

**EFEITO DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA UTILIZANDO ESTERCO DE AVES E
ESTERCO BOVINO CURTIDO ASSOCIADO COM LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM
Chamomilla recutita (L.) Rauschert**

CATARINY CABRAL ALEMAN

**EFEITO DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA UTILIZANDO ESTERCO DE AVES E
ESTERCO BOVINO CURTIDO ASSOCIADO COM LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM
Chamomilla recutita (L.) Rauschert**

CATARINY CABRAL ALEMAN

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Área de Concentração: Produção Vegetal

Orientador: Patrícia Angélica Alves Marques

631.86 A367e	<p>Aleman, Catariny Cabral. Efeito da adubação orgânica utilizando esterco de aves e esterco bovino curtido associado com lâminas de irrigação em <i>Chamomilla recutita</i> (L.) Rauschert / Catariny Cabral Aleman. – Presidente Prudente, 2011. 58 .f.</p> <p>Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE: Presidente Prudente – SP, 2011.</p> <p>Bibliografia Orientador: Patrícia Angélica Alves Marques</p> <p>1.Planta medicinal. 3. Estresse hídrico. 4. Adubação orgânica. I. Título.</p>
-----------------	---

CATARINY CABRAL ALEMAN

**EFEITO DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA UTILIZANDO ESTERCO DE AVES E
ESTERCO BOVINO CURTIDO ASSOCIADO COM LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM
Chamomilla recutita (L.) Rauschert**

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de
Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do
Oeste Paulista, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em Agronomia

Presidente Prudente, 16 de Novembro 2011.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Patricia Angélica Alves Marques
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE
Departamento de Biossistemas-ESALQ/USP

Prof. Dr. Fernando Campos Mendonça
Departamento de Biossistemas-LEB
ESALQ/USP

Prof. Dr. Carlos Sérgio Tiritan
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE
Presidente Prudente-SP

AGRADECIMENTO

A realização deste trabalho deve agradecimentos a muitas pessoas por diferentes motivos.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do estado de São Paulo – FAPESP por ter concedido a bolsa de mestrado e proporcionado a continuidade da pesquisa com plantas medicinais.

À minha orientadora Prof. Dra. Patricia Angélica Alves Marques pela amizade, pelos conselhos, pela humildade e pelos ensinamentos passados.

À Prof. Dra. Ana Cláudia Pacheco Santos pelo incentivo à realização desta pesquisa.

À todos os professores que estiveram presentes nesta caminhada e que acreditaram em mim.

À Edna Antônia Torquato de Agostini, Márcia Guaberto, Lindaura Helena da Silva e Viviane por quem tenho muito carinho e admiração por todo empenho e ajuda prestada para conclusão deste trabalho.

À Keid Kruger pelo carinho e por me ajudar sempre que necessário.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho em primeiro lugar a Deus, por ter me dado força para alcançar meus objetivos e por estar sempre a meu lado, me guiando pelos caminhos da vida.

A meus pais Aristides Ramon Aleman Estigarribia e Lucila Cabral Aleman pelo amor, carinho e pela força que me deram todas as vezes que eu quis desanimar e desistir dos meus sonhos.

À minha irmã Géssica Cabral Aleman pela força e pela presença nos momentos difíceis, sempre me ajudando e me dando ânimo para seguir em frente.

Aos meus avós Ilza Terezinha Theodósio Cabral, Adeades de Luna Cabral e Isabel Estigarribia por nunca terem medido esforços para eu acreditar na minha capacidade e nos meus sonhos.

*“Quando você quer alguma
coisa, todo o universo conspira
para que você realize o seu
desejo.”
(Paulo Coelho)*

RESUMO

Efeito da adubação orgânica utilizando esterco de aves e esterco bovino curtido associado com lâminas de irrigação em *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert

A *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert é uma planta pertencente à família Asteraceae. É cultivada em climas temperados possuindo condições de cultivo adequadas em regiões do sul e sudeste do Brasil. Seu cultivo tem aumentado por ocasião de seu uso medicinal, para extração das frações de óleo essencial e flavonóides para produção de produtos farmacêuticos e cosméticos. A utilização de adubo orgânico, como esterco bovino curtido e esterco de aves, aumenta o rendimento do óleo essencial bem como a produção de flavonóides. Existem poucos estudos relacionados ao manejo agrônômico de plantas medicinais, havendo a necessidade do estudo dos níveis adequados de reposição hídrica e nutricional para obtenção de uma produção elevada e de qualidade. O objetivo foi avaliar o efeito da irrigação e da adubação orgânica com esterco bovino curtido e de aves sobre a produção e qualidade da camomila. O presente trabalho foi realizado na Unoeste – Campus II, em uma área experimental. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados. Os tratamentos abrangeram as lâminas de irrigação: T0) 0, T1) 150, T2) 100, T3) 75, T4) 50, T5) 25% ETc que foram calculadas utilizando o tanque Classe A (ECA); associando a adubação orgânica utilizado os esterco de curral curtido e esterco de aves nas doses de 0 kg m⁻², 3 kg m⁻² e 5 kg m⁻². Totalizaram 36 tratamentos com quatro repetições resultando em 144 parcelas. As variáveis medidas e utilizadas como parâmetros do experimento foram: altura das plantas (15 dias após o transplante e no início do florescimento), massa fresca e seca de plantas após a colheita, número de capítulos florais, extração de nutrientes pelas folhas, acúmulo de prolina nas folhas frescas, teor e rendimento de flavonóides e de óleo essencial. Após foi realizada análise estatística utilizando o teste de Scott-Knott ao nível de probabilidade de 0,05. A lâmina de irrigação de 150% ETc associada adubação com esterco de aves na dose 5 kg m⁻² promoveu maior crescimento das plantas; produção, massa fresca e seca de capítulos florais. O estresse hídrico promoveu menor massa fresca e seca de planta. O estresse hídrico provocado pelas lâminas de 150% e 0%ETc resultaram em maior concentração de prolina nas folhas. O teor e rendimento de flavonóides e óleo essencial, e o teor de nitrogênio foliar foram superior para a lâmina de irrigação de 150% ETc associado a dose de 5 kg m⁻² de esterco de ave. As plantas não irrigadas apresentaram maiores teores de macronutrientes foliares.

Palavras-chave: Planta medicinal. Nutrição mineral. Reposição hídrica. Metabólitos secundários

ABSTRACT

Effect of organic fertilization using poultry manure and cattle manure associated with water depths of *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert

The *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert is a plant from the Asteraceae family. It is grown in temperate climates having adequate growing conditions in southern and southeastern Brazil. Its cultivation has increased due to its use for the extraction of essential oil and fractions of flavonoids for the production of pharmaceuticals and cosmetics. The use of organic fertilizer such as cattle manure and poultry manure, provides higher yields of essential oil and the production of flavonoids. There are few studies related to the agronomic management of medicinal plants, with the need to study the appropriate depths of irrigation and nutrition to obtain a high production and quality. This work aimed to evaluate the effect of irrigation water depths and organic fertilization with cattle and poultry manure on the production and quality of *Chamomilla recutita* plants. This study was conducted at Unoeste - Campus II in an experimental area. The experimental design was randomized complete block design. The treatments consisted of the irrigation: T0) 0, T1) 150, T2) 100, T3) 75, T4) 50, T5) 25% Etc were calculated using the Class A tank (ECA), associating organic fertilizers used the tanned cattle manure and poultry manure at rates of 0 kg m⁻², 3 kg m⁻² and 5 kg m⁻². Were 36 treatments with four replicates resulting in 144 plots. The measured variables used as parameters on this experiment were: plant height, (two week after seedling transplant and the flowering beginning), fresh and dry weight of plants after harvest, number of capitula, nutrients extraction on the fresh leaves, proline acumlation, content and yield of flavonoids and essential oil. The statistical analysis was performed using the Scott-Knott test at a probability of 5%. The irrigation water depths 150% Etc associated with fertilization with chicken manure at a dose 5 kg m⁻² promoted the greatest plant growth, production, fresh and dry weight of capitula. The water stress promoted less fresh and dry weight of plant. The water stress caused by the irrigation water depths of 150% and 0% Etc resulted in a higher concentration of proline in the leaves. The content and yield of flavonoids and essential oil and leaf N content were higher for the irrigation of 150% Etc associated with a dose of 5 kg m⁻² of poultry manure. The non-irrigated plants had higher leaf content of macronutrients.

Keywords: Medicinal plants. Mineral nutrition. Hydric reposition. Secondary metabolism

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVO.....	11
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
3.1 Aspectos Gerais da Cultura da Camomila (<i>Chamomila recutita</i> (L.) Rauschert).....	12
3.2 Metabolismo Secundário das Plantas Medicinais.....	13
3.2.1 Princípios ativos presentes na camomila (Camomila (L.) Rauschert).....	14
3.2.1.1 Flavonoides.....	14
3.2.1.2 Óleos essenciais.....	15
3.3 Importância da Água para as Plantas Medicinais.....	17
3.4 Efeito da Adubação no Crescimento e Desenvolvimento de Plantas Medicinais.....	21
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4.1 Localização do Experimento.....	25
4.2 Plantio.....	25
4.3 Tratamento.....	25
4.4 Delineamento do Experimento.....	29
4.5 Parâmetros Avaliados.....	30
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
5.1 Altura da Planta.....	33
5.2 Produção, Massa Fresca e Seca de Papítulos Florais.....	36
5.3 Massa Fresca e Seca de Parte Aérea.....	39
5.4 Acúmulo de Prolina nas Folhas Frescas.....	42
5.5 Teor e Rendimento de Flavanóides Totais nos Capítulos Florais.....	43
5.5 Teor de Óleo Essencial nos Capítulos Florais.....	45
5.5 Avaliação Nutricional nas Folhas de Camomila.....	48
6 CONCLUSÕES.....	51
REFERÊNCIAS.....	52

1 INTRODUÇÃO

A camomila (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert) é uma planta herbácea, originária do sul e leste Europeu. É usada na medicina popular como calmante, antiinflamatório, analgésico, antiespasmódica, carminativa, cicatrizante, emenagoga, clareadora e aromatizante. O capítulo floral é a parte da planta onde estão concentrados os princípios ativos empregados na medicina popular.

O estado do Paraná é o maior produtor nacional de camomila e vem apresentando um significativo crescimento anual. Os ensaios experimentais objetivam melhorar a qualidade do produto final para que os resultados sejam aplicados a produção comercial proporcionando um melhor processo produtivo.

As sementes da camomila apresentam todas as potencialidades produtivas da planta, sendo esta a razão de ser considerado um dos insumos mais importantes para agricultura medicinal. Para obter-se uma boa produção na lavoura, é importante apresentar uma população de plantas em boa condição. Os cuidados relacionados a operação de semeio para formação das mudas e a condução da lavoura durante o crescimento e desenvolvimento das plantas requerem aptidão física, fisiológica e sanitária das plantas.

A camomila é uma planta medicinal adaptada a climas temperados de regiões subtropicais e tropicais, sendo que algumas áreas com temperaturas elevadas e reduzida umidade do ar são restritivas ao seu cultivo. Solos férteis e bem estruturados são recomendados para o seu cultivo.

Assim como a maioria das plantas medicinais, a camomila apresenta poucos estudos referentes às condições de manejo adequado à obtenção de uma boa produção. Mediante esta reduzida concentração de estudos é importante avaliar as possíveis respostas fisiológicas desta planta submetida a diferentes condições de estresse hídrico e fornecimento de nutrientes para, posteriormente viabilizar alternativas de manejo para os agricultores de plantas medicinais.

2 OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho foi verificar as respostas fisiológicas e bioquímicas da camomila (*Chamomilla recutita*) submetida a diferentes lâminas de irrigação e doses de adubação orgânica utilizando esterco de aves e esterco bovino curtido.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aspectos Gerais da Cultura da Camomila (*Camomilla recutita* (L.) Rauschert)

A camomila (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert) é uma planta herbácea, anual, aromática, de até um metro de altura e pertencente à família Asteraceae. Também é conhecida como camomila-comum, matricária ou maçanilha. As flores são reunidas em capítulo compacto, agrupados em corimbos, com as flores centrais amarelas e as marginais de corola ligulada branca. É nativa dos campos europeus, aclimatada na região da Ásia e nos países latino-americanos. Amplamente cultivada em quase todo mundo, inclusive nas regiões sul e sudeste do Brasil (LORENZI; MATOS, 2002).

Trata-se de uma planta medicinal com a maior área de cultivo na região do Sul do Brasil, onde é cultivada como cultura de inverno (MAPELI et al., 2005; CÔRREA JUNIOR et al., 2008). O Paraná destaca-se como o maior produtor, com área cultivada de 1.800 hectares, que na safra de 2008 resultaram em uma produção de 600 toneladas (OLIVEIRA, 2009).

É uma cultura semeada no período de março a maio. É recomendada utilização de adubação orgânica como requisito da agricultura orgânica. As doses entre 3 a 5 kg m⁻² de esterco de curral curtido proporcionam maior incremento no rendimento do óleo essencial. Sua colheita é realizada quando os capítulos florais estiverem com suas flores totalmente abertas, o que ocorre aproximadamente três a quatro meses após a semeadura (NALEPA; CARVALHO, 2007). O espaçamento de cultivo é de 0,25 m entre plantas e 0,30 m entre linhas (VAN RAIJ et al., 1997).

Os capítulos florais da camomila são comercializados para o uso aromático e medicinal. São extraídos componentes como os flavonóides, destacando-se a apigenina e a quercetina (SOUZA et al., 2006). Além dos flavonóides também são extraídos os óleos essenciais, que apresentam como principais constituintes o camazuleno, bisabolol, óxido de bisabolol e espatulenol. Os óleos essenciais apresentam propriedades calmante, antiinflamatória, analgésica, antiespasmódica e cicatrizante (MAPELI et al., 2005). Industrialmente, a extração de sua essência é empregada no preparo de sabonetes, perfumes e loções. Na atividade farmacológica é utilizada na forma de infusão e extração alcoólica que

pode compor inúmeras fórmulas farmacêuticas (COSTA; DONI FILHO, 2002). Basicamente, é a planta medicinal mais utilizada em âmbito popular e que possui ação principalmente em condições de inflamação (PRESIBELLA et al., 2006).

3.2 Metabolismo Secundário das Plantas Medicinais

As plantas produzem inúmeros compostos orgânicos que não possuem função direta no seu crescimento e desenvolvimento. Estas substâncias são denominadas metabólitos secundários. Estes metabólitos representam a interface química entre as plantas e o ambiente circundante, portanto sua síntese é freqüentemente afetada por condições ambientais. Fatores fisiológicos como a fotossíntese, o comportamento estomático, a mobilização de reservas, a expansão foliar e o crescimento podem ser alterados pelo estresse hídrico e, conseqüentemente, resultar na ativação do metabolismo secundário (GOBBO-NETO; LOPES, 2006). A água é um fator que influencia o desenvolvimento de plantas e também a produção dos metabólitos secundários. De acordo com a variação da disponibilidade de água ocorre maior ou menor acúmulo de princípios ativos (KERBAUY, 2008).

O metabolismo secundário das plantas não é essencial para seu crescimento e desenvolvimento, no entanto executa uma importante função adaptativa. A produção de metabólitos secundários favorece a interação entre a planta e o ambiente (MONTANARI JUNIOR, 1993).

Diversas plantas aromáticas, condimentares e medicinais, dentre elas a camomila, contém compostos químicos oriundos do metabolismo secundário e fundamentais para o metabolismo das plantas. Os flavonóides são compostos fenólicos resultantes do metabolismo secundário e apresentam ação antioxidante como resposta à deficiência hídrica (LEONARDO, 2007; TAVANO et al., 2009).

Além dos flavonóides, os óleos essenciais também são designados como metabólitos secundários. Na camomila os óleos essenciais apresentam maior concentração em plantas submetidas ao estresse hídrico. Além do estresse hídrico, a disponibilidade de nutrientes, como N (nitrogênio) e P (fósforo), contribui para aumentar a concentração de óleo essencial nos capítulos florais da camomila (GOBBO-NETO; LOPES, 2006; MORAIS et al., 2006).

Segundo Carvalho et al. (2005) a deficiência hídrica afeta vários processos fisiológicos e bioquímicos da planta induzindo a resposta metabólicas, como o declínio de crescimento, fechamento estomático, acúmulo de substâncias antioxidantes e expressão de genes de estresse. Em muitas plantas, a perda de potencial hídrica induz ao acúmulo de solutos para induzir o ajuste à tolerância seca e ao acúmulo de metabólitos secundários.

3.2.1 Princípios ativos presentes na camomila (*Camomilla recutita* (L.) Rauschert)

Os princípios ativos das plantas medicinais são resultantes do metabolismo dessas plantas. Esses compostos são sintetizados a partir da luz, da água e dos nutrientes (MARTINS, 2000). A distribuição das substâncias ativas em uma planta é bastante irregular, sendo que cada grupo de substâncias está preferencialmente concentrado em um órgão vegetal específico (CARATI, 2006). Dentre os princípios ativos que se pode destacar na camomila, estão os flavonóides e os óleos essenciais (AMARAL, 2005).

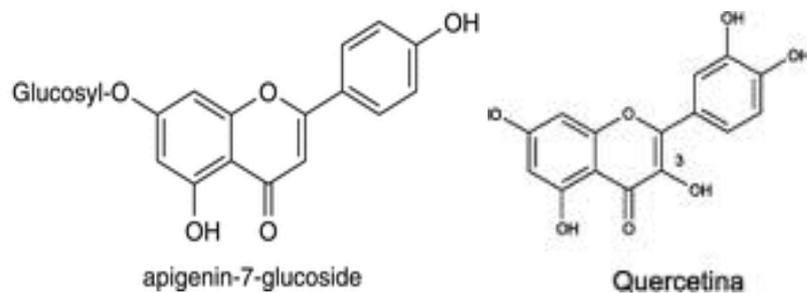
3.2.1.1 Flavonóides

Os capítulos florais da camomila são comercializados para uso como aromáticos e medicinais. A camomila apresenta inúmeros constituintes químicos dentre os quais estão os flavonóides (SÁLOMON, 1992; SOUZA et al., 2006). Os flavonóides são formados pela combinação de derivados da fenilalanina, via metabolismo do ácido shiquímico, e ácido acético (HUBER; RODRIGUEZ-AMAYA, 2008). Para o grupo dos flavonóides destacam-se nesta planta medicinal a quercetina, apigenina e luteolita, as quais possuem bioatividade antiinflamatória (SALAMON, 1992; SVEHLÍKOVÁ et al., 2004; SOUZA et al., 2006). De acordo com Svehlíková (2004), a apigenina foi extraída por meio de isolamento, identificação e estabilidade dos compostos químicos, na forma de apigenina 7-O-glucoside, derivada de mono-acethyl e mono-maonyl-glucoside compostos que são degradados no amadurecimento das flores da camomila e originam elementos mais simples.

Os flavonóides são metabólitos secundários difundidos principalmente, nas famílias Leguminosae e Asteraceae. Este composto fenólico apresenta funções

de proteção contra os estresses ambientais aos quais as plantas podem estar submetidas (TREUTTER, 2006). Sua função biológica na planta está relacionada à atração de insetos polinizadores e à proteção contra os nocivos; reação contra infecções virais e fúngicas, caracterizando as fitoalexinas; colaboração com hormônios no processo de crescimento; inibição de ações enzimáticas e participação nas reações “redox” das células (MARTINS, 2000).

FIGURA 1 - Estrutura química do flavonoide apigenina e do flavonoide quercetina



(MEDICINES COMPLETE, 2009).

3.2.1.2 Óleos essenciais

Os óleos essenciais são monoterpenos de baixo peso molecular e podem estar distribuídos em diferentes órgãos da planta. O processo de secagem dos órgãos que contêm o óleo essencial é extremamente importante para garantir a qualidade do mesmo, considerando a estabilização e conservação da matéria-prima (BORSATO et al., 2008). O óleo essencial da camomila é extraído dos capítulos florais que apresentam teores que se enquadram nos níveis de exigência da Farmacopéia Brasileira, sendo que pedúnculos, caule e raízes apresentam um reduzido acúmulo de óleos essenciais (DONALISIO, 1985). Esses óleos são utilizados principalmente em fármacos, cosméticos e alimentos industriais (RAAL et al., 2003).

Moraes et al. (2002) verificou para o *Ocimum selloi* que o óleo essencial apresentou maior rendimento nas inflorescências e nas folhas. A qualidade desse óleo essencial variou de acordo com a região de cultivo sendo que em determinadas épocas do ano de cultivo houve maior rendimento do óleo.

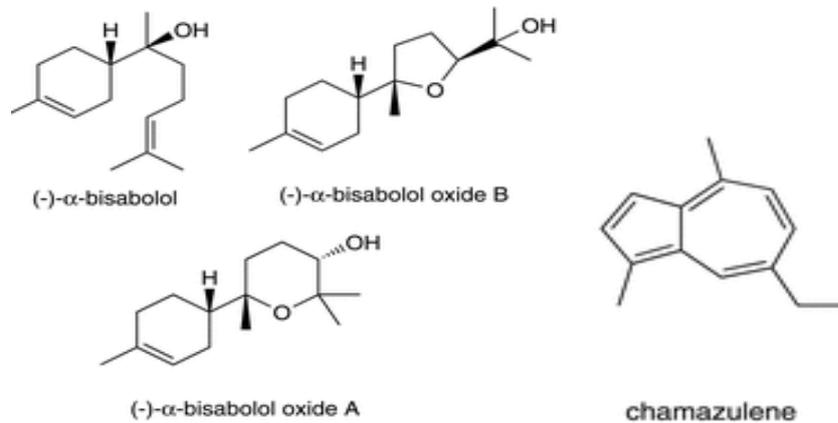
Observando o teor e o rendimento de óleo essencial do peso fresco de parte aérea da arnica (*Lychnophora ericoides*) constatou-se que a interação da

adubação mista sem calagem com 5% de esterco de curral curtido em vaso de 3 L, mais metade da recomendação de adubação mineral para nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, boro, cobre e zinco resultaram em alta concentração e rendimento do óleo essencial, com proximidade às condições naturais da arnica (JÚNIOR et al., 2005).

De acordo com a Farmacopéia Brasileira (1996), os capítulos florais da camomila devem possuir, no mínimo, 0,4% de óleo essencial. Segundo Amaral (2005) e Pirzad et al. (2006) os principais constituintes do óleo essencial da camomila são: cariofileno, óxido de cariofileno, α -bisabolol (óxido de bisabolol A, óxido de bisabolol B) óxido de bisabolona, camazuleno e α -pineno. Raal et al. (2003) concluíram que o cultivo da camomila (*Matricaria recutita* L.) em diferentes regiões altera a concentração de determinados compostos que constituem o óleo essencial. A partir do experimento conduzido em algumas regiões da Europa constatou-se que na França, Bélgica, Estônia e Hungria o óleo essencial da camomila apresentou maior concentração do α -bisabolol em sua fração. Na Grã-Bretanha, o óleo essencial da camomila apresentou maior concentração do camazuleno. Esta variação que ocorreu entre as concentrações dos constituintes do óleo essencial da camomila foi constatada pelo fato de as sementes serem originárias de regiões distintas e estas apresentarem características diferentes, assim como Hussien e Aly (2006) verificaram para diferentes regiões do Egito. Mitra et al. (2009) constataram que a utilização de diferentes densidades de plantio e o uso de uréia como fertilizantes para a camomila (*Matricaria chamomilla* cv. Bodegold) influenciou na produção de flores e na concentração de óleo essencial da planta.

Considerando o manejo agrônômico do ambiente de produção da camomila alguns fatores ambientais podem influenciar as concentrações de óleo essencial. O controle de alguns fatores como a temperatura, nutrição, irrigação, reguladores vegetais e competição intraespecífica, favorece a concentração e a constituição do óleo essencial da camomila (SALAMON, 2009).

FIGURA 2 - Principais constituintes do óleo essencial da *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert



(MEDICINES COMPLETE, 2009).

O rendimento do óleo essencial da camomila pode apresentar variações significativas quando considerado o método e o procedimento de extração utilizado. Os métodos que podem ser utilizados são o arraste a vapor, o que apresenta menor rendimento de óleo essencial em relação aos outros métodos e a extração com etanol e com CO₂ supercrítico. Para ambos os métodos de extração, a constituição do óleo é semelhante, destacando-se constituintes como o óxido de α-bisabolol e o camazuleno (BORSATO et al., 2008).

3.3 Importância da Água para as Plantas Medicinais

O tamanho e a natureza das partículas minerais, bem como a organização dos elementos estruturais, fornecem ao solo características próprias de armazenamento de água. A textura é um parâmetro que define a capacidade de armazenamento de água, associada à estrutura do solo e a porosidade do solo. A natureza do solo, o clima, o tipo de cultura, o método de irrigação, as condições locais de drenagem e as necessidades hídricas da cultura são extremamente significativas. A água aplicada a uma planta está sujeita a evaporação e ao armazenamento. No sistema solo-planta-atmosfera, água tem forte interação com todas as interfaces. Condições hídricas favoráveis proporcionaram melhor crescimento e desenvolvimento das plantas. O suprimento artificial de água às plantas é determinado pela habilidade de utilização da água armazenada no solo e a

interação com a atmosfera refere-se à combinação de fatores meteorológicos (MAROUELLI et al., 1996)

Na planta, os processos de absorção, condução e perda de água estão relacionados ao balanço hídrico, ou seja, a diferença entre a água absorvida e a água perdida pela planta é importante para que sejam considerados os processos metabólicos de ajustamento da planta (COSTA, 2001). O manejo adequado da água é de fundamental importância para o desenvolvimento das plantas (BILIBIO et al., 2010). A água deve ser administrada nas épocas adequadas de desenvolvimento da cultura para favorecer a produção da mesma (DOORENBOS; KASSAN, 2000).

As principais funções da água estão relacionadas à estrutura, crescimento, transporte e metabolismo das plantas. A água presente na célula favorece a tamponização da temperatura interna, permite a turgescência que eleva a rigidez celular, está presente no protoplasto, favorece a alongação das células ocasionando conseqüentemente o crescimento da planta. A água está presente em todos os tecidos vivos da planta. No transporte, a água tem influência na condução de substâncias a determinadas partes da planta. No metabolismo está presente na maioria das reações bioquímicas que ocorrem na planta, incluindo movimentação de substâncias até os sítios ativos, hidrólise para fornecimento de hidroxilas (OH^-) e prótons (H^+), regulação de processos fotossintéticos, entre outros (COSTA, 2001).

A agricultura irrigada apresenta como importância a elevação da produção e produtividade, a partir do fornecimento de água objetivando suprir as necessidades hídricas da cultura (MANTOVANI et al., 2009).

O manejo adequado da irrigação deve disponibilizar a quantidade e qualidade de água para o desenvolvimento das plantas, propiciando aumento da produtividade na colheita. É importante identificar o momento e a quantidade de água durante a irrigação para que a cultura não sofra com o excesso e nem com a falta de água nas diferentes das fases de desenvolvimento (OLIVEIRA et al., 2006).

O estresse hídrico é o reflexo da planta a um ambiente desfavorável. Conforme ocorre aumento da tolerância da planta quando exposta ao estresse, considera-se que a planta está aclimatada. As adaptações e aclimações de plantas que foram submetidas ao estresse ocorrem em todos os níveis de organização desde o anatômico e o morfológico até o celular. O estresse hídrico pode ser definido como todo o conteúdo de água de um tecido ou célula que está

abaixo ou acima do conteúdo de água exibido no estado de hidratação adequado (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A água é um fator limitante para a produtividade agrícola, por ser essencial aos diversos processos metabólicos das plantas, principalmente relacionados ao seu desenvolvimento. Portanto plantas submetidas ao estresse hídrico apresentam mudanças significativas nos processos fisiológicos. As alterações nos processos fisiológicos das plantas incluem a redução do potencial hídrico das folhas e conseqüentemente fechamento estomático. Estes fatores acarretarão o desajuste do metabolismo da planta, ocasionando a redução da taxa fotossintética, a redução da produtividade e ativação do metabolismo secundário como forma de proteção ao estresse (SANTOS et al., 2004).

O crescimento da planta evidencia que o estresse hídrico apresenta inúmeros efeitos sobre as atividades fisiológicas da planta, dentre as quais estão: redução da fotossíntese pelo fechamento estomático, que reduz o suprimento de dióxido de carbono (CO_2); redução da translocação de carboidratos e dos reguladores de crescimento; e efeitos associados à redução da turgescência das células vegetais (LEITE; FILHO, 2004; SOUZA; AMORIM, 2009). O déficit hídrico em diferentes épocas de desenvolvimento da planta acarreta redução do crescimento e desenvolvimento da planta, refletindo na produção da mesma (PEJÍĆ et al., 2009).

Em condições de baixa disponibilidade de água no solo, vários processos metabólicos podem ser influenciados nas plantas, como o fechamento estomático, o declínio da taxa de crescimento, o acúmulo de solutos e antioxidantes e a expressão de genes de estresse (SILVA; CASALI, 2000). O estresse hídrico é um fator determinante para o cultivo e produção de diversas espécies vegetais. O déficit hídrico em diferentes estádios do desenvolvimento da planta acarreta redução da floração e aborto de flores (LEITE; FILHO, 2004). Em espécies medicinais, a reduzida disponibilidade de água, pode afetar além do desenvolvimento da planta, o teor e rendimento de óleo essencial e compostos resultantes do metabolismo secundário, como os flavonóides (SANTOS et al., 2004).

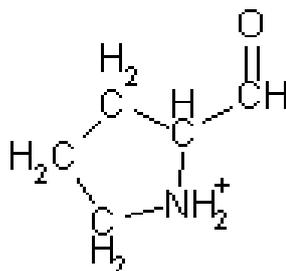
Algumas mudanças decorrentes de um ajustamento a situação de limitação hídrica podem ocasionar injúrias as plantas, no entanto outras mudanças ocorrem enquanto a planta ajusta-se fisiologicamente ao menor estado de disponibilidade hídrica. O lento desenvolvimento de plantas medicinais submetidas a condições de deficiência hídrica pode induzir ao ajuste osmótico em algumas

espécies, resultando na manutenção da turgescência celular a baixos potenciais hídricos durante condições de seca. O ajuste osmótico é um importante mecanismo de tolerância à seca porque capacita a planta a manter sua expansão celular, realizando ajustes estomáticos e fotossintéticos, favorecendo o crescimento da planta (KUMAR; SINGH, 1998).

Segundo Carvalho et al. (2004), a maior limitação para o cultivo de plantas medicinais e hortaliças é a inadequada umidade do solo, resultando em uma diminuição da disponibilidade hídrica. O excesso hídrico, por sua vez, é prejudicial ao desenvolvimento planta, dificultando a floração e a frutificação, em virtude do metabolismo da planta produzir inibidores que ocasionam a inibição floral. É importante o adequado emprego da irrigação para que seja fornecida a quantidade de água suficiente para o desenvolvimento e manutenção das reações metabólicas da planta estabelecendo uma relação água-solo-planta.

A disponibilidade de água adequada é imprescindível para o metabolismo de plantas medicinais. Para algumas plantas medicinais a maior disponibilidade de água pode diminuir a produção de óleo essencial (ANDRADE; CASALI, 1999). No entanto isto não ocorre em todas as espécies, Silva et al. (2002) observaram que para planta medicinal *Melaleuca alternifolia* Cheel submetida a uma condição de deficiência hídrica apresentou redução do teor de óleo essencial em virtude da menor produção de biomassa seca da planta.

As plantas respondem a diferentes tipos de estresse acumulando moléculas conhecidas como solutos orgânicos ou osmóticos compatíveis. Estes compostos orgânicos interferem nas funções de enzimas e são constituídos de aminoácidos, particularmente a prolina que é um aminoácido de estresse (TAIZ; ZEIGER, 2004; STEFANELLO, 2005). A prolina envolve as proteínas existentes na célula vegetal protegendo contra a desnaturação e protege contra o rompimento da membrana plasmática, além de proteger a constituição do estoque de nitrogênio e carbono nos períodos de estresse (FUMIS; PEDRAS, 2002). Ferreira et al. (2002) verificaram que os metabólitos nitrogenados tendem a ficar acumulados no tecido vegetal do milho quando este é submetido ao estresse hídrico. Neste contexto a incorporação de enzimas envolvidas na assimilação de amônia aos compostos orgânicos favorece a sobrevivência das plantas durante os períodos de estresse. A concentração de prolina é diminuída à medida que se mantêm o controle de água durante o desenvolvimento das plantas (ÜNYAYAR et al., 2004).

FIGURA 3 - Estrutura química do aminoácido prolina

Fonte: FONTES et al., (2006)

3.4 Efeito da Adubação sobre o Crescimento e Desenvolvimento de Plantas Medicinais

A camomila é uma planta medicinal que necessita de solos bem estruturados, férteis e permeáveis para o seu desenvolvimento. Ainda existem poucos estudos sobre os aspectos agrônômicos para plantas medicinais, principalmente quanto às fontes de adubo recomendáveis. Para o cultivo de plantas medicinais é recomendada a utilização da adubação orgânica para equilibrar a produção e o meio ambiente, por enriquecer o solo com matéria orgânica, favorecendo a produção da planta e acúmulo de princípios ativos (VIEIRA et al., 2009). A matéria orgânica contém inúmeros minerais que estão deficientes no solo. O adubo orgânico é representado por qualquer composto de origem vegetal ou animal, que pode ser utilizado para fins de fertilização da lavoura (MALAVOLTA, 1989). Segundo Oliveira (2008), a adubação orgânica possui efeito condicionador do solo, elevando a CTC contribuindo para agregação de solo; favorecendo operações de preparo, aumentando a plasticidade e coesão; a maior retenção de água e a estabilidade de temperatura. De acordo com Van Raij et al. (1997), a adubação orgânica promove a melhoria das propriedades físicas e biológicas do solo; além da liberação de nutrientes às plantas.

A importância econômica das plantas medicinais tem ocasionado aumento dos estudos referentes à adubação mineral e orgânica destas espécies, como é o caso da camomila (AMARAL, 2005). A grande maioria dos estudos sobre influência de nutrientes no solo correlaciona o ambiente de produção e a alocação de recursos nutricionais. Os metabólitos secundários apresentam correlação positiva com a proporção de carbono e nutrientes (C/N). O nitrogênio e o fósforo podem ser limitadores da produção de metabólitos secundários. O grande problema da

disponibilidade destes nutrientes está não apenas em sua presença no solo, mas nas condições do solo para conversão e absorção pela planta. A maior concentração de metabólitos secundários ocorre para menores fornecimentos de nutrientes (GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

A disponibilidade de nutrientes pode interferir na composição química e no acúmulo de compostos químicos originários do metabolismo. A deficiência de nutrientes acarreta uma redução na produção de biomassa interferindo indiretamente na quantidade de princípio ativo. O fósforo é um importante nutriente para a produção de biomassa e seu déficit reduz a produção de metabólitos secundários. O emprego de adubação fosfatada em camomila promoveu maior acúmulo do óleo essencial nos capítulos florais, com teor médio de camazuleno de 0,421 mL para cada 100 g de matéria fresca (MAPELI et al., 2005). O teor de óleo essencial não foi influenciado pelos tratamentos com dose de P_2O_5 de 200 e 300 kg m^{-2} em interação com quatro doses de N, sendo 0 kg m^{-2} , 40 kg m^{-2} , 80 kg m^{-2} e 120 kg m^{-2} . Os teores variaram entre 0,4 a 0,6 mL para cada 100 g de massa seca de capítulos florais, condizendo com o teor ideal considerado pela Farmacopéia Brasileira (MORAIS et al., 2006).

Ramos et al. (2004) estudaram as vantagens da aplicação de cama-de-aviário nas doses de 0,2; 1,2; 2,0; 2,8 e 3,6 kg m^{-2} na produção de capítulos florais, concentração e qualidade do óleo essencial da camomila conduzida na região de Dourados, Mato Grosso do Sul. A maior produção de massa seca de capítulos florais foi para a dose de 3,6 kg m^{-2} de cama-de-aviário. A concentração de óleo essencial foi de 0,5% para todas as doses de cama-de-aviário. O óleo essencial apresentou na cromatografia o óxido de bisabolol como principal constituinte. Lopes et al. (2010) concluiu que o emprego do manejo orgânico com a utilização de cama-de-aviário para a fertilização proporcionou uma concentração de 0,725% de óleo essencial da camomila.

No caso de *Lippia alba* (erva-cidreira) houve incremento da matéria seca nas alturas de corte de 15 a 30 cm, em ambas as doses de adubo orgânico utilizando substrato Vitassolo (2 e 4 kg m^{-2}), e na altura de corte de 45 cm, embora não tenha ocorrido considerável incremento da matéria seca como citado anteriormente, houve maior concentração de óleo essencial (SANTOS; INNECCO, 2004). Para hortelã, a utilização de esterco de galinha proporcionou incremento de biomassa de parte aérea, raiz e biomassa total (ARAÚJO et al., 2006). Observando

o rendimento de óleo essencial em *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf (capim-limão), concluiu-se que a interação do adubo orgânico e mineral proporcionou maior rendimento de óleo essencial em biomassa seca, cerca de 740,3 kg ha⁻¹, contra 556,6 kg ha⁻¹ para adubação orgânica e 543,1 kg ha⁻¹ para adubação mineral (SILVA et al., 2003).

A utilização da adubação em plantas medicinais reflete na produção de biomassa, óleo essencial e no conteúdo de nutrientes extraídos pelas plantas (BEZERRA et al., 2006). A melhoria das propriedades do solo com a utilização de vermicomposto favoreceu o aumento do conteúdo de matéria orgânica proporcionando maior retenção de água e fornecimento de nutrientes, resultando em maior produção de capítulos florais da camomila e aumento da concentração do óleo essencial. A quantidade de vermicomposto considerada ótima para a camomila foi de 12 t ha⁻¹ (HOSEINZADEH et al., 2008).

A presença de níveis elevados de nutrientes como nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) favorecem o aumento do teor de óleos essenciais em plantas medicinais. A utilização destes macronutrientes favorece positivamente a produção de massa das plantas (SALES et al., 2009).

A alta acidez e a baixa disponibilidade de alguns nutrientes no solo brasileiro representam as maiores restrições à produção das plantas medicinais, havendo a necessidade de realizar a correção do solo e fornecimento de nutrientes por meio da adubação (AMARANTE et al., 2007). O estresse nutricional pode acarretar em menor produção de fármacos na planta. A deficiência de nutrientes reduz a produção de biomassa, com conseqüente diminuição da produção total do princípio ativo (BEZERRA et al., 2006).

Carati et al. (2006) verificaram que o estresse nutricional, por deficiência ou excesso de nutrientes pode reduzir a produção de biomassa e interferir na quantidade de princípio ativo. Dentre os nutrientes, destacam-se o nitrogênio e o fósforo que influenciam no crescimento, no desenvolvimento e na fase vegetativa da planta. O nitrogênio (N) apresenta estreita relação com o aumento da biomassa, expressa pela eficiência da produção, por sua função no protoplasma e composição de enzimas nas plantas. O fósforo (P) auxilia na definição da quantidade de biomassa produzida e favorece o acúmulo de compostos originários do metabolismo secundário. Sálamon (1992) observou que para a produção e

rendimento de óleo essencial da camomila foi necessário o uso de elevadas concentração de nitrogênio e potássio (K).

Além dos macronutrientes como N, P, K, Ca, Mg e S, os micronutrientes também influenciam no crescimento, desenvolvimento e produção da camomila, porém existem poucos estudos referentes à utilização de micronutrientes em plantas medicinais. Júnior et al. (2006) estudaram que a utilização do micronutriente cobre, zinco e ferro favoreceu o crescimento, massa seca de parte aérea e massa seca de raiz. Costa et al. (2007) verificaram para fava d'anta que o zinco, boro e enxofre proporcionaram maior massa seca de raiz e massa seca de parte aérea.

Embora a adubação orgânica seja bastante utilizada no cultivo de plantas medicinais, existem inúmeros estudos que mostram a eficiência do uso da adubação mineral no cultivo de medicinais. É importante considerar que a utilização em grande escala de adubo orgânico para a produção comercial torna-se inviável, havendo a necessidade de outras fontes para a reposição de nutrientes. Benedetti et al. (2009) concluíram que para o cultivo de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia*) a adubação mineral, determinada a partir da análise de solo da área experimental, utilizando uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio mostrou-se eficaz para a nutrição das plantas. A utilização desta adubação proporcionou maior acúmulo de biomassa em relação a adubação orgânica. Saharkhiz e Omidbaigi (2008) também verificaram a importância do fósforo na adubação mineral para *Tanacetum parthenium* (L.) Schultz Bip. A utilização da dose de $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ resultaram em maior acúmulo de biomassa fresca e seca desta planta medicinal.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização do Experimento

O experimento foi instalado em uma área experimental do campus II da Universidade do Oeste Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias, localizada na Rodovia Raposo Tavares km 572, a uma latitude de 22°07'04" S e longitude de 51°22'04" W, aproximadamente a 432 metros acima do nível do mar. Segundo Köppen, o clima da região é caracterizado como AW mesotérmico, com verões quentes e invernos secos. O solo é classificado como Argissolo Vermelho – Amarelo Eutrófico de textura arenosa/média (EMBRAPA, 1999).

4.2 Plantio

Foram utilizadas sementes de *Chamomilla recutita* (camomila verdadeira da ISLA, Germinação: 66%, Pureza: 98%). As sementes foram plantadas em bandejas de isopor com 200 células, cotendo substrato Plantmax®. O plantio foi realizado em 29 de Abril de 2011 e o transplântio das mudas para o campo foi realizado aos 40 DAP (dias após plantio). O espaçamento de transplântio utilizado foi de 0,25 m entre plantas e 0,30 m entre linhas. A área utilizada para instalação do experimento foi de 432 m². Esta foi subdividida em 12 canteiros de dimensões 30 m de comprimento por 1 m de largura com parcelas de 3 m X 1 m.

Durante sete dias foi realizada a aplicação diária da lâmina de irrigação de 100% ET_c (evapotranspiração da cultura), calculada vide item 4.3, para favorecer o pegamento das mudas, após este período foi realizada a reposição de mudas de acordo com a necessidade e iniciado a aplicação da diferentes lâminas de irrigação.

4.3 Tratamentos

Os tratamentos consistiram na aplicação de diferentes lâminas de irrigação e diferentes doses de adubação orgânica utilizando esterco bovino curtido e esterco de aves. A aplicação das lâminas de irrigação foi realizada durante todo o ciclo da cultura, que para as condições do experimento foi de 128 dias.

Foram estabelecidas seis lâminas de irrigação baseadas no tanque classe A, sendo elas 150%, 100%, 75%, 50%, 25% ETc (evapotranspiração da cultura) e a testemunha de 0% ETc. Associada a estas lâminas de irrigação foram utilizado dois tipos de adubação orgânica e cada uma delas foi aplicada em três doses. As adubações orgânicas consistiram em esterco bovino curtido e esterco de aves curtido, ambos utilizados nas doses de 3 kg m⁻² e 5 kg m⁻² e a testemunha com 0 kg m⁻². Os estercos foram originários da Chácara de Zootecnia – Campus II da Unoeste. Para verificação dos nutrientes presentes nos estercos foi realizada a análise nutricional (Tabela 1).

TABELA 1 - Análise nutricional do esterco de aves e do esterco bovino curtido

Estercos	N total	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Bovino curtido	20,6	12,8	64,5	33,7	12,0	7,9	40,0	183	4971	339	489
Ave	38,3	9,9	24,4	173	14,2	0,7	35,8	5,04	1362	414	135

Anterior à adubação foi coletada uma amostra de solo da área experimental na profundidade de 0 – 20 cm, para posterior análise objetivando avaliar a necessidade de correção do solo para o cultivo da camomila. Foi aplicado, 30 dias antes do transplante, 627 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico com PRNT 90% para elevar a saturação de bases (V%) para 70% segundo recomendação de Van Raij et al. (1997) para a camomila.

TABELA 2 - Análise de solo da área experimental

	pH em CaCl ₂	pH em SMP	M.O. g/dm ³	Al ⁺³	(H+Al)	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	P	SB	CTC mmolc dm ⁻³	V%
0-20 cm	6,2	6,9	13	*	18	4,1	21	2,6	69	27,7	45,7	60,6

Foram anotadas a temperatura e a precipitação durante o período experimental (Figura 4). As lâminas de irrigação foram calculadas segundo leitura do Tanque Classe A (equação 1). A aplicação das lâminas de irrigação foi efetuada diariamente considerando a ETo (evapotranspiração de referência) e a ETc (evapotranspiração de cultura) (equação 2). Foi considerado a disponibilidade total (equação 3) e disponibilidade real (equação 4) de água para determinar a água efetivamente disponível no solo para absorção da camomila e a necessidade de

reposição hídrica por meio da aplicação das lâminas de irrigação. Para determinar as lâminas de irrigação a serem aplicadas, as equações foram utilizadas a partir do estabelecimento de uma seqüência de relações entre elas, onde a evapotranspiração da cultura (ETc) foi subtraída da disponibilidade real de água e posteriormente foi determinada a lâmina a ser aplicada. A capacidade de armazenamento de água no solo, considerando a profundidade efetiva do sistema radicular da camomila de 40 cm, foi de 45 mm, utilizando $\theta_{cc}=20,6\%$ e $\theta_{pmp}=4,9\%$ obtidas pela curva de retenção de água no solo ajustada pela equação de ajuste de Van Genuchten (1980) (equação 5).

$$ETo = ECA \times Kp \quad \text{(equação 1)}$$

Sendo:

ETo – Evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹)

ECA – Leitura do tanque classe A (mm)

Kp – Coeficiente do tanque classe A

$$ETc = Eto \times Kc \quad \text{(equação 2)}$$

Sendo:

ETc – Evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹)

Kc – Coeficiente de irrigação da cultura

$$DTA = \frac{(Ucc - Upmp) \times z \times ds}{10} \quad \text{(equação 3)}$$

Sendo:

DTA – Disponibilidade total de água (mm)

Ucc – Umidade em capacidade de campo (%)

Upmp – Umidade em ponto de murcha permanente (%)

z – Profundidade do sistema radicular (cm)

ds – Densidade do solo (g cm⁻³)

$$DRA = DTA \times f \quad \text{(equação 4)}$$

Sendo:

DRA – Disponibilidade real de água (mm)

f – Fator de disponibilidade da FAO (DOORENBOOS e PRUITT, 1977)

$$\theta_v = \theta_r + \left((\theta_s - \theta_r) \div \left(1 + (\alpha \psi)^n \right)^m \right) \quad (\text{equação 5})$$

θ_v = umidade volumétrica (mm)

θ_r = umidade volumétrica residual (mm)

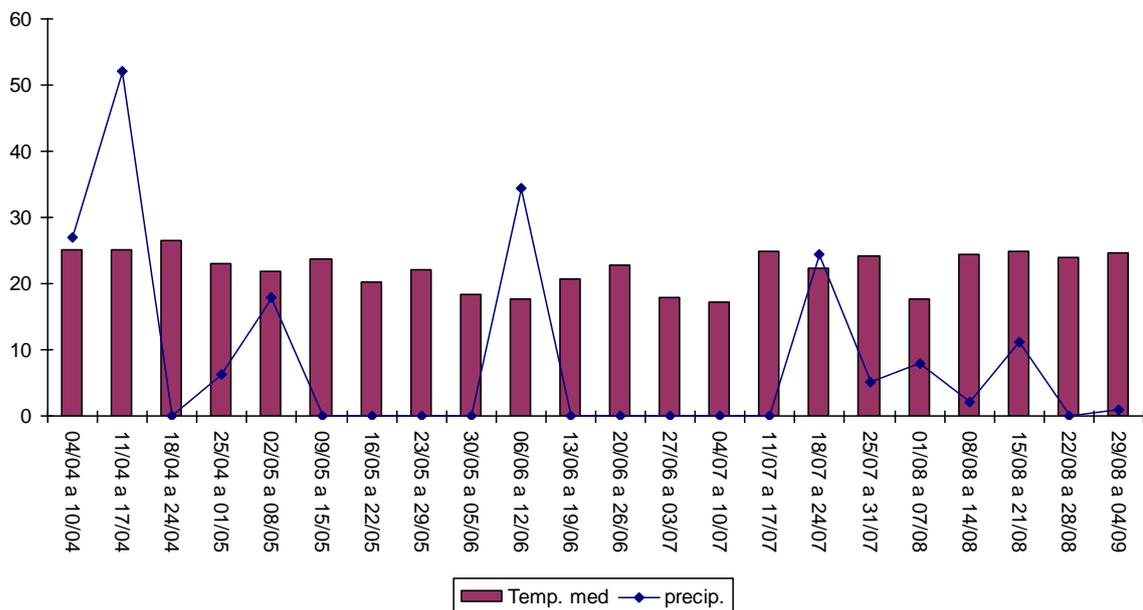
θ_s = umidade volumétrica de saturação (mm)

ψ = potencial matricial

n e α = parâmetro de ajuste

$m = 1 - 1/n$

FIGURA 4 - Temperatura média (°C) e Precipitação (mm) no período experimental



As lâminas de irrigação total acumuladas considerando a precipitação total e efetiva ocorrida no período de 88 DAT (dias após transplântio) podem ser observadas na Tabela 3. A precipitação efetiva (equação 6) foi determinada a partir da diferença entre DRA e a lâmina de irrigação aplicada, considerando perdas.

$$Pe = DRA - ETc - \text{percolação} \quad (\text{equação 6})$$

Pe = precipitação efetiva (mm)

DRA = disponibilidade real de água (mm)

ETc = evapotranspiração da cultura (mm)

TABELA 3 - Precipitação e lâmina total aplicada

Tratamentos (ETc)	Precipitação total (mm)	Precipitação efetiva (mm)	Irrigação (mm)	Lâmina total (mm)
150%	93,2	0	135,5	135,5
100%	93,2	0	90,3	90,3
75%	93,2	19	67,7	86,7
50%	93,2	39	45,2	84,2
25%	93,2	58	22,5	80,5
0%	93,2	65	0	65

4.4 Delineamento Experimental

O experimento foi realizado em blocos inteiramente casualizados (Tabela 4) sendo 6 lâminas de irrigação x 6 doses de adubação com 4 repetições (totalizando 144 parcelas cada uma com 15 plantas sendo 3 plantas úteis centrais). A análise dos resultados consistiu em esquema fatorial mediante análise de variância (teste F) e teste de Scott-Knott ao nível de probabilidade de 5%.

TABELA 4 - Esquema da análise de variância

CV	G.L.
Bloco	3
Lâminas (L)	5
Resíduo a	15
Parcelas	23
Doses (D)	5
Interação (LxD)	25
Resíduo b	113
TOTAL	143

4.5 Parâmetros Avaliados

a) Altura das plantas

A altura das plantas foi determinada após uma semana do início da aplicação das lâminas de irrigação, ou seja, 15 DAT (dias após transplântio). Para medir a altura das plantas úteis foi utilizada uma régua graduada em centímetros. A altura foi estabelecida da base das plantas de camomila até o ápice. A altura das plantas foi realizada 15 DAT e no início do florescimento aos 60 DAT.

b) Produção, massa fresca e seca dos capítulos florais

A produção de capítulos florais foi determinada a partir da contagem do número de capítulos florais por planta. A quantificação da produção de capítulos foi realizada após o florescimento das plantas cultivadas. Após a determinação da produção foi determinada a massa fresca de capítulos florais. Parte dos capítulos florais foi acondicionada em “freezer” para posterior extração de óleo essencial e o restante foi acondicionado em saco de papel Kraft, secos em estufa a 60°C e posteriormente foi determinada a massa seca de capítulos florais. Os capítulos florais secos foram utilizados. Após a determinação de massa seca, na quantificação de flavonóides.

c) Massa fresca e seca de parte aérea

Após a colheita dos capítulos florais, a parte aérea (folhas + haste) das plantas foi coletada para determinação da massa fresca. O material foi acondicionado em saco de papel Kraft e secado em estufa a 60°C para posterior determinação da massa seca de parte aérea.

d) Análise nutricional das folhas

Depois de secas e pesadas, as folhas foram trituradas para posterior análise nutricional. O procedimento de análise nutricional de folhas consistiu na utilização de 400 mg de folhas trituradas, que foram colocadas em tubo de ensaio com a solução de 6,5 mL de ácido nítrico + ácido perclórico. O tubo foi colocado em bloco digestor por 4 horas a uma temperatura de 200°C dentro de uma capela. Após o período de 4 horas foi realizado o resfriamento com adição de água para posterior

leitura dos macronutrientes e micronutrientes. A avaliação nutricional de folhas foi realizada no Laboratório de Tecidos Vegetais do Campus II da Unoeste.

e) Concentração de prolina nas folhas

O teor de prolina foi quantificado a partir de Bates et al. (1973) modificado por Machado Neto (2004). Foi realizada uma coleta das folhas frescas de camomila no início do florescimento (60 DAT).

Inicialmente foram macerados 500 mg de material fresco em 10 mL de ácido sulfosalicínico a 3%. Em seguida foi realizada a filtração. Após este procedimento foi retirado 2 mL do filtrado, adicionado 2 mL de ninidrina ácida e 2 mL de ácido acético glacial. As amostras foram colocadas em banho maria a 100 °C e resfriadas em banho de gelo para posterior leitura de absorvância em espectrofotômetro calibrado a 520 nm. Todas as amostras foram feitas em triplicata.

A solução de ninidrina ácida foi obtida utilizando 1,25 g de ninidrina em 30 mL de ácido acético glacial e 20 mL de ácido fosfórico a 6 M (404,58 mL de H₃PO₄ 85% em 1 L de água), com agitação até a dissolução. Estocou-se o reagente a 4°C por até 24 horas.

A curva padrão para calibração do procedimento foi realizada utilizando concentrações de prolina que variaram de 0 a 80 µg mL⁻¹. A solução estoque de prolina foi produzida realizando a diluição da prolina em ácido sulfosalicínico considerando 0, 50, 100, 200, 300 e 400 mg diluídos em 100 mL do ácido.

f) Teor de flavonóides totais

Os flavonóides foram extraídos dos capítulos florais sendo realizado após a colheita e secagem dos mesmos.

A dosagem de flavonóides foi determinada de acordo com Verlag (1978) modificado, utilizando a quercetina como padrão, em solução de metanol (MeOH) e cloreto de alumínio. Foram utilizados 2 g das flores secas e pulverizadas da camomila (receptáculos+lígulas), e desta massa foi extraído um extrato com 20 mL de MeOH a 80%. Este foi aquecido a 60°C em banho maria. O extrato retirado e aquecido foi filtrado para um balão volumétrico de 50 mL e novamente foi repetido o processo utilizando 10 mL de MeOH a 80%. O extrato obtido foi filtrado e reunido no balão volumétrico de 50 mL, completando-se tal volume com MeOH a 80 %.

Em seguida foi transferida uma alíquota de 5 mL para um tubo de ensaio, adicionando MeOH a 100 % e homogeneizando-se manualmente. Finalmente, foi retirado um volume de 2 mL e transferido a um tubo de ensaio. Neste tubo foram adicionado 2 mL de uma solução de cloreto de alumínio (5 g de cloreto de alumínio em 100 mL de água destilada) e 6 ml de metanol 100%. Após repouso de 15 minutos fez-se a leitura no espectrofotômetro calibrado a 420 nm. A avaliação foi feita em triplicata. Os dados de absorvância da amostra foram analisados mediante curva padrão construída a partir de soluções com concentrações crescentes de quercetina.

g) Extração do óleo essencial

A extração do óleo essencial foi realizada a partir do processo de hidrodestilação segundo Wagner e Bladt (1995). Foram triturados em liquidificador, 10 g de capítulos florais frescos em 250 mL de água destilada. Utilizou-se o balão volumétrica 2 L, acoplado ao aparelho graduado tipo Clevenger, aquecido em manta térmica para auxiliar no arraste do vapor, foi adicionado a cada balão 0,5 mL de xilol. Manteve-se a extração por 3 horas e descontou-se 0,5 mL de xilol.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância (Tabela 5) por meio do teste de Scott-Knott foi possível observar a interação entre as lâminas de irrigação e adubações orgânicas para todas as variáveis. Todas as variáveis apresentaram significância a 1%, exceto o teor e rendimento de flavonóides totais.

TABELA 5 - Resumo da análise de variância do experimento utilizando lâminas de irrigação (L em %Etc) e Adubação (A em doses de adubos em kg m⁻²)

	Tratamentos			C.V.
	L	A	L X A	
G.L.	5	4	20	-
Altura 15 DAT (cm)	2,059** ⁽¹⁾	25,91**	1,20**	24,98
Altura 60 DAT (cm)	12,82**	93,10**	3,64**	22,21
Produção	70,86**	724,51**	17,76**	21,26
MFCF (g)	31,92**	133,58**	8,42**	24,44
MSCF (g)	24,01**	112,15**	6,47**	25,88
MFPA (g)	232,38**	426,66**	11,93**	10,68
MSPA (g)	26,71**	45,15**	2,23**	22,19
Prolina (mg g ⁻¹)	41,88**	129,96**	5,27**	20,25
TFT (mg mL ⁻¹)	567,23*	820,69*	53,19*	12,27
RF (g)	38,30*	73,34*	17,88*	5,31
TOE (mL g ⁻¹)	30,85**	988,51**	31,01**	11,79
ROE (g)	38,30**	73,34**	17,88**	8,31

⁽¹⁾Valores de F da análise de variância, onde DAT= dias após transplântio, Produção = número de capítulos por planta, MFCF = massa fresca de capítulos florais, MSCF = massa fresca de capítulos florais, MFPA = massa fresca de parte aérea, MSPA = massa seca de parte aérea, TFT = Teor de flavonóides totais na % de massa seca de capítulos florais; RF = Rendimento de flavonóides por planta; TOE = Teor de óleo essencial na % de massa seca de capítulos florais, ROE = Rendimento de óleo essencial por planta. Em que ** = significância a 1% e * = significância de 5%.

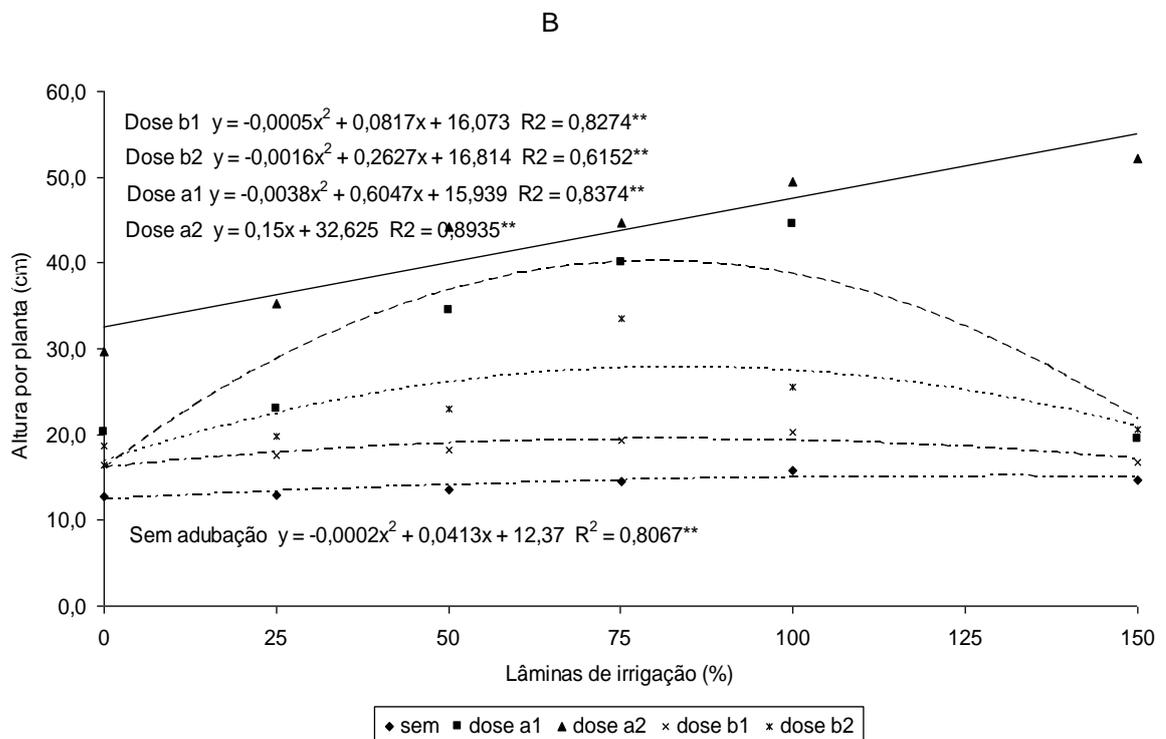
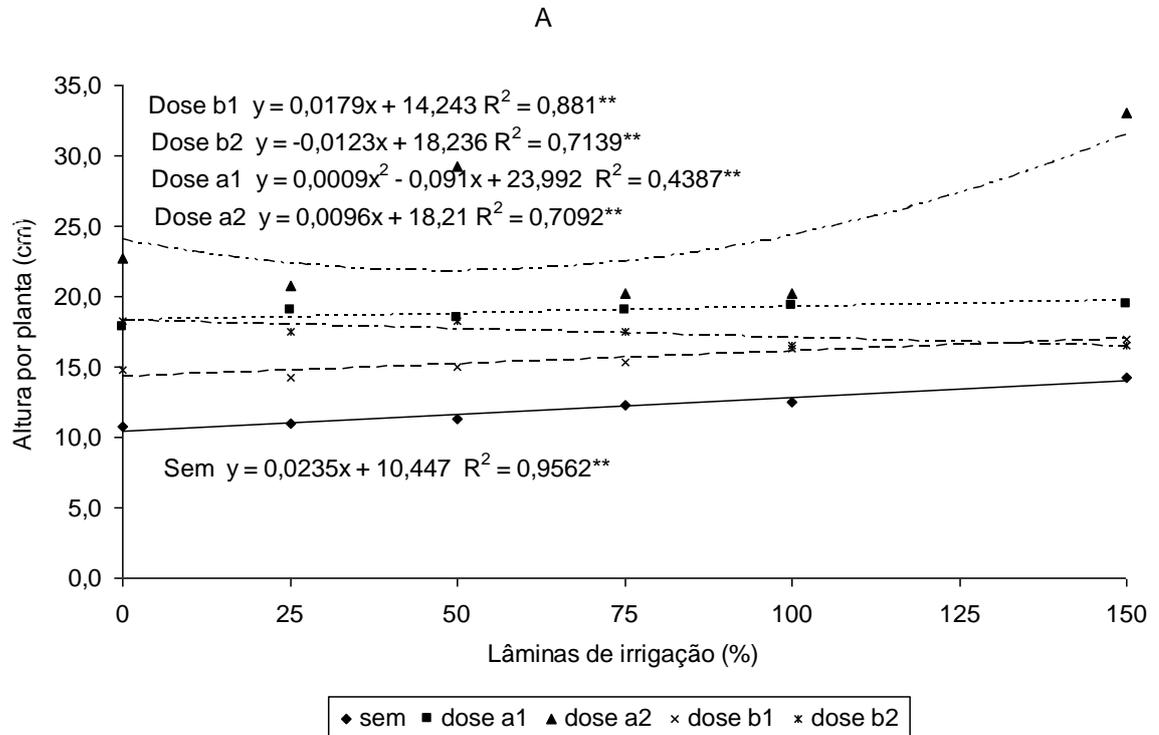
5.1 Altura de Plantas

Foi possível observar que a altura inicial (Figura 5A), determinada 15 DAT, foi maior para a lâmina de irrigação de 150% ETc. Considerando a adubação, a utilização de esterco de ave na dose de 5 kg m⁻² apresentou maior altura em comparação com a dose de 3 kg m⁻² esterco de ave e com as doses de 3 e 5kg m⁻² de adubação com esterco bovino. Blank et al. (2005) estudaram que o emprego da adubação com esterco bovino em plantas de manjerição cv. Genovese resultaram em menor altura das plantas, diferente dos resultados obtidos por Costa et al. (2008) que concluíram que as doses crescentes de 3 a 9 kg m⁻² de esterco bovino e esterco

de ave apresentaram resultados positivos sob o crescimento de plantas de elixir paregórico (*Ocimum selloi*). As parcelas que não foram adubadas apresentaram o menor crescimento inicial de plantas.

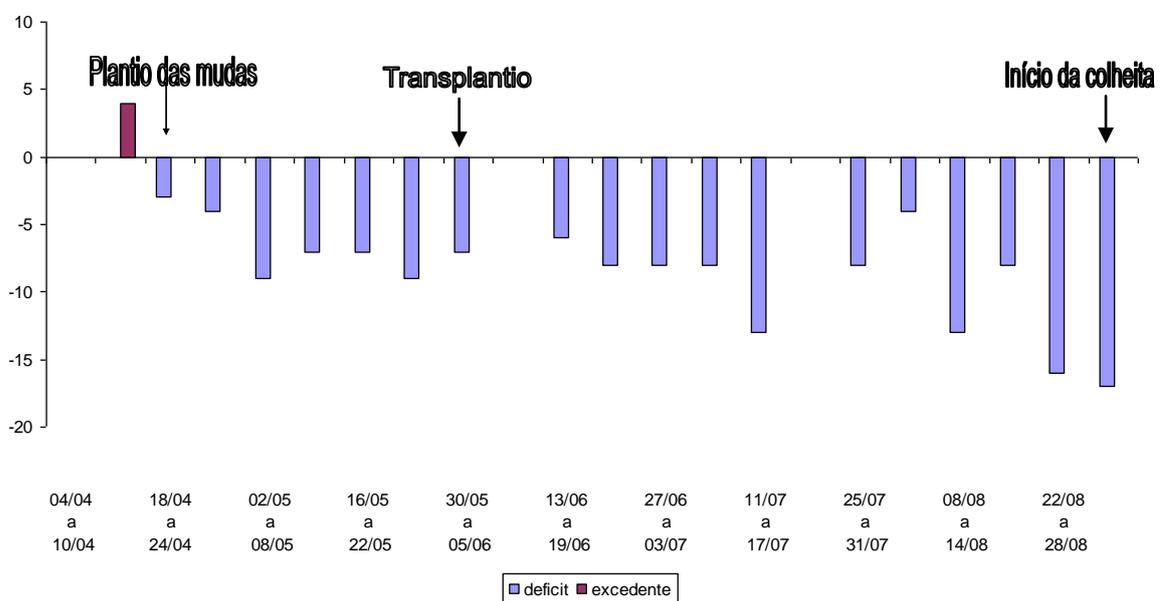
Para a altura final (Figura 5B) determinada no início da floração (60 DAT), observou-se que a adubação com a dose de 5 kg m⁻² utilizando esterco de ave associada com a lâmina de irrigação de 150% apresentou maior crescimento das plantas de camomila. Para a dose de 3 kg m⁻² de esterco de ave e as doses de 3 e 5 kg m⁻² de adubação com esterco bovino as plantas que não foram irrigadas (0%) e as plantas que receberam um excedente de irrigação (150%) apresentaram menor crescimento final. Este resultado demonstra que a falta de água ou excesso prejudica o metabolismo da planta resultando no menor crescimento, como Carvalho et al. (2005) estudaram para *Tanacetum parthenium* e Silva et al. (2002) estudaram para *Melaleuca alternifolia* Cheel que a deficiência hídrica prejudica os processos bioquímicos e fisiológicos que resultam na perda de potencial hídrico das células, causando o declínio do crescimento. Houshmand et al. (2011) concluíram que o estresse hídrico por excesso ou falta de água pode prejudicar diferentes estágios do desenvolvimento da camomila dependendo do tempo de exposição ao estresse, podendo causar redução do crescimento com possibilidade de afetar o acúmulo de biomassa. Nascimento et al. (2011) estudaram que o déficit hídrico afetou o crescimento de mudas de jatobá, considerando que uma restrição hídrica abaixo de 50% ETc resulta no menor desenvolvimento da planta; resultado semelhante ao obtido com a camomila que a medida que foi reduzida a lâmina de irrigação menor foi o crescimento inicial e final, mesmo considerando o emprego de adubação orgânica.

FIGURA 5 - Altura inicial (15 DAT) (A) e altura final (60 DAT) (B) das plantas de camomila submetidas a diferentes lâminas de irrigação (150%, 100%, 75%, 50%, 25% e 0%ETc) e adubação orgânica utilizando esterco bovino e esterco de aves, ambos nas doses de 3 kg m⁻² (dose b1 e dose a1) e dose de 5 kg m⁻² (dose b2 e dose a2), respectivamente



Foi possível justificar o maior crescimento para a lâmina de irrigação de 150%ETc, que agrega excedente hídrico, em virtude do balanço hídrico (Figura 6) com predominância de déficit hídrico no período de execução do experimento. Logo, a supressão do déficit hídrico com a lâmina de irrigação de 150%ETc atendeu à necessidade da cultura. O melhor resultado não foi para a lâmina de irrigação de 100% ETc por ter sido utilizado o kc da hortelã que específico para esta planta e não suficiente para as necessidades hídricas da camomila.

FIGURA 6 - Balanço hídrico no período de execução do experimento



5.2 Produção, Massa Fresca e Seca de Capítulos Florais

Para a produção de capítulos florais (Figura 7 A) foi possível observar que a lâmina de irrigação de 150%ETc associada à adubação orgânica com esterco de ave na dose 5 kg m⁻² apresentou maior número de capítulos por planta, totalizando 178 capítulos florais. Foi possível observar a tendência linear crescente de produção de capítulos florais à medida que houve aumento das lâminas de irrigação. Os resultados de Silva et al. (2011) comprovaram que a utilização da lâmina de irrigação de 150% ETc, que promove excedente hídrico, favoreceu a produção de aquênios do capítulo floral do girassol.

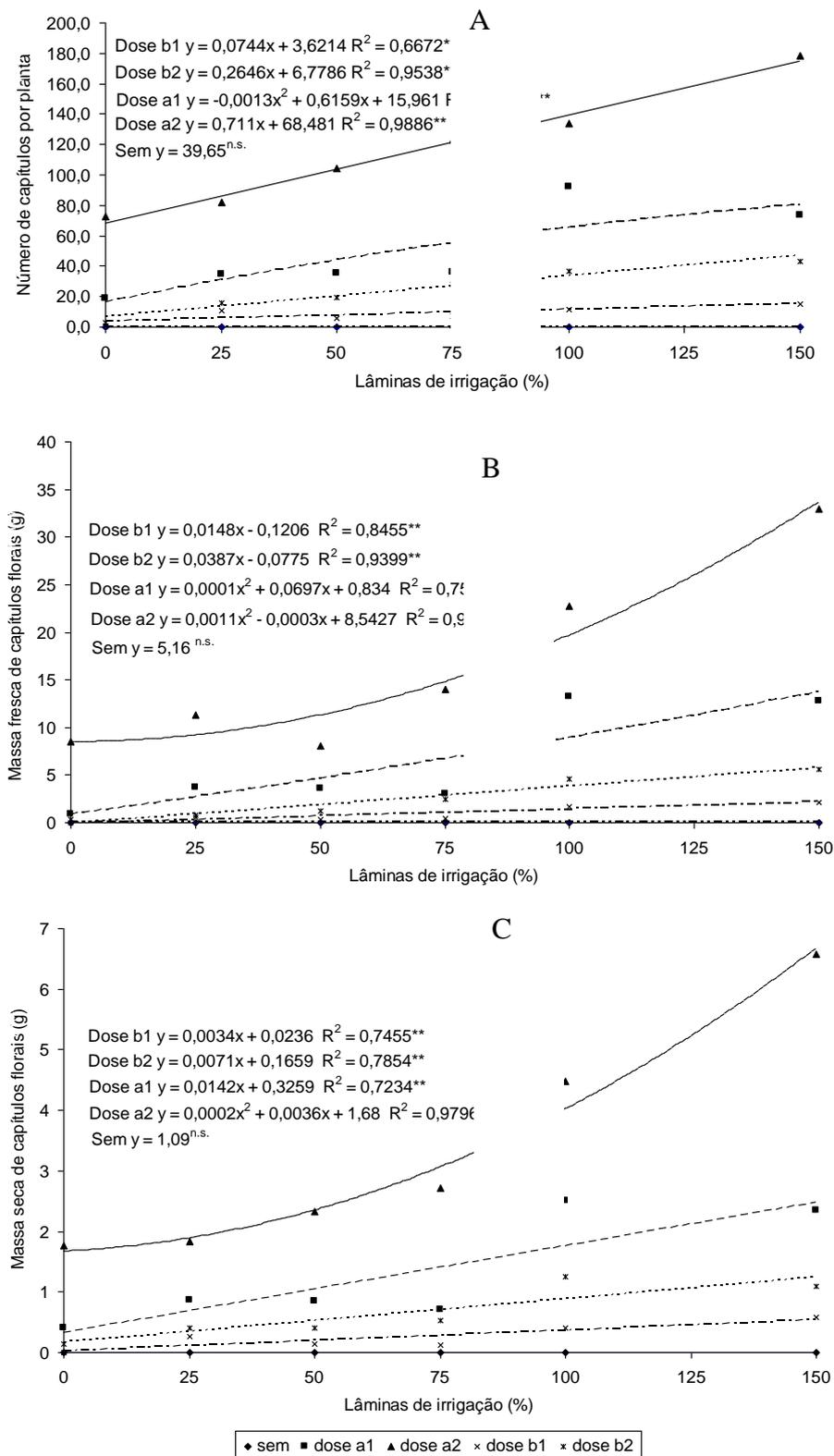
Vieira et al. (2009) concluíram que altas dose de cama-de-frango resultaram em maior número de capítulos por planta de camomila 'Mandirituba', mostrando que a adubação orgânica apresentou papel importante na manutenção da fertilidade do solo, mantendo a biomassa residual de carbono e facilitando a retenção de água e nutrientes no solo que favoreceram a produtividade. Para todas as lâminas de irrigação as parcelas que não foram adubadas houve aborto dos capítulos florais.

Observando a massa fresca (Figura 7 B) e a massa seca (Figura 7 C) de capítulos florais foi possível constatar que ocorreu acúmulo maior de biomassa para a lâmina de irrigação de 150% associada à adubação com esterco de ave na dose de 5 kg m^{-2} , divergindo dos resultados obtidos por Bezerra et al. (2006) que concluíram que o emprego da adubação orgânica e mineral em chambá (*Justicia pectoralis*) não influenciou na produção e biomassa destas plantas. A interação entre as maiores lâminas de irrigação e as doses de adubação orgânica com esterco de aves resultaram em maior incremento de massa corroborando com Ahmadian et al. (2011) que estudaram que a interação entre lâminas de irrigação e adubação orgânica resultaram em um incremento significativo na produção, massa fresca e seca de capítulos florais. Rezende et al. (2006) concluíram que o manejo de irrigação associado à adubação influenciaram positivamente o florescimento para alpínia.

As doses de adubação orgânica com esterco de ave curtido apresentaram maior acúmulo de massa fresca e seca de capítulos florais (Figuras 7 B e 7 C) em comparação com a adubação utilizando esterco bovino curtido. Souza et al. (2010) concluíram que para *Lippia citriodora* Kunth a utilização do esterco bovino na dose de 32 t ha^{-1} resultou em maior produção, com incremento na massa fresca e seca.

É possível verificar que a medida que aumenta a dose de adubação utilizada, há uma tendência de aumentar a retenção de água no solo. Logo, quanto maior a dose empregada menor será a quantidade de água a ser utilizada, em virtude dos benefícios da adubação orgânica para a estrutura do solo.

FIGURA 7 - Produção (A), massa fresca (B) e massa seca (C) de capítulos florais de camomila submetida a diferentes lâminas de irrigação (150%, 100%, 75%, 50%, 25% e 0%ETc) e adubação orgânica utilizando esterco bovino e esterco de aves, ambos nas doses de 3 kg m⁻² (dose b1 e dose a1) e dose de 5 kg m⁻² (dose b2 e dose a2), respectivamente



5.3 Massa Fresca e Seca de Parte Aérea

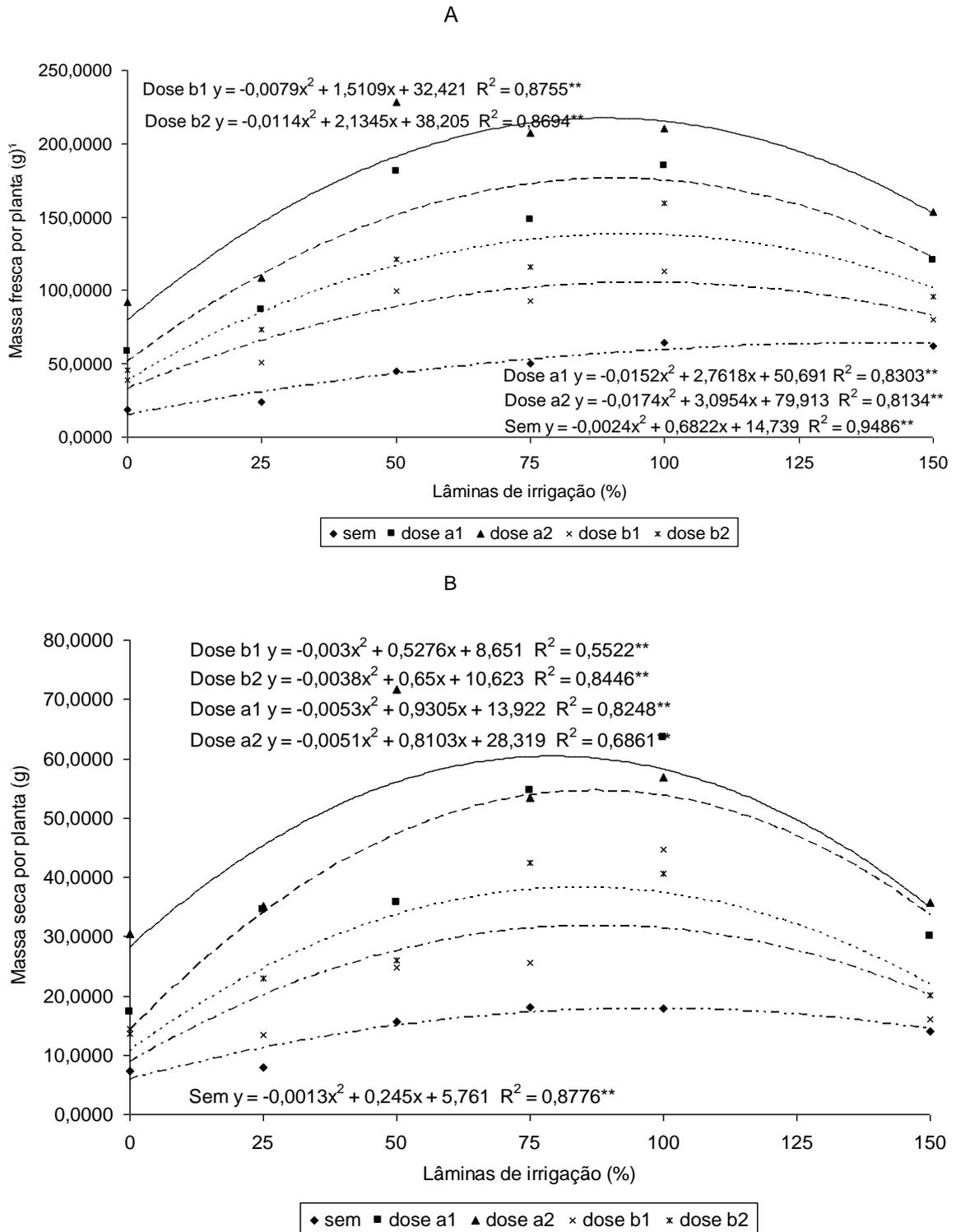
Considerando a massa fresca de parte aérea (Figura 8 A) foi possível avaliar que quando a camomila é submetida ao estresse hídrico por excesso ou falta de água ocorre decréscimo na massa de planta. O ajuste quadrático mostra que o ponto de máxima está entre as lâminas de irrigação de 75% e 100% ETc associadas com a adubação com esterco de ave na dose de 5 kg m⁻² apresentaram o maior acúmulo de massa fresca de plantas. Na ausência de adubação, a lâmina de irrigação de 150%ETc apresentou maior acúmulo de massa fresca, no entanto esta massa foi menor em comparação com as plantas que foram adubadas com o esterco bovino e esterco de ave. Este resultado foi igual ao obtido por Araújo et al. (2006) que estudaram que o emprego de esterco de galinha em plantas de hortelã promoveu maior produção de biomassa.

O estresse hídrico por falta de água (0%) pode dificultar a absorção de nutrientes pelas plantas prejudicando o metabolismo e dificultando o desenvolvimento; enquanto o estresse por excesso de água (150%) pode provocar diluição dos nutrientes absorvidos, não atendendo às exigências nutricionais da planta, prejudicando assim o desenvolvimento e refletindo na massa fresca das plantas. Said-Al et al. (2009) concluíram que a lâmina de irrigação de 80% associada com a adubação nitrogenada proporcionou maior produção de massa fresca de plantas de orégano.

Na figura 8 B observou-se que a lâmina de irrigação de 75% associada a adubação de 5 kg m⁻² de esterco de aves apresentou maior acúmulo de massa seca. Lenhard et al. (2010) que concluiu que a reposição hídrica de 40% promoveu maior acúmulo de massa seca de planta para o pau ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart.). O estresse hídrico considerando a lâmina de irrigação de 150% e 0% ETc causaram menor produção de massa seca em relação às lâminas de irrigação de 100%, 75%, 50% e 25% ETc. O estresse hídrico provoca menor desenvolvimento da planta e este reflete em menor produção de massa por planta. Martins et al. (2010) comprovaram que o estresse hídrico restringe o desenvolvimento da planta resultando na redução na massa seca de *Azadirachta indica* (nim-indiano).

O menor acúmulo de biomassa de biomassa fresca e seca de parte aérea pode ser explicado pela planta ter investido em crescimento e reprodução. De acordo com o cálculo de índice de colheita, considerando a massa de capítulos florais e a massa total da planta, observou-se um índice de colheita de 20% para as plantas submetidas à lâmina de irrigação de 150% ETc em interação com a adubação com esterco de ave na dose de 5 kg m⁻². O índice de colheita mostra que a planta utilizou a energia do acúmulo de biomassa de folhas para o desenvolvimento do maior número de capítulos florais por planta, ou seja, ocorre expressão da eficiência de translocação de fotoassimilados para os órgãos de importância econômica, que no caso da camomila são os capítulos florais (BEZERRA et al., 2008).

FIGURA 8 - Massa fresca (A) e massa seca (B) de planta de camomila submetida a diferentes lâminas de irrigação (150%, 100%, 75%, 50%, 25% e 0%ETc) e adubação orgânica utilizando esterco bovino e esterco de aves, ambos nas doses de 3 kg m⁻² (dose b1 e dose a1) e dose de 5 kg m⁻² (dose b2 e dose a2), respectivamente



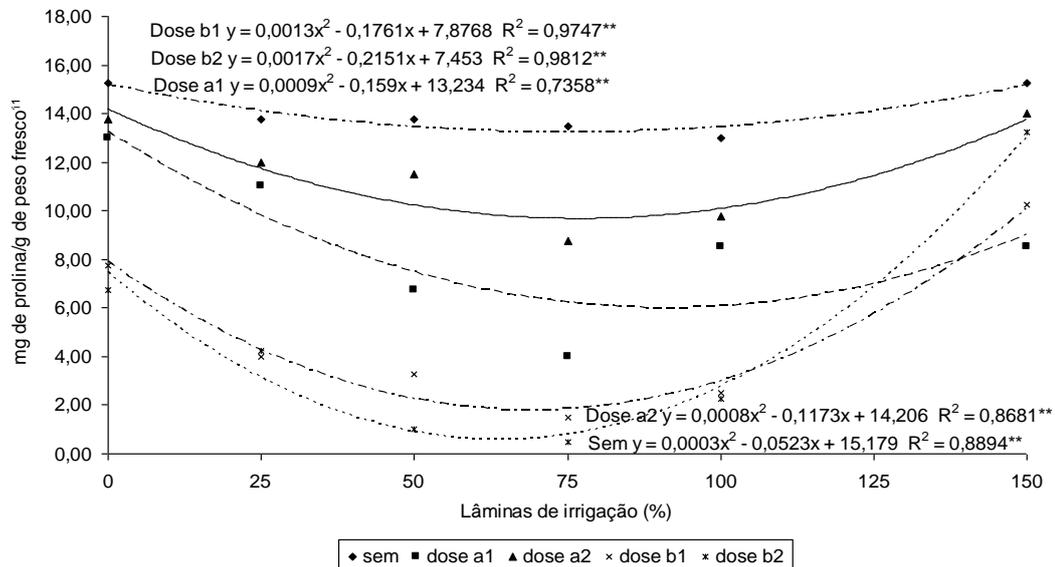
5.4 Acúmulo de Prolina nas Folhas Frescas

Na figura 9 foi possível observar que ocorre acúmulo de prolina na folha fresca de camomila à medida que a planta sofre estresse por falta ou excesso de água, ou seja, nas plantas em que não foi aplicada lâmina de irrigação e nas plantas em que foi aplicada 150%ETc ocorreu maior acúmulo de prolina. A prolina é um osmorregulador que aumenta sua concentração na planta como resposta ao estresse hídrico. A camomila apresentou uma elevada adaptabilidade ao estresse hídrico, aumentando a concentração de prolina para não danificar as células, à medida que ocorreu estresse por falta ou excesso de água. De acordo com Costa et al. (2008), plantas que apresentam maior adaptação ao estresse hídrico tendem a aumentar a concentração de compostos osmóticos, como prolina. Santos et al.(2010) afirmaram que o estresse hídrico promoveu maior acúmulo do aminoácido prolina para a cultura do feijão-caupi. O estresse provoca modificações em plantas superiores, resultando na produção de osmóticos reguladores que tendem a conferir tolerância à seca.

Pirzad et al. (2011) estudaram que para a camomila cultivada no Azerbaijão, diferentes níveis de reposição hídrica de 100%, 85%, 70% e 55%ETc não afetaram a concentração do aminoácido prolina, mesmo considerando o menor nível de reposição hídrica. Este resultado diverge das concentrações de prolina obtidas neste experimento, onde as variações de reposição hídrica alteraram o acúmulo de prolina nas folhas de camomila.

É importante considerar para a prolina que a planta não investiu a concentração de osmorregulador para a produção, em virtude dos teores acumulados terem sido elevados para os melhores resultados de produção e acúmulo de princípio ativo, considerando o tratamento com a lâmina de irrigação de 150% ETc em interação com a dose de 5 kg m⁻² de esterco de ave.

FIGURA 9 - Concentração de prolina na folha de camomila submetida a diferentes lâminas de irrigação (150%, 100%, 75%, 50%, 25% e 0%ETc) e adubação orgânica utilizando esterco bovino e esterco de aves, ambos nas doses de 3 kg m⁻² (dose b1 e dose a1) e dose de 5 kg m⁻² (dose b2 e dose a2), respectivamente



5.5 Teor e Rendimento de Flavonóides Totais nos Capítulos Florais

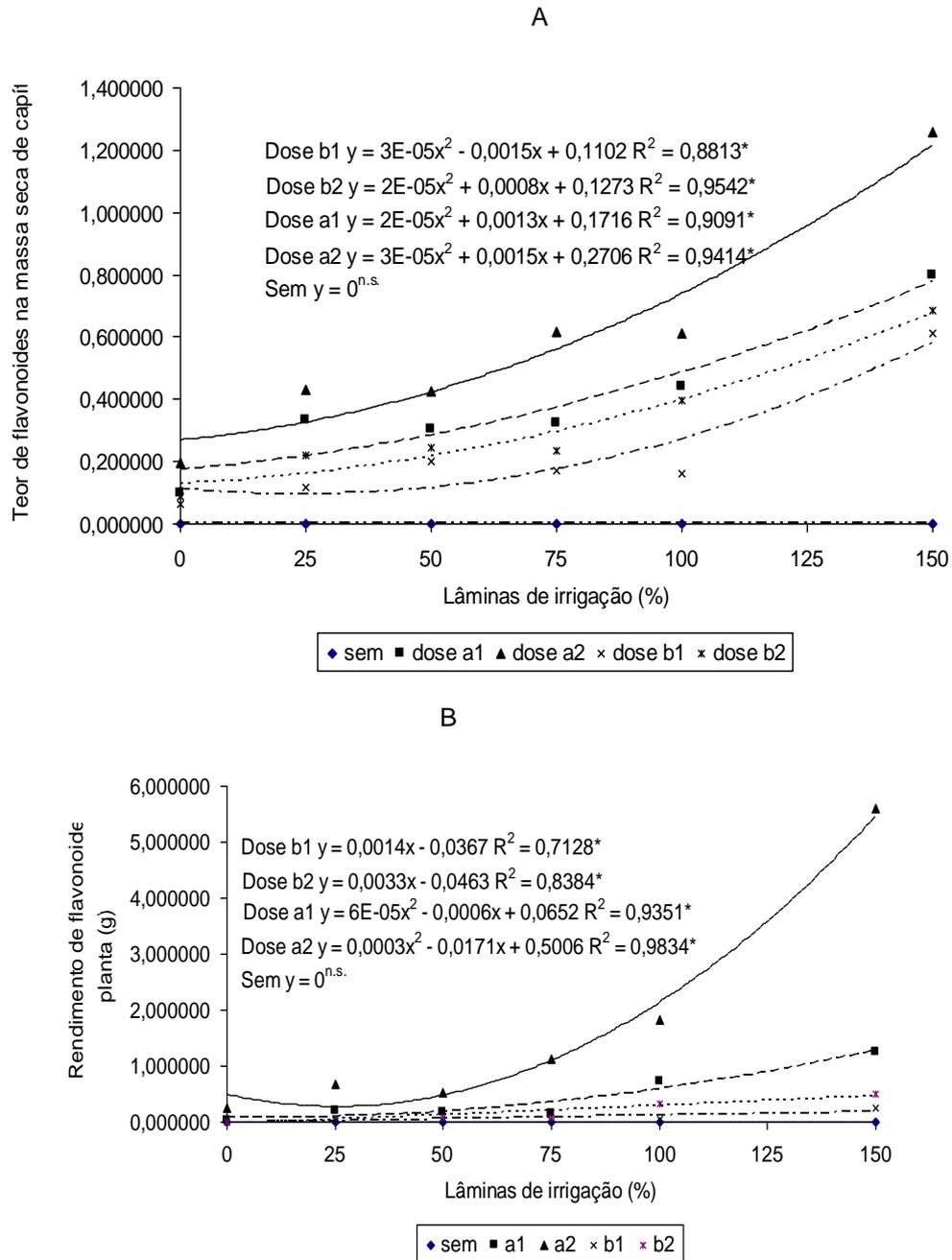
Observou-se para o teor e o rendimento dos flavonóides totais (Figura 10 A e 10 B) que houve interação das lâminas de irrigação e adubação orgânica. O ajuste quadrático demonstra o aumento progressivo do acúmulo de flavonóides à medida que ocorre aumento da lâmina de irrigação aplicada. A lâmina de irrigação de 150% ETc associada à adubação orgânica utilizando esterco de ave na dose de 5 kg m⁻² apresentou maior teor de flavonóides totais para a % de massa seca de capítulos florais e para o rendimento de flavonóides totais por planta. Para o teor de flavonóides totais foram obtidos resultados divergentes aos obtidos por Bortolo et al. (2009) e Pacheco et al. (2011) onde a variação de disponibilidade hídrica não interferiu na concentração deste composto fenólico para calêndula. Mitchell et al. (2007) constataram que os níveis de flavonóides no tomate aumentam na presença da adubação orgânica.

A adubação orgânica utilizando esterco bovino curtido apresentou menor teor e rendimento de óleo essencial. Os resultados divergem dos obtidos por Leite et al. (2005) para a calêncula onde a utilização da dose de 6 kg m⁻² de adubação orgânica com esterco bovino que resultou na maior produção de capítulos

florais e teor de flavonóides totais. Borella et al. (2011) verificaram que o teor de flavonóides totais não apresentou diferenças significativas para os tratamentos utilizando adubação química e adubação orgânica em calêndula.

Independentemente da adubação orgânica utilizada as menores lâminas de irrigação resultaram em menor teor e rendimento de flavonóides totais. Em resposta ao estresse hídrico as plantas tendem a produzir compostos fenólicos e outras substâncias para manutenção da planta sujeita a condições desfavoráveis. Alvarenga et al. (2011) concluíram que o estresse hídrico por falta de água provocou decréscimo de 60% do teor de flavonóides de alecrim-pimenta (*Lippia didoides*).

FIGURA 10 - Teor (A) e Rendimento (B) de flavonóides totais nos capítulos florais da camomila submetida a diferentes lâminas de irrigação (150%, 100%, 75%, 50%, 25% e 0%ETc) e adubação orgânica utilizando esterco bovino e esterco de aves, ambos nas doses de 3 kg m⁻²(dose b1 e dose a1) e dose de 5 kg m⁻² (dose b2 e dose a2), respectivamente



5.6 Teor de Óleo Essencial nos Capítulos Florais

Foi possível observar para a figura 11 A, que a lâmina de irrigação de 150% ETc associada a adubação com esterco de ave na dose de 5 kg m⁻² resultou

no maior teor de óleo essencial, sendo o teor obtido de $0,63 \text{ mL } 100 \text{ g}^{-1}$ da massa fresca de capítulos florais. O teor obtido foi superior ao mínimo exigido pela Farmacopéia Brasileira ($0,4 \text{ mL } 100 \text{ g}^{-1}$) para comercialização (DONALISIO, 1985). Os resultados para a lâmina de irrigação diferem dos obtidos por Pizard et al. (2006) em que a lâmina de irrigação de 55% foi suficiente para a produção de óleo essencial da camomila.

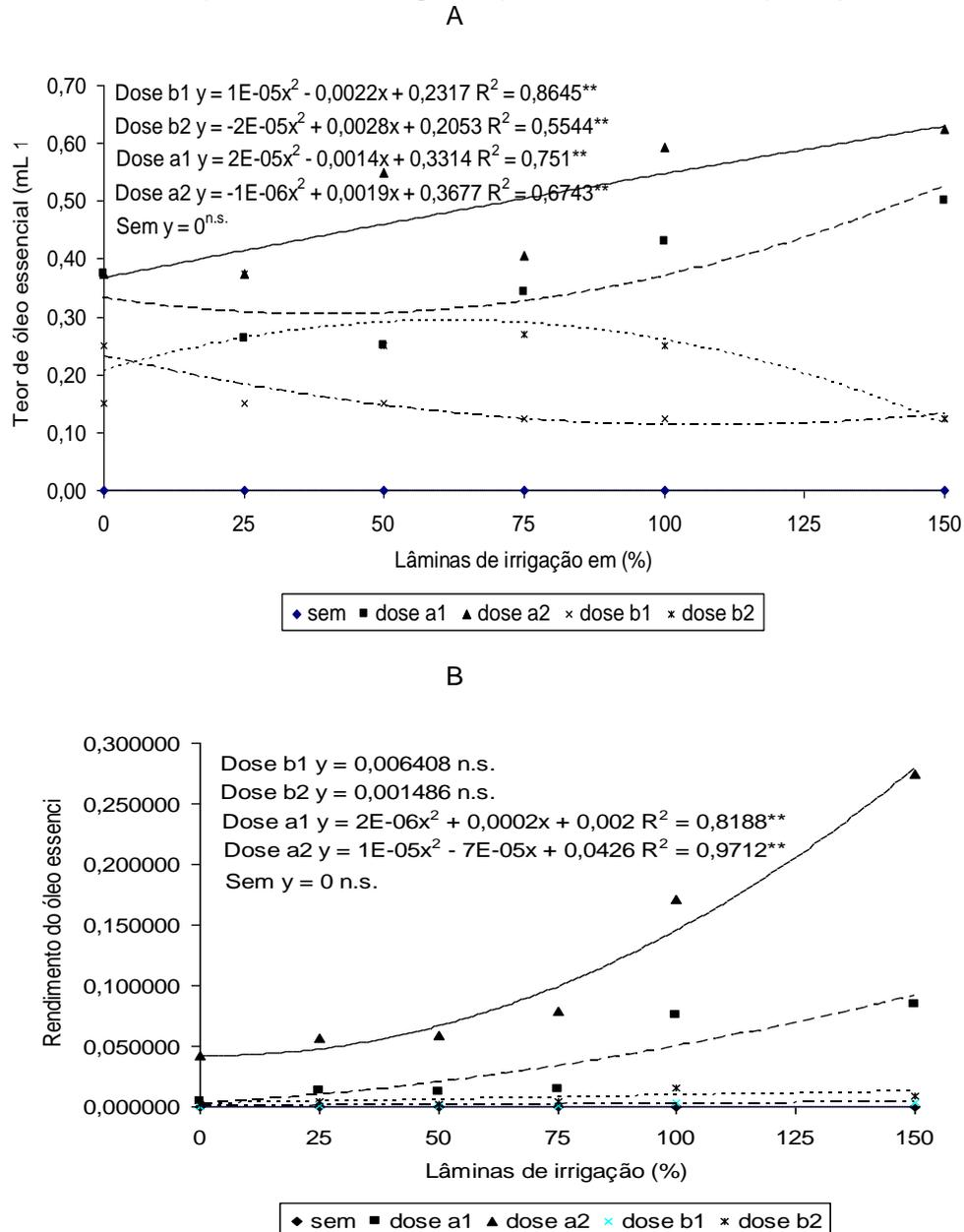
Para as adubações com esterco de ave ocorreu acréscimo da teor de óleo essencial à medida que aumentou a lâmina de irrigação. Resultado divergente para a adubação utilizando esterco bovino curtido, onde à medida que ocorreu aumento da lâmina de irrigação houve decréscimo do teor de óleo essencial. Os resultados para a adubação são divergentes dos obtidos por Mapeli et al. (2005) e Rezende et al. (2011) onde a adubação não influenciou no teor de óleo essencial da camomila e da alpinia, respectivamente. Lopes et al. (2010) concluíram que o manejo orgânico com emprego de cama de aviário resultou no maior teor médio de óleo essencial. Costa et al. (2008) concluíram que doses crescentes de esterco bovino curtido e esterco de aves resultaram no maior rendimento de óleo essencial de elixir paregórico (*Ocimum selloi*).

Para o rendimento de óleo essencial (Figura 11B) constatou-se que ocorreu maior rendimento de óleo essencial por planta na lâmina de irrigação de 150% ETc associada a adubação com esterco de ave na dose de 5 kg m^{-2} . Considerando a adubação com esterco bovino curtido, independente da lâmina de irrigação, não houve significância nos resultados de rendimento de óleo essencial. Os resultados para a adubação orgânica corroboraram com os obtidos por Bezerra et al. (2006) para chambá (*Justicia pectoralis*), em que o incremento das doses de esterco bovino curtido resultaram no decréscimo do rendimento de óleo essencial, porém este decréscimo não foi significativo. Divergindo de Rosal et al. (2009) verificaram que o aumento da dose de esterco bovino curtido resultou no aumento do rendimento de óleo essencial de boldo pequeno (*Plectranthus neochilus*).

Verificou-se que o decréscimo da lâmina de irrigação independente da adubação resultou no menor teor e rendimento de óleo essencial (Figura 11A e 11B). Os resultados são semelhantes aos obtidos por Silva et al. (2002) para *Melaleuca alternifolia*, em que a deficiência hídrica resultou na menor produção de óleo essência e divergem dos resultados obtidos por Pinto (2010) onde o estresse hídrico ou decréscimo da lâmina de irrigação resultou na maior produção de óleo

essencial de capim-limão. O aumento da adubação para o teor e o rendimento de óleo essencial influenciou nos maiores resultados. É importante considerar que a adubação orgânica apresenta uma tendência de aumentar a capacidade de retenção de água pelo solo, resultando no menor consumo de água fornecida pela irrigação.

FIGURA 11 - Teor (A) e Rendimento (B) de óleo essencial nos capítulos florais da camomila submetida a diferentes lâminas de irrigação (150%, 100%, 75%, 50%, 25% e 0%ETc) e adubação orgânica utilizando esterco bovino e esterco de aves, ambos nas doses de 3 kg m⁻²(dose b1 e dose a1) e dose de 5 kg m⁻² (dose b2 e dose a2), respectivamente



5.7 Avaliação Nutricional das Folhas de Camomila

Observando a análise de variância (Tabela 6) para a concentração de nutrientes nas folhas de camomila constatou-se que ocorreu interação entre a lâmina de irrigação e adubações apenas para o nitrogênio (N). Para os outros nutrientes houve diferença significativa para as diferentes lâminas de irrigação.

TABELA 6 - Análise de variância para a avaliação nutricional das folhas de camomila

G.L.	Tratamentos			C.V.
	L	A	L X A	
	5	4	20	-
N	17,21 ^{*(1)}	45,53*	3,10*	12,76
P	27,39*	164,11*	1,41 ^{n.s.}	6,27
K	18,59*	1,56 ^{n.s.}	1,32 ^{n.s.}	27,06
Ca	37,53*	0,17 ^{n.s.}	1,19 ^{n.s.}	20,6
Mg	29,72*	0,25 ^{n.s.}	1,46 ^{n.s.}	22,42
S	26,08*	6,11*	0,81 ^{n.s.}	18,04
B	25,47*	1,05 ^{n.s.}	0,81 ^{n.s.}	16,58
Cu	23,96*	2,69 ^{n.s.}	0,79 ^{n.s.}	9,86
Fe	7,63*	4,83 ^{n.s.}	1,27 ^{n.s.}	9,75
Mn	6,47*	2,36 ^{n.s.}	1,61 ^{n.s.}	6,41
Zn	18,38*	1,86 ^{n.s.}	1,05 ^{n.s.}	3,71

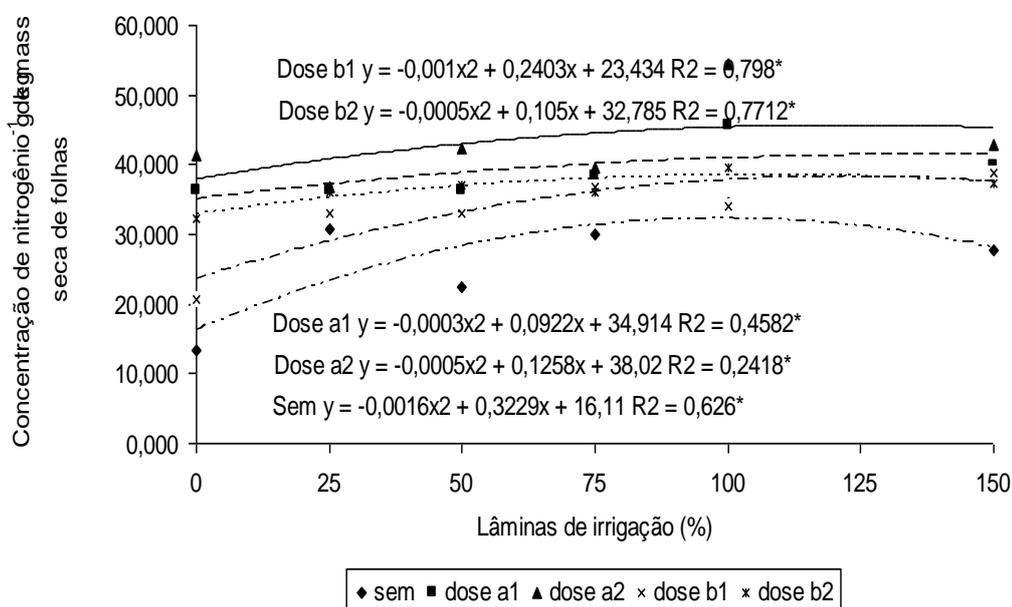
⁽¹⁾Valores de F das análises de variância, L= lâmina de irrigação (%), A= adubação (kg m⁻²), N = nitrogênio (g kg⁻¹), P = fósforo (g kg⁻¹), K = potássio (g kg⁻¹), Ca = cálcio (g kg⁻¹), Mg = magnésio (g kg⁻¹), S = enxofre (g kg⁻¹), B = boro (mg kg⁻¹), Cu = cobre (mg kg⁻¹), Fe = ferro (mg kg⁻¹), Mn = manganês (mg kg⁻¹), Zn = zinco (mg kg⁻¹). Em que * = significância ao nível de 5% e ^{n.s.} = não significativo.

Na Figura 12 foi possível observar que ocorreu maior acúmulo de nitrogênio na massa seca de folhas de camomila para a lâmina de irrigação de 150% ETc associada à adubação com esterco de aves na dose de 5 kg m⁻². De acordo com Van Raij et al. (1997) os estercos de aves apresentam uma maior concentração de nitrogênio e este após mineralizado é disponibilizado a planta. Rezende et al. (2006) observaram para alpínia que não houve diferença significativa nos teores de nitrogênio foliar considerando adubações orgânica utilizando esterco bovino curtido e cama-de-aviário, e adubação mineral associadas à irrigação.

Os maiores teores foliares de nitrogênio obtidos favoreceram a produção de capítulos florais (Figura 7), refletindo no teor e rendimento de flavonóides (Figura 10) e óleo essencial (Figura 11). O nitrogênio atua na atividade fotossintética e é um precursor de muitas proteínas e enzimas, além de atuar no

metabolismo secundário (TAIZ; ZEIGER, 2004). Kováčik et al. (2007) estudaram que a deficiência de nitrogênio limita a atividade da enzima PAL (fenilalanina amoniolise), precursora da síntese de compostos fenólicos. Said-Al et al. (2009) concluíram que os maiores teores de nitrogênio na planta refletiram na maior produção de óleo essencial do orégano no Egito.

FIGURA 12 - Concentração de nitrogênio nas folhas de camomila submetida a diferentes lâminas de irrigação (150%, 100%, 75%, 50%, 25% e 0%ETc) e adubação orgânica utilizando esterco bovino e esterco de aves, ambos nas doses de 3 kg m⁻² (dose b1 e dose a1) e dose de 5 kg m⁻² (dose b2 e dose a2), respectivamente



Os diferentes níveis de reposição hídrica (Tabela 7) influenciaram na absorção de nutrientes do solo, independente da adubação empregada. Os resultados foram diferentes dos resultados de Sandri et al. (2006) para alface, onde os teores de P, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn e B não foram influenciados pela irrigação. Foi possível verificar que as plantas de camomila não irrigadas apresentaram maiores teores de macronutrientes foliar, no entanto estes teores não refletiram positivamente no crescimento (Figura 5), produção de capítulos florais (Figura 7), massa fresca e seca de parte aérea (Figura 8), teor e rendimento de flavonóides (Figura 10) e óleo essencial (Figura 11). As plantas irrigadas apresentaram os menores teores de macro e micronutrientes foliares. Os teores de nitrogênio foram menores, considerando o efeito de diluição e esta solução com nutrientes dentro da

planta atuou sobre a produção e teor de princípios ativos. Os dados diferiram dos obtidos por Rezende et al. (2006) para alpinia, em que houve a influência das diferentes adubações utilizadas e não houve influência da irrigação nos teores nutricionais foliares.

TABELA 7 - Teores foliares de macro e micronutrientes em função das lâminas de irrigação

Irrigação (ETc)	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹				
150%	3,8 a ⁽¹⁾	35,0 b	11,0 d	3,0 c	2,4 b	26,3 b	7,2 b	386,6 b	183,7 b	21,5 b
100%	3,5 b	37,5 b	12,5 d	3,3 c	2,4 b	20,3 d	6,4 b	525,8 b	150,3 b	35,35 b
75%	3,3 c	45,6 a	14,5 c	3,5 c	2,6 b	19,1 d	5,5 b	811,4 a	255,3 a	59,4 a
50%	3,1 d	22,3 c	11,2 d	2,4 b	1,7 c	19,5 d	22,6 a	458,7 b	158,9 b	51,1 a
25%	3,3 C	37,8 b	17,7 b	4,2 b	2,6 b	23,8 c	10,2 b	439,1 b	135,7 b	55,4 a
0%	3,6 a	51,7 a	21,6 a	5,2 a	3,4 a	29,9 a	0,1 c	422,1 b	138,5 b	57,9 a

⁽¹⁾Letras referentes as diferenças entre os valores de nutrientes foliares em função da lâmina de irrigação, considerando o emprego do teste de Scott-Knott.

6 CONCLUSÕES

1 – A lâmina de irrigação de 150%ETc associada à adubação de 5 kg m⁻² com esterco de ave promoveu maior crescimento da camomila.

2 – A lâmina de irrigação de 150% ETc promoveu maior produção, massa fresca e seca de capítulos florais.

3 – O estresse hídrico provocado por falta (0% ETc) e por excesso (150% ETc) de água reduziram o acúmulo de massa fresca e seca de parte aérea.

4 – Houve maior acúmulo de prolina para a interação das lâminas de 0% e 150% com ausência de adubação.

5 – O teor e rendimento de flavonóides e óleo essencial foi superior para a lâmina de irrigação de 150% ETc e dose de 5 kg m⁻² de esterco de aves.

6 – Para o resultado de nitrogênio foliar houve interação entre as lâminas de irrigação e adubações orgânicas, ocorrendo maior teor de nitrogênio para a lâmina de 150% ETc e dose de 5 kg m⁻² de esterco de aves.

REFERÊNCIAS

- AHMADIAN, A., et al. Study of chamomile's yield and its components under drought stress and organic and inorganic fertilizers using and their residue. **Journal of Microbiology and Antimicrobials**, v. 3, n. 3, p. 23-28, 2011.
- ALVARENGA, I. C. A. et al. Water stress before harvest of pepper-rosmarin. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 7, p. 706-711, 2011.
- AMARAL, W. **Desenvolvimento da camomila e produção de óleo essencial sob diferentes condições de manejo**. Curitiba: Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Paraná, 2005.
- AMARANTE, C. V. T. et al. Influência da calagem e da adubação fosfatada no acúmulo de nutrientes e crescimento da erva-de-São-João. **Horticultura Brasileira**, n. 25, n. 4, p. 533-537, 2007.
- ANDRADE, F. M. C.; CASALI, V. W. D. **Plantas medicinais e aromáticas: relação com ambiente, colheita e metabolismo secundário**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, 1999.
- ARAÚJO, E. S., et al. Efeito do tipo e dose de adubo orgânico na produção de biomassa de hortelã (*Mentha piperita* L.). **Iniciação científica/CESUMAR**, v. 8, n. 1, p. 105-109, 2006.
- BATES, L. S.; WALDREN, R. P.; TEARE, I. D. Rapid determination of free proline for water stress studies. **Plant and Soil**, v. 39, p. 205-207, 1973.
- BLANK, A. F. et al. Influência da adubação orgânica e mineral no cultivo de manjerição cv. Genovese. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 2, p. 175-180, 2005.
- BEZERRA, A. M. E. et al. Rendimento de biomassa, óleo essencial, teores de fósforo e potássio de chambá em resposta à adubação orgânica e mineral. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 2, p. 124-129, 2006.
- BILIBIO, C., et al. Desenvolvimento vegetativo e produtivo da berinjela submetida a diferentes tensões de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 7, p. 730-735, 2010.
- BORELLA, J. C. et al. Influência da adubação e da cobertura morta na produtividade e no teor de flavonóides de *Calendula officinalis* L. (Asteraceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 2, p. 235-239, 2011.
- BORSATO et al. Propriedades físico-químicas do óleo essencial de camomila (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert) submetida à secagem em camada fixa. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 10, n. 3, p. 24-30, 2008.

BORTOLO, D. P. G., et al. Teor e rendimento de flavonóides m calêndula (*Calendula officinalis* L.) cultivadas com diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, n. 4, p. 435-441, 2009.

CARATI, L. F. **Sistemas de cultivo para a produção de camomila (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert**. 2006. 33 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Frederico Westphalen – RS.

CARVALHO, J. A. et al. Níveis de déficit hídrico em diferentes estádios fenológicos da cultura da berinjela (*Solanum melongena* L.). **Revista Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 2, p. 320-327, 2004.

CARVALHO, L. M., et al. Crescimento, teor partenolídeo e de prolina em plantas de *Tanacetum parthenium* (L.) Schultz-Bip crescidas em substrato com diferentes teores de umidade. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 1, p. 151-157, 2005.

CÔRREA JUNIOR, C. et al. **O cultivo da camomila**. Curitiba: Emater, 2008. 44 p.

COSTA, M. A. D., DONI FILHO, L. Aspectos do processo de produção agrícola na cultura a camomila (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert) no município de Mandirituba, Paraná. **Visão Acadêmica**, v. 3, n. 1, p. 49-56, 2002.

COSTA, C. A., et al. Nutrição mineral de fava d'anta. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 2, p. 24-28, 2007.

COSTA, R. C. L., et al. Biochemical and physiological responses in two *Vigna uguiculata* (L.) Walp. cultivars under water stress. **Journal of agronomy**, v. 7, n. 1, p. 98-101, 2008.

DONALISIO, M. G. R. Determinação preliminares do teor de óleo essencial em camomila cultivada no Brasil. **Bragantia**, v. 44, n. 1, p. 470-410, 1985.

DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. 2.ed. Campina Grande: FAO, 2000. 221 p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação do solo**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1999. 412 p.

FARMACOPÉIA BRASILEIRA. 4.ed. São Paulo, 1996. v. 2,

FUMIS, T. F.; PEDRAS, J. F. Variação nos teores de prolina e poliaminas em cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) submetidos a déficits hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 449-159, 2002.

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.

HOSEINZADEH, P. et al. The fertilization impacts of vermicompost on growth and yield characteristic of German chamomile (*Matricardia recutita* L.). In: Internacional

Congress CODIS, Solothurn – Suíça. **Pôster Presentations Session 4.1.** Solothurn, 2008. p. 249-250.

HOUSHMAND, S. et al. Evaluation of four chamomile species under late season drought stress. **International Journal Plant Production**, v. 5, n. 1, p. 9-24, 2011.

HUBER, L. S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Flavonóis e flavonas: fontes brasileiras e fatores que influenciam a composição em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 1, p. 97-108, 2008.

JÚNIOR, A. C. O., 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, 2005.

JÚNIOR, A. C. O. et al. Efeitos da calagem e adubação no crescimento e na nutrição de arnica. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 3, p. 347-351, 2006.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 431 p.

KOVÁČIK, J. et al. Phenylalanine ammonia-lyase activity and phenolic compounds accumulation in nitrogen-deficient *Matricaria recutita* leaf rosettes. **Plant Science**, v. 172, p. 393-399, 2007.

KUMAR, A.; SINGH, D. P. Use of physiological indices as a screening technique for drought to tolerance in oilseed *Brassica* species. **Annals of Botany**, London, v. 81, p. 413-420, 1998.

LEITE, G. L. D. et al. Níveis de adubação orgânica na produção de calêndula e artrópodes associados. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 72, n. 2, p. 227-233, 2005.

LEITE, M. L.; FILHO, J. S. V. Produção de matéria seca em plantas de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) submetidas a déficits hídricos. **Publicatio UEPG: Ciência Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, v. 10, n. 1, p. 43-51, 2004.

LENHARD, N. R. et al. Crescimento inicial de mudas de pau ferro (*Caesalpinia férrea* Mart. ex Tul. var. *leiostachya* Benth.) sob diferentes regimes hídricos. **Ciência Agrotécnica**, v. 34, n. 4, p. 870-877, 2010.

LEONARDO, M. **Produção de óleo essencial associado à deficiência hídrica em plantas de *Ocimum basilicum* L. cv. Genovese**. 2007. 134 p. Dissertação (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu.

LOPES, A. P. et al. Manejos orgânico e convencional da camomila visando à produção de óleo essencial. **Revista Varia Scientia Agrárias**, v. 1, n. 1, p. 45-54, 2010.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil (nativas e exóticas)**. São Paulo, 2002. p. 147-148.

MACHADO NETO, N. B. et al. Hydric stress induced by mannitol and sodium chloride in soybean cultivars. **Brazilian Archives Biology Technology**, Curitiba, v. 47, n. 4, p. 521-529, 2004.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. 5.ed. São Paulo: Ceres, 1989. 292 p.

MANTOVANI, E. C. et al. **Irrigação: Princípios e Métodos**. 3ªed., Viçosa: UFG, 2009. 355 p.

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**, v. 23, n. 1, 2005.

MARQUELLI, A. et al. **Manejo de Irrigação em Hortaliças**. 5.ed. Brasília: Embrapa, 1996. 72 p.

MARTINS, E. R. **Plantas Medicinais**. 3.ed., Viçosa: UFG, 2000. 220 p.

MARTINS, M. O. et al. Crescimento de plantas jovens de nim-indiano (*Azadirachta indica* A. Juss. – Meliaceae) sob diferentes regimes hídricos. **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 771-779, 2010.

MEDICINES COMPLETE. Disponível em:
<<http://www.medicinescomplete.com/mc/herbals/current/>>. Acesso em 28 jul 2009.

MITCHELL, A. E. et al. Ten-year comparison of the influence of organic and conventional crop management practices on the content of flavonoids in tomatoes. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 15, p. 6154-6159, 2007.

MONTANARI JUNIOR, I. Influência da fertilização NPK na biomassa e no teor de alcalóide de *Atropa belladonna* Linn. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 5, n. 1, p. 71, 1993.

MORAES, L. A. S. et al. Phytochemical characterization of essential oil from *Ocimum selloi*. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, v. 74, n. 1, p. 183-186, 2002.

MORAIS, T. C. et al. Produção de biomassa e teor de óleos essenciais em camomila (*Chamomilla recutita* (L.) Raushert em função das adubações com fósforo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 8, n. 4, p. 120-125, 2006.

NALEPA, T.; CARVALHO, R. I. N. Produção de biomassa e rendimento de óleo essencial em camomila cultivada com diferentes doses de cama-de-aviário. **Scientia Agrária**, v. 8, n. 2, p. 161-167, 2007.

NASCIMENTO, H. H. C. et al. Análise do crescimento de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes níveis de água no solo. **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 617-626, 2011.

OLIVEIRA, A. S. et al. **A irrigação e a relação solo-planta-atmosfera**. Brasília: funep, 2006. 88 p.

OLIVEIRA, J. M. **Resposta técnica**. Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br/upload/sbrt4881s.html>>. Acesso em 23 abr. 2008.

OLIVEIRA, R. **Paraná mantém liderança da produção de camomila**. Disponível em: <<http://www.parana-online.com.br/editoria/economia/news/324611>>. Acesso em 14 jul 2009.

PACHECO, A. C. et al. Deficiência hídrica e aplicação de ABA nas trocas gasosas e no acúmulo de flavonóides em calêndula (*Calendula officinalis* L.). **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 275-281, 2011.

PEJIĆ, B. et al. Effect of water stress on yield and evapotranspiration of sunflower. **Helia**, v. 32, n. 51, p. 19-32, 2009.

PINTO, D. A. **Efeitos de lâminas de irrigação sobre as características de crescimento, produção e qualidade de óleo essencial de capim-limão**. 2010. 71 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Universidade de Viçosa, Viçosa.

PIZARD, A. et al. Effect of water stress on leaf relative water content, chlorophyll, proline and soluble carbohydrates in *Matricaria chamomilla* L. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 5, n. 12, p. 2483-2488, 2011.

PRESIBELLA, M. M. et al. Comparison of chemical constituents of *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert essential oil and its anti-chemotactic activity. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n. 5, p. 717-724, 2006.

RAAL, A. et al. Comparación de aceites esenciales de *Matricaria recutita* L. de origem diverso. **ARS Pharmaceutica**, v. 44, n. 2, p. 159-165, 2003.

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

REZENDE, M. E. et al. Crescimento, florescimento e teores foliares de NPK em alpínia: influência da adubação e irrigação. **Revista Ceres**, v. 53, p. 569-578, 2006.

ROSAL, L. F. et al. Produção de biomassa e óleo essencial *Plectranthus neochilus* Schlechter cultivado no campo sob níveis crescentes de adubo orgânico. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 2, n. 2, 2009.

SAHARKHIZ, M. J.; OMIDBAIGI, R. The effect of phosphorus on the productivity of feverfew (*Tanacetum parthenium* (L.) Schultz Bip.). **Advances in Natural and Applied Sciences**, v. 2, n. 2, p. 63-67, 2008.

SAID-AL, A.H.A.H. et al. Effect of potassium humate and nitrogen fertilizer on herb and essential oil of oregano under different irrigation intervals. **Journal of Applied Sciences**, v. 2, n. 3, p. 319-323, 2009.

SANDRI, D. et al. Teores de nutrientes na alface irrigada com água residuária aplicada por sistemas de irrigação. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 1, p. 45-57, 2006.

SALAMON, I. The herb, spice and medicinal plant digest. **Departamento of Experimental Botany and Genetics**, v. 10, n. 1, 1992.

SALAMON, I. Chamomille biodiversity of de essential oil qualitative-quantitative characteristics. **Innovations in Chemical Biology**, v. 10, n. 7, 2009.

SALES, J. F. et al. Acúmulo de massa, teor foliar de nutrientes e rendimento de óleo essencial de hortelã-do-campo (*Hyptis marruboides* EPL.) cultivado sob adubação orgânica. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 1, p. 60-68, 2009.

SANTOS, M. R. A.; INNECCO, R. Adubação orgânica e altura de corte da erva-cidreira brasileira. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2, 2004.

SANTOS, C. F. et al. Tolerância e caracterização bioquímica em feijão-caupi submetido a estresse hídrico na pré-floração. **Naturalia**, v. 33, p. 34-44, 2010.

SILVA, F.; CASALI, V. W. D. **Plantas medicinais e aromáticas: pós-colheita e óleos essenciais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, 2000.

SILVA, S. R. S. et al. Efeito do estresse hídrico sobre as características de crescimento e a produção de óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Cheel. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 5, p. 1363-1368, 2002.

SILVA, A. R. A. et al. Desempenho de cultivares de girassol sob diferentes lâminas de irrigação no Vale do Curu, CE. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 57-64, 2011.

SOARES, A. M. S, MACHADO, O. L. T. Defesa de plantas: Sinalização química e espécies reativas de oxigênio. **Revista Trópica**, v. 1, n. 1, p. 9, 2007.

SOUZA, J. R. P. 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, 2006.

SOUZA, M. F. et al. Calagem e adubação orgânica na produção de biomassa e óleo essencial em *Lippia citriodora* Kunth. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 12, n. 4, p. 401-405, 2010.

SOUZA, N. K. R.; AMORIM, S. M. C. Crescimento e desenvolvimento de *Physalis angulata* Lineu submetida ao déficit hídrico. **Revista Ciência Agrária e Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 65-72, 2009.

SVEHLIKOVA, V. et al. **Isolation, identification and stability of acylated derivatives of apigenin 7-O-glucoside from chamomile (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert)**. Slovakia: Department of Biology and Ecology, 2004.

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

TAVANO, E. C. R. et al. Conteúdos de compostos fenólicos e flavonóides em plantas de camomila (*Matricardia recutita* L. – Asteraceae) cultivadas *in vivo* e *in vitro*. **Naturalia**, v. 32, p. 67-77, 2009.

TREUTTER, D. Significance of flavonoids in plant resistance: a review. **Alte Akademie**, v. 4, p. 147-157, 2006.

ÜNYAYAR, S. et al. Proline and ABA levels in two sunflower genotypes subjected to water stress. **Bulg. J. Plant Physiology**, v. 30, p. 24-47, 2004.

VAN RAIJ, B. et al. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1997. 285 p.

VERLAG, D. A. **Deustches Arzeibuch**. Stuttgart: Gogi-Verlag GmbH, 1978. 680 p.

VIEIRA, M. C. et al. Doses de nitrogênio e de cama-de-frango na produção da camomila 'Mandiruba'. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 1, p. 79-85, 2009.

WAGNER, H.; BLADT, S. **Plant drug analysis - a thin layer chromatography atlas**. 2.ed. Berlin: Springer, 1995. 384 p.