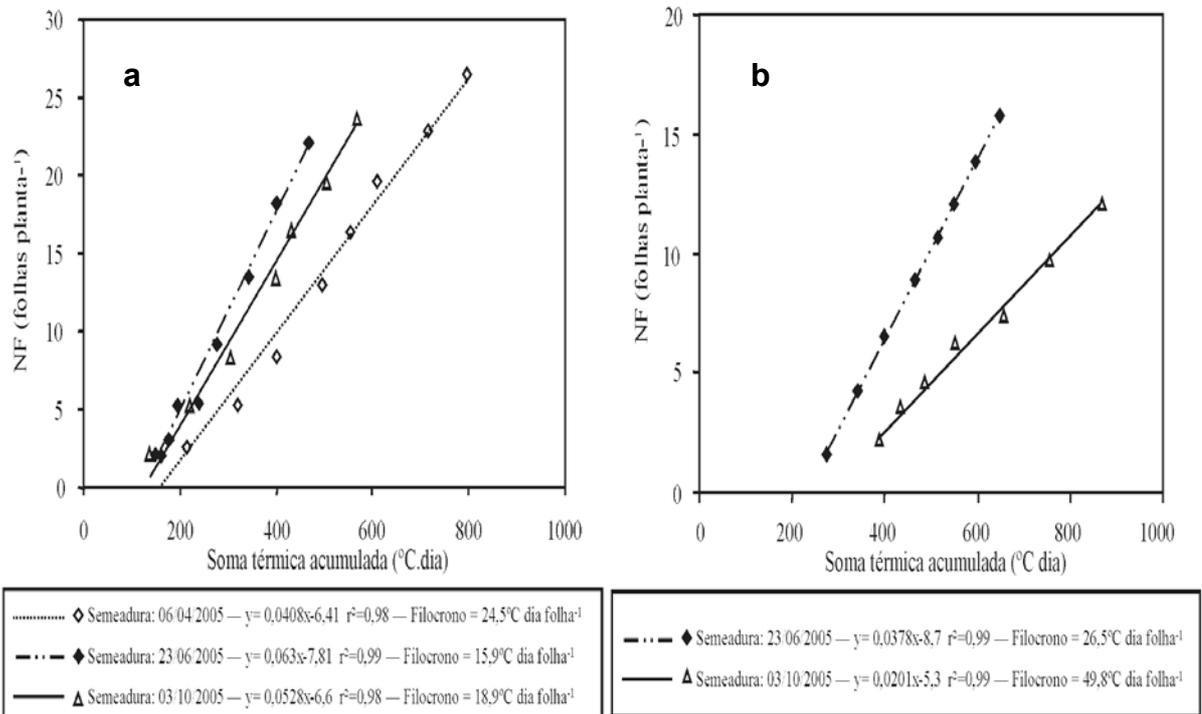


Figura 2 - Relação entre o número médio de folhas acumuladas na haste principal (a) e haste lateral (b) e soma térmica utilizada para a estimativa do filocrono em calêndula, cv. Bonina Sortida, Santa Maria, RS, 2005.

CAPÍTULO III

CRESCIMENTO DE PLANTAS DE CALÊNDULA CULTIVADAS EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURAS

Resumo

O objetivo neste trabalho foi relacionar a produção de biomassa de plantas de calêndula com a soma térmica acumulada. Para isto realizou-se um experimento em estufa, na Universidade Federal de Santa Maria, RS, com três épocas de semeaduras: 06/04/2005; 23/06/2005 e 03/10/2005. As plantas foram conduzidas em vasos de plástico com capacidade de cinco litros, preenchidos com substrato. Cada vaso continha quatro plantas. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso, num total de 320 vasos em cada época. Determinou-se a biomassa da planta inteira e de seus diferentes órgãos (folhas, hastes, capítulos florais e capítulos), colhendo-se, semanalmente, dezesseis plantas na primeira época e doze nas demais épocas, retiradas aleatoriamente dos vasos localizados na parte central do experimento. A temperatura do ar foi registrada a 1,5 m acima do solo, coletada a cada duas horas e calculada a média diária e a soma térmica diária acumulada desde a data de emergência das plântulas. A relação entre a soma térmica e a produção de biomassa de plantas foi altamente significativa. O crescimento das plantas foi maior na primeira e segunda época do que nas plantas da terceira época. Temperaturas elevadas causaram um efeito deletério no crescimento de calêndula.

Palavras-chave: *Asteraceae*, *Calendula officinalis* L., planta medicinal, fitomassa.

GROWTH OF MARIGOLD PLANTS CULTIVATED IN DIFFERENT SOWING DATES

Abstract

The aim of this work was to relate the biomass of marigold plants with the accumulated thermic sum. A greenhouse experiment was carried out at the Federal University of Santa Maria – UFSM, Santa Maria, Rio Grande do Sul state, Brazil, in three sowing dates, as follows: 04/06/2005, 06/23/2005 and 10/03/2005. Plants were grown in five-liter plastic vases filled with substratum. Each vase contained four plants. A completely randomized design was used, and the total number of vases per sowing date was 320. The biomass of the entire plant as well as of its different organs (leaves, stems, flower heads and flowers) was determined weekly by harvesting sixteen plants in the first sowing date and twelve in the other sowing dates. The plants were harvested at random from the vases located in the central part of the trials. The air temperature was registered at 1,5 meters above the soil level being collected at two-hour intervals, calculating the daily average and the accumulated daily thermic sum since the emergency of the seedlings. The relation between the thermic sum and the biomass production of the plants was higher in sowing dates 1 and 2 as compared to sowing date 3. High temperatures have deleterious effect on the growth of marigold plants.

Key words: Asteraceae, *Callendula officinalis* L., medicinal plants, fitomass.

Introdução

A calêndula (*Calendula officinalis* L.) é uma planta de ciclo anual, pertencente a família *Asteraceae* e cultivada em, praticamente, todos os países do mundo. Ela figura entre as principais plantas com propriedades medicinais, sendo importante pela demanda de sua matéria prima e de seu valor comercial. Possui propriedades com efeitos terapêuticos de ação cicatrizante, antisséptica e antiinflamatória, devido conter compostos químicos como carotenóides, flavonóides, mucilagem e triterpenos (DELLA LOGGIA et al., 1994). As plantas contêm ainda: óleos essenciais,

saponinas, resinas, ácidos orgânicos e minerais. A flor é a parte da planta mais utilizada, da qual se extraem óleos essenciais e pigmentos utilizados em diversos medicamentos (FROMENT et al., 2005). O óleo extraído de suas sementes contém em torno de 60% de ácido calêndico, o qual pode ter aplicações na fabricação de tintas e produtos industriais de fibra sintética (CROMACK & SMITH, 1998).

A biossíntese de metabólitos secundários e, conseqüentemente, dos princípios ativos em plantas medicinais e aromáticas depende de fatores genéticos, fisiológicos e ambientais. Assim, é importante a obtenção de matéria prima vegetal de qualidade, pois isto influirá positivamente na concentração dos princípios químicos.

Um dos principais fatores ambientais que interfere na produção de biomassa nas plantas é a época de cultivo, em função da variação dos elementos meteorológicos ao longo do ano, como radiação solar, temperatura do ar e do solo e umidade do ar e do solo. No caso da calêndula, existe muita deficiência sobre informações básicas da dinâmica de crescimento das plantas. Na maioria dos trabalhos são enfatizados os estudos da matéria seca e fresca somente das flores, relacionando-as à produção. No Estado do Rio Grande do Sul, BISSO (2003), ao submeter plantas de calêndula a diferentes concentrações e intervalos de aplicação de biofertilizante foliar, obteve uma produção média estimada de 264,4 kg de matéria seca de flores ha^{-1} . Em trabalho conduzido em vasos, com duas plantas cada, MOREIRA et al. (2005), no Estado do Mato Grosso, utilizando diferentes doses de N e P (0, 73, 146, 219 e 292 mg vaso^{-1}), constataram que houve influência para os capítulos florais, sendo que as máximas produções de massa fresca e seca foram de 4,70 g vaso^{-1} , para o uso de 271,7 mg vaso^{-1} de P, e 0,52 g vaso^{-1} , para uma dose de N de 199,2 mg vaso^{-1} , respectivamente.

Em função da falta de informações básicas quanto à dinâmica de produção de biomassa em plantas de calêndula cultivadas nas condições ambientais do Estado do Rio Grande do Sul, objetivou-se, neste estudo, determinar o crescimento de plantas desta espécie em Santa Maria, RS, considerando diferentes épocas de semeadura e as disponibilidades térmicas.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no interior de estufa plástica instalada no Campo

Experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, RS (latitude: 29°43'S, longitude: 53°43'W e altitude: 95 m). A estufa com dimensões de 10 m x 24 m, altura de 3 m na cumeeira e 2 m de pé direito, estrutura de madeira e a cobertura, as laterais e as frontais com filme transparente de polietileno de baixa densidade (PEBD), de 150 µm de espessura.

A ventilação da estufa foi realizada por meio da abertura e fechamento das suas cortinas laterais, conforme as condições meteorológicas do dia: nos dias em que ocorria precipitação ou vento forte, não eram abertas, ou abria-se apenas a porta do lado oposto à direção do vento; em dias quentes eram abertas e fechadas, respectivamente, em torno das 8 h e 18 h e; em dias frios, nublados e/ou com nevoeiros abertas em torno das 10 h e fechadas, aproximadamente, as 15 h.

A cultivar de calêndula utilizada foi a Bonina Sortida. Os tratamentos constaram de três épocas de semeadura (época 1: 06/04/2005; época 2: 23/06/2005 e época 3: 03/10/2005), utilizando-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso.

A semeadura foi realizada em vasos de plástico de cor preta, medindo 0,25 m de diâmetro na extremidade superior e com capacidade volumétrica de cinco litros, preenchidos com substrato comercial Plantmax. Em cada vaso foram semeadas sete sementes. Quando cerca de 50% das plantas possuíam seis ou mais folhas, fez-se o raleio, deixando-se quatro plantas por vaso.

Os vasos foram distribuídos no sentido do comprimento da estufa, lado a lado, em quatro fileiras de 80 vasos cada, totalizando 320 vasos. O substrato de cada vaso foi mantido, permanentemente, com umidade próxima a capacidade de campo por meio de irrigação realizada através de mangueira plástica de 1,5 cm de diâmetro, com um dispositivo para gotejamento em cada vaso. As plantas foram fertirrigadas com uma solução nutritiva com a seguinte composição de sais macronutrientes, em mmol L⁻¹, recomendada para o cultivo do tomateiro (ANDRIOLO, 1999): 6,7 de KNO₃; 1,3 de KH₂PO₄; 6,0 de Ca(NO₃)₂; 1,8 de MgSO₄. Os micronutrientes foram adicionados conforme solução proposta por Jeannequin (1987) citado por ANDRIOLO (1999).

No transcorrer do experimento, foi necessária a aplicação de fungicida, sendo utilizado Folicur (75mL por 100 L⁻¹ de água) e Sumilex 500PM (100g L⁻¹ de água), para o controle de fungos, além do inseticida Mospillan na dosagem de 2 g por quatro litros de água, em decorrência do aparecimento de mosca branca.

A temperatura do ar no interior da estufa foi registrada com o auxílio de um termohigrógrafo, instalado no interior de um miniabrigo de madeira pintado de branco, a 1,5 m acima da borda superior dos vasos. Os valores de temperatura foram retirados dos termohigrogramas a cada duas horas. Com estes dados, calculou-se a temperatura média diária (T_m) somando-se os valores de temperatura coletados de duas em duas horas ($T_{0h} + T_{2h} + \dots + T_{20h} + T_{22h}$) e dividindo-se a soma pelo número de observações:

$$T_m = (T_{0h} + T_{2h} + \dots + T_{20h} + T_{22h})/12 \quad (1)$$

A soma térmica diária (ST_d) e acumulada (ST_a), desde a data de emergência de 50% das plântulas do experimento, foram calculadas, respectivamente, pelas equações:

$$ST_d = T_m - T_b \quad (2)$$

e

$$ST_a = \sum ST_d, \quad (3)$$

em que, T_b é a temperatura base para o aparecimento de folhas.

Não foram encontradas referências na literatura sobre a temperatura base de crescimento para a cultura da calêndula. Em virtude de sua origem ser da região mediterrânea de clima ameno, optou-se por utilizar uma temperatura base de 8°C, pois, conceitualmente, a temperatura base é a temperatura abaixo da qual a planta não se desenvolve e, se o fizer, é a uma taxa muito reduzida (AZKUE & PUCHE, 2003). Considerou-se como primeiro dia de contabilização da soma térmica quando houve 50% de emergência das plântulas do experimento em cada época.

Para as avaliações de biomassa foram coletadas, semanalmente, dezesseis plantas na época 1 e doze plantas inteiras nas demais épocas, retiradas aleatoriamente dos vasos localizados na parte central do ensaio, num total de 17, 18 e 13 coletas de plantas, nas épocas 1, 2 e 3, respectivamente. Realizou-se a pesagem da planta inteira, para a determinação da massa fresca de todos os órgãos (g planta^{-1}) e a contagem do número de órgãos da planta (número de folhas, de hastes, de capítulos florais e de capítulos com sementes). A seguir, as raízes foram lavadas com água corrente e colocadas, com os demais órgãos, individualmente embalados em estufa, com circulação forçada de ar a $\pm 65^\circ\text{C}$, até peso constante, obtendo-se a massa seca (g planta^{-1}). Considerou-se término do experimento quando ocorreu início de novas brotações na base da haste principal das plantas de calêndula.

Os dados de crescimento obtidos foram submetidos à análise de variância com estudo de regressão, adotando-se o maior grau polinomial significativo até o 3º pelo método dos polinômios ortogonais. Também foram estimados os coeficientes de correlação de Pearson entre as médias das variáveis: massa seca das folhas da haste principal (MSFHP), da raiz (MSR), das folhas das hastes laterais (MSFHL), das flores e sementes (MSFS), da massa fresca total (MFT) e seca total (MST), das hastes (MSH) e das folhas (MSF). Utilizou-se o programa SOC/EMBRAPA para a análise estatística dos dados.

Resultados e Discussão

O ajuste das funções entre a soma térmica acumulada (STa) e a biomassa de matéria seca total e de matéria fresca total para as três épocas de semeadura foi altamente significativa, sendo os coeficientes de determinação (R^2) todos acima de 0,91, ocorrendo um máximo de produção de massa fresca em duas épocas (Figura 1). A produção máxima de massa fresca total em relação a STa se verificou aos 1190°C dia e 1410°C dia, respectivamente, nas épocas 2 e 3, após o qual ocorreu uma tendência de diminuição na curva de crescimento das plantas. Na época 1 essa tendência não se evidenciou, uma vez que, ao longo do ciclo, a cultura foi afetada por doenças fúngicas, que contribuíram também no prolongamento do ciclo. Possivelmente, a retirada das folhas que estavam no interior do dossel, devido à incidência de doenças, tenha contribuído na maior penetração de radiação solar no interior do dossel de folhas auxiliando, assim, na emissão de novas folhas nas hastes laterais e, conseqüentemente, no prolongamento do ciclo das plantas.

Não houve, praticamente, diferenças nos valores da soma térmica acumulada entre as épocas de semeadura, mas houve diferença na duração do ciclo e no crescimento. A duração do ciclo das plantas foi de, aproximadamente, 141, 148 e 94 dias, respectivamente, para as épocas 1, 2 e 3, sendo que as épocas 1 e 2 tiveram um maior acúmulo de matéria seca, em relação a época 3. Admitindo-se a possível ausência dos efeitos do fotoperíodo, pressupõe-se que a diferença no número de dias da época 3 em relação às demais seja resultante dos efeitos das altas temperaturas do ar no período do ensaio (final de primavera e verão), sendo essas depressoras para o crescimento da planta. O estresse térmico é o principal fator que limita a produtividade e a adaptação das culturas, principalmente se as

temperaturas extremas coincidem com os estágios críticos de desenvolvimento da planta (SILVA et al., 2000). Culturas de origem mediterrânea, como a calêndula, possuem geralmente temperaturas ótimas de crescimento entre 20°C e 25°C. Valores acima destes, principalmente superiores de 30°C, são depressoras ao seu crescimento. No caso da época 3, foram registradas temperaturas máximas acima de 30°C em 66 dias dos 94 ao longo do ciclo da cultura.

Na figura 2 observa-se que a STa para a produção de massa seca da parte aérea (folhas e hastes) variou entre as épocas de semeadura. Porém, de modo geral, para as épocas analisadas, a produção de massa seca foi baixa até cerca de 400°C dia acumulados e, a partir deste total, o valor aumentou de forma mais intensa até, aproximadamente, 1400°C dia acumulados, para então decrescer. Verifica-se, também, que as curvas de aumento de massa da matéria seca das folhas e hastes, na segunda e terceira épocas, foram semelhantes, mas o acúmulo de massa seca na época 2, tanto das folhas quanto das hastes, foi superior, quando comparado com aquele da época 3.

O menor acúmulo de massa seca no sistema radicular foi na época 3, inferior a 1g planta⁻¹dia⁻¹. Isto se deve, provavelmente, ao crescimento rápido e a translocação dos fotoassimilados para a parte aérea. Como na época 1, o ciclo da cultura foi mais longo com menor acúmulo de graus-dia para o desenvolvimento, as raízes continuaram crescendo e verifica-se que atingiram valores acima de 5g planta⁻¹ dia⁻¹. Possivelmente, nesse período, a planta encontrava-se acumulando reservas para a próxima fase de desenvolvimento, uma vez que, estava iniciando o aparecimento das novas brotações na base da haste principal, evidenciando o comportamento bianual.

Na relação entre o crescimento das folhas da haste principal (HP) e aquele das folhas das hastes laterais (HL) e dos capítulos (flores/sementes) (Figura 3), constata-se que, à medida que o crescimento das folhas das HL foi linear e crescente nas épocas 2 e 3, aquele das folhas da HP atingiu o máximo de massa seca aos 880°C dia e 1069°C dia, respectivamente. Ao acumular em torno de 1000°C dia, as folhas da HP cessaram o crescimento e as folhas mais velhas foram secando, evidenciando a senescência.

O maior número de hastes foi registrado aos 1075, 982 e 1026°C dia acumulados, respectivamente nas épocas 1, 2 e 3 (Figura 4). Na época 1, a média final de flores foi de 18 flores planta⁻¹, bem inferior quando comparada com as

médias das demais épocas, 50 e 39 flores planta⁻¹, respectivamente para a época 2 e 3. Na época 2, houve um incremento na produção de folhas, o que também resultou num maior número de flores. O mesmo não aconteceu na terceira época, quando o número expressivo de folhas não representou um aumento significativo na massa seca das flores e sementes (Figura 3). Apesar da grande superfície fotossintética, a temperatura média do ar elevada nesse período prejudicou o desenvolvimento reprodutivo. Segundo TAIZ & ZEIGER (2004), a fotossíntese e a respiração são inibidas sob temperaturas elevadas, mas, com o aumento da temperatura as taxas fotossintéticas caem antes das taxas respiratórias e a fotossíntese não pode repor o carbono usado como substrato na respiração, diminuindo as reservas de carboidratos. Esse desequilíbrio entre a fotossíntese e a respiração é uma das principais razões do efeito deletério de temperaturas altas.

Os maiores incrementos de massa seca da parte aérea de folhas e hastes ocorreram a partir do início do florescimento: 52, 44 e 40 dias, respectivamente para as épocas 1, 2 e 3, ao contrário do que se observa para o sistema radicular (Figuras 2 e 3). Isso pode estar relacionado às flores e sementes que têm uma maior contribuição na massa seca final. Após o florescimento, segundo FLOSS (2004), o dreno reprodutivo torna-se extremamente forte, limitando a partição de fotoassimilados entre a folha adicional, o caule e o crescimento das raízes.

Foi obtida alta correlação (superior a 0,75), para os caracteres MST, MSH e MSF, em relação a MSR em todas as épocas estudadas (Tabela1). É importante observar a correlação entre a MST e a MSH e da MSF, evidenciando que na calêndula, independente da época de semeadura, os órgãos como hastes e folhas têm fundamental contribuição na massa seca total da planta. Sendo que a MSFHL é o principal parâmetro do crescimento que influencia ao longo do ciclo da cultura no acúmulo de massa seca da planta e, principalmente na produção da massa seca da parte reprodutiva. A produção de flores e sementes (MSFS) teve correlação significativamente alta ($r=0,89$) com a massa seca de folhas da haste lateral (MSFHL), na época1, sendo que o mesmo não foi observado nas demais épocas. Possivelmente, isto esteja relacionado com o efeito ambiental, no caso, as temperaturas elevadas no período de florescimento e produção de sementes nas épocas 2 e 3 tenham prejudicado a fase reprodutiva da cultura. Mas, verifica-se que os resultados apontaram uma correlação alta ($r=0,74$) e direta da MSFS dessas épocas com a massa seca de raiz (MSR).

Conclusões

No período invernal, quando a temperatura do ar é mais baixa, o acúmulo de massa seca, tanto nas folhas quanto nas hastes, é maior do que nos meses mais quentes;

A soma térmica acumulada (°C dia) ao longo do ciclo é semelhante em todas as épocas de semeadura, sendo que 1400°C dia é a STa em que diminui a produção de massa seca da maioria dos órgãos das plantas;

As altas temperaturas têm efeito deletério na produção de massa seca total, principalmente no acúmulo de massa seca no sistema radicular.

Agradecimentos

Ao CNPQ, pela bolsa de iniciação científica; aos acadêmicos do Curso de Agronomia da UFSM, Eloísa Lasta e Graciela Castilhos, pelo auxílio na coleta de dados.

Referências

ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Editora da UFSM, 1999, 142 p.

AZKUE, M. P. de; PUCHE, M. La temperatura como herramienta de predicción agroclimatológica aplicada a la producción de frutales. **Revista Digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela**. n. 3, septiembre – diciembre, 2003. Capturado em 18 de abril de 2006. Online. Disponível em: www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n3/texto/mazkue.htm

BISSO, F. P. **Composição química e microbiológica de biofertilizantes e aplicação foliar em calêndula**. 2003. 89f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

CROMACK, H.T.H.; SMITH, J.M. *Calendula officinalis* – production potential and crop agronomy in southern England. **Industrial Crops and Products**, v.7, n.2, p.223-229, 1998.

DELLA LOGGIA, R. et al. The role of triterpenoids in the topical anti-inflammatory activity of *Calendula officinalis* L. Flower. **Planta Medica**, v. 60, p.516-520, 1994.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo que está por trás do que se vê. Passo Fundo: UPF, 2004, 536p.

FROMENT, M.; MASTEBROEK, D.; GORP, K. van. **A growers manual for *Calendula officinalis* L.** 2005. Disponível em: <http://www.defra.gov.uk/farm/crops/industrial/research/reports/Calendula20Manual.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2005.

MOREIRA, P. A. et al. Desenvolvimento vegetativo e teor foliar de macronutrientes da calêndula (*Calendula officinalis* L.) adubada com nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu - SP, v. 8, n. 1, p. 18-23, 2005.

SILVA, A. C. T. F.; LEITE, I. C.; BRAZ, L. T. Avaliação da viabilidade do pólen como possível indicativo de tolerância a altas temperaturas em genótipos de tomateiro. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, n. 2, p.156-165, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Tradução: Santarém, E. R. et al. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719 p.

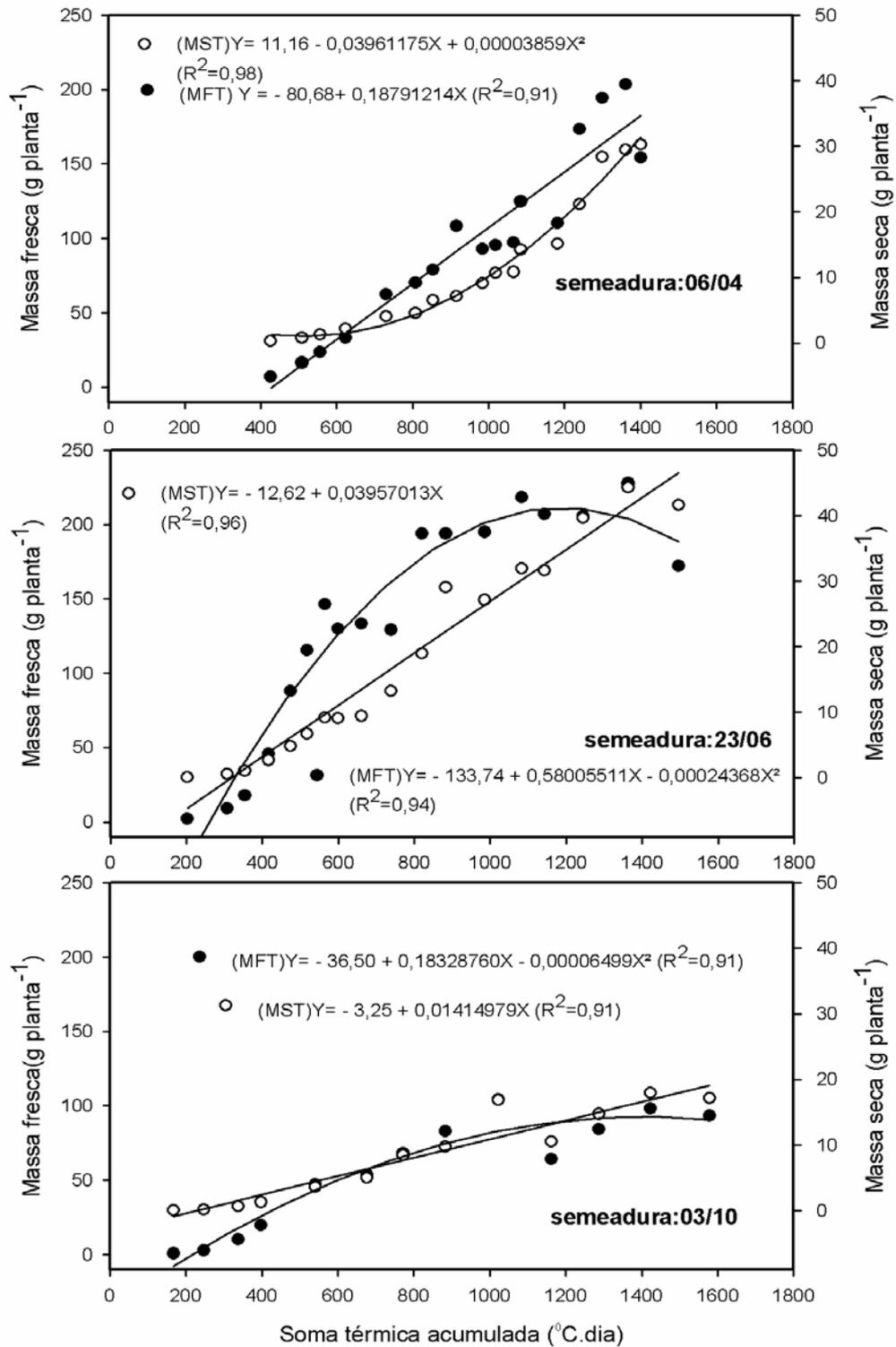


Figura 1 - Relação da massa fresca (MFT) e da massa seca total (MST) em plantas de calêndula, cv Bonina Sortida com a soma térmica acumulada considerando a temperatura base de crescimento igual a 8°C (STa), em três épocas de semeadura. Santa Maria, RS, 2005/2006.

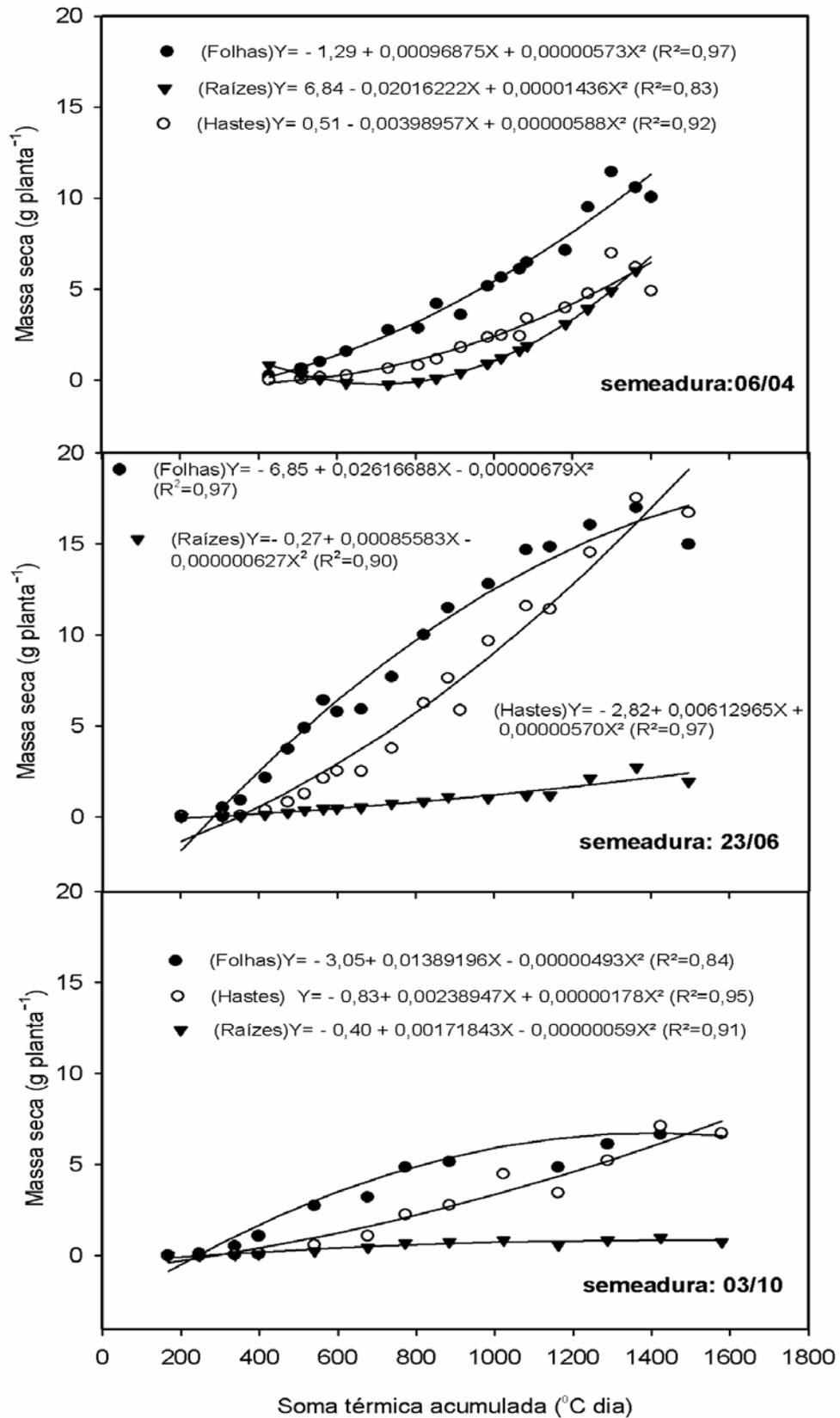


Figura 2 - Acúmulo de massa seca em folhas, hastes e raízes de plantas de calêndula, cv Bonina Sortida, em função da soma térmica acumulada (STa), considerando a temperatura base de crescimento igual a 8°C em três épocas de semeadura. Santa Maria, RS, 2005/2006.

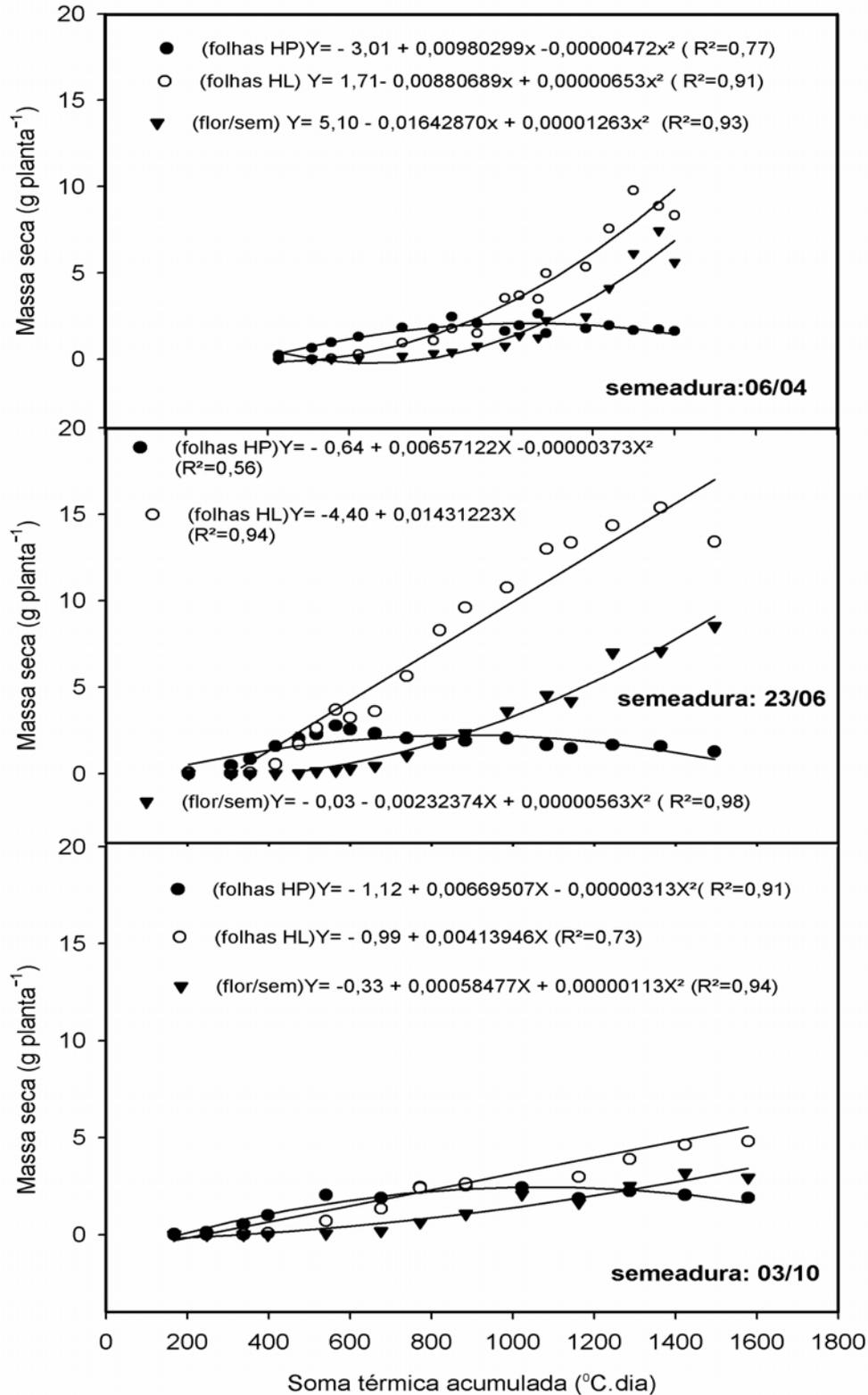


Figura 3. Acúmulo de massa seca nas folhas da haste principal (folhas HP), nas folhas das hastes laterais (folhas HL) e nas flores e aquênios (flor/sem) em plantas de calêndula, cv. Bonina Sortida, em função da soma térmica acumulada (STa) considerando a temperatura base de crescimento igual a 8°C, em três épocas de semeadura. Santa Maria, RS, 2005/2006.

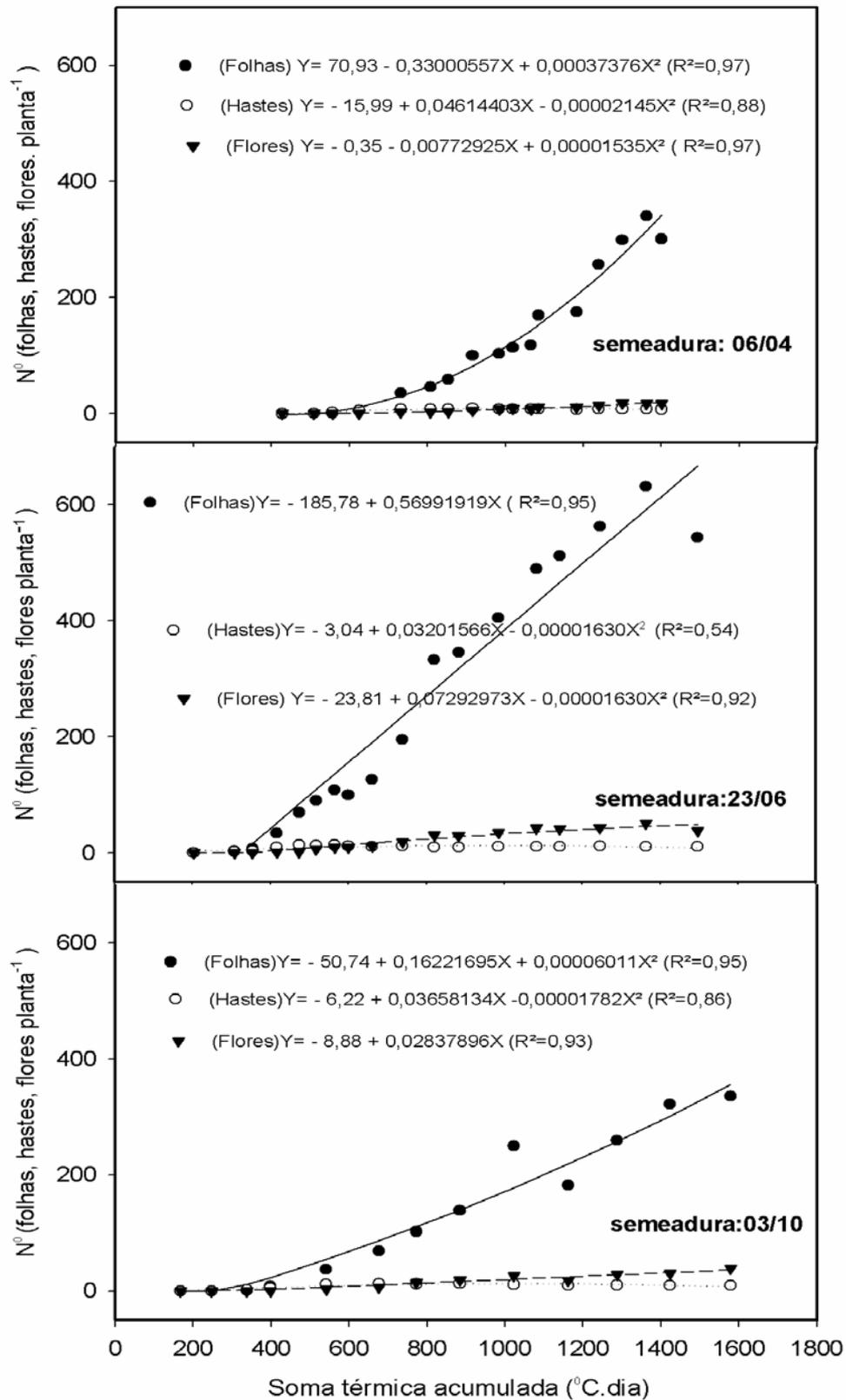


Figura 4 - Número de folhas, de hastes e de flores em plantas de calêndula, cv Bonina Sortida, em função da soma térmica acumulada (STa), em três épocas de semeadura. Santa Mara, RS, 2005/2006.

Tabela 1 – Coeficientes de Correlação de Pearson entre os caracteres de crescimento da massa seca da folhas da haste principal (MSFHP), da raiz (MSR), das folhas das hastes laterais (MSFHL), das flores e sementes (MSFS), da massa fresca (MFT) e seca total (MST), das hastes (MSH) e das folhas (MSF). UFSM.Santa Maria,RS, 2005/2006.

Caráter	MSFHP	MSR	MSFHL	MSFS	MFT	MST	MSH
Época 1							
(06/04)**							
MSR	0,32*						
MSFHL	-0,65*	-0,32*					
MSFS	-0,66*	-0,34*	0,89*				
MFT	0,53*	0,84*	-0,51*	-0,54*			
MST	0,42*	0,90*	-0,40*	-0,43*	0,94*		
MSH	0,39*	0,84*	-0,39*	-0,42*	0,92*	0,98*	
MSF	0,52*	0,82*	-0,47*	-0,51*	0,95*	0,97*	0,95*
Época 2							
(23/06)							
MSR	-0,01						
MSFHL	-0,51*	-0,06					
MSFS	-0,14*	0,74*	0,01				
MFT	0,27*	0,68*	-0,19*	0,65*			
MST	-0,01	0,86*	-0,05	0,88*	0,83*		
MSH	-0,07	0,82*	-0,02	0,82*	0,75*	0,97*	
MSF	0,13	0,81*	-0,11	0,76*	0,90*	0,95*	0,88*
Época 3							
(03/10)							
MSR	0,72*						
MSFHL	-0,55*	-0,35*					
MSFS	0,42*	0,74*	-0,23*				
MFT	0,76*	0,84*	-0,45*	0,76*			
MST	0,61*	0,84*	-0,34*	0,93*	0,87*		
MSH	0,49*	0,79*	-0,28*	0,95*	0,81*	0,98*	
MSF	0,74*	0,84*	-0,41*	0,80*	0,90*	0,95*	0,90*

*significativo em 5% de probabilidade de erro

** data de semeadura

CAPÍTULO IV

PRODUÇÃO DE BIOMASSA EM PLANTAS DE CALÊNDULA SUBMETIDAS A DEFICIÊNCIA HÍDRICA EM SUBSTRATO

Resumo

Estudou-se o efeito da variação de diferentes níveis de água disponível no substrato, sobre o crescimento de plantas de calêndula (*Calendula officinalis* L.), cv. Bonina sortida. O experimento foi instalado em vasos com capacidade para cinco litros e conduzido em casa de vegetação na UFSM, em Santa Maria (RS), no período de outubro de 2005 a janeiro de 2006. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos, correspondentes ao suprimento de água disponível no substrato de 55, 70, 85 e 100% da capacidade de campo. A cada semana era determinada a biomassa das plantas utilizando-se quatro repetições. Os resultados da massa seca das plantas foram relacionados com a soma térmica acumulada no período da emergência das plantas até a data da colheita correspondente. O nível crescente de déficit hídrico afetou negativamente a produção de massa seca em comparação à testemunha. As maiores reduções foram constatadas nas folhas da haste lateral e na parte reprodutiva. Constatou-se efeito significativo na interação conteúdo de água no substrato e soma térmica acumulada para as variáveis massa seca total e massa seca das hastes principal e laterais, de flores e de raízes.

Palavras-chave: estresse hídrico, *Calendula officinalis* L., crescimento.

MARIGOLD BIOMASS PRODUCTION UNDER HYDRIC DEFICIENCY IN SUBSTRATUM

Abstract

It was studied the variation effect of different water levels available in the substratum on the growth of marigold plants (*Calendula officinalis* L.), cv. Bonina

sortida. The experiment was carried out in five liter capacity vases at the greenhouse of the Federal University of Santa Maria (UFSM), in Santa Maria, Rio Grande do Sul state, Brazil, from October 2005 to January 2006. The experimental design used was of completely randomized with four treatments, corresponding to water levels available in the substratum of 55, 70, 85 and 100% of the field capacity. Plant biomass was weekly determined in all four replications. Results of dry matter of the plants was related to the accumulated thermic sum from plant emergence until corresponding harvesting date. The increasing hydric deficit negatively affected dry matter production as compared to the check treatment. Higher reductions were observed on the main stem lateral leaves and in the reproductive part. It was verified a significant effect in the interaction water content in the substratum and accumulated thermic sum for the variables total dry matter and dry matter of the main and lateral stems, flowers and roots.

Keywords: hydric stress, *Calendula officinalis* L., growth.

Introdução

A utilização de plantas medicinais na prevenção e cura de doenças é antiga. Entretanto, as instituições de pesquisa somente nos últimos anos incluíram esta área em seus programas de atividades. As pesquisas vêm sendo realizadas, principalmente, com base no uso popular dessas plantas. Dentre as plantas medicinais uma das mais utilizadas é a calêndula (*Calendula officinalis* L.), pertencente à família *Asteraceae*. As suas flores são utilizadas com fins ornamentais, farmacêuticos e, mais recentemente, como fonte de compostos bioativos. Entre os inúmeros componentes químicos presentes nas suas inflorescências estão os óleos essenciais, o ácido salicílico, o ácido fenólico, os carotenóides, os flavonóides, as saponinas (LUZ et al., 2001) e os triterpenos, estes últimos com importantes princípios antiinflamatórios (DELLA LOGGIA et al., 1994).

A quantidade e qualidade dos componentes químicos presentes nos diferentes órgãos das plantas é uma função, principalmente, dos fatores ambientais intervenientes no seu crescimento e desenvolvimento. Dentre esses destaca-se a deficiência hídrica do solo ou no substrato. Dependendo da sua intensidade e da época do ano em que ocorre a deficiência hídrica do solo, pode provocar alterações no crescimento e desenvolvimento das plantas, cuja irreversibilidade vai depender

do genótipo e estágio de desenvolvimento das plantas (SANTOS & CARLESSO, 1998). Por exemplo, CORREIA & NOGUEIRA (2004) verificaram que um período de deficiência hídrica de 35 dias após o início da diferenciação, provocou uma redução do crescimento nas plantas de amendoim, sem, contudo, paralisá-lo, determinando reduções na altura, número de folhas, área foliar das plantas e matéria seca das folhas e dos caules.

Entretanto, MOREIRA et al. (1999) constataram que a suspensão da irrigação seguida de estresse hídrico em quatro fases distintas do ciclo de crescimento e desenvolvimento da cultura de trigo, verificaram que o efeito da deficiência de água na fase de espigamento por 24 dias causaram uma redução irreversível do crescimento, manifestado no número de espigas por metro quadrado, altura média das plantas, grãos por espiga, tamanho médio da espiga e número de espiguetas desenvolvidas e não-desenvolvidas. Como se constata, a resposta das plantas a escassez de água é complexa, envolvendo mecanismos de adaptação e/ou de tolerância, o que varia com os genótipos, com estágio de desenvolvimento das plantas e com as condições ambientais.

É importante que, para cada cultura agrícola, sejam realizados experimentos que possibilitem a quantificação da magnitude do efeito de diferentes intensidades de deficiência hídrica no solo sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas, nas distintas regiões geográficas de seu cultivo. No caso da calêndula, espécie de planta medicinal que apresenta excelente perspectiva de cultivo nas condições climáticas da Região Sul do Brasil, ainda não se possui estudos de seu potencial de crescimento em situação de deficiência hídrica nestas condições ambientais. Desta forma, no presente trabalho objetivou-se avaliar a produção de biomassa em plantas de calêndula sob diferentes níveis de deficiência hídrica em substrato.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no interior de uma estufa plástica de 240 m², instalada no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS (latitude: 29°43'S, longitude: 53°43'W e altitude: 95 m). A ventilação da estufa foi realizada por meio da abertura e fechamento das suas cortinas laterais, de acordo com as condições meteorológicas de cada dia: em dias quentes, foram abertas e fechadas, respectivamente, em torno

das 8 h e 18 h; em dias frios, nublados e/ou com nevoeiros, em torno das 10 h e 15 h e em dias com precipitação pluviométrica ou vento forte, permaneciam fechadas ou abria-se apenas a porta do lado oposto à direção do vento.

A cultivar de calêndula utilizada foi a Bonina Sortida. A semeadura foi realizada no dia 03/10/2005, em vasos de plástico de cor preta, medindo 0,25 m de diâmetro na extremidade superior e com capacidade volumétrica de cinco litros, preenchidos com substrato comercial Plantmax. Em cada vaso foram semeadas sete sementes. Quando cerca de 50% das plantas tinham mais de seis folhas fez-se o raleio, deixando-se quatro plantas por vaso.

Os vasos foram distribuídos no sentido do comprimento da estufa, lado a lado, em quatro fileiras de 40 vasos cada, totalizando 160 vasos, sendo que os tratamentos foram aplicados nas fileiras centrais.

As plantas foram fertirrigadas com uma solução nutritiva com a seguinte composição de sais macronutrientes, em mmol L^{-1} , recomendada para o cultivo do tomateiro (ANDRIOLO, 1999): 6,7 de KNO_3 ; 1,3 de KH_2PO_4 ; 6,0 de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; 1,8 de MgSO_4 . Os micronutrientes foram adicionados conforme solução proposta por Jeannequin (1987) citado por ANDRIOLO (1999), mantendo, permanentemente, o substrato com umidade próxima a capacidade de campo por meio de uma mangueira plástica de 1,5 cm de diâmetro, com um dispositivo para gotejamento em cada vaso. Ao iniciar a restrição hídrica, a irrigação foi manual e realizada individualmente para cada vaso, conforme os tratamentos. A condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva utilizada na fertirrigação foi mantida com o valor entre 1 e 2 dS.m^{-1} .

Utilizou-se um arranjo fatorial num delineamento inteiramente casualizado, cujos fatores foram representados por sete épocas de colheita mensuradas pela soma térmica acumulada (STa) de 794, 914, 1041, 1180, 1306, 1443 e 1578°C.dia, e quatro suprimentos de água, constituídos da irrigação igual à capacidade máxima de armazenamento de água do substrato (100% CA), sendo este a testemunha (T1); 85% da CA (T2); 70% da CA (T3) e 55% da CA (T4). Para a irrigação diária era calculado, para cada conjunto de cinco vasos, o volume de água a ser adicionada nos diferentes tratamentos pela equação:

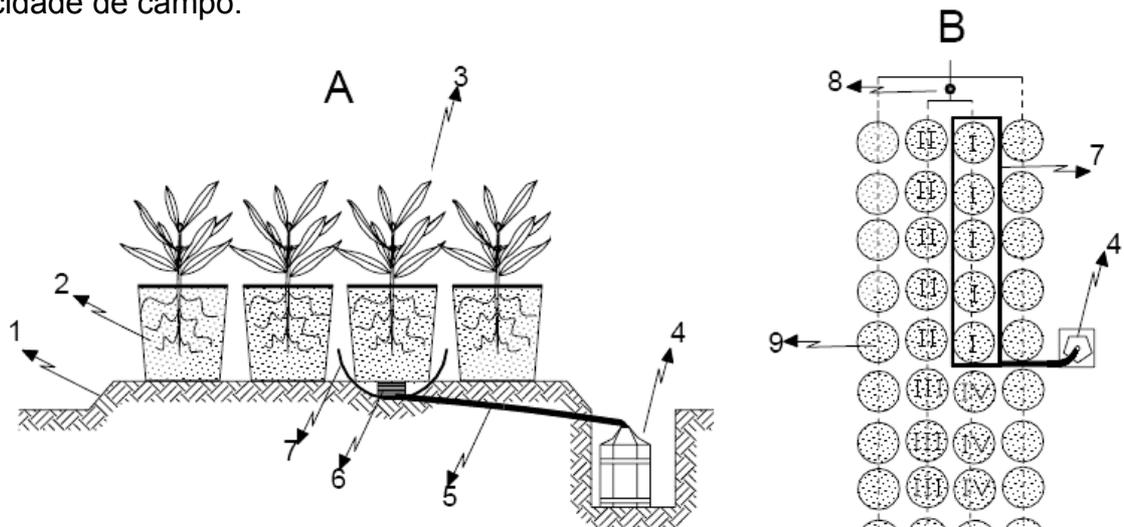
$$V_i = VT_1 - X,$$

em que V_i é o volume de água a ser adicionado em cada tratamento, VT_1 o volume de água adicionado no T1 e X o volume de água subtraído do VT_1 , no caso, 15%,

30% e 45% de T1, respectivamente, para T2, T3 e T4. A reposição de água era realizada manualmente.

O estabelecimento e controle dos diferentes tratamentos foram realizados num conjunto de cinco vasos contendo cada vaso quatro plantas com quatro repetições. O monitoramento diário da irrigação foi realizado com a utilização de lisímetro colocado na parcela testemunha (100%), figura 1.

Para avaliar o efeito da deficiência hídrica, as plantas foram submetidas a um período de 21 dias de restrição hídrica em cada tratamento, exceto na testemunha, a partir da fase de início de formação do botão floral da haste principal, que ocorreu aos 46 dias do ciclo da cultura. Após uma semana do início do estresse hídrico, coletou-se semanalmente uma planta por vaso (quatro plantas por tratamento) até o final do experimento. Aos 68 dias do ciclo da cultura todas as plantas dos tratamento T2, T3 e T4 voltaram a ser irrigadas como T1, isto é, capacidade de campo.



1 - Camalhão sob os vasos de cultivo. 2 - Vasos com substrato. 3 - Plantas utilizadas no lisímetro. 4- Reservatório da água drenada. 5 - Duto de drenagem da calha coletora. 6. Suporte para vaso. 7. Calha coletora envolvida em filme plástico. 8. Registro de interrupção da irrigação automática. 9. Tubo gotejador. I - T1 (100%). II - T2 (85%). III - T3 (70%). IV - T4 (55%).

Figura 1 – Desenho esquemático ilustrando a distribuição dos tratamentos com redução de irrigação em cada parcela e a disposição do lisímetro de drenagem, em corte transversal (A) e vista superior (B). Santa Maria,RS,2005/2006.

Em laboratório, foram separadas as folhas, hastes, capítulos com flores/ sementes das plantas e avaliados o peso da massa fresca e, após secagem em estufa a 65°C até peso constante, da massa seca de todos os órgãos da planta. O sistema radicular foi destacado da planta, lavado em água corrente para eliminar eventuais partículas de substrato, secado com papel absorvente e pesado para a determinação da massa fresca e, após secado em estufa a 65°C, foi pesado a

massa seca. Avaliou-se o comprimento médio da raiz, medindo-se a raiz principal da planta com o auxílio de uma régua milimetrada, e os resultados foram expressos em centímetros.

A temperatura do ar no interior da estufa foi registrada com o auxílio de um termohigrógrafo, instalado no interior de um miniabrigo de madeira pintado de branco, a 1,5m acima da borda superior dos vasos. Os valores de temperatura foram retirados dos termohigrogramas a cada duas horas. Com estes dados, calculou-se a temperatura média diária (T_m) somando-se os valores de temperatura coletados de duas em duas horas ($T_{0h} + T_{2h} + \dots + T_{20h} + T_{22h}$)/12, dividindo-se a soma pelo número de observações.

A soma térmica diária (ST_d) e acumulada (ST_a) desde a emergência de 50% das plântulas do experimento foram calculadas, respectivamente, pelas equações: $ST_d = T_m - T_b$ e $ST_a = \sum ST_d$, em que T_b é a temperatura base para o aparecimento de folhas, nesse experimento assumida como 8°C .

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, com estudo de regressão, adotando-se o maior grau polinomial significativo até o 3º, pelo método dos polinômios ortogonais, e quando houve interação significativa entre os fatores CA (suprimento de água) no substrato e soma térmica acumulada ($ST_a^\circ\text{C dia}$), as médias dos tratamentos foram agrupadas e analisadas pelo teste de Scott-Knott em 5% de probabilidade de erro.

Resultados e Discussão

Houve efeito significativo na interação suprimento de água no substrato e soma térmica acumulada para as variáveis: massa seca total (MST), de parte aérea (MSPA), de hastes (MSH), de hastes laterais (MSHL), de haste principal (MSHP), de flores de hastes laterais (MSFHL), de raiz (MSR), de massa fresca de hastes (MFH) e de hastes laterais (MFHL) e número de folhas das hastes laterais planta⁻¹ (NFHL). Os resultados são apresentados na tabela 1.

O NFHL foi afetado tanto pelas altas temperaturas do ar quanto pela deficiência hídrica mais severa nos T4 e T3 até a soma térmica acumulada de $914,53^\circ\text{C.dia}$, evidenciando uma redução similar do número de folhas. Observou-se também, nesses tratamentos, uma redução na estatura das plantas e hastes mais lignificadas (dados não apresentados). Apesar da MSHP ter sido mais afetada no

T3, esse não diferiu significativamente da testemunha T1 até os 1443,54°C.dia. Na deficiência mais severa, T4, a reidratação não possibilitou a manutenção no incremento da massa seca. Possivelmente nessa fase, os fotoassimilados tenham sido translocados para outros órgãos como as hastes laterais. Para MSHL, o comportamento dos tratamentos foi semelhante até 1180,89°C dia. Apenas o T4 evidenciou uma demora na recuperação após a reidratação no crescimento das hastes laterais, o que, conseqüentemente, afetou a biomassa total das hastes (MSH).

Todos os tratamentos submetidos à deficiência hídrica afetaram a produção de massa seca de flores (MSFLHL) no início da emissão das flores, sendo que o T2 e T3 tiveram uma melhor recuperação após a deficiência. CHAVES et al. (2002) salientam que algumas espécies vegetais, como o *Lupinus*, podem ter um grande acúmulo fotossintético antes do florescimento, que é um fator importante para a produção e desenvolvimento das plantas durante uma deficiência hídrica e não interrompem o processo de florescimento, e que existe diferença entre genótipos na capacidade de armazenar e utilizar reservas em hastes, bem como na capacidade fotossintética.

A MSPA, até os 1041,3°C dia apresentou resultados semelhantes entre os tratamentos, possivelmente, porque o efeito da temperatura foi maior do que o efeito do déficit hídrico no período. Apenas o T2 teve uma resposta mais rápida e se equiparou ao T1 na produção de MSPA, o mesmo se verificando com a de MST.

O tratamento T4 apresentou um maior incremento de MSR durante o início da restrição hídrica, quando comparado com os demais tratamentos, posteriormente se equiparou aos demais tratamentos. Apesar dos tratamentos com menor deficiência (T2 e T3) tenham demonstrado uma reação após a reidratação, o mesmo não foi suficiente para proporcionar um incremento na massa seca, sendo o efeito deletério das temperaturas do ar mais evidentes. Os efeitos negativos de temperaturas elevadas durante o ciclo da cultura prejudicam seu desenvolvimento, interferindo na produção de biomassa, evidenciando que a calêndula é uma planta para cultivo em períodos de temperaturas mais amenas.

O incremento de MFHL foi inferior nos tratamentos com maior deficiência hídrica, refletindo na MFH. Isto é explicável, uma vez que nesse período estava iniciando a floração, e os tratamentos com menor suprimento de água teriam, conseqüentemente, menor teor de massa fresca. Porém, a maior quantidade de

água não implica em maior crescimento. Em *Artemisia annua* L., MARCHESE (1999), ao submeter plantas de 84 dias à supressão de água durante 86 horas (-3,97 MPa), que apresentaram uma lenta recuperação do seu turgor (-1,8MPa), 64 horas após a sua reidratação, mas plantas de 147 dias com supressão de água por 114,5 hora (-3,44 MPa), recuperaram mais rapidamente sua turgidez 72 horas após a reidratação, com redução na massa seca foliar para ambas as restrições hídricas.

Na figura 2a, verifica-se que a massa seca de folhas, das folhas da haste lateral (FHL), das folhas da haste principal (FHP) e da parte reprodutiva (PR) foram afetadas pela STa durante seu crescimento. Sendo que a partir dos 1041°C dia, houve uma diminuição no acúmulo da massa seca de folhas e FHL até próximo do final do ciclo, 1443°C dia. Observa-se que a maior contribuição no acúmulo de massa seca de folhas se deve à FHL, uma vez que a senescência é evidenciada com o decréscimo linear na massa seca das FHP. A massa seca da PR foi linear crescente. O comportamento da massa fresca total (MFT) da parte aérea (PA) e de folhas foi similar ao longo do período de crescimento das plantas (Figura 2b). A variável massa fresca de raiz foi linear decrescente com o aumento da STa e a produção de massa fresca da PR teve um comportamento quadrático, sendo a máxima produção alcançada aos 1258°C dia.

Na Figura 3a, observando-se o suprimento de água no substrato, verificou-se maior produção de massa seca nas plantas crescidas a 85% e 100% da capacidade de campo, e menor massa seca nas plantas mantidas a 55% e 70% da capacidade de campo. O acúmulo máximo de massa seca de folhas obtido, fixando-se o suprimento de água no substrato, ocorreu nas plantas a 85% da capacidade de campo (6,5 g planta⁻¹), o que pode ser um indicativo de uma certa intolerância ao excesso de água.

A massa fresca das variáveis PR, MFT, PA e de folhas, tiveram crescimento linear (Figura 3b). Considerando-se as plantas crescidas em substrato a 85% da capacidade de campo como referência, verificou-se que a redução no suprimento de água do substrato de 85% para 55% da capacidade de campo causou decréscimo de 63% na massa fresca total e de 60% no acúmulo de massa seca na parte reprodutiva das plantas. Segundo KUDREV (1994), a deficiência hídrica interrompe o processo de crescimento, diminuindo o acúmulo de massa fresca e seca, e alterando o processo de crescimento, com aceleração dos processos catabólicos.

Analisando o comprimento da raiz, verifica-se que o crescimento foi linear

com o aumento da soma térmica (Figura 4a), atingindo valores superiores a 19 cm no final do ciclo da cultura. Já os efeitos da deficiência hídrica foram menos sentidos nos suprimentos de água com 70% e 55%, respectivamente (Figura 4b), evidenciando que as raízes, em situação de baixa disponibilidade de água são mais longas, enquanto que o aumento do suprimento de água resulta em raízes menores.

Conclusões

O suprimento de água no substrato e a soma térmica acumulada interferem nos parâmetros de crescimento, sendo que as menores disponibilidades de água no substrato, de 55% e 70%, mesmo após a reidratação não recuperam a produção de massa fresca e seca ao longo do ciclo;

Uma deficiência hídrica severa no início do florescimento afeta a produção de massa fresca e seca da parte reprodutiva;

A massa seca de raiz não é significativamente afetada no déficit mais severo quando comparada com o controle à capacidade de campo;

O comprimento da raiz foi linear com o aumento da soma térmica e mais longas com suprimento de 70% de água no substrato.

Referências

ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Editora da UFSM, 1999. 142 p.

CHAVES, M. M. et al. How plants cope with water stress in the field. Photosynthesis and growth **Annals of Botany**, v.89, n.7, p.907-916, 2002.

CORREIA, K.G.; NOGUEIRA, R.J.M.C. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetidos a déficit hídrico. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.4, n.2, p.1-7, 2004.

DELLA LOGGIA, R. et al. The role of triterpenoids in the topical anti-inflammatory activity of *Calendula officinalis* L. Flower. **Planta Medica**, v. 60, p.516-520, 1994.

KUDREV, T.G. **Água: vida das plantas**. Trad. José Glicério de Rezende. São Paulo: Ícone, 178 p., 1994.

LUZ, L.A. de la; FERRADA, C.R.; GOVIN, E.S. Instrutivo técnico de *Calendula officinalis*. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, Havana, v.1, p. 23-27, 2001.

MARCHESE, J.A. **Produção e detecção de artemisinina em plantas de *Artemisia annua* L. submetidas a estresses abióticos.** 1999. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – UNICAMP, Campinas, SP, 1999.

MOREIRA, M. A. et al. Eficiência do uso da radiação e índice de colheita em trigo submetido a estresse hídrico em diferentes estádios de desenvolvimento. **Scientia Agricola.**, Piracicaba, v. 56, n. 3, p.597-603, 1999.

SANTOS, R.F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p.287-294, 1998.

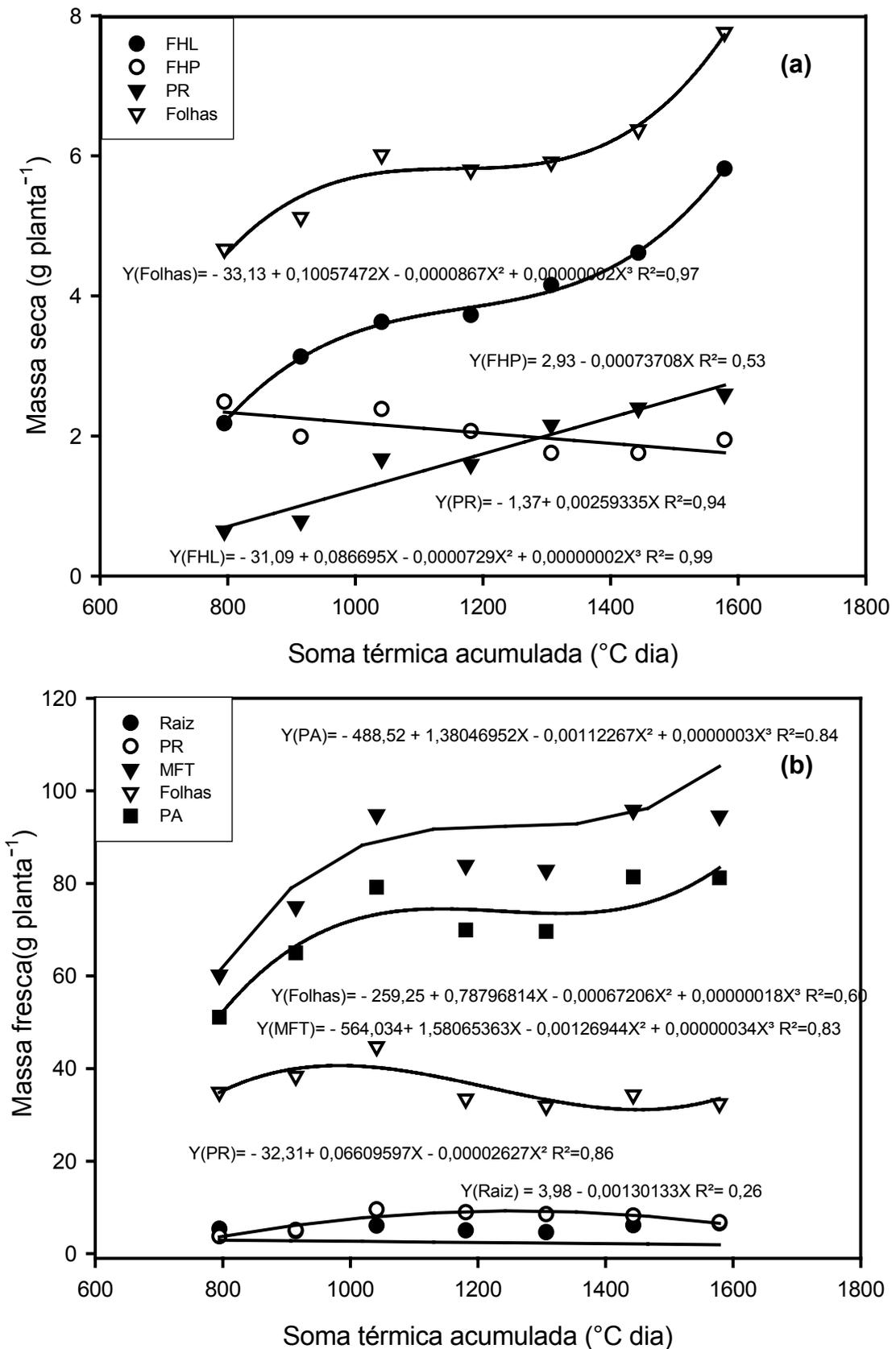


Figura 2 - Massa seca de folhas das hastes laterais (FHL), das folhas da haste principal (FHP), da parte reprodutiva (PR) e de folhas (a), massa fresca da raiz, das folhas, da parte reprodutiva (PR), da parte aérea (PA) e massa fresca total da calêndula (MFT)(b) em função da soma térmica acumulada de 8°C (STa°C dia). Santa Maria-RS, 2005/2006.

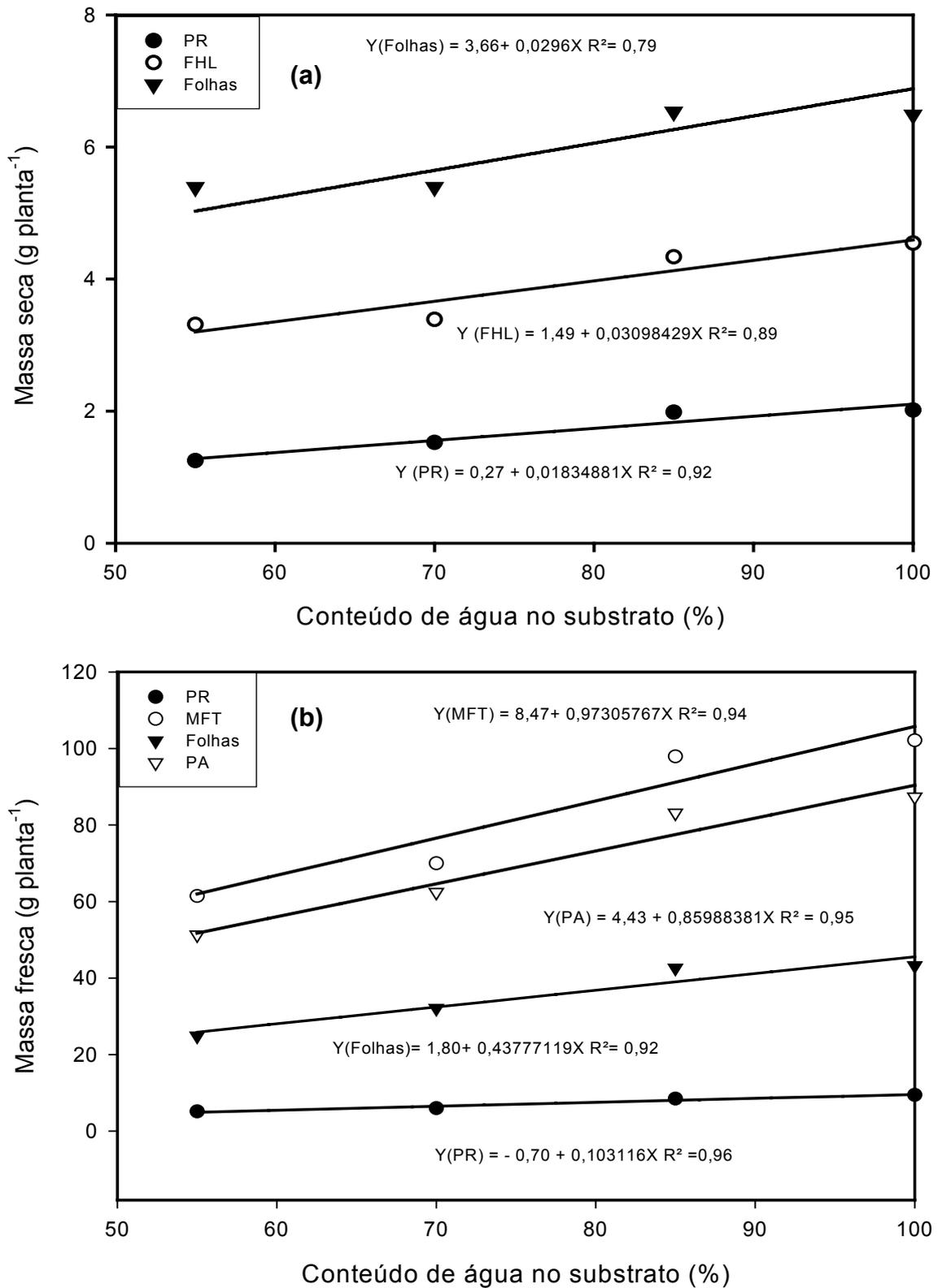


Figura 3 - Massa seca da parte reprodutiva (PR), das folhas da haste lateral (FHL), das folhas (a) e da massa fresca total (MFT), da parte reprodutiva (PR), da parte aérea (PA), e das folhas (b) de plantas de calêndula, quando submetidas a quatro conteúdos de água no substrato (%) dos 46 dias após a emergência (DAE) com reidratação aos 68 DAE. Santa Maria,RS. 2005/2006.

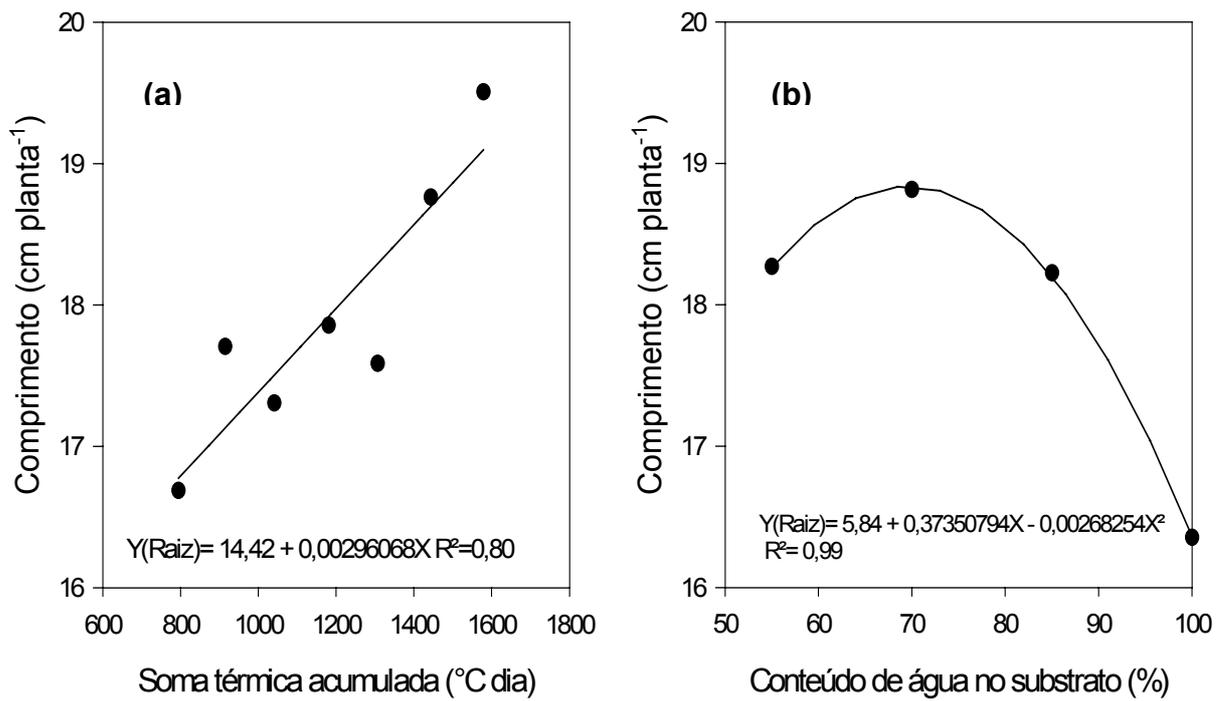


Figura 4. Valores médios de comprimento de raiz de plantas de calêndula, quando submetidas a soma térmica acumulada acima de 8°C (STa°C dia) (a) e a quatro conteúdos de água no substrato (%) dos 46 dias após a emergência (DAE) com reidratação aos 68 DAE (%) (b). Santa Maria-RS, 2005/2006.

Tabela 1 - Número de folhas (NFHL), massa seca de haste principal (MSHP) e hastes laterais (MSHL), de flores das hastes laterais (MSFLHL), de raízes (MSR), das hastes (MSH), da parte aérea (MSPA), da massa seca total (MST) e da massa fresca de hastes laterais (MFHL), e de hastes (MFH) de plantas de calêndula submetidas a quatro conteúdos de água no substrato (%) dos 46 dias após a emergência (DAE) com reidratação aos 68 DAE (1041,30°C dia) e soma térmica acumulada. Santa Maria, RS. 2005/2006.

Conteúdo de Água (%)	STa (°C dia)	NFHL	MSHP	MSHL	MSFLHL	MSR	MSH	MSPA	MST	MFHL	MFH	
		Peso de matéria (g planta ⁻¹)										
55	794,81	84,000 *	d 1,056	c 1,077	c 0,341	d 0,998	a 2,133	c 6,702	c 8,217	d 7,804	e 14,158	e
	914,53	116,000	d 1,095	c 1,663	c 0,532	d 0,539	b 2,758	c 7,265	c 8,454	d 12,879	e 19,724	e
	1041,30**	138,750	d 1,507	b 2,139	c 0,997	c 0,627	b 3,646	c 9,076	c 10,826	d 14,300	e 22,858	e
	1180,89	181,500	c 1,395	b 1,940	c 0,724	d 0,835	b 3,335	c 9,048	c 11,053	d 16,248	e 25,271	d
	1306,93	203,000	c 1,133	c 2,693	c 1,147	c 0,535	b 3,826	c 8,356	c 10,198	d 22,469	d 29,685	d
	1443,53	317,500	b 1,194	c 3,840	b 1,589	b 0,719	b 5,033	c 11,349	b 13,772	c 27,994	d 35,081	c
	1578,68	340,250	b 1,516	b 4,425	b 1,763	b 0,709	b 5,941	b 12,606	b 15,516	c 29,770	c 37,942	c
70	794,81	96,500	d 1,239	c 1,202	c 0,416	d 0,773	b 2,440	c 7,409	c 8,865	d 9,261	e 17,429	e
	914,53	108,750	d 0,934	c 1,137	c 0,334	d 0,468	b 2,071	c 6,618	c 7,608	d 11,441	e 18,575	e
	1041,30**	218,000	c 1,049	c 2,907	c 1,562	b 1,020	a 3,956	c 9,904	c 12,826	d 22,562	d 28,924	d
	1180,89	192,750	c 0,848	c 2,303	c 1,130	c 0,562	b 3,151	c 7,843	c 9,623	d 26,033	d 32,395	d
	1306,93	205,500	c 0,999	c 4,387	b 1,553	b 0,633	b 5,386	b 10,509	c 12,874	d 22,328	d 28,111	d
	1443,53	342,750	b 1,535	b 5,052	b 2,020	b 0,823	b 6,587	b 12,765	b 16,012	c 39,569	c 48,319	b
	1578,68	267,250	b 1,148	c 4,365	b 1,021	c 0,925	a 5,513	b 11,806	b 14,315	c 32,777	c 38,680	c
85	794,81	102,750	d 1,328	b 1,706	c 0,544	d 0,728	b 3,034	c 8,419	c 10,029	d 10,932	e 18,779	e
	914,53	181,250	c 1,096	c 2,215	c 0,644	d 0,820	b 3,311	c 9,186	c 10,753	d 24,021	d 32,022	d
	1041,30**	202,250	c 1,215	c 3,385	c 1,771	b 1,073	a 4,600	c 10,883	c 13,851	c 32,541	c 41,429	c
	1180,89	268,500	b 1,300	b 3,637	c 1,258	c 0,711	b 4,937	c 11,412	b 13,801	c 30,425	c 39,720	c
	1306,93	294,750	b 1,460	b 4,378	b 1,566	b 0,761	b 5,838	b 12,469	b 15,645	c 33,775	c 42,154	c
	1443,53	386,750	a 1,346	b 6,192	b 2,564	a 0,675	b 7,538	b 14,344	b 18,136	c 48,651	b 57,444	a
	1578,68	350,500	b 1,268	c 6,378	b 2,708	a 0,991	a 7,646	b 15,930	b 20,059	b 45,439	b 52,328	b
100	794,81	81,750	d 0,740	c 1,180	c 0,222	d 0,522	b 1,919	c 5,680	c 6,701	d 8,134	e 14,446	e
	914,53	177,750	c 1,220	c 2,155	c 0,955	c 0,698	b 3,375	c 8,937	c 10,867	d 26,729	d 36,133	c
	1041,30	211,250	c 1,016	c 3,227	c 1,455	b 0,661	b 4,242	c 10,649	c 13,081	d 36,018	c 44,695	c
	1180,89	229,250	c 1,068	c 4,648	b 1,972	b 0,684	b 5,716	b 12,038	b 15,033	c 41,142	c 48,657	b
	1306,93	321,000	b 1,251	c 5,704	b 2,210	b 0,687	b 6,955	b 14,322	b 17,522	c 44,117	b 51,033	b
	1443,53	299,500	b 1,442	b 4,825	b 2,130	b 0,641	b 6,266	b 12,457	b 15,447	c 38,728	c 47,534	b
	1578,68	446,250	a 2,098	a 9,579	a 3,061	a 1,200	a 11,677	a 21,488	a 26,076	a 58,199	a 66,146	a

* Combinação de médias agrupadas (conteúdo de água x STa), seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de erro. ** Reidratação de todos os tratamentos.

CAPÍTULO V

PRODUÇÃO DE FLORES E DE SEMENTES EM CULTIVO DE CALÊNDULA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA E SOB DEFICIÊNCIA HÍDRICA

Resumo

Estudou-se a influência de épocas de semeadura e da redução de disponibilidade hídrica na produção de flores e sementes de calêndula, cultivar Bonina sortida. Foram realizados dois experimentos, um com três épocas de semeadura, respectivamente em 06/04/2005, 23/06/2005 e 03/10/2005 e outro com deficiência hídrica, sendo quatro os conteúdos de água disponíveis no substrato de 100%, 85%, 70% e 55% da capacidade de campo. Os experimentos foram conduzidos em estufa plástica localizada no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, RS. No experimento de épocas de semeadura, colheram-se, durante o ciclo da cultura, os capítulos com flores de uma área útil de quatro vasos (16 plantas $0,25\text{m}^{-2}$), com oito repetições e avaliou-se o número de capítulos com flores e o seu peso total de massa fresca e de massa seca. Para a produção de sementes foram colhidos, de 30 plantas, os capítulos com sementes (frutos) e avaliados o número, a massa fresca e seca, e o peso total das sementes. O experimento com deficiência hídrica foi aplicado no início do florescimento e por 21 dias, em um grupo de cinco vasos por tratamento. Foram colhidas as flores e capítulos com sementes em uma planta por tratamento, com quatro repetições. Ao longo do ciclo da cultura avaliou-se o número de capítulos com flores, com sementes, o diâmetro, o peso da massa fresca e da massa seca de capítulos com flores e sementes. As melhores épocas de semeadura para a produção de sementes foram as dos meses de abril e junho e para a produção de massa fresca e seca de flores aquela do mês de abril. Já na época de semeadura de outubro a produção tanto de flores quanto a de sementes, foram afetadas negativamente. Não houve efeito significativo da deficiência hídrica nos parâmetros de produção de flores e de sementes.

Palavras-chave: planta medicinal, *Asteraceae*, déficit hídrico, épocas de cultivo.

FLOWER AND SEED PRODUCTION IN MARIGOLD CULTIVATED IN DIFFERENT SOWING DATES AND UNDER HYDRIC DEFICIENCY

Abstract

The influence of sowing dates and hydric deficiency was studied on the production of marigold flowers and seeds, cultivar *Bonina sortida*. Two experiments were carried out, one with three sowing dates, respectively 06/06/2005, 06/23/2005 and 10/03/2005, and another with hydric deficiency, the available content of water in the substratum being 100%, 85%, 70% and 55% of the field capacity. The experiments were carried out in a plastic greenhouse located at the Phytotechny Department of the Federal University of Santa Maria (UFSM), Rio Grande do Sul state, Brazil. In the sowing dates experiment and during the crop season, the capitulum with flowers from an area of four vases (16 plants 0,25 m²) and eight replications were harvested and the number of capitulum with flowers and their total fresh and dry matter weight were determined. For seed production we harvested, from 30 plants, the capitula with seeds (fruits) and their number, fresh and dry matter and seeds total weight were evaluated. The treatments of the experiment of hydric deficiency were applied at the beginning of flowering and for 21 days, in a five-vase group per treatment. Flowers and capitula with seeds were harvested in one plant per treatment, in four replications. Along the crop cycle we evaluated the number of capitula with flowers, with seeds, the diameter and the fresh and dry matter of the capitula with flowers and seeds. The best sowing dates for the production of seeds were those of April and June and for the production of fresh and dry matter that of April. October sowing dates affected negatively the production of both flowers and seeds. There was no significant effect of hydric deficiency on the parameters flower and seed production.

Keywords: medicinal plant, *Asteraceae*, water deficit, cultivation dates.

Introdução

A calêndula ou malmequer (*Calendula officinalis* L.), pertence à família *Asteraceae* e é originária da região do mediterrâneo. É uma planta popularmente utilizada devido as suas propriedades terapêuticas presentes nas folhas e nos capítulos florais. É cultivada como flor de corte, ornamental, planta medicinal, inseticida e como oleaginosa industrial (BERTI & SCHNEITER, 1993; ANGELINI et al., 1997). Nos últimos anos tem aumentado o interesse pelo uso industrial do óleo presente na semente para uso cosmético e para manufatura de revestimentos e pinturas (CROMACK & SMITH, 1998).

A calêndula é uma planta herbácea de ciclo anual, mas pode comportar-se como bianual em climas temperados (BERTI et al., 2003). Alcança de 30 a 60 cm de altura, com folhas simples, alternas e grossas, sendo as hastes ramificadas e as flores reunidas em capítulos solitários e terminais, densos, simples ou dobradas (LORENZI & SOUZA, 2001) e podem alcançar de 5 a 10 cm de diâmetro (CASTRO & CHEMALE, 1995).

Os capítulos florais da calêndula, com pétalas de coloração variando entre amarelo a alaranjado, são as partes mais utilizadas com finalidade terapêutica. Na indústria farmacêutica é usada como anti-inflamatória, cicatrizante e anti-séptica na indústria cosmética na composição de xampus, cremes e sabonetes e na indústria alimentícia como corante natural (MONTANARI JR, 2000; GIL et al., 2000).

A produtividade das culturas está relacionada com inúmeros fatores, tanto bióticos como abióticos. Mas são, principalmente, as disponibilidades climáticas locais ou regionais que definem o potencial de rendimento de uma cultura. Nas latitudes médias, como no caso do Estado do Rio Grande do Sul, as melhores condições climáticas para as culturas estão condicionadas pelas estações do ano. Assim, as épocas de semeaduras recomendadas dependem de fatores como comprimento do dia, radiação solar, temperatura do ar e regime pluviométrico e/ou deficiência hídrica do solo (BERTI et al., 2003).

A deficiência hídrica limita a produção agrícola tanto pela sua intensidade como pela sua frequência, sendo que a irreversibilidade no crescimento e desenvolvimento das plantas depende, principalmente, do genótipo e do seu estágio de desenvolvimento (SANTOS & CARLESSO, 1998).

No caso da calêndula são raras as informações sobre o seu rendimento

considerando as diferentes épocas do ano, principalmente, no tocante ao número de flores. FIALLO et al. (2000), em Cuba, durante cultivo no inverno, obtiveram 39,06 e 13,54 flores planta⁻¹ nas cultivares Fiesta Gitana e Radio, respectivamente, sendo que o número de sementes produzidas por inflorescências não diferiram estatisticamente (16,81 em Fiesta Gitana e 23,04 em Radio). BISSO (2003), no Rio Grande do Sul, em semeadura realizada em junho utilizando a cultivar Bonina Sortida e posterior transplante a campo, obteve uma média de 5,75 flores por planta.

Quanto a relação da deficiência hídrica do solo sobre o rendimento em plantas de calêndula não foram encontrados resultados.

Tendo em vista o exposto, o objetivo neste trabalho, foi avaliar o efeito de três épocas de semeadura e da deficiência hídrica sobre a produção de capítulos florais e de sementes de calêndula.

Material e Métodos

Foram realizados dois experimentos com calêndula no interior de uma estufa plástica de 240 m², instalada no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS (latitude: 29°43'S, longitude: 53°43'W e altitude: 95 m). A cultivar utilizada foi a Bonina Sortida. Os tratamentos do primeiro experimento constaram de três épocas de semeadura (época 1: 06/04/2005; época 2: 23/06/2005 e época 3: 03/10/2005), utilizando-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso.

A semeadura foi realizada em vasos de plástico de cor preta, medindo 0,25 m de diâmetro na extremidade superior e com capacidade volumétrica de cinco litros, preenchidos com substrato comercial Plantmax. Em cada vaso foram semeadas sete sementes. Quando cerca de 50% das plantas possuíam seis ou mais folhas, fez-se o raleio, deixando-se quatro plantas por vaso.

Os vasos foram distribuídos no sentido do comprimento da estufa, lado a lado, em quatro fileiras de 80 vasos cada, totalizando 320 vasos. O substrato de cada vaso foi mantido, permanentemente, com umidade próxima a capacidade de campo por meio de irrigação realizada através de mangueira plástica de 1,5 cm de diâmetro, com um dispositivo para gotejamento em cada vaso. A nutrição das plantas foi realizada através do sistema de irrigação, com uma solução nutritiva com a seguinte composição de sais macronutrientes, em mmol L⁻¹, recomendada para o

cultivo do tomateiro (ANDRIOLO, 1999): 6,7 de KNO_3 ; 1,3 de KH_2PO_4 ; 6,0 de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; 1,8 de MgSO_4 . Os micronutrientes foram adicionados conforme solução proposta por Jeannequin (1987) citado por ANDRIOLO (1999).

Para avaliar a produção nas diferentes épocas de semeadura, foram realizadas respectivamente 15, 19 e 11 colheitas de capítulos florais nas épocas 1, 2 e 3 durante o ciclo da cultura, em uma área útil de quatro vasos (16 plantas $0,25\text{m}^2$), com oito repetições. Avaliou-se: o número de capítulos com flores, o peso total da sua massa fresca e, após secagem em estufa a 65°C , até peso constante, da massa seca. Para a produção de sementes, no final do experimento, foram colhidos de 30 plantas, os capítulos com sementes (frutos), e avaliados o número, a massa fresca e seca, e o peso total das sementes.

No segundo experimento a semeadura foi realizada no dia 03/10/2005, isto é, no mesmo dia da época 3. Os vasos foram distribuídos no sentido do comprimento da estufa, lado a lado, em quatro fileiras de 40 vasos cada, totalizando 160 vasos, sendo que os tratamentos foram aplicados nas fileiras centrais. Cada vaso recebeu água e a solução nutritiva conforme descrito para o experimento um. Ao iniciar a restrição hídrica, a irrigação foi manual e realizada individualmente para cada vaso, conforme os tratamentos.

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos hídricos foram constituídos da irrigação igual à capacidade máxima de armazenamento de água do substrato (100% CA), sendo este a testemunha (T1); 85% da CA (T2); 70% da CA (T3) e 55% da CA (T4), a ser adicionada nos diferentes tratamentos pela equação, $V_i = VT_1 - X$, em que V_i é o volume de água a ser adicionado em cada tratamento; VT_1 , o volume de água adicionado no T1; e X , o volume de água subtraído do VT_1 , no caso, 15%, 30% e 45% de T1, respectivamente, para T2, T3 e T4.

O estabelecimento e controle dos diferentes tratamentos foram realizados num conjunto de cinco vasos contendo cada vaso quatro plantas com quatro repetições. O monitoramento diário da irrigação foi realizado com a utilização de lisímetro colocado na parcela testemunha (100%). Para avaliar o efeito da deficiência hídrica, as plantas foram submetidas a um período de 21 dias de restrição hídrica em cada tratamento, exceto na testemunha, a partir da fase de início de formação do botão floral da haste principal, que ocorreu aos 46 dias do ciclo da cultura. Aos 68 dias do ciclo da cultura, todas as plantas dos tratamentos T2,

T3 e T4, voltaram a ser irrigadas como T1, isto é, à capacidade de campo.

Para avaliar a produção de flores no segundo experimento, foram colhidas durante o ciclo da cultura as flores de uma planta por tratamento hídrico com quatro repetições, totalizando 13 colheitas, reunidas em semanas para a realização da análise estatística. No final do experimento, realizou-se a colheita dos capítulos com sementes de uma planta por tratamento com quatro repetições, para avaliar a produção total de sementes. Avaliou-se: o número de capítulos com flores, com sementes, o diâmetro dos capítulos com flores, o peso da massa fresca e, após secagem em estufa a 65°C até peso constante, da massa seca de capítulos com flores e sementes.

A temperatura do ar no interior da estufa foi registrada com o auxílio de um termohigrógrafo, instalado no interior de um miniabrigo de madeira pintado de branco, a 1,5 m acima da borda superior dos vasos. Os valores de temperatura foram coletados dos termohigrogramas a cada duas horas. Com estes dados, calculou-se a temperatura média diária (T_m) somando-se os valores de temperatura coletados de duas em duas horas ($T_{0h} + T_{2h} + \dots + T_{20h} + T_{22h}$)/12 e dividindo-se pelo número de observações.

A soma térmica diária (ST_d) e acumulada (ST_a) desde a emergência de 50% das plântulas do experimento foram calculadas, respectivamente, pelas equações: $ST_d = T_m - T_b$ e $ST_a = \sum ST_d$, em que T_b é a temperatura base para o aparecimento de folhas, nesse experimento assumida como 8°C .

Os dados foram submetidos a análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. Os dados de número de flores foram transformados em raiz quadrada.

Resultados e Discussão

No experimento 1, foram constatados efeitos significativos entre as épocas de semeadura, tanto para a produção de sementes (Tabela 1), quanto para a produção de capítulos florais (Tabela 2). Na produção de capítulos com sementes (NCS), o maior número ocorreu na época 2, semeadura de junho. Foi também, nessa época que se obteve a maior produção de massa seca de capítulos (MSCS), tabela 1. Ao atrasar a época de semeadura para outubro (época 3), ocorreu uma redução substancial tanto no NCS quanto na massa fresca, seca dos capítulos com

sementes e peso seco.

O número de flores (NF) foi maior na época 3 (414,5 flores) em relação as demais épocas, tabela 2, mas essa diferença não foi observada na massa fresca (MFF) 821,2 g e nem na massa seca de flores (MSF) 117,89 g, onde a época 1 foi significativamente superior na produção, alcançando uma estimativa de 3284,8 kg ha⁻¹ de MFF, semelhante ao que foi obtido por BISSO & BARROS (2002) e 4715,6 kg ha⁻¹ MSF. Resultado semelhante de produtividade de MSF foi alcançado no Chile por BERTI et al. (2003) no segundo ano de cultivo, na época de semeadura no mês de outubro (4042 kg ha⁻¹), seguida pela semeadura de agosto (3970 kg ha⁻¹). A maior produtividade de MFF e MSF, na época 1, pode estar associada ao maior número de colheitas realizadas, devido o ciclo ter se prolongado e, principalmente, às condições meteorológicas favoráveis. Pois as temperaturas máximas de final de ciclo na época 1 atingiram valores de 36°C e, na época 3, até 40°C no período de florescimento, o que pode ter colaborado, neste último caso, com o efeito deletério na produção de massa fresca e seca de flores, bem como, no PSS (Tabela 1). Conforme CORRÊA JÚNIOR et al. (1994), altas temperaturas comprometem a produção de flores de calêndula. O menor número de capítulos com sementes e, conseqüentemente, menor peso seco de sementes (PSS) na época 3, pode ser reflexo do efeito negativo das temperaturas na fertilização da flor da calêndula.

No experimento 2 não se constatou diferença significativa do efeito dos diferentes conteúdos de água no substrato nos parâmetros avaliados nas flores, e nem nos capítulos com sementes (Tabelas 3 e 4). A causa mais provável da obtenção desses resultados está relacionada com as elevadas temperaturas do ar ocorrentes no período, pois, na época 3 do experimento 1, (Tabela 1), semeadura de outubro, a mesma desse experimento, obteve-se produções bem inferiores em relação àquelas das outras épocas avaliadas. Desta forma o efeito da temperatura do ar foi mais limitante que o período de 21 dias de déficit de água no substrato para a produção de flores e capítulos com sementes.

Conclusões

As épocas de semeadura mais adequadas para a produção de sementes de calêndula são aquelas realizadas nos meses de abril e junho e para a produção de massa fresca e seca de flores é aquela do mês de abril. Épocas de semeadura muito

tardias, como no mês de outubro, afetam a produção tanto de flores, quanto de sementes.

Deficiência hídrica no substrato por 21 dias não se apresenta como um fator limitante a produção de flores e sementes de calêndula em semeadura no mês de outubro.

Referências

ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: UFSM, 1999. 142 p.

ANGELINI, L.G. et al. Variation in agronomic characteristics and seed oil composition of new oilseed crops in central Italy. **Industrial Crops and Products**, v.6, p.313 - 323, 1997.

BERTI, M.D. et al. Influencia de la fecha de siembra y de la procedência de la semilla em el rendimiento de capítulos de *Calendula officinalis* L. durante dos temporadas em Chillán. **Agricultura Técnica**, v.63, n.1, p.3-9, jan-march, 2003.

BERTI, M.T.; SCHNEITER, A.A. Preliminary agronomic evaluation of new crops for North Dakota. In: JANICK, J.; SIMON, J.E. (eds.). **New crops**. New York :John Wiley and Sons , USA, 1993, p.105-109.

BISSO, F.P. **Composição química e microbiológica de biofertilizantes e aplicação foliar em calêndula**. 2003. 89 f . Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

BISSO, F.P.; BARROS, I.B.I. de. Efeito de biofertilizante na produtividade de Calêndula. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, n.2, jul.,2002. Suplemento 2. CD-Rom. Trabalho apresentado no 42º Congresso Brasileiro de Olericultura, Uberlândia. 2002.

CASTRO, L.O.; CHEMALE, V.M. **Plantas medicinais, condimentares e aromáticas**: descrição e cultivo. Guaíba: Agropecuária, 1995. 196p.

CORRÊA JÚNIOR, C.; MING, L.C.; SCHEFFER, M.C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 162 p.

CROMACK, H.T.H.; SMITH, J.M. *Calendula officinalis*-production potencial and crop agronomy in Southern England. **Industrial Crops and Products**, v.7, n.2, p.223-229, 1998.

FIALLO, V.R.F. et al. Comparación entre 2 cultivares de *Calendula officinalis* L. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, Havana, v.5,n.1, p.14-16, 2000.

GIL, A.B. et al. Extracto acuoso de *Calendula officinalis*. Estudo preliminar de sus

propiedades. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, Havana, v.5, n.1, p.30-31, 2000.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M. de. **Plantas ornamentais no Brasil**: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. 3.ed., Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2001.

MONTANARI JR, I. Aspectos do cultivo comercial de calêndula. **Agroecologia Hoje**, Botucatu, v.2, n.10, abr. 2000.

SANTOS, R.F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.3, p.287-294, 1998.

Tabela 1 – Número (NCS), massa fresca (MFCS) e seca (MSCS) de capítulos com sementes e peso seco de sementes (PSS) limpas (g planta^{-1}) em plantas de calêndula cultivadas em três épocas de semeaduras. Santa Maria – RS, 2005/2006.

Épocas de semeadura	NCS	MFCS	MSCS	PSS
06/04	12,07 b*	15,72 a	6,85 b	4,04 a
23/06	33,23 a	10,41 b	9,18 a	5,31 a
03/10	6,67 c	1,51 c	0,97 c	0,40 b
Média geral	17,3	9,2	5,7	3,3
CV (%)	27,7	51,4	54,8	69

* Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Número de flores (NF), massa fresca (MFF) e seca (MSF) de flores ($\text{g } 0,25\text{m}^{-2}$) em plantas de calêndula cultivadas em três épocas de semeadura. Santa Maria – RS, 2005/2006.

Épocas de semeadura	NF	MFF	MSF
06/04	312,00 b *	821,20 a	117,89 a
23/06	290,50 b	406,06 b	65,21 b
03/10	414,50 a	462,31 b	60,85 b
Média geral	339,0	563,2	81,3
CV (%)	23,73	25,70	31,27

*Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3 – Número (NCS), massa fresca (MFCS) e seca (MSCS) de capítulos com sementes e peso seco de sementes (PSS) limpas (g planta^{-1}) em plantas de calêndula submetidas a quatro conteúdos de água no substrato. Santa Maria – RS, 2005/2006.

Conteúdo de água (%)	NCS	MFCS	MSCS	PSS
100	8,50*	1,60*	1,31*	0,67*
85	8,50	1,12	1,02	0,31
70	4,25	0,52	0,38	0,08
55	2,00	0,36	0,27	0,07
Média geral	5,81	0,9	0,7	0,3
CV (%)	50	116	130	185

*ns, não significativo pelo teste F em 5% de probabilidade

Tabela 4 – Número de flores (NF), massa fresca (MFF) e seca (MSF) de flores (g planta^{-1}), e diâmetro da flor (cm) de plantas calêndula submetidas a quatro conteúdos de água no substrato. Santa Maria – RS, 2005/2006.

Conteúdo de água (%)	NF	MFF	MSF	Diâmetro
100	20,75*	23,83*	3,35*	3,00*
85	31,75	38,30	5,40	3,37
70	24,00	35,61	5,11	3,34
55	24,25	24,91	3,95	2,86
Média geral	25,2	30,7	4,5	3,1
CV (%)	16,5	28,9	39,8	18,6

*ns, não significativo pelo teste F em 5% de probabilidade.

CAPÍTULO VI

AÇÃO DA REDUÇÃO DE IRRIGAÇÃO NOS FLAVONÓIDES PRESENTES EM FLORES DE CALÊNDULA

Resumo

Estudou-se o efeito do conteúdo de água disponível no substrato, sobre a quantidade de flavonóides (Quercetina e Rutina) em flores de calêndula (*Calendula officinalis* L.). As flores foram colhidas de outubro de 2005 a janeiro de 2006, procedentes de um experimento realizado em estufa instalada na Universidade Federal de Santa Maria-UFSM, em Santa Maria (RS). O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro repetições, tendo os tratamentos arranjo fatorial 4x6, sendo quatro os conteúdos de água disponíveis no substrato: 55, 70, 85 e 100% da capacidade de campo. O período de colheita de flores foi de seis semanas e a quantificação dos flavonóides realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). Constatou-se que os teores de Quercetina e Rutina foram afetados pela deficiência hídrica na planta e que a redução do suprimento de água no substrato de 45% e 30% por um período de três semanas após o início do florescimento, favorece a produção de Rutina e Quercetina nas flores.

Palavras-chave : *Calendula officinalis* L, metabólitos secundários, deficiência hídrica

WATER REDUCTION ACTION ON FLAVONOIDS PRESENT IN MARIGOLD FLOWERS

Abstract

It was studied the effect of water content available in the substratum on the quantity of flavonoids (Quercetin and Rutin) in marigold flowers (*Calendula officinalis* L.). Flowers were harvested from October 2005 to January 2006, coming from an experiment carried out in a greenhouse of the Federal University of Santa Maria –

UFSC, in Santa Maria, Rio Grande do Sul state, Brazil. The experimental design was of completely randomized with four replications, in a 4x6 factorial arrangement, and the water contents available in the substratum were 55, 70, 85 and 100% of the field capacity. Flowers were collected during a six-week period and the quantification of flavonoids performed through high efficiency liquid chromatography (HELIC). It was found that Quercetin and Rutin contents were affected as a result of hydric deficiency in the plant and that the water deficit of 45% and 35% for a three-week period after the beginning of flowering favors Rutin and Quercetin production in flowers.

Keywords: *Calendula officinalis* L., secondary metabolites, water deficit.

Introdução

A calêndula (*Calendula officinalis* L.) é uma planta conhecida popularmente como calêndula, bonina, malmequer-do-jardim e maravilha dos jardins. É de ciclo anual, mas em climas temperados pode se comportar como bianual (BERTI et al., 2003). As folhas e os capítulos florais são partes da planta utilizadas como terapêuticas. As folhas são também consumidas como salada. As flores são de coloração variando entre amarelo a alaranjado e constituem-se as partes mais utilizadas em virtude das suas propriedades medicinais, cosméticas e como corantes pela indústria. São utilizadas tanto no estado de matéria fresca como seca.

Os principais efeitos terapêuticos da calêndula são devido à ação revitalizante e cicatrizante, antiviral pelo conjunto de compostos químicos, tais como carotenóides, flavonóides, mucilagem e triterpenos, estes com reconhecida atividade antiinflamatória (DELLA LOGGIA et al., 1994). As inflorescências são capítulos terminais, geralmente solitários e pedunculados, e os frutos do tipo aquênio (CASTRO & CHEMALE, 1995). GIL et al. (2000) mencionam também a ação bactericida contra *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus fecalis*, bem como, o uso como estimulante na atividade hepática, na secreção biliar e no tratamento de úlceras gástricas. Externamente a tintura ou pomadas extraídas da calêndula se aplicam em escaras, úlceras varicosas, erupções cutâneas e tratamento de infecções na pele (LUZ et al., 2001).

O conteúdo dos princípios ativos nas plantas medicinais tem variado em função da temperatura, do tempo de extração, além da influência dos fatores do ambiente de cultivo como fatores ambientais, solo, nutrição, época e horário de

coleta e fase de desenvolvimento das plantas.

A deficiência hídrica é relatada na literatura como um dos fatores que atuam na concentração e nos teores de princípios ativos, principalmente na parte aérea da planta (folhas, flores e frutos). Por exemplo, em plantas de artemísia (*Tanacetum parthenium* L.) com 84 dias, submetidas a supressão de irrigação (DH) por 14, 38, 62 e 82 h em câmara de crescimento e plantas com 147 dias por 18,5, 42,5, 66,5, 90,5 e 114,5 h de supressão de irrigação em casa de vegetação, e seus respectivos controles, foi constatado que nas plantas de 84 dias, submetidas a DH por 38 horas de desidratação (potencial matricial -1,39 MPa), obteve-se um aumento significativo no teor de artemisinina, acumulando 29% a mais do que o tratamento controle (MARCHESE, 1999). As plantas de 147 dias submetidas à DH não apresentaram diferenças significativas de artemisinina em relação aos seus controles, apenas no experimento onde foi realizada uma reidratação após a supressão da irrigação verificou-se um acúmulo significativo de artemisinina (mais de 16% em relação aos tratamentos controles). Provavelmente, essa diferença foi devido aos estádios de desenvolvimento ou idade da planta, uma vez que o efeito da DH varia entre e dentro de espécies e depende, ainda, da velocidade, intensidade e tempo de imposição da DH.

ABREU & MAZZAFERA (2005) ao submeter plantas de hipérico em vasos por 15 dias ao efeito do déficit hídrico, com reposição da água de metade da perda do peso (1g=1ml), encontraram nos ramos, um incremento substancial de 0,3 mg g⁻¹ no tratamento controle, para 1,5 mg g⁻¹ na concentração de rutina e de 1,4 mg g⁻¹ para 2,2 mg g⁻¹ na concentração de Quercetina quando sob deficiência hídrica.

No caso da calêndula, o seu cultivo, utilização e importância econômica vêm crescendo no país e no mundo. Entretanto, ainda existe pouca informação técnico-científica a respeito da influência de fatores abióticos no seu crescimento e composição. Assim, no presente trabalho, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes situações de deficiência hídrica no substrato sobre os metabólitos secundários em suas flores.

Material e Métodos

As flores de calêndula, cultivar Bonina sortida, foram obtidas de um experimento conduzido em estufa localizada no Campo Experimental do

Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS (latitude: 29°43'S, longitude: 53°43'W e altitude: 95 m). A semeadura foi realizada no dia 03/10/2005, em vasos de plástico de cor preta, com capacidade volumétrica de cinco litros, preenchidos com substrato comercial Plantmax. Quando cerca de 50% das plantas tinham mais de seis folhas fez-se o raleio, deixando-se quatro plantas por vaso.

A nutrição das plantas foi realizada através do sistema de irrigação, com uma solução nutritiva com a seguinte composição de sais macronutrientes, em mmol L^{-1} , recomendada para o cultivo do tomateiro (ANDRIOLO, 1999): 6,7 de KNO_3 ; 1,3 de KH_2PO_4 ; 6,0 de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; 1,8 de MgSO_4 . Os micronutrientes foram adicionados conforme solução proposta por Jeannequin (1987) citado por ANDRIOLO (1999), mantendo, permanentemente, o substrato com umidade próxima a capacidade de campo por meio de uma mangueira plástica de 1,5 cm de diâmetro, com um dispositivo para gotejamento em cada vaso. Ao iniciar a restrição hídrica, a irrigação foi manual e realizada individualmente para cada vaso, conforme os tratamentos. A condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva utilizada na fertirrigação foi mantida com o valor entre 1 e 2 dS m^{-1} . O delineamento do experimento foi inteiramente casualizado com quatro repetições, tendo os tratamentos arranjo fatorial: 4x6, sendo quatro conteúdos de água disponível no substrato e seis semanas de colheitas de flores para análise de flavonóides.

Os tratamentos hídricos foram constituídos da irrigação igual à capacidade máxima de conteúdo de água do substrato (100% CA), sendo este a testemunha (T1); 85% da CA (T2); 70% da CA (T3) e 55% da CA (T4). As plantas foram submetidas a um período de 21 dias de restrição hídrica em cada tratamento, exceto na testemunha, a partir da fase de início de formação do botão floral da haste principal, que ocorreu aos 46 dias do ciclo da cultura. Após 21 dias de restrição todas as plantas dos tratamentos T2, T3 e T4 voltaram a ser irrigadas como T1, isto é, à capacidade de campo. O estabelecimento e controle dos diferentes tratamentos foram realizados num conjunto de cinco vasos contendo cada vaso quatro plantas. Para o monitoramento diário da irrigação foi utilizado um lisímetro colocado na parcela testemunha (100%).

As flores foram colhidas sempre pela parte da manhã, acondicionadas em embalagens de papel opaco e, imediatamente, colocadas para secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até atingirem massa constante. Neste momento

era determinada a massa da matéria seca das flores. As flores que não eram imediatamente analisadas permaneceram acondicionadas em sala climatizada (aproximadamente 25°C).

Após a secagem, as flores foram separadas em amostras de 0,300 g, consistindo de quatro repetições por tratamento, sendo cada repetição as flores de uma planta.

Os compostos do metabolismo secundário analisados nas amostras de calêndula foram os flavonóides Rutina e Quercetina. Para análise dos flavonóides, a extração da amostra foi realizada através de metodologia adaptada de JI et al. (2005) para a cultura do *Ginkgo biloba*, utilizando-se pétalas trituradas e refluxadas em metanol por 20 minutos. As amostras foram homogeneizadas manualmente em 10 mL de solução de metanol e água (80:20 v/v). Do extrato bruto, 5 mL foram filtrados através de membrana de 0,45 µm e, posteriormente, passados em colunas C18 (Sep-Pack, Waters Co.). A quantificação de flavonóides foi realizada utilizando-se cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) em um Cromatógrafo marca Gilson (Gilson Medical Eletronics, França), modelo 321, acoplado a um detector UV/VIS marca Gilson, modelo 352. Como fase estacionária foi utilizado coluna de fase reversa MetaSil ODS (5 µm; 150×4,6 mm). Os componentes foram analisados a 254 nm (metodologia adaptada de PIETTA & BRUNO, 1992). O equipamento foi operado em ambiente com temperatura controlada (25 ± 2°C) e os dados cromatográficos foram obtidos e processados pelo sistema Unipoint. Para análise dos flavonóides, como eluentes da fase móvel foram utilizados 0,01% de ácido fosfórico em água (v/v) (eluente A) e acetonitrila (eluente B). O gradiente da fase móvel consistiu de 20 a 50% do eluente B de 0 a 25 min, 50 a 100% de B de 25 a 26 min, e 100% de B até 29 min, com fluxo de 1 ml min⁻¹. A identificação e quantificação dos flavonóides foram realizadas a partir de curvas de calibração, considerando-se os tempos de retenção e as áreas dos picos dos padrões adquiridos comercialmente.

As concentrações de flavonóides e de massa seca de flores foram submetidas à análise de variância e interpretadas pela análise de regressão, adotando-se o maior grau polinomial significativo até o 3º grau pelo método dos polinômios ortogonais, utilizando-se o teste F em 5% de probabilidade. Quando nenhuma função polinomial foi significativa, adotou-se a equação de regressão de maior grau de coeficiente de determinação. Utilizou-se o programa SOC/EMBRAPA

para a análise estatística dos dados.

Resultados e Discussão

Na figura 1 apresenta-se a relação entre o conteúdo de água no substrato, a massa seca de flores e a concentração de flavonóides. Não houve interação entre os tratamentos.

Os diferentes conteúdos de água no substrato influenciaram a produção de biomassa seca das flores e a concentração de Quercetina e Rutina. A concentração de Rutina foi maior em todos os tratamentos em relação a Quercetina, sendo que a Quercetina teve maior concentração quando a disponibilidade de água no substrato foi de 55% e 70%, com valores próximos de 3 mg L^{-1} . As menores concentrações tanto de Rutina quanto de Quercetina ocorreram no tratamento com 85% de água no substrato. Assim, com a maior produção de biomassa de flores nas plantas, houve uma diminuição na concentração de flavonóides. A resposta da planta em relação à produção de metabólitos secundários pode variar, como observaram ABREU & MAZZAFERA (2005) em hipérico. Esses autores constataram que o teor de Rutina aumentou em resposta, tanto à deficiência hídrica, quanto a hipoxia, enquanto a Quercetina teve um aumento significativo somente quando houve deficiência hídrica. BRAY (1997) salienta que em ambientes desfavoráveis, as plantas sofrem diversos estresses abióticos e bióticos, mas observar a resposta da planta para tais situações pode ser importante na melhoria de outras condições, como, por exemplo, um gene que é induzido por causa do déficit hídrico e que tenha propriedades antifúngicas, aumenta a proteção da planta contra o ataque de fungos. GRAY et al. (2003), ao estudar breves períodos de deficiência hídrica no hipérico (*Hypericum perforatum*) verificaram aumentos de até 36% nas concentrações de Rutina nas flores, porém com decréscimos nas concentrações de hiperforinas. Os resultados do presente estudo concordam com HERMS & MATTSON (1992) que sugerem uma relação não linear entre taxa de crescimento e metabolismo secundário.

Nos resultados da figura 2, observou-se que as flores de calêndula, no início da floração, possuem maior teor de Rutina, porém baixo conteúdo de quercetina. Após algumas semanas, ocorre um decréscimo do conteúdo de Rutina a partir da terceira semana, quando foi realizada a reidratação das plantas, e atinge o menor valor na quinta semana, próxima ao final do ciclo, quando ocorre um aumento de

Quercetina. Essa diferença nas concentrações desses metabólitos pode também estar relacionada com a idade e o desenvolvimento da planta (GOBBO-NETO & LOPES, 2007), bem como devido as altas temperaturas registradas nas últimas semanas do ciclo da cultura.

A biomassa de matéria seca das flores foi crescente ao longo do período de colheita, uma vez que a planta emite hastes laterais e aumenta o número de flores planta⁻¹ e, conseqüentemente, aumenta a massa seca. O mesmo não foi observado quando se analisa o efeito do conteúdo de água no substrato, onde a biomassa de matéria seca das flores teve comportamento quadrático, sendo a máxima produção atingida com 72,09% de água no substrato (Figura 1), quando a concentração dos metabólitos foi menor.

Conclusão

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que o suprimento de água no substrato, de 55% e 70% da capacidade de campo, no início do florescimento e por um período de três semanas, favorece a concentração de Rutina e de Quercetina nas flores da calêndula;

As concentrações de Rutina e Quercetina variam ao longo do ciclo da cultura, sendo que a maior concentração nas flores é de Rutina.

Referências

ABREU, I.N. de; MAZZAFERA, P. Effect of water and temperature stress on the content of active constituents of *Hypericum brasiliense* Choisy. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 43, n.3, p.241–248, 2005.

ANDRIOLO, J. L. Fisiologia das culturas protegidas. Santa Maria:UFSM, 1999, 142p.

BERTI, M.D. et al. Influencia de la fecha de siembra y de la procedência de la semilla em el rendimiento de capítulos de *Calendula officinalis* L. durante dos temporadas em Chillán. **Agricultura Técnica**, v.63, n.1, p.3-9, 2003.

BRAY, E. A. Plant responses to water deficit. **Trends in Plant Science**. Reviews, v. 2, n., 2, p.48-54,1997.

CASTRO, L.O.; CHEMALE, V.M. **Plantas medicinais, condimentares e aromáticas**: descrição e cultivo. Guaíba: Agropecuária, 1995. 196p.

DELLA LOGGIA, R. et al. The role of triterpenoids in the topical anti-inflammatory activity of *Calendula officinalis* l. Flower. **Planta Médica**, v.60, p.516-520, 1994.

GIL, A.B. et al. Extracto acuoso de *Calendula officinalis*. Estudio preliminar de sus propiedades. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, Havana, v.5, n.1, p.30-31, 2000.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v.30, n.2, p.374-381, 2007.

GRAY, D.E. et al. Effect of acute drought stress and time of harvest on phytochemistry and dry weight of St. John's Wort leaves and flowers. **Planta Médica**, v. 69, n.11, p.1024- 1030, 2003. [[Medline](#)]

HERMS, D.A.; MATTSON, W.J. The dilemma of plants: to grow or defend. **The Quarterly Review of Biology**, v.67, p.283-335, 1992.

JI, Y.- B. et al. Development, optimization and validation of a fingerprint of *Ginkgo biloba* extracts by high-performance liquid chromatography. **Journal of Chromatography A**, v.1066, p. 97–104, 2005.

LUZ, L.A. de la; FERRADA, C.R.; GOVIN, E.S. Instructivo técnico de *Calendula officinalis*. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, Havana, n.1, p.23-27, 2001.

MARCHESE, J.A. **Produção e detecção de artemisinina em plantas de *Artemisia annua* L. submetidas a estresses abióticos**. 1999. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – UNICAMP, Campinas, SP, 1999.

PIETTA, P.; BRUNO, A. Separation of flavonol-2-o glycosides from *Calendula officinalis* and *Sambucus nigra* by high-performance liquid and micellar electrokinetic capillary chromatography. **Journal of Chromatography**, v. 593, p.165-170, 1992.

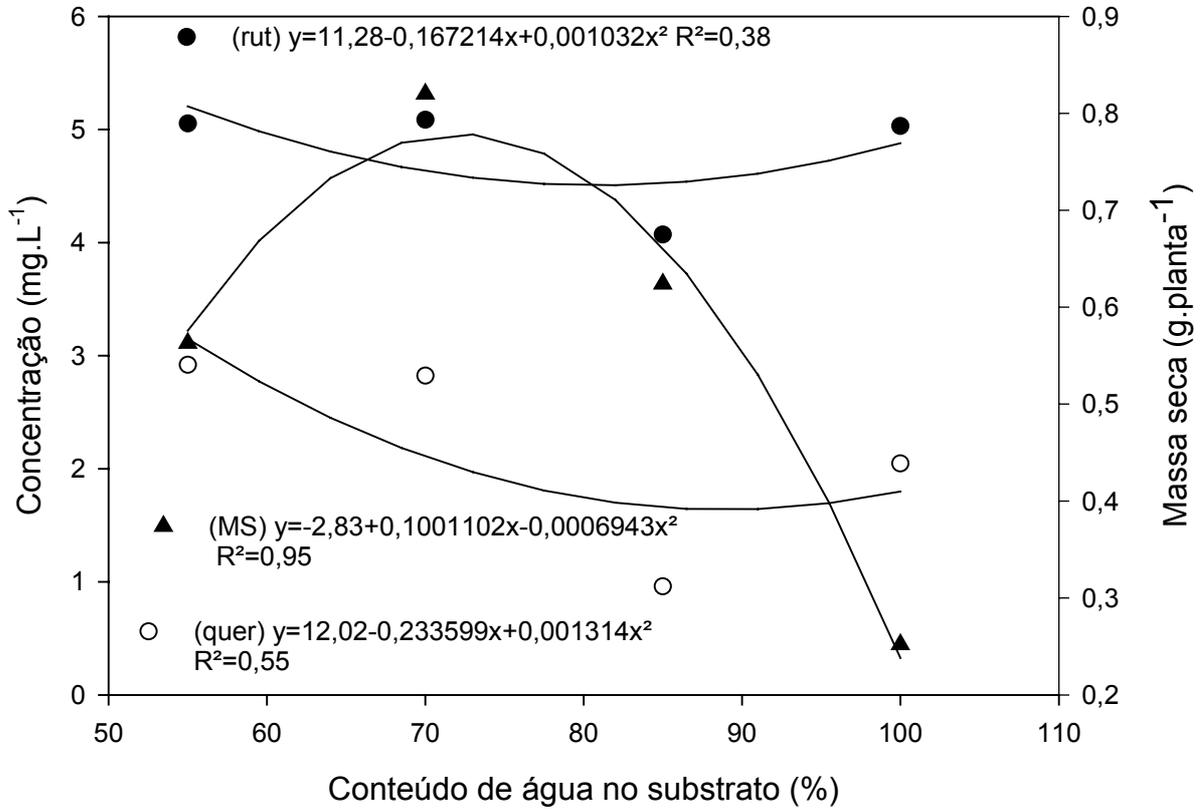


Figura 1- Concentração de Rutina e de Quercetina, em mg L⁻¹ de massa seca de flores de calêndula, em função de quatro conteúdos de água no substrato, durante 21 dias, no início do florescimento. Santa Maria, UFSM, 2006.

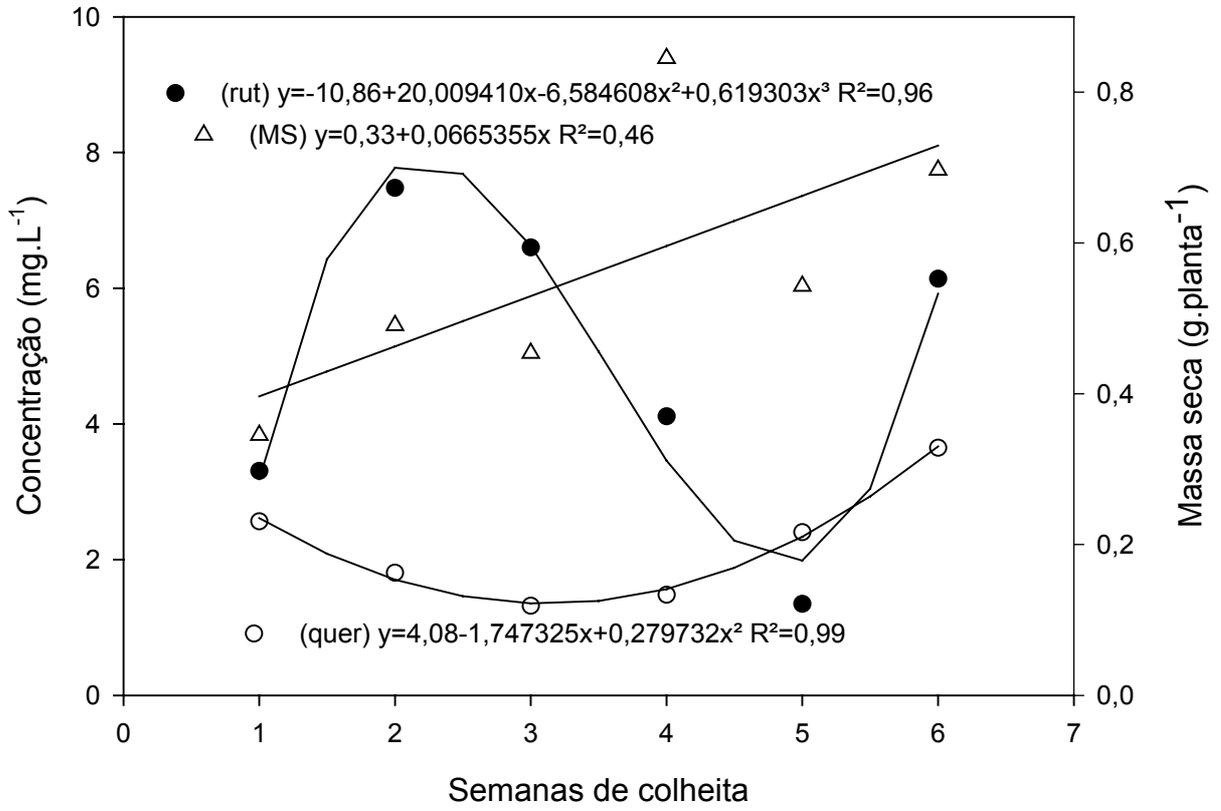


Figura 2 - Concentração de Rutina e de Quercetina, em mg L⁻¹ e de massa seca flores de calêndula, em função de seis semanas de colheita. Santa Maria, UFSM, 2006.

CAPÍTULO VII

ALTERAÇÕES NOS METABÓLITOS SECUNDÁRIOS EM FLORES DE CALÊNDULA CULTIVADA EM DIFERENTES ÉPOCAS

Resumo

No presente trabalho teve-se como objetivo estudar a influência de três épocas de semeadura nas concentrações de flavonóides nas flores de plantas de Calêndula (*Calendula officinalis* L.). Foram realizadas três épocas de semeaduras, respectivamente em 06/04/2005, 23/06/2005 e 03/10/2005. As plantas foram cultivadas em vaso com capacidade de cinco litros e o experimento conduzido em estufa, localizada na UFSM, em Santa Maria (RS). As flores foram colhidas de 12 e 24 plantas, marcadas aleatoriamente nos vasos, respectivamente na época 1, e nas épocas 2 e 3, cada planta representando uma repetição. A quantificação dos flavonóides foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). O conteúdo de Quercetina e Rutina nas flores variou ao longo do desenvolvimento das plantas e nas épocas de cultivo. Os teores mais elevados desses flavonóides ocorreram nas épocas mais quentes. A variação no acúmulo de massa seca de flores foi semelhante nas diferentes épocas de cultivo, mas o acúmulo de flavonóides não foi diretamente proporcional a este crescimento.

Palavras-chave: *Calendula officinalis* L., Quercetina, Rutina.

SECONDARY METABOLITES ALTERATIONS IN FLOWERS OF MARIGOLD CULTIVATED IN DIFFERENT DATES

Abstract

This work aimed to study the influence of three sowing dates on flavonoid concentrations in flowers of marigold plants (*Calendula officinalis* L.). Marigold seeds were sown in three dates, as follows: 04/06/2005, 06/23/2005 and 10/03:2005. Plants were cultivated in five liter capacity vases and the experiment was carried out in a

greenhouse at the Federal University of Santa Maria (UFSM), in Santa Maria, Rio Grande do Sul state, Brazil. Flowers were collected from 12 to 24 plants, randomly identified in the vases, respectively on sowing dates 1, 2 and 3, each plant representing a replication. Flavonoids quantification was performed through high efficiency liquid chromatography (HELIC). Quercetin and Rutin contents in the flowers varied along plant development and within sowing dates. The highest values of these flavonoids occurred in the warmer cultivation dates. Variation in dry matter flower accumulation was similar in the different cultivation dates, but flavonoid accumulation was not directly proportional to this growth.

Keywords: *Calendula officinalis* L., Quercetin, Rutin.

Introdução

A *Calendula officinalis* L. (calêndula, marigold) é uma planta herbácea de ciclo anual, originária da região mediterrânea e, atualmente, cultivada em vários países no mundo. É conhecida como espécie ornamental, com reconhecida importância medicinal, farmacêutica e industrial. A sua composição química inclui óleos essenciais, pigmentos carotenóides, mucilagens, flavonóides, saponinas, resinas, ácidos orgânicos e minerais responsáveis por diversos efeitos farmacológicos (EMBRAPA, 2006).

Com o crescente interesse pela fitoterapia no país, esta espécie pode tornar-se uma alternativa importante para o sul do Brasil, onde as condições climáticas são favoráveis para seu desenvolvimento, principalmente, como planta medicinal a ser cultivada no sistema agricultura familiar.

No cultivo de espécies medicinais além de produção em quantidade de massa seca, deve-se levar em consideração a qualidade e a quantidade de metabólitos secundários de interesse. O conteúdo desses componentes na planta está relacionado, principalmente, com as disponibilidades climáticas, as características químicas e físicas do solo e o manejo do solo e das plantas (FURLAN, 1999). Assim, as variações temporais e espaciais no conteúdo total, bem como as proporções relativas de metabólitos secundários em plantas ocorrem em diferentes níveis (sazonais e diárias; intraplanta, inter e intraespecífica). Apesar da existência de um controle genético, a expressão pode sofrer modificações, resultantes da interação de processos bioquímicos, fisiológicos, ecológicos e

evolutivos, sendo a síntese, freqüentemente, afetada pelas condições ambientais (GOBBO-NETO & LOPES, 2007). Segundo MACIEL et al. (2002), fatores como a idade da planta e época de coleta, também poderão causar modificações nos teores dos constituintes químicos de espécies vegetais.

CARMINA [200-] constataram que os valores percentuais médios de óleo nas sementes de cinco cultivares de calêndula não diferiram significativamente entre anos (1998, 1999 e 2000), cultivares e locais de cultivo, mas o rendimento de ácido calêndico do óleo variou bastante entre anos, evidenciando a interferência das condições meteorológicas nas épocas de cultivo. Quando os dados foram analisados para duas épocas, num mesmo local, ocorreram diferenças na quantidade de ácido calêndico entre cultivares, e houve interação significativa entre cultivares e ano. Resultados com dez genótipos, em dois locais na Europa, mostraram diferenças entre os genótipos, entre os locais quanto ao rendimento de sementes, no óleo e no conteúdo de ácido calêndico. Segundo os autores, possivelmente, seja reflexo do local de crescimento e demonstra a importância do estudo da interação entre genótipos e condições ambientais para identificar o efeito no conteúdo de óleo.

Os resultados mencionados anteriormente evidenciam a importância de quantificar a produção de metabólitos secundários de interesse comercial em plantas medicinais e a sua relação com as disponibilidades climáticas locais e/ou regionais. Em vista disso, neste trabalho, teve-se como objetivo determinar a variação na massa seca e na concentração dos flavonóides Rutina e Quercetina em flores de calêndula (*Calendula officinalis* L.) cultivadas em diferentes épocas de semeadura, nas condições climáticas de Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul.

Material e Métodos

As plantas de calêndula foram cultivadas em vasos de plástico com capacidade volumétrica de cinco litros, preenchidos com substrato comercial Plantmax, instalados no interior de estufa plástica, no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS (latitude: 29°43'S, longitude: 53°43'W e altitude: 95 m).

Quando cerca de 50% das plantas tinham mais de seis folhas fez-se o raleio, deixando-se quatro por vaso. O substrato de cada vaso foi mantido, com umidade

próxima a capacidade de campo por meio de uma mangueira plástica de 1,5 cm de diâmetro, com um dispositivo para gotejamento. A adubação foi realizada por meio de fertirrigação. A solução nutritiva continha a seguinte composição de sais macronutrientes, em mmol L^{-1} , recomendada para o cultivo do tomateiro (ANDRIOLO, 1999): 6,7 de KNO_3 ; 1,3 de KH_2PO_4 ; 6,0 de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; 1,8 de MgSO_4 . Os micronutrientes foram adicionados conforme solução proposta por Jeannequin (1987) citado por ANDRIOLO (1999). A condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva utilizada foi mantida com o valor entre 1 e 2 dS m^{-1} .

A temperatura do ar no interior da estufa foi registrada com o auxílio de um termohigrógrafo. A temperatura média diária (T_m) foi calculada somando-se os valores de temperatura coletados de duas em duas horas ($T_{0h} + T_{2h} + \dots + T_{20h} + T_{22h}$)/12 e dividindo-se pelo número de observações.

A soma térmica diária (ST_d) e a soma térmica acumulada (ST_a) desde a emergência de 50% das plântulas foram calculadas, respectivamente, pelas equações: $ST_d = T_m - T_b$ e $ST_a = \sum ST_d$, em que T_b é a temperatura base de crescimento. Neste caso considerou-se T_b , a temperatura de 8°C .

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Foram estudadas separadamente três épocas de semeadura (época 1: 06/04/2005; época 2: 23/06/2005 e época 3: 03/10/2005) e colheita de plantas após a emergência (DAE), em dias (93, 99, 108, 113, 120, 124, 130, 134, 37, 141 e 148 na época 1), (86, 90, 97, 101, 107, 114, 118, 121, 126, 129, 133, 136, 141, 149 na época 2), (59, 63, 68, 73, 79, 82, 87, 93 na época 3).

As flores foram colhidas de 12 e 24 plantas, marcadas aleatoriamente nos vasos, respectivamente na época 1, e nas épocas 2 e 3, cada planta representando uma repetição.

Para avaliar o efeito das idades de colheita, as flores foram colhidas sempre pela parte da manhã, acondicionadas em embalagens de papel opaco e, imediatamente, colocadas para secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até atingirem massa constante e determinado a massa da matéria seca. As flores que não eram imediatamente analisadas, permaneciam acondicionadas em sala climatizada (aproximadamente 25°C).

Após a secagem, as flores foram separadas em amostras de 0,300 g. Os compostos do metabolismo secundário analisados nas amostras de calêndula foram os flavonóides Rutina e Quercetina. Para análise dos flavonóides, a extração

da amostra foi realizada através de metodologia adaptada de JI et al. (2005) para a cultura do *Ginkgo biloba*, utilizando-se pétalas trituradas e refluxadas em metanol por 20 minutos. As amostras foram homogeneizadas manualmente em 10 mL de solução de metanol e água (80:20 v/v). Do extrato bruto, cinco mL foram filtrados através de membrana de 0,45 μm e, posteriormente, passados em colunas C18 (Sep-Pack, Waters Co.). A quantificação de flavonóides foi realizada utilizando-se cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), em um Cromatógrafo marca Gilson (Gilson Medical Eletronics, França), modelo 321, acoplado a um detector UV/VIS marca Gilson, modelo 352. Como fase estacionária foi utilizado coluna de fase reversa MetaSil ODS (5 μm ; 150 \times 4,6 mm). Os componentes foram analisados a 254 nm (metodologia adaptada de PIETTA & BRUNO, 1992). O equipamento foi operado com temperatura controlada ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) e os dados cromatográficos foram obtidos e processados pelo sistema Unipoint. Para análise dos flavonóides, como eluentes da fase móvel foram utilizados 0,01% de ácido fosfórico em água (v/v) (eluente A) e acetonitrila (eluente B). O gradiente da fase móvel consistiu de 20 a 50% do eluente B de 0 a 25 min, 50 a 100% de B de 25 a 26 min, e 100% de B até 29 min, com fluxo de 1ml min^{-1} . A identificação e quantificação dos flavonóides foram realizadas a partir de curvas de calibração, considerando-se os tempos de retenção e as áreas dos picos dos padrões adquiridos comercialmente.

As concentrações de flavonóides e de massa seca de flores foram submetidos à análise de variância e interpretados pela análise de regressão, adotando-se o maior grau polinomial significativo até o 3º grau pelo método dos polinômios ortogonais, utilizando-se o teste F em 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa SOC/EMBRAPA para a análise estatística dos dados.

Resultados e Discussão

Obteve-se, para as diferentes épocas de semeadura, conseqüentemente de desenvolvimento, efeitos diferenciados nas concentrações de flavonóides nas flores de calêndula ao longo de seu ciclo, mas em todas as épocas estudadas, verificou-se que a Rutina apresentou teores maiores em relação ao da Quercetina.

Nas plantas da época 1 foram obtidas médias no teor de Rutina de até $12,7\text{mg L}^{-1}$ (Figura 1a) e nas plantas da época 2 e 3, respectivamente $11,12\text{ mg L}^{-1}$ (Figura 2 a) e $17,1\text{mg L}^{-1}$ (Figura 3 a). Portanto, para os teores máximos alcançados

houve um incremento de 65% na época 3, em relação a época 2. CURADO et al. (2006), estudando arnica da serra (*Lychnophora ericoides*) proveniente de duas localidades do Cerrado brasileiro, identificaram diferentes teores e concentrações de óleos essenciais e constataram que o período de coleta no ano interferiu nesses parâmetros. Observaram uma correlação significativa entre os componentes dos óleos e os fatores edáficos dos locais de coleta, sendo os fatores ambientais responsáveis pela quimiovariação.

Observa-se na época 1 (Figura 1a) que os teores de Rutina foram crescentes ao longo do ciclo das plantas, diferentemente da Quercetina que teve teores menores no mesmo período, não superiores a $4,5 \text{ mg L}^{-1}$. Apesar das reações serem diversas, o crescimento em massa seca de flores teve uma resposta cúbica, com um incremento maior no início do ciclo e diminuindo após 120 dias após a emergência (DAE). Isto ocorreu, possivelmente, devido ao menor acúmulo de STa no período (de $1228,08$ a $1400,42^\circ\text{C dia}$). As temperaturas médias nesse período não ultrapassaram os 15°C , prejudicando o crescimento de flores e, possivelmente, interferindo também nos teores de flavonóides, pois em culturas como o morango, WANG & ZHENG (2001) verificaram que temperaturas baixas, em torno de 18°C , diminuem os teores de flavonóides nos frutos. Resultados similares foram verificados na época 2 (Figura 2a) quando, após os 107 DAE, ocorreu um decréscimo no acúmulo de massa seca de flores, período em que as temperaturas médias se encontravam em 20°C , e a STa diária não ultrapassou os 8°C dia^{-1} . Na retomada do crescimento as temperaturas médias eram superiores a 25°C e a STa de $18^\circ\text{C dia}^{-1}$. Estes fatores relacionados com a temperatura do ar podem ter colaborado com o comportamento linear decrescente tanto da Rutina quanto da Quercetina, sendo que o metabolismo da planta no final do ciclo, com o aumento da temperatura, disponibilizou os recursos já escassos para a respiração e a manutenção dos processos do metabolismo primário, sugerindo uma relação não linear entre a taxa de crescimento e o metabolismo secundário (HERMS & MATTSON, 1992; LARCHER, 1995)

Na época 3 (Figura 3a) verifica-se que houve um aumento linear nos teores de Rutina ao longo do ciclo das plantas, enquanto a Quercetina teve uma variação, tendo maiores teores depois dos 65 DAE, mas decrescendo aos 75 dias, acompanhando a curva de crescimento das flores (Figura 3b).

As temperaturas médias do ar na época 3, no período compreendido dos 73

aos 93 DAE foram de 27,4°C, provavelmente tenham influenciado negativamente nos teores da Quercetina, em detrimento dos da Rutina que aumentou linearmente, pois a STa no período foi de 368,5°C, mas, comparativamente às demais épocas estudadas, os teores dos flavonóides foram superiores. Resultados semelhantes foram obtidos durante o crescimento do morangueiro, onde o aumento das temperaturas, principalmente noturnas (30°C dia/22°C noite), evidenciaram um aumento significativo dos teores de flavonóides nos frutos e na sua atividade antioxidante (WANG & ZHENG, 2001).

A massa seca de flores da época 3 não atingiu 0,7 g planta⁻¹, bem inferior as demais épocas, 1,2 e 1,5 g planta⁻¹, respectivamente para a época 1 e 2. Essa redução na massa seca de flores, possivelmente, esteja associada ao efeito das temperaturas médias e máximas mais elevadas no período que tiveram um efeito deletério no crescimento.

Conclusões

Em função dos dados obtidos conclui-se que:

- os teores de Quercetina e Rutina variam ao longo do desenvolvimento das plantas e nas épocas de cultivo, com teores mais elevados nas épocas mais quentes;
- o acúmulo de massa seca de flores apresenta tendência semelhante nas diferentes épocas de cultivo, mas o acúmulo de flavonóides não é diretamente proporcional a este crescimento.

Referências

ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: UFSM, 1999, 142 p.

CARMINA. Department for Environment, Food and Rural Affairs. **Research and development**. [200-]. Disponível em: defra.gov.uk/farm/crops/industrial/research/reports/NF_0503.pdf. Acesso em: 23 jun. 2007.

CURADO, M. A. et al. Environmental factors influence on chemical polymorphism of the essential oils of *Lychnophora ericoides*. **Phytochemistry** v.67, p.2363–2369, 2006.

EMBRAPA. **Calêndula. Série plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. Corumbá/MS, 2006. Disponível em: www.campinas.snt.embrapa.br/plantas

Medicinais/calendula.pdf. Acesso em: 2 out. 2007.

FURLAN, M.R. **Cultivo de plantas medicinais**. Cuiabá: SEBRAE/MT, 1999, 146p. (Coleção Agroindústria, v.13).

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v.30, n.2, p.374-381, 2007.

HERMS, D.A.; MATTSON, W.J. The dilemma of plants: to grow or defend. **The Quarterly Review of Biology**, v.67,n.3, p.283-335, 1992.

JI, Y.- B. et al. Development, optimization and validation of a fingerprint of *Ginkgo biloba* extracts by high-performance liquid chromatography. **Journal of Chromatography A**, v.1066, p. 97–104, 2005.

LARCHER, W. **Physiological Plant Ecology**. 3.ed, Springer: Heidelberg, 1995. 506p.

MACIEL, M.A.M. et al. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Química Nova**, v.25, n.3, p.429-438, 2002.

PIETTA, P.; BRUNO, A. Separation of flavonol-2-o glycosides from *Calendula officinalis* and *Sambucus nigra* by high-performance liquid and micellar electrokinetic capillary chromatography. **Journal of Chromatography**, v.593, p.165-170, 1992.

WANG, S.Y.; ZHENG, W. Effect of plant growth temperature on antioxidant capacity in Strawberry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Chicago, v. 49, p. 4977-4982, 2001.

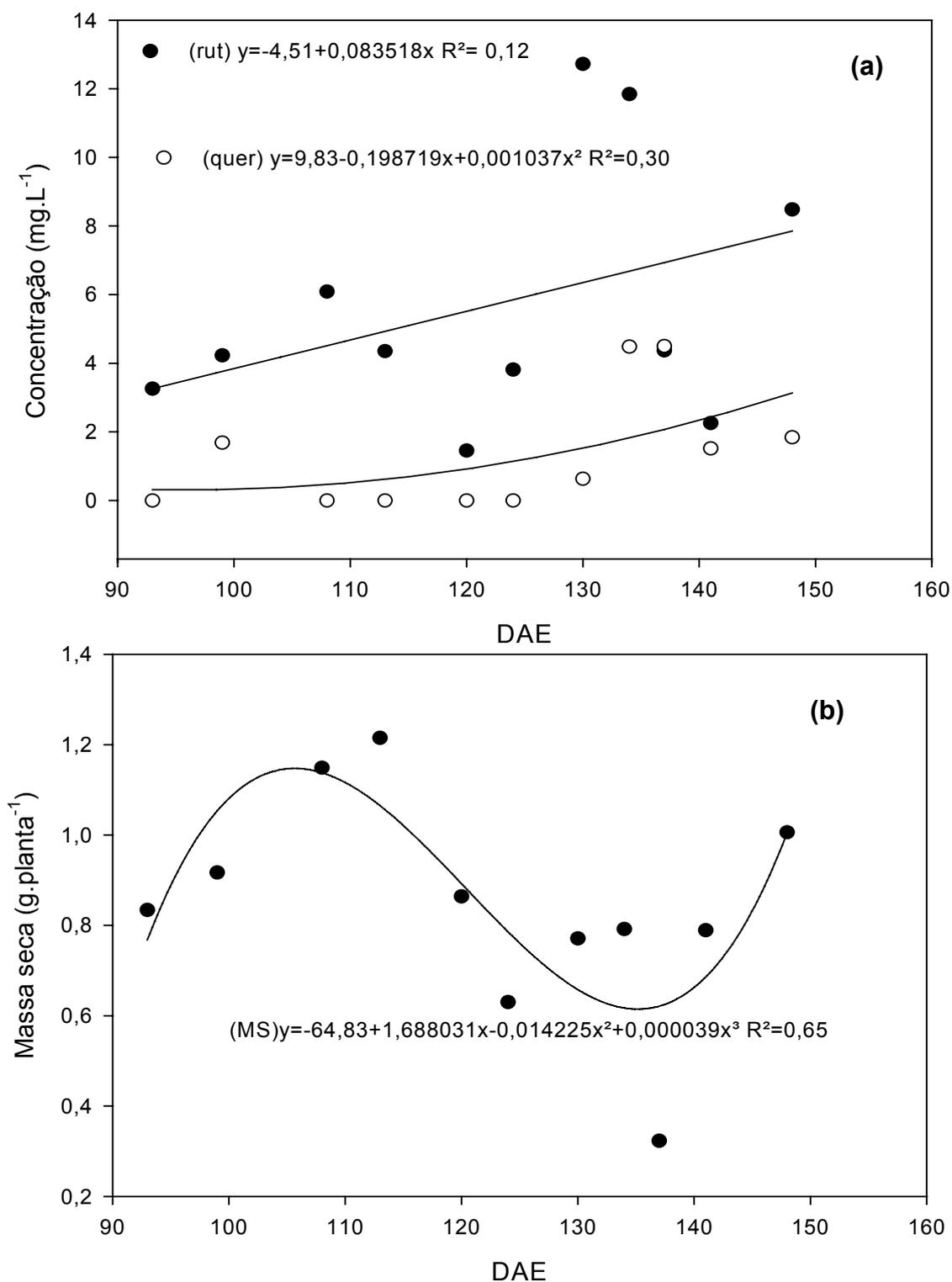


Figura 1 - Concentração de Rutina e de Quercetina, em mg L⁻¹ (a) e de massa seca de flores de calêndula (b) dias após a emergência (DAE) em semeadura realizada em 06/04/2005. Santa Maria, RS, 2006.

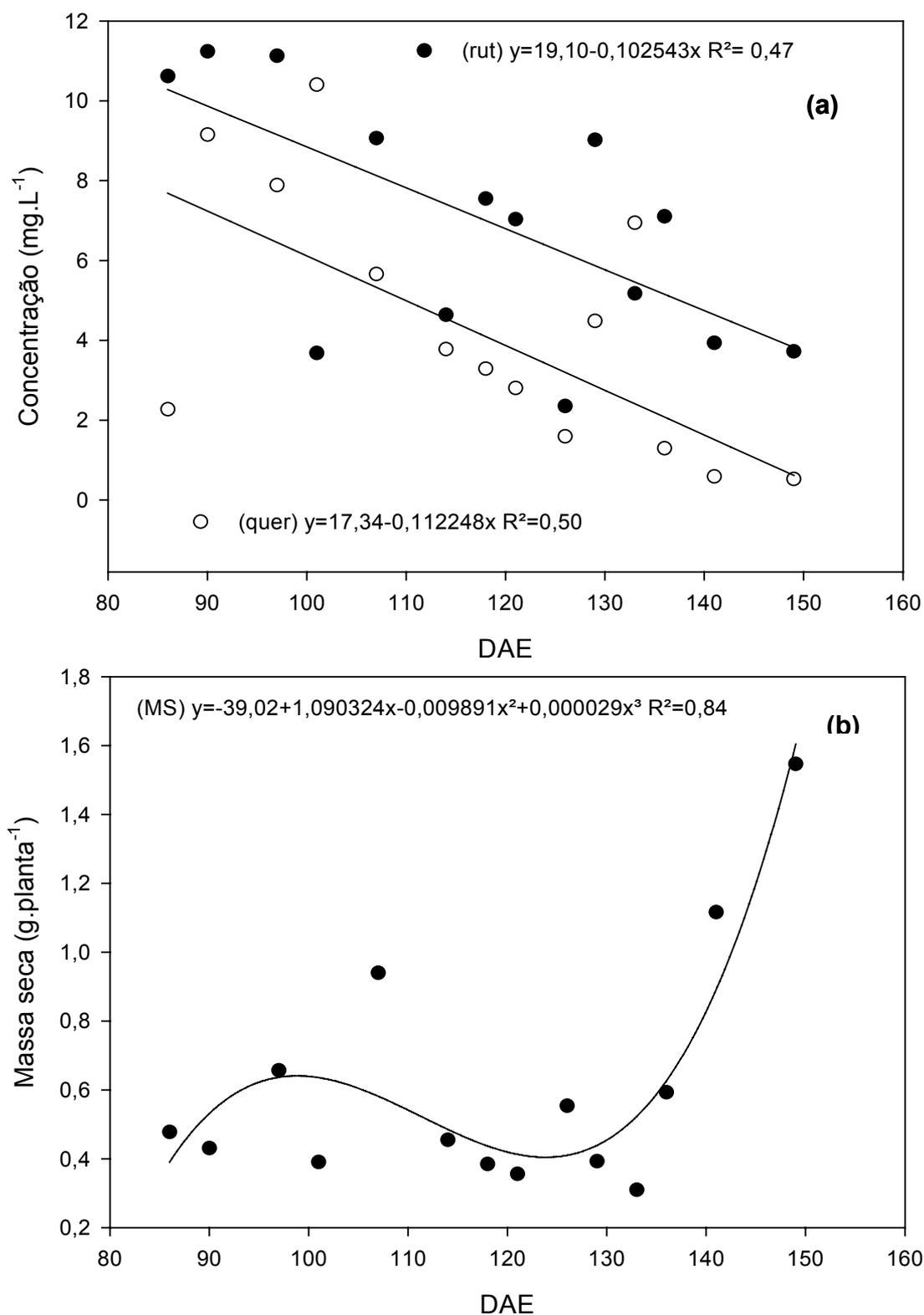


Figura 2 - Concentração de Rutina e de Quercetina, em mg L⁻¹ (a) e de massa seca de flores de calêndula (b) dias após a emergência (DAE) em sementeira realizada em 23/06/2005. Santa Maria, RS, 2006.

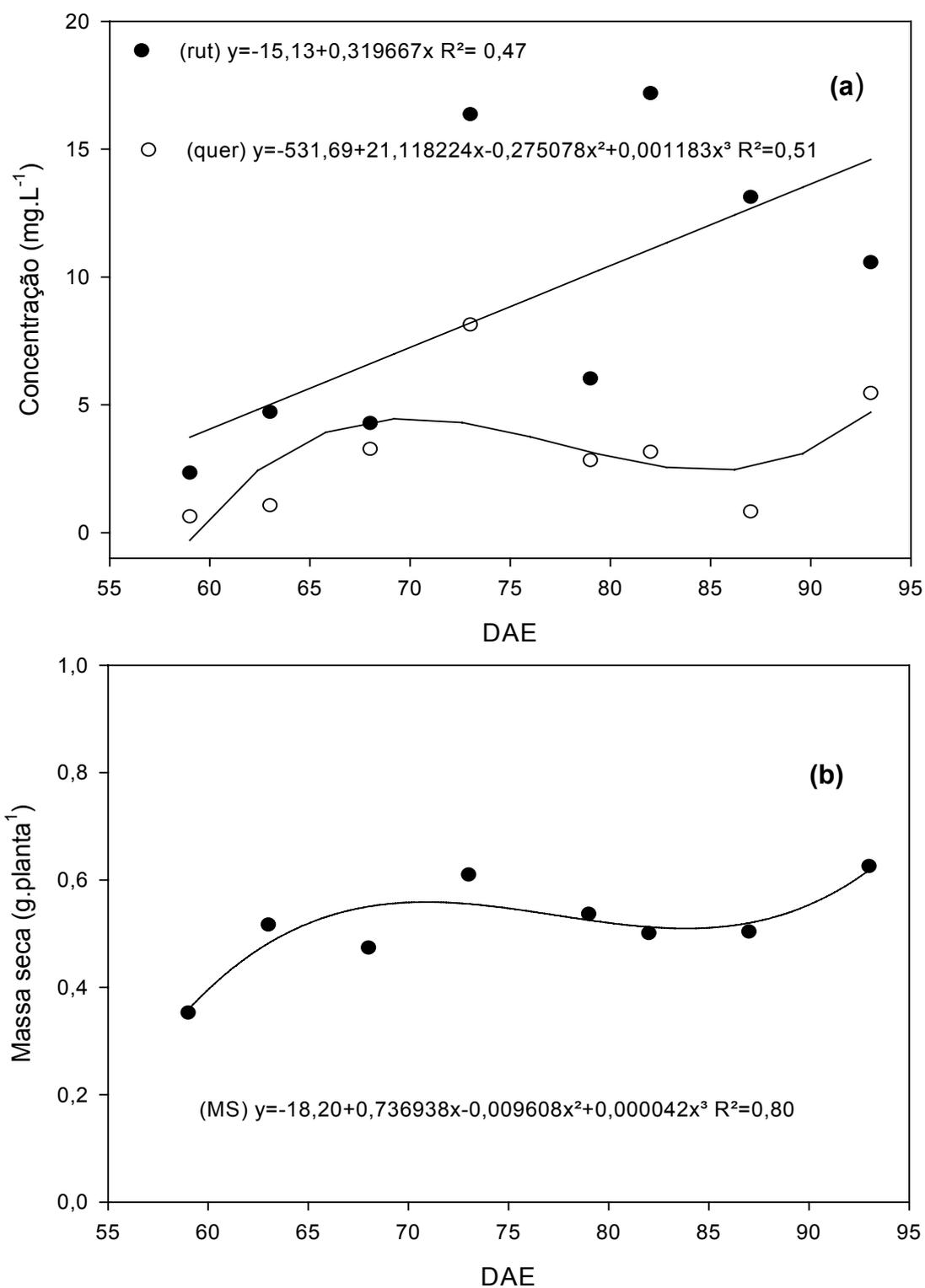


Figura 3 - Concentração de Rutina e de Quercetina, em mg.L⁻¹ (a) e de massa seca de flores de calêndula (b) dias após a emergência (DAE) em sementeira realizada em 03/10/2005. Santa Maria, RS, 2006.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente demanda na utilização de plantas medicinais no mercado e o seu cultivo incipiente, tem desafiado a pesquisa na busca de conhecimento científico para auxiliar no desenvolvimento de tecnologias de produção de matéria prima de qualidade e em quantidade. Dentre as plantas medicinais, a calêndula (*Calendula officinalis* L.), é uma planta versátil, com inúmeras aplicações tanto na área da farmacologia para a produção de fitoterápicos, quanto na alimentícia, cosmética e industrial, tornando-se uma alternativa em um sistema de produção agrícola.

Os resultados obtidos no presente trabalho permitiram constatar que:

- a temperatura mais apropriada para a sua germinação foi de 20°C, independente da presença ou ausência de luz, e temperaturas superiores a 30°C foram prejudiciais ao desenvolvimento das plântulas;

- as épocas de semeadura nos meses de abril e junho, em Santa Maria-RS, foram as mais favoráveis, principalmente no incremento de massa seca, tanto nas folhas quanto nas hastes, bem como na produção de sementes;

- para a produção de massa fresca e seca de flores a época de semeadura mais indicada foi a do mês de abril;

- épocas de semeadura muito tardias, como no mês de outubro, quando as temperaturas do ar já são mais elevadas, causam um efeito deletério no crescimento, afetando a produção tanto de flores, quanto a de sementes;

- a redução da disponibilidade hídrica no substrato no início do florescimento das plantas e por um período de 21 dias não se constituiu um fator limitante à produção de flores e sementes na semeadura do mês de outubro, induzindo à concluir que a planta é resistente a um período curto de deficiência hídrica, nessa fase de seu desenvolvimento, e que as temperaturas elevadas têm um efeito negativo no desenvolvimento da planta de calêndula;

- nas flores colhidas no período quente do ano, os teores de Quercetina e Rutina foram mais elevados e o acúmulo de massa seca de flores apresentou tendência semelhante nas diferentes épocas de cultivo, mas o acúmulo de flavonóides não foi diretamente proporcional a este crescimento;

- as plantas submetidas a um suprimento hídrico no substrato, de 55% e 70% da capacidade de campo, no início do florescimento e por um período de três

semanas, foram favorecidas na produção de concentração de Rutina e de Quercetina.

Baseado nestes resultados pode-se oportunizar aos agricultores do Estado do Rio Grande do Sul uma opção de escolha para épocas de semeadura da calêndula, visando produção de massa seca e fresca de flores, de sementes ou de flavonóides, quercetina e rutina. Temperaturas do ar elevadas como as que ocorrem nas Regiões Climáticas da Depressão Central, Missões e Alto e Baixo Vale do Uruguai, as mais quentes do Estado, nos meses de verão, têm um efeito deletério sobre o crescimento da cultura. Entretanto, onde as temperaturas do ar, nessa época do ano, não são tão elevadas, como no caso das Regiões Climáticas da Serra do Nordeste e nas partes de maior altitude do Planalto é possível estender sua semeadura também nessa estação. Assim, a cultura da calêndula pode tornar-se uma alternativa viável dentro do sistema agrícola de produção, principalmente, por ter-se mostrado resistente a um curto período de deficiência hídrica.

Sugere-se, ainda, que novos experimentos sejam desenvolvidos a campo com outras cultivares e, também, com níveis de deficiência hídrica durante várias fases do desenvolvimento da cultura, para evidenciar o período mais crítico para a produção tanto de flores quanto de sementes.

REFERÊNCIAS

AGAREZ, F.V.; PEREIRA, C.; RIZZINI, C.M. **Botânica**: taxonomia, morfologia e reprodução dos angiospermae, chaves para determinação das famílias. 2.ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1994. 256 p.

ANGELINI, L.G. et al. Variation in agronomic characteristics and seed oil composition of new oilseed crops in central Italy. **Industrial Crops and Products**, v.6, p.313 - 323, 1997.

ARCEGO, M.S.C. **Plantas medicinais no controle de doenças no gado leiteiro**. 2005. Disponível em: http://www.biodiversidade.rs.gov.br/arquivos/1161520111Plantas_Medicinais_no_controle_de_doencas_em_gado_leiteiro.pdf. Acesso em: 20 jun. 2007.

BALBACH, A. **As plantas curam**. São Paulo: MVP, 1968.

BALDUCCI-ROSLINDO, E.; SILVÉRIO, K.G.; MALAGOLI, D.M. Processo de reparo em feridas de extração dentária em camundongos tratados com o complexo *Symphytum officinale* e *Calendula officinalis*. **Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo**, v. 13, n. 2, p. 181-187, abr.-jun. 1999.

BAUMANN, L.S. Cosmeceutical critique: Calendula. (Dermatologic Therapy). **Skin & Allergy News**, v.34,n.1, p.17, 2003.

BERTI, M.D. et al. Influencia de la fecha de siembra y de la procedência de la semilla em el rendimiento de capítulos de *Calendula officinalis* L. durante dos temporadas em Chillán. **Agricultura Técnica**, v.63, n.1, p.3-9, jan-march, 2003.

BITTENCOURT, J.F.N. et al. Maturação fisiológica de sementes de girassol cv. Contisol. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 13, n. 2, p. 81-85, 1991.

CARMINA. Department for Environment, Food and Rural Affairs. **Research and development**. [200-]. Disponível em: defra.gov.uk/farm/crops/industrial/research/reports/NF_0503.pdf. Acesso em: 23 jun. 2007.

CARVALHO, L.M. de et al. Disponibilidade de água no solo e crescimento de artemísia. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.4, p.726-730, out.-dez., 2003.

CARVALHO, J.C.T. et al. **Formulário Médico** – Farmacêutico de Fitoterapia, 2.ed. São Paulo: Pharmabooks, 2005.

CASTRO, L.O.; CHEMALE, V.M. **Plantas medicinais, condimentares e aromáticas**: descrição e cultivo. Guaíba: Agropecuária, 1995. 196p.

CROMACK, H.T.H.; SMITH, J.M. Calendula officinalis – production potential and crop agronomy in southern England. **Industrial Crops and Products**, v.7,n.2, p.223-229, 1998.

CURADO, M. A. et al. Environmental factors influence on chemical polymorphism of the essential oils of *Lychnophora ericoides*. **Phytochemistry**, v.67, n.21, p.2363–2369, 2006.

DERKSEN, J.T.P.; CUPERUS, F.P.; KOLSTER, P. Paints and coatings from renewable resources. **Industrial Crops and Products**, v.3, n.4, p. 225 - 236, 1995.

FARIAS, M.F. de ; SAAD, J.C.C. Crescimento e qualidade de crisântemo cultivado em vaso sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.3, p.740-742, jul.-set., 2005.

FURLAN, M. R. **Cultivo de plantas medicinais**. Cuiabá: SEBRAE/MT, 1999. 146p (Coleção Agroindústria, v.13).

GIL, A.B. et al. Extracto acuoso de *Calendula officinalis*. Estudio preliminar de sus propiedades. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v.5,n.1, p.30-31, 2000.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Quimica Nova**, v.30, n.2, p.374-381, 2007.

GOVIN, E. S. et al. Influencia de los abonos orgánicos y biofertilizantes en la calidad de las especies medicinales *Calendula officinalis* L. y *Matricaria recutita* L. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v.10, n.1, p.0-0, ene-abr. 2005.

IZQUIERDO, N. et al. Night temperature affects fatty acid composition in sunflower oil depending on the hybrid and the phenological stage. **Field Crops Research**, v. 77, n.2, p.115–126, 2002.

JIMÉNEZ-MEDINA, E. et al. A new extract of the plant *Calendula officinalis* produces a dual *in vitro* effect: cytotoxic anti-tumor activity and lymphocyte activation. **BMC Cancer**, v.6:119, 2006. Disponível em: <http://www.biomedcentral.com/1471-2407/6/119>. Acesso em: 11 jul. 2007.

KALVATCHEV, Z.; WALDER, R.; GARZARO, D. Anti – HIV activity of extracts from *Calendula officinalis* flowers. **Biomed & Pharmacother**, v.51, n.4, p.176-180, 1997.

LARCHER, W. **Physiological Plant Ecology**. 3.ed, Springer: Heidelberg, 1995. 506p.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M de. **Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 3. ed., Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2001.

LUZ, L. A. de la; FERRADA, C. R.; GOVIN, E. S. Instrutivo Técnico de *Calendula officinalis*. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, Havana, v.6, n.1, p.23-27, ene-abr. 2001.

MAPA. **Mapa poderá certificar produção de plantas medicinais**. (17/10/2006) Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/publicacao=8795>. Acesso em: 3 out. 2007.

MAPELI, N.C. et al. Produção de biomassa e de óleo essencial dos capítulos florais da camomila em função de nitrogênio e fósforo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.32-37, jan.-mar. 2005.

MARCHESE, J.A. **Produção e detecção de artemisinina em plantas de *Artemisia annua* L. submetidas a estresses abióticos**. 1999. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – UNICAMP, Campinas, SP, 1999.

MARTINS et al. **Plantas Medicinais**. Viçosa: UFV, 2000.

MONTANARI JR, I. Aspectos do cultivo comercial de calêndula. **Agroecologia Hoje**, Botucatu-SP, v.1, n.2, p.24-25, abr. 2000.

MOREIRA, P.A. et al. Desenvolvimento vegetativo e teor foliar de macronutrientes da calêndula (*Calendula officinalis* L.) adubada com nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v.8, n.1, p.18-23, 2005.

MUUSE, B.G. et al. Composition and physical properties of oils from new oilseed crops. **Industrial Crops and Products**, v.1, p.57-65, 1992.

OLIVEIRA JÚNIOR, A. C. et al. Teor e rendimento de óleo essencial no peso fresco de arnica, em função de calagem e adubação. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.3, p.735-739, jul.-set., 2005.

PANIZZA, S. **Plantas que curam: cheiro de mato**. 27.ed. São Paulo: Ibrasa, 1997.

RAMOS, M.B.M. et al. Produção de capítulos florais em função de populações de plantas e da incorporação ao solo de cama-de-aviário. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, p.566-572, jul. - set. 2004.

SARTORI, L.R. et al. Atividade antiinflamatória do granulado de *Calendula officinalis* L. e *Matricaria recutita* L. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.13, supl., p.17-19, 2003.

SARTÓRIO, M.L. et al. **Cultivo orgânico de plantas medicinais**. Viçosa, MG:Aprenda Fácil, 2000. 260 p.

SILVA, P.R.F et al. Densidade e arranjo de plantas de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.6, p.797-810, 1995.

SCHULTZ, A. **Introdução à botânica sistemática**. 5.ed. Porto Alegre:Sagra UFRGS,1990. v.2

SILVEIRA, M. A.M.; VILLELA, F.A.;TILLMANN, M.A.A. Maturação fisiológica de sementes de calêndula (*Calendula officinalis* L.) **Revista brasileira de Sementes**, Pelotas, v.24, n.2, 2002.

SOUZA, J.R.P. de et al. Ação do estresse térmico na sobrevivência de mudas e produção de camomila originadas de sementes importadas e nacionais. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.2, p.233-236, abr.-jun., 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Tradução: Santarém, E. R. et al. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TESKE, M.; TRENTINI, A. M. **Herbarium**: compêndio de fitoterapia. 3. ed. Curitiba: Herbarium, 1995. p.66-68.

UNGARO, M.R.G. et al. Influência da temperatura do ar na composição de aquênios de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.4, abr. 1997.

UNGARO, M.R.G et al. Parâmetros fisiológicos, produção de aquênios e fitomassa de girassol em diferentes épocas de cultivo. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.2, p.205-211, 2000.

WENDT, S. B.T. **Comparação da eficácia da calêndula e do óleo de girassol na cicatrização por segunda intenção de feridas em pequenos animais**. 2005. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

WATSON, L.,; DALLWITZ, M.J. **The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval**. 1992. Disponível em: <http://delta-intkey.com>. Acesso em: 22 jun. 2007.

WHO (World Health Organization). **Monographs on selected medicinal plants**. v. 2. GENEVA, 2002. Disponível em: <http://whqlibdoc.who.int/publications/2002/9241545372.pdf> . Acesso em: 15 out. 2007.

ZACHÉ, J. Ao natural. **Isto É**, 06 jun. 2001. Disponível em: http://www.cfm.org.br/clipping/Ano_2001/06-2001/03-06-2001/isto_e.htm> Acesso em: 30 ago. 2003.

APÊNDICES



Apêndice a – Vista geral dos experimentos de épocas de semeadura em 06/04 (A) e em 23/06 e 03/10/2005 (B); detalhe de plântula de calêndula (C) e de planta adulta (D), Santa Maria,RS, 2005.



Apêndice b – Inflorescências e capítulos com sementes de calêndula. Santa Maria, RS. 2005/2006