



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu



ANA CLAUDIA CABRAL MARI

LODO DE ESGOTO COMO SUBSTRATO PARA O
CHRYSANTHEMUM JUNIER

Botucatu

2018

ANA CLAUDIA CABRAL MARI

**LODO DE ESGOTO COMO SUBSTRATO PARA O
*CHRYSANTHEMUM JUNIER***

Tese apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp Campus
de Botucatu, para obtenção do título de
Doutora em Agronomia – Irrigação e
Drenagem

Orientador: Prof.Dr. Hélio Grassi Filho

Botucatu

2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Mari, Ana Claudia Cabral, 1989-
M332L Lodo de esgoto como substrato para o *Chrysanthemum*
junier / Ana Claudia Cabral Mari. - Botucatu: [s.n.], 2018
96 p.: fots. color., ils. color., grafs. color., tabs.

Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2018

Orientador: Hélio Grassi Filho

Inclui bibliografia

1. Crisântemo. 2. Vasos. 3. Lodo de esgoto. 4. Substratos. I. Grassi Filho, Hélio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: LODO DE ESGOTO COMO SUBSTRATO EM *CHRYSANTHEMUM JUNIER*

AUTORA: ANA CLAUDIA CABRAL MARI

ORIENTADOR: HÉLIO GRASSI FILHO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA (IRRIGAÇÃO E DRENAGEM), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. HÉLIO GRASSI FILHO

Depto de Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu - UNESP



Profa. Dra. MARIA HELENA MORAES SPINELLI

Depto de Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, SP



Prof. Dr. GLAUBER JOSÉ DE CASTRO GAVA

APTA - Regional Centro Oeste / SAA/SP



Prof. Dr. PAULO MILTON BARBOSA LANDIM

Depto de Solos e Recursos Ambientais / UNESP - Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu



PROFA. DRA. ALINE AZEVEDO NAZARIO

Água e Solo/Reuso de Água na Agricultura / Centro Universitário Adventista de São Paulo - Engº Coelho

Botucatu, 07 de maio de 2018.

Dedico a minha amada família "Te agradeço pela minha família e por tua presença no meu lar, te agradeço pelo pão de cada dia que o senhor nunca deixou faltar."

(Regis Danese)

AGRADECIMENTOS

À Deus e a Nossa Senhora Aparecida, por estar presente na minha caminhada e me livrar de todo perigo;

Aos meus pais Abel Luiz Cabral e Claci Cabral por todo amor, carinho e amizade e por saber que sempre que eu precisar estarão ao meu lado;

À minha Irma Caroline Cabral pela amizade, convívio e por cuidar com tanto amor da nossa pequena Camile;

Ao meu esposo pelo companheirismo, cumplicidade e pelo apoio nos momentos em que precisei. E principalmente a minha filha Camile, que hoje é fonte dos meus sorrisos;

Ao Élvis Alves pela sua amizade e por ajudar a montar o experimento;

Aos amigos, Andreia Ferreira, Leandro Moscoso, Jannaylton Santos, Marcos Liodorio, Flavia Diniz Mota, Miriam Medeiros pela amizade, solidariedade e por tornar o período do doutorado mais feliz;

Às famílias Pozza e Carnieto que acolheram a meu esposo e a mim como filhos;

Ao professor Dr. Helio Grassi Filho pela confiança e orientação;

À Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - FCA/UNESP, Câmpus de Botucatu/SP, e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Irrigação e Drenagem pela oportunidade;

À Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Muito obrigada!

“Ele é o meu aliado fiel, a minha fortaleza, a minha torre de proteção e o meu libertador; é o meu escudo, aquele em quem me refugio. Ele subjuga a mim os povos.”

(Salmo 144)

RESUMO

O crisântemo é comumente utilizado em decoração devido à sua variedade de cores e durabilidade de inflorescência. Como todas as plantas de vasos, é necessária a utilização de substrato para sua produção, material o qual apresenta muitas vezes elevado custo, pesquisas apontam a possibilidade de utilização de lodo de esgoto como parte deste substrato. Concomitantemente à crescente urbanização que tem como uma das consequências o aumento do volume de lodo de esgoto e outros resíduos, para reduzir os impactos ambientais, vários estudos estão sendo feitos visando à destinação adequada destes resíduos. Uma das saídas verificadas se dá pela aplicação deste resíduo em plantas, porém, com isso, surgem novas problemáticas, uma delas a dosagem. A proposta da presente tese é a utilização do lodo de esgoto como substrato para a espécie *Chrysanthemum Junier*, visando à determinação da melhor dose para certas características agronômicas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados e esquema fatorial (2x4x4) e em adição nula e apenas lodo, ou seja, dois períodos, 4 tratamentos, sendo: T1: Solo + lodo; T2: areia + lodo; T3: solo + casca de pinus + lodo; T4: solo + areia + lodo, em 4 diferentes doses, sendo estas doses de 20%, 40%, 60%, 80% (do peso do vaso) de lodo no substrato, além de TN: tratamento nulo (sem adição de lodo) e T5 (apenas lodo). O experimento foi conduzido em ambiente protegido, na fazenda experimental do Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP no Campus de Botucatu/ SP. O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento sem adição de nutrientes. As técnicas estatísticas utilizadas foram: análise descritiva dos dados e de variância, análise de regressão, teste de Tukey e Teste T. Foi possível verificar que as doses 60% e 80% de lodo de esgoto compostado proporcionaram resultados significativos no número de botões.

Palavras-chave: Crisântemo; Vasos; Doses; Esgoto compostado; Substrato.

ABSTRACT

Chrysanthemum is commonly used as decoration due to its variety of colors and durability of inflorescence. As all potted plants, it is necessary to use substrate for their production, which is often expensive, so, research suggests the possibility of using sewage sludge as part of this substrate. Concomitantly, with the increasing urbanization that has as one of the consequences the increase of the volume of sewage sludge and other residues, in order to reduce the environmental impacts, several studies are being elaborated aiming the proper destination of this waste. One of the verified possibility is the application of this residue in plants, however, with this, new problems arise, one of them the dosage. The present thesis proposes the use of sewage sludge as a substrate for the *Chrysanthemum* Junier species, in order to determine the best dose for certain agronomic characteristics. The experimental design was in a randomized complete block and factorial scheme (2x4x4) and in null addition in only sludge, that is, two periods, 5 treatments, being: T1: Soil + sludge; T2: sand + sludge; T3: soil + pine bark + sludge; T4: soil + sand + sludge in 4 different doses, these doses being 20%, 40%, 60%, 80% (vessel weight) of sludge in the substrate, with a TN: null treatment (without addition of sludge) and a T5 (only sludge) addition. The experiment was conducted in a protected environment, at the experimental farm of Lageado, belonging to the Faculty of Agronomic Sciences of UNESP at Campus of Botucatu / SP. The irrigation system adopted was the drip without adding nutrients. The statistical techniques used were: descriptive analysis of data and variance, regression analysis, Tukey test and T test. It was possible to verify that the 60% and 80% doses of composted sewage sludge provided significant results in the number of buds.

Keywords: Chrysanthemum; Vases; Doses; Composted Sewage; Substrate.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Tanque classe A	35
Figura 2 - Balanço comercial brasileiro de floricultura.....	36
Figura 3 – Mudas de crisântemos expostas a lâmpadas	50
Figura 4 - Croqui do sistema de irrigação do experimento.....	52
Figura 5 – Variação da temperatura no experimento	53
Figura 6 - Folhas da planta de crisântemo.....	54
Figura 7 - Preparação para a matéria seca.....	55
Figura 8 - Comparação do tratamento Nulo (somente terra vegetal) com T1: Solo + lodo; T2: Areia + lodo; T3: Solo + casca de pinus +lodo; T4: Solo + areia+ lodo	62
Figura 9 - Regressão entre as doses de lodo × DN. (a): ciclo 1 (b) ciclo 2.....	72
Figura 10 - Regressão entre as doses de lodo × MSFL. (a): ciclo 1 (b) ciclo 2	73
Figura 11 - Regressão entre as doses de lodo × MSCA. (a): ciclo 1 (b) ciclo 2.....	74
Figura 12 - Regressão entre as doses de lodo × NFM. (a): ciclo 1 (b) ciclo 2	76
Figura 13 - Regressão entre as doses de lodo × MSFO e Substrato T1 (Solo +lodo). (a): ciclo 1 (b) ciclo 2.	78
Figura 14 - Regressão entre as doses de lodo × MSFO e Substrato T2 (Areia + lodo). (a): ciclo 1 (b) ciclo 2	80
Figura 15 - Regressão entre as doses de lodo × MSFO e Substrato T3 (Solo + casca de pinus +lodo). (a): ciclo 1 (b) ciclo 2	81
Figura 16 - Regressão entre as doses de lodo × MSFO e Substrato T4 (Solo + areia + lodo). (a): ciclo 1 (b) ciclo 2	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação de custo e disposição final para lodo de esgoto	27
Tabela 2 - Material para substrato de cultivo do crisântemo	28
Tabela 3 - Metais encontrados em diferentes lodos de esgoto	30
Tabela 4 - Coeficiente de cultivo de acordo com o desenvolvimento fenológico de crisântemo em campos abertos	34
Tabela 5 - Defensivos utilizados na cultura do crisântemo	44
Tabela 6 - Esquema fatorial	49
Tabela 7 - Análises de metais pesados do lodo de esgoto comparados com limites	60
Tabela 8 - Agentes Patogênicos de lodo de esgoto e seus respectivos limites	60
Tabela 9 - Composição nutricional dos elementos utilizados para substrato	61
Tabela 10 - Análise de variância das variáveis avaliadas	66
Tabela 11 - Teste t para comparar os dois ciclos avaliados para as variáveis DH: diâmetro médio da haste, DF: diâmetro médio das flores, AF: área foliar (cm) e ALT: altura média	67
Tabela 12 - Teste de Tukey para comparar os dois ciclos avaliados para as variáveis DN: distância de nós, NFM: número médio de flores, MSFL: matéria seca das flores, MSCA: matéria seca do caule, AF: área foliar, ALT: altura média, DH: diâmetro médio da haste e DF: diâmetro médio das flores	68
Tabela 13 - Teste de Tukey para comparar as quatro doses avaliadas das variáveis NBM: número médio de botões, DH: diâmetro médio da haste, DF: diâmetro médio das flores, AF: área foliar e ALT: altura média	68
Tabela 14 - Teste de Tukey para o desdobramento da interação ciclo × substrato de NBM: número médio de botões	69
Tabela 15 - Análise de variância da regressão para as variáveis DN: distância de nós, MSFL: matéria seca das flores e MSCA: matéria seca do caule nos dois ciclos avaliados	70

Tabela 16 - Análise de variância da regressão para NFM: número médio de flores nos dois ciclos avaliados	71
Tabela 17 - Variáveis meteorológicas, tempo de rega e lâmina aplicada em cada ciclo experimental, estação do ano e mês	84

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DH -	Diâmetro médio da haste
DF -	Diâmetro médio das flores
DN -	Distância de nós
MSFL -	Matéria seca das flores
MSCA -	Matéria seca do caule
MSFO -	Matéria seca das folhas
NFM -	Número médio de flores
NBM -	Número médio de botões
ALT -	Altura média
AF -	Área foliar

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
2	REVISAO DE LITERATURA	25
2.1	Saneamento Básico	25
2.1.1	Substratos e Biossólidos	28
2.2	Irrigação	32
2.2.1	Evapotranspiração	34
2.3	Comércio de Flores	36
2.4	Crisântemo - Chrysanthemum	38
2.4.1	Fisiologia	39
2.4.2	Temperatura e umidade relativa do ar	40
2.4.3	Informações de cultivo	41
2.4.4	Nutrientes essenciais	41
2.4.5	Doenças e Pragas	43
2.4.6	Qualidade e durabilidade da pós-colheita	45
2.5	Análises agronômicas	46
2.5.1	Crescimento	46
2.5.2	Área foliar	46
3	MATERIAL E MÉTODOS	48
3.1	Descrição da área	48
3.2	Montagem do experimento	48
3.3	Descrição das mudas	50
3.4	Estrutura química e microbiológica do lodo	51
3.5	Irrigação e Dados climáticos	51
3.6	Obtenção de dados de campo	53
3.7	Análise estatística	55
3.7.1	Variáveis avaliadas	55
3.7.2	Estatística descritiva	56
3.7.3	Análise de variância, teste T e Teste de Tukey	56
3.7.4	Análise de variância da regressão e análise de regressão	58
4	RESULTADO E DISCUSSÕES	60
4.1	Análises laboratoriais	60
4.2	Análise descritiva	62
4.3	Análise de variância	65
4.4	Testes de médias	67

4.5	<i>Regressões para as doses de lodo</i>	69
4.6	<i>Fatores meteorológicos e de irrigação para os dois ciclos avaliados</i>	83
5	<i>CONCLUSÕES</i>	85
	<i>REFERÊNCIAS</i>	87

1 INTRODUÇÃO

Algumas regiões do Brasil não possuem saneamento básico que atenda a maior parte da população, o que ocasiona que mais da metade da população brasileira encontre-se sem captação e/ou tratamento do efluente sanitário, desta forma, uma grande parcela do esgoto que sai das residências acabam sendo lançados nos mananciais sem nenhum tratamento. Cabe salientar, ainda, que a parcela da população beneficiada com o saneamento ambiental, vem enfrentando problemática quanto à disposição final deste esgoto tratado, isso ocorre principalmente devido às restrições ambientais, legais e agronômicas encontradas no país, além das limitações culturais referentes ao reúso.

A restrição ambiental ocorre, por se tratar de um resíduo que terá o meio ambiente como sua disposição final, o fator legal se deve às questões legislativas tanto para o tratamento quanto para a doação do lodo em base seca. Finalmente o obstáculo agronômico correspondente às limitações que as plantas apresentam ao insumo, e quanto às limitações culturais refere-se ao receio que a sociedade enfrenta quanto à utilização de materiais recicláveis.

O lodo de esgoto é uma composição rica em matéria orgânica originada de seu próprio material de origem, após várias etapas do tratamento que ocorrem nas estações de tratamento deste tipo de resíduo – ETE'S, o lodo se torna livre de doenças e outras substâncias que possam vir a ser danosas à fauna e à flora.

Atualmente são buscadas alternativas para mitigar ou eliminar os impactos do homem ao meio ambiente, em suas mais diversas formas, uma das medidas cabíveis se dá através da reutilização de materiais reciclados. O lodo tratado, que de certa forma pode ser classificado como reciclo de nutriente, tem sua utilização legalizada desde o ano de 2006, porém, são recentes as pesquisas que se utilizam desse elemento como insumo para a produção em diferentes cultivares. O reúso do lodo em base seca, merece atenção quanto à alguns cuidados que devem ser tomados, como exemplos, a quantidade a ser aplicada, concentração, nitrogênio disponível além de metais pesados presentes no mesmo. Ainda devem ser realizadas análises do solo, que receberá o lodo, visando a não ocorrência de saturação de nutrientes no mesmo.

Neste contexto, o presente estudo procurou sanar a problemática, que é a disposição final do lodo, através da utilização deste material como substrato em Crisântemos, sendo que tal ação gera como hipótese a redução da demanda de adubação convencional do substrato, além de redução na quantidade de defensivos agrícolas, como fungicidas.

O Crisântemo foi escolhido como planta de estudo, pelo fato de ser uma das flores mais vendidas no Brasil, tanto a flor de vaso como a de corte, devido à sua beleza e variedade de cores que a tornam presente reincidentemente em diversos tipos de eventos. Ela é uma planta de fácil manejo, seu ciclo varia de 12 a 15 semanas, e se adapta bem ao clima brasileiro podendo ser cultivada durante o ano todo.

O presente trabalho objetivou o acompanhamento do desenvolvimento de mudas de crisântemo produzidas em diferentes substratos e concentrações de lodo, visando à verificação da influência do lodo no desenvolvimento e produção de flores pela planta. No trabalho também serão analisadas a área foliar em diferentes substratos com doses variáveis de lodo, além de diâmetro médio da haste, diâmetro médio das flores, distância de nós, matéria seca das flores, caules e folhas além do número de botões e flores.

2 REVISAO DE LITERATURA

2.1 Saneamento Básico

De acordo com o IBGE (2008) o número de domicílios que não são atendidos pela rede geral de coleta de esgoto gira em torno de 32 milhões. No Brasil apenas 43% da população conta com sistema e coleta de tratamento de sendo ela rural ou urbana, e 34,6% do esgoto do Brasil não passa por nenhum tratamento, sendo assim, esta é uma questão preocupante, não só no que se refere à saúde humana, mas também da própria poluição ambiental (SNIS, 2008).

É uma questão social, já que brasileiros continuam a adoecer por questões referentes ao saneamento básico. A legislação tem como objetivo a condução do saneamento básico, de forma a melhor atender questões como distribuição de água potável, redução de vetores, manuseio das águas pluviais, coleta e tratamento do esgoto sanitário e de outros resíduos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013).

De acordo com Souza (2010), a destinação correta do esgoto sanitário é de suma importância para que haja um ambiente saudável, evitando a contaminação de águas superficiais e subterrâneas, bem como a prevenção de doenças transmissíveis presentes em água contaminada.

Para Teixeira e Ghuilhermino (2006), o saneamento básico tem o compromisso de modificar ou melhorar as condições no meio ambiente, a fim de promover a qualidade de vida. No Brasil, o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição e defendido pela Lei nº. 11.445/2007.

Ainda de acordo com a Lei nº. 11.445/2007 artigo 49 a mesma tem como objetivo viabilizar condições adequadas de salubridade ambiental às populações rurais e de pequenos núcleos urbanos isolados.

Quando se utiliza a água e a transforma em esgoto ela é tratada de forma aeróbia ou anaeróbia (na presença ou ausência de oxigênio respectivamente) pelas Estações de Tratamento de Esgoto ou ETE's (LIMA, 1996).

Quando o esgoto chega à estação de tratamento ele passa por vários processos, gradeamento, caixas de areia, decantador primário, tanque de

aeração, decantador secundário, adensadores, flotadores, digestadores, filtros e prensas, esteira e tortas para aterro sanitário, porém cada região geográfica tem um método diferente de realizar o processo até chegar ao lodo (SABESP, 2015).

O lodo pode ser produzido de duas maneiras. A primeira é por meio da sedimentação de flocos que acontece nos decantadores, onde pode permanecer por dias ou meses. A segunda maneira são os flocos que não sedimentaram nos decantadores, esses resíduos passam por filtros e grades até serem detidos manualmente ou por sistemas mecanizados. Assim, o lodo é direcionado para o processo de desidratação (FONTANA, 2004).

Os métodos de produção de lodo são discutidos por diversos autores, existindo algumas vezes discordância entre algumas informações. Analisando desta forma, pode-se notar que, para Von Sperling (2001), os processos de geração de lodo são 3: primeiro o tratamento preliminar que passa por grades grossas, grades finas e desarenador tendo a finalidade de reter materiais de maior e menor porte para não comprometer os demais tratamentos, já o desarenador, ou caixa de areia, tem como objetivo retirar partículas mais finas como areia para não provocar danos às bombas e tubulações posteriores. A etapa que se segue é o tratamento primário onde o esgoto é encaminhado às lagoas de sedimentação, que tem por finalidade a remoção de sólidos suspensos como, por exemplo, óleo e por fim o tratamento secundário processo que incorpora a metabolização da matéria orgânica, podendo ser aeróbios ou anaeróbios, sendo que no método anaeróbio há a geração de gases, incluindo o metano e, no modo aeróbio, apenas água e gás carbônico.

É fundamental considerar algumas características para a produção do lodo em base seca, como fatores econômicos e ambientais, além de estudar a população local visando o conhecimento quanto à viabilidade da utilização do lodo para alguma atividade prática local, valendo destacar o benefício que a sociedade será receberá com tal prática, como por exemplo, a utilização do lodo como insumo na agricultura (OUTWATER, 1994).

Andreoli (1988) já havia comentado que uma das alternativas para reutilização do lodo em base seca é seu uso como insumo na agricultura, essa pratica possui qualidades econômicas e ambientais. Valendo destacar que o lodo

para ser utilizado deve-se encontrar dentro dos requisitos legais no que se refere à suas características e composição.

Mendes (1981) comenta que o lodo pode ser utilizado em floricultura, silvicultura, culturas anuais, fruticultura e na produção de gramas, pois o bio sólido é de alta qualidade pelo fato de ser rico em matéria orgânica além de ser de fácil manejo e transporte.

Os critérios e os processos para a utilização do lodo de esgoto é estabelecido pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), n. 375/2006 (BRASIL, 2006), que estipula os agentes patogênicos e as concentrações tóxicas evitando ameaças ao meio ambiente.

Para Nuvolari et al. (2011), o cuidado com o descarte do lodo de esgoto é algo recente pois não se sabia onde e como seria feito o descarte, as empresas geralmente descartam em aterro sanitário, incineração ou dão uso agrícola conforme é demonstrada na Tabela 01, que mostra também os custos envolvidos em cada tipo de disposição. E ainda de acordo com Associação Nacional dos Serviços Municipais – ASSEMAE para cada real investido na área de saneamento, o setor público economizaria quatro reais em medicina curativa (IBGE, 2002).

Tabela 1 - Relação de custo e disposição final para lodo de esgoto

Alternativas de disposição final:	Custo (US\$.t⁻¹)
Oceânica	12 a 50
Aterros sanitários	20 a 60
Incineração	55 a 250
Reciclagem agrícola	20 a 125

Fonte: ANDREOLI et al. (2006).

O tempo para a distribuição do lodo na agricultura com utilização de equipamentos de alta tecnologia, é de aproximadamente 1,2 horas.hectare⁻¹ já o custo é de aproximadamente R\$ 7,2.hora⁻¹ ou correspondente a R\$ 8,64.hectare⁻¹. Se referindo a uma ferramenta como um trator de 90 CV para distribuir o lodo em base seca fica por volta de R\$ 13.hora⁻¹ ou correspondente a R\$ 15,6 .hectare⁻¹. Esse procedimento custa aproximadamente R\$ 0,81/tonelada (CANZIANI et al., 1999).

2.1.1 Substratos e Biossólidos

O substrato é responsável pelo crescimento da planta, dando estrutura para que ela cresça, além de fornecer oxigênio, água e nutrientes. Vale ressaltar que a matéria orgânica é fundamental para o substrato pelo fato de fornecer uma maior quantidade de nutrientes (ROSA Jr. et al.,1998).

Para Souza (2004), a característica que o substrato deve possuir é de boa aeração, consistência para o suporte, conter nutrientes, permeabilidade, alto teor em fibras, e estar isento de pragas e ervas daninha. Já, para Barbosa et al. (2012), as características de um solo ideal para produzir Crisântemo é possuir baixa densidade e com boa drenagem, rico em nutrientes e matéria orgânica, no caso é difícil um substrato possuir tais características, portanto é utilizado substratos orgânicos, tais como: casca de arroz, café e casca de pinus, cavaco de madeira, turfa, areia, vermiculita. Resumindo, o substrato utilizado deve possuir uma boa aeração, retenção de água adequada e nutrição ideal para cada cultura.

Magalhães et al. (2005) também ressalta que um bom substrato deve ter uma boa contenção de umidade e aeração e baixa densidade.

Ainda, Barbosa et al. (2012) comentaram que são utilizados como substratos elementos como esterco, areia, solo e casca de arroz com as devidas proporções, conforme a Tabela 2 demonstra, e inda se referindo ao pH dos mesmos deve estar entre 5,5 e 6,0.

Tabela 2 - Material para substrato de cultivo do crisântemo

Componentes e suas respectivas relações			
Mistura	Solo	Areia	Casca de Pinus
	30 ~ 40 %	10 ~ 20 %	10 ~ 20 %

Fonte: Adaptado de Barbosa (2012).

Para Vanzo (2001) o lodo de esgoto após passar por vários procedimentos, se torna sólido, contendo uma alta concentração de nutrientes é considerado como biossólido.

Von Sperling (1995) afirmou que o lodo oriundo de reatores anaeróbicos dispõe de baixa produção e elevada concentração, seguindo estabilizado podendo ser desidratado em leito de secagem, já o sistema aeróbico pode

apresentar maior concentração de nutrientes patógenos (ILHENFELD et al., 1999).

Lopes et al. (2004) mencionaram que a utilização de lodo industrial como substrato em doses certas como $0,38 \text{ g.l}^{-1}$ pode ajudar no crescimento e desenvolvimento da altura e raiz e da parte aérea.

Von Sperling (1995) observou que elementos orgânicos e inorgânicos especificamente a proteína, hidrato de carbono e gordura podem ser encontrados no lodo podendo chegar a 70% de matéria orgânica e 30% de matéria mineral.

Para Bettiol e Camargo (2006), a constituição do lodo depende da sua origem, geralmente um lodo típico apresenta aproximadamente 40% de matéria orgânica, 4% de nitrogênio e 2% de fósforo e demais nutrientes. O lodo pode vir a diminuir as doenças no solo devido à eliminação pelo acréscimo de atividades microbiana da respectiva microbiota do material, liberação de elementos que induz o fortalecimento da planta.

Ferreira et al. (1999) advertiram que o bio sólido deve conter quantidades baixas de metais, já que uma maior concentração pode ser prejudicial, devido a inibição do tratamento biológico o que ao invés de auxiliar no crescimento da planta, a prejudica.

Um elemento pode ser considerado um metal pesado quando sua massa específica for maior que $6,0 \text{ g.cm}^{-3}$, sendo eles: Hg, Ag, As, Cu, Cd, Cr, Co, Ni, Pb, Zn, Se e Sb. Esses elementos podem ser encontrados no solo, porém em menor quantia, desta forma não sendo considerada tóxica. Os metais pesados podem ser encontrados no bio sólido, isso geralmente ocorre pelo fato de os descartes industriais serem lançados nas redes coletoras. Na Tabela 3 podem ser observados os metais pesados mais importantes que foram constatados em alguns lodos.

Tabela 3 - Metais encontrados em diferentes lodos de esgoto

Material	Cd (mg.kg⁻¹)	Cr (mg.kg⁻¹)	Cu (mg.kg⁻¹)	Ni (mg.kg⁻¹)	Pb (mg.kg⁻¹)	Zn (mg.kg⁻¹)	Referência
Lodo ETE Sul Londrina – RALF	1,6	62,8	725	67,3	208,2	207	Silva & Fernandes (1998)
Lodo ETE Norte – Londrina RALF	0,01	70,4	282	29,2	101	1041	Silva & Fernandes (1998)
Lixo urbano	2	26	113	12	135	235	Rao & Shantaram, 1995, apud Miyasawa et al
Composto com lodo	---	60	78	---	38	89	Fernandes et al, 1993
Lodo esgoto ETE Belém –Curitiba	---	178	439	73	123	824	SANEPAR, 1997
Lodo esgoto São Paulo- Suzano	1-85	859- 3486	450-1215	124-269	173-500	839-2846	Santos &Tsutiya, 1997
Lodo esgoto de Brasília	<10	54	---	34	50	---	Luduvic, M. L. 1996
Rec. pela EPA	39	1200	1500	420	300	2800	EPA, apud Luduvic, M. L. 1996

Fonte: Adaptado de Fernandes et al. (1992).

Para Von Sperling (2001) biossólidos possuem nutrientes fundamentais como fósforo e nitrogênio que auxiliam no crescimento da planta, além de nitrogênio mineral que pode ser encontrado no solo, vale ressaltar que a matéria orgânica é uma fonte contínua de nitrogênio.

Estudos realizados por Bettiol et al. (1986) comprovaram que biossólidos e acículas de pinus utilizados como substrato em concentrações de 0 à 10 %, não contribuíram para o desenvolvimento de mudas de *Pinus caribaeavar hondurensis*. Já em outro experimento onde foi utilizado um percentual de 70 %

de solo sem adubo e mais 30% de biossólido de esterco bovino pôde-se observar um maior desenvolvimento das plantas, sendo considerada uma alternativa viável (MORAIS et al., 1997).

Lopes et al. (2004), estudando o adicionamento de lodo industrial como substrato no crisântemo em dose de $0,38 \text{ g.L}^{-1}$, puderam observar um crescimento na altura da planta, na massa seca do sistema radicular e na parte aérea.

Skorupa et al. (2006) acreditam que o lodo através da sua decomposição química, quando disposto em áreas danificadas, pode expandir a aeração do solo, infiltração e retenção de água.

Para o desenvolvimento do crisântemo, foi avaliada a relação entre dois substratos e cinco concentrações de fósforo, e foi constatado que o P influencia consideravelmente na quantidade de folhas e na altura das plantas, porém os diferentes substratos atuaram na quantidade de haste por planta como também na altura das plantas. (RODRIGUES et al., 2005).

Quanto à adubação orgânica, Gonçalves Jr. et al. (2015) em um levantamento encontrou os valores de nutrientes em compostos orgânicos destinados à adubação. Sendo, para Nitrogênio: $13,13 \text{ g.kg}^{-1}$, Fósforo: $10,83 \text{ g.kg}^{-1}$, Potássio: 2 g.kg^{-1} , Cálcio $41,3 \text{ g.kg}^{-1}$, Magnésio $5,2 \text{ g.kg}^{-1}$.

Já se referindo ao uso de lodo de esgoto em cultivo, Wachowicz e Serrat (2006) em um experimento com *Gypsophila paniculata* L., utilizaram diferentes doses de lodo de esgoto para verificar o comportamento de planta em função ao aumento da dosagem. As autoras concluíram que com o aumento da dose a planta respondeu com aumento da massa seca, número de flores e altura, portanto definiram como positivo o uso de lodo de esgoto na cultura.

Enquanto Almeida et al.(2005) concluíram que para todos os parâmetros estudados, a Vinca tem uma melhora de desenvolvimento à medida que a dose de lodo se aproxima de 75%. Os autores analisaram a altura das plantas, diâmetro de flores, número de flores, área foliar, matéria fresca e matéria seca.

2.2 Irrigação

A irrigação é utilizada para complementar a demanda de água para plantas em lugares onde existe limitação da mesma, porém a quantidade adicional de água aplicada deve ser precisa (PRESENÇO; SERAFM, 2000).

Para Aguiar e Silva (2005), a irrigação deve ser inspecionada para que ocorra corretamente a aplicação da água levando em consideração o momento correto, geralmente os métodos mais utilizados para a definição deste momento são gravimétricos e tensiômetros.

De acordo com Dalsasso et al. (1997), a irrigação para ambientes protegidos possui características diferenciadas, com menor utilização de água.

Para Silva e Marouelli (1998), o manuseio para uma irrigação correta sobrevém da verificação do clima, evapotranspiração e da umidade solo, isso ao decorrer de todo o processo da cultura.

Para Raviv e Blon (2001), o manejo da irrigação se vincula a água utilizada e a limitação do tempo com a aplicação correta acaba por equilibrar o processo da evapotranspiração.

Segundo a Embrapa (2010), a irrigação é uma prática milenar que vem sendo aperfeiçoada para ser gotejada no momento e local certo onde seu maior objetivo é liberar água para a cultura com exatidão ou em lugares onde a água não seria capaz de chegar.

O sistema de irrigação por gotejamento é o mais usado devido a sua eficácia na regulação da nutrição e aplicação de água, já que o sistema faz com que a irrigação seja aplicada diretamente no sistema radicular da planta em formas de gotas minimizando o desperdício (RIBEIRO, 2012).

Para Souza e Matsura (2004), para menores quantidades de água, e que chegue diretamente no sistema radicular da planta, o ideal é a irrigação por gotejamento, isso é possível através de linha de gotejamento abaixo ou sobre o solo e irrigação pontual.

Em se tratando das vantagens da irrigação por gotejamento, a mesma possui uma maior facilidade para automação, ajudando a minimizar o encharcamento, erosão e o escoamento superficial e ainda proporcionando um maior rendimento da cultura (SOUSA et al., 2014).

Quanto às desvantagens, existe uma maior probabilidade de entupimento dos gotejadores, além de possuir elevado custo na implantação, parte disso se dá pela necessidade de mão de obra especializada para o serviço e, ainda, o valor econômico da implantação da irrigação por gotejamento, sendo que a cultura não é viável (BERNARDO, 2002).

Com Esteves (2012) os gotejadores podem ser em linha onde os mesmos estão acoplados a tubulação de polietileno ou gotejador “in line” já está inserido na tubulação.

Os sistemas de irrigação mais utilizados para o crisântemo de vaso são: gotejamento e spaguetti, ambos possuem a mesma técnica, uma tubulação central que possui mangueiras de polietileno, e estas por sua vez chegam aos vasos. Esse sistema proporciona igualdade no desenvolvimento da cultura. A irrigação deve ocorrer sempre que o substrato tiver pouco úmido a quantidade de água a ser aplicada varia de vaso para vaso no caso o vaso número 13 e 14 recebe aproximadamente 160 a 210 ml dia⁻¹ (CÁSSIA et al.; 2004).

Se tratando da parte de irrigação da cultura do crisântemo, a planta necessita de solo úmido, porém sempre cuidando para que o excesso de água não prejudique à planta. O sistema mais aplicado para a irrigação localizada são o gotejamento e a microaspersão, a restituição da água para a planta deve ser similar a evapotranspiração da cultura. A lâmina para a irrigação depende das condições climáticas ficando aproximadamente entre 270 a 370 mm ciclo⁻¹, no entanto refere-se à uma lâmina diária de 3 – 4 mm, para um período de 90 dias (BARBOSA et al., 2012).

Wrege (1995) percebeu que na cultura do crisântemo, em um período de 90 dias, teve uma demanda de água de aproximadamente 296 mm.

Rego (2009), estudando o sistema de irrigação para a cultura crisântemo, utilizou fita gotejadora com abrimento de 0,1 mm (0,4 L h⁻¹) e de uma influência de 100 kpa. Por fim conclui que o manuseio da rega no crisântemo conforme o método do tanque classe A influencia positivamente no aumento da produtividade da planta.

2.2.1 Evapotranspiração

A evaporação pode ser definida como um fenômeno que envolve um material do estado líquido para o gasoso. Tal processo ocorre lentamente na superfície dos líquidos com a ascensão das massas d'água sob a forma de vapor. (INSA, 2013).

Para Fernandes (1996), em ambientes protegidos tende-se a ter cuidado maior com a temperatura, a radiação solar, a umidade relativa e a evapotranspiração do que quando comparado com o cultivo em campo.

Martins et al. (1999) observaram em trabalhos realizados fora do Brasil, que a demanda hídrica dentro de ambientes protegidos chega a ser até 40% inferiores as plantas semelhantes cultivadas a campo.

Para definir a demanda de água das plantas, deve-se ter conhecimento sobre o coeficiente de cultura do cultivo como pode ser observado na Tabela 4 (WREGE, 1995).

Tabela 4 - Coeficiente de cultivo de acordo com o desenvolvimento fenológico de crisântemo em campos abertos

Fase de desenvolvimento fenológico	Coeficiente de cultivo (Kc)
Fase I: Plantio a 10% do desenvolvimento vegetativo	0,43
Fase II: 10% do desenvolvimento vegetativo a 80%	0,79
Fase III: 80% do desenvolvimento vegetativo a 100%	1,59
Fase IV: florescimento	1,33

Fonte: Wrege (1995).

O tanque classe A, como pode ser visto na Figura 1 é um tanque circular produzido em uma chapa de aço inox, suas dimensões são: diâmetro de 120,6 cm e altura de 25,4 cm, essa estrutura é montada sob uma madeira de 15 cm de altura. O nível da água no tanque classe A deve ser de aproximadamente 20,4 cm ou no mínimo de 17,9 cm.

Figura 01 - Tanque classe A



Foto: Ana Claudia Cabral Mari - 2016

Para Montovani et al. (2009), existem vários métodos para se estimar a evapotranspiração de referência, entre eles aparelhos meteorológicos e geralmente utiliza-se a equação de Penman- Monteith. Para estabelecer a lâmina a ser utilizada na planta, faz-se uso das Equações 1 e 2:

$$IRN = ET_c * TR \quad (1)$$

$$ITN = \frac{IRN}{0,9} \quad (2)$$

Sendo:

IRN - irrigação real necessária;

ITN - irrigação total necessária;

TR - turno de rega. Geralmente, de 1 a 3 dias.

Já o tempo que será irrigado cada planta é dado pela Equação 3:

$$TI = \frac{ITN * A}{N * QG} \quad (3)$$

Sendo:

Ti - Tempo de irrigação (horas);

A - Área de cada planta (m²);

n - Número de gotejadores por planta;

Qg - Vazão do gotejador (L h⁻¹).

Estudos foram realizados para determinar a necessidade de irrigação para diferentes culturas, no entanto para cultivos em ambientes protegidos, deve-

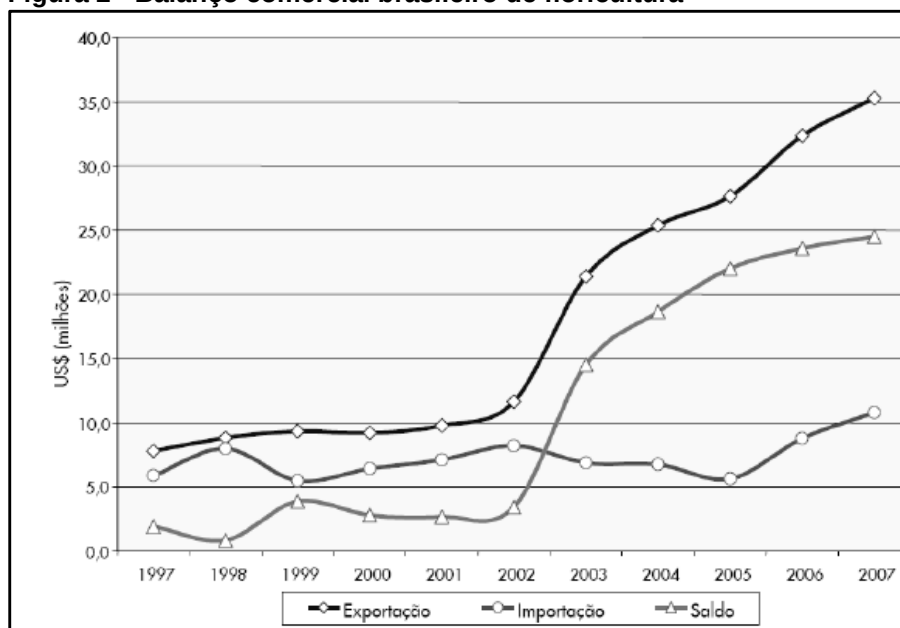
se buscar um novo cenário que vise uma perspectiva que fortaleça a cadeia produtiva para assim qualificar melhor a cultura principalmente no que condiz a floricultura (CASARINI, 2006).

2.3 Comércio de Flores

O comércio de flores vem se ampliando a cada ano conforme é ilustrado na Figura 2, um brasileiro gasta em torno de US\$ 5,00.ano⁻¹ com flores e plantas ornamentais, já um suíço utiliza aproximadamente US\$ 94,00.ano⁻¹ (JUNQUEIRA; PEETZ, 2008).

Pode também ser observado na figura 2 que o aumento do comércio de flores cresceu grandemente principalmente a partir do ano de 2003 não alcançando estabilização até o último ano estudado pelos autores.

Figura 2 - Balanço comercial brasileiro de floricultura



Fonte: Kiyuna et al. (2008).

Para Gomes et al. (2006), a produção de flores enquadra-se no setor de agricultura irrigada. Podendo ser tanto para flores em cultivos de vasos, plantas ornamentais, cultivo de flores para corte ou plantas para jardim, essa é uma área muito promissora, porém depende de tecnologias corretas e clima favorável.

A geração de flores no Brasil chega aproximadamente a 6.500 hectares de área plantada, sendo que deste valor, 70% fica no Estado de São Paulo e desta parte 40% se centraliza no município de Holambra (FATOR BRASIL, 2007).

Para Reetz (2007), ano após ano o comércio brasileiro que movimenta a floricultura administra aproximadamente 2 milhões de dólares e possui uma variedade de aproximadamente 3500 gêneros comercializados.

O crisântemo é bem querido pela durabilidade de sua inflorescência, é uma das plantas mais cultivadas para corte no Brasil sendo que a maior produção ocorre no estado de São Paulo (BARBOSA et al., 2012).

Para Gruszynski (2001) o crisântemo destaca-se muito bem no mercado de flores juntamente com a gérbera, rosa e cravo, elementos básicos em floriculturas. O autor destacou ainda que os consumidores de crisântemos, em vasos, buscam por uma planta bem enraizada, com caule firme e com altura entre 1,5 a 2 vezes a altura do vaso, o que gera simetria no conjunto.

Relatando o consumo de crisântemo de corte no mercado, foi possível verificar que as cores mais aceitas são a branca, preferida por aproximadamente 40% dos compradores, a amarela: 30%, de cores variadas: 20% e de cor violeta: 10%. As flores possuem uma maior demanda no dia das mães, dia dos finados e em festividades de final de ano, sem contar que são utilizadas em eventos e funerais o que explica a maior demanda de flores de cor branca (TEIXEIRA, 2004).

Outro autor afirmou algo semelhante ao dizer que as melhores datas de comercialização para o crisântemo sucedem-se nos dias: de finados, dos namorados, dia das mães e dos pais, natal e dia internacional da mulher (RODRIGUES, 2005).

Veiling (2012) pontuou que no Brasil o crisântemo é a planta mais comercializada, seja como flor de corte ou de vaso, devido a sua variedade de cores, beleza e ainda pela sua durabilidade. De acordo com dados administrativos de Holambra, a comercialização desta planta ultrapassou 9,3 milhões de unidades no ano de 2011.

2.4 Crisântemo - *Chrysanthemum*

Grusznski (2001) o crisântemo ou *Chrysanthemum* como sendo oriundo da Ásia, em especial da China e seu nome significam flor dourada, com propagação através de sementes, pertencente à família Asteraceae e dada por um conjunto de flores conhecida como inflorescência (TEIXEIRA, 2004).

Essa espécie de planta possui caule ramificado com folhas ovuladas e não muito grandes, para a cultura de corte, não ultrapassam a um metro de altura (BORGES, 1995).

Para Motos e Oliveira (1998), referindo-se ao cultivo em vasos, destacaram-se quatro variedades de tamanhos. O primeiro é o vaso tamanho 11, onde podem ser cultivadas de três a quatro mudas, o segundo é número 13 onde podem ser cultivadas quatro mudas, o terceiro é o tamanho 14 que pode receber as até seis mudas e, por fim, o tamanho 15 onde também são cultivadas seis mudas.

Segundo Rodrigues (2005), a quantidade de mudas a serem plantadas varia de vaso para vaso tendo como objetivo cobrir a superfície do vaso, para que não se observe as folhas, quando observando de cima.

Um estudo feito com crisântemo de vaso da variedade *Putitan* e *Rage*, que testou diferentes níveis de tensão de água, obteve aproximadamente 2,500 cm² de área foliar e o maior valor para a matéria seca foi de 30g por vaso isso para a variedade *Puritan*, já para a variedade *Rage* o maior valor encontrado foi de 45g por vaso. (FARIAS, 2003).

Em um trabalho utilizando outra variedade de Crisântemo, Castro (2010) observou, em um experimento em que foram utilizados adubos orgânicos e adubos comerciais, que as plantas apresentaram altura variando entre 21 cm e 27 cm, o diâmetro médio da haste foi de 4,2 mm, a biomassa fresca variou de 18 g a 31 g, o diâmetro da inflorescência oscilou entre 5 cm e 7 cm. Se referindo as inflorescências, o autor verificou que a quantidade média de botões nas plantas foi de 5,6 enquanto o número de flores foi 16.

Barbosa (2003) comenta que a altura ideal para o crisântemo é de 20 cm a 25 cm desconsiderando o vaso. Mota (2004) em um trabalho com a cultura

crisântemo constatou 23 flores por vaso e o mesmo possuía médias de 72,48 a 77,93 mm de diâmetro de inflorescência.

Gruszynski (2001) o autor acredita que diâmetro superior a 6 mm é o ideal, em relação ao crisântemo de corte.

Para Souza (1991) a flor semi aberta possui aproximadamente 35 mm de diâmetro e as flores abertas deve passar de 60 mm de diâmetro.

O cultivar crisântemo de corte *Snowdon* conhecida como bola, foi particularmente melhorado no fator de inflorescência e chegou a obter um diâmetro de 20 cm (SCHOENMAKER, 1999).

O Trabalho feito por Farias (2005) teve como objetivo de encontrar a melhor tensão de água no substrato para o crescimento do crisântemo – *Rage*, em vaso. Chegando aos valores de 1.269,00 cm² a 1.697,27 cm² de área foliar, a matéria seca variou de 18,15g a 21,57g trabalhos com resultados similares foram encontrados Scatolini (1996)

2.4.1 Fisiologia

Tombolt (2004) afirmou que o crisântemo possui ciclo curto, geralmente a maioria das variedades pode ser cultivada durante todo o ano, mas a sua produção é melhor na estação de inverno, porém Teixeira (2004) relata que essa espécie naturalmente floresce no outono e primavera dependendo da variedade.

Barbosa et al. (2012) comentaram que o crisântemo é uma planta de dia curto (PDC), com fotoperíodo de aproximadamente 13 horas, caso contrário haverá a indução ao florescimento, ou seja, 35 a 45 dias longos e 30 a 40 dias curtos.

Teixeira (2004) esclareceu que essa espécie é influenciada pela quantidade de tempo em que fica exposta a luz, concordando se tratar de uma planta de dias curtos. Cabe salientar que o excesso de escuridão, causado por noites longas, pode causar o florescimento precoce.

As noites longas e dias curtos propiciam a imobilidade do crescimento de folhas e hastes e os dias longos, geralmente com menos de 12 horas, auxilia o

crescimento vegetativo. Devido a esses fatores deve-se efetuar corretamente a floração (TEIXEIRA, 2004).

2.4.2 Temperatura e umidade relativa do ar

Com relação à temperatura ideal para o cultivo do crisântemo, ela varia entre 23°C a 25°C, no período diurno, já para o noturno média de 18°C (BARBOSA et al., 2012).

A temperatura é um fator muito importante Adams et al. (1998) comenta que a mesma influencia diretamente na floração. Temperaturas altas podem influenciar negativamente na indução do florescimento (GRUSZYNSKY, 1991).

Teixeira (2004) afirmou que a temperatura que proporciona uma melhor eficiência para essa cultura é de aproximadamente 15,5° C e ocorrendo pouca variação de temperatura pode ser cultivada durante o ano todo. Temperaturas acima de 15,5° C podem ocasionar inibição do florescimento, já quanto a temperaturas inferiores, a esse valor, as plantas podem desenvolver-se, porém os botões podem não abrir completamente.

Para Fernandes (1996), a melhor temperatura para o crescimento e florescimento do crisântemo é de aproximadamente 22,5°C e temperaturas a baixo de 20°C afetam as raízes. O mesmo autor pontuou que a umidade relativa do ar pode ser instigada pela evapotranspiração, que aumenta a tensão do vapor de água do ar devido ao declínio da reiteração do ar no interior do ambiente protegido.

Se referindo aos ambientes protegidos, as temperaturas altas podem influenciar nos menores valores de umidade relativa do ar juntamente com a baixa renovação do ar, pois o polietileno reprime a energia térmica, deste modo, a umidade relativa do ar permanece mínima (AGUIAR; SILVA, 2001).

2.4.3 Informações de cultivo

O período do crisântemo de corte é de 12 a 15 semanas. Na estação de inverno pode chegar a passar de 15 semanas e no verão pode ser menor que 12 semanas para a realização do corte (TEIXEIRA, 2004).

As podas podem ser realizadas de duas maneiras, dependendo da finalidade do plantio. A poda desponta ocorre a segunda e a quarta semana após o plantio, e busca o crescimento lateral das mudas, através da redução da dominância apical, fazendo com que os vasos fiquem “cheios” sendo essa prática também conhecida como *pinch*. Já a poda desbrota é realizada de 15 a 20 dias após a desponta e tem por finalidade a diminuição da brotação lateral (TEIXEIRA, 2004).

De acordo Carvalho (2007) a utilização de lâmpadas incandescentes de 100 watts não é vantajosa no cultivo de crisântemo, citou ainda que com a evolução da tecnologia de LED tornou-se possível obter os dias longos com menor custo de energia elétrica.

Teixeira (2004), afirmou que a iluminação pode ser contínua ou alternada. No primeiro caso, devem ser cedidas 4 horas de luz à planta, o autor sugeriu que o processo ocorra entre as 22 e 2 horas. Para o segundo caso, o autor sugeriu que a iluminação seja alternada das 21 às 5 horas com o auxílio de *timers*.

Geralmente as mudas são mantidas nos primeiros 17 dias sob regime de dias longos, os horários noturnos em que se realizam esses procedimentos dependem muito de cada experimento. (CARVALHO, 2007).

2.4.4 Nutrientes essenciais

De acordo com Pereira (2005) após muitas análises durante décadas a respeito de nutrição na cultura crisântemo, ele pôde dizer que ainda não se tem o ideal para o desenvolvimento da cultura, referindo-se ao macro e micronutrientes.

Um dos coeficientes que pode auxiliar na qualidade e produção da espécie é a fertilidade do solo ou substrato, objetivando um melhor desenvolvimento ao crisântemo. Neste sentido os elementos utilizados no ciclo de crescimento das plantas são diversos, elementos eles: Carbono (C), Oxigênio (O),

Hidrogênio (H), Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Cloro (Cl), Manganês (Mn), Boro (B), Zinco (Zn), Ferro (Fe), Cobre (Cu), Níquel (Ni) e Molibdênio (Mo). Os elementos C, O e H são provindos da água e ar sendo chamados de elementos não minerais, sendo componente da matéria seca das plantas representando um percentual de 95%. Os demais elementos são considerados nutrientes minerais, estes são retirados do solo pelas raízes das plantas (FERNANDES, 2006).

Para Malavolta (2006), estes nutrientes podem ser caracterizados como macro e micro nutrientes, os detectados em grandes concentrações são caracterizados de macro nutrientes, sendo eles N, P, K, Ca, Mg e S. Já os encontrados em “pequenas” concentrações são dados como micro nutrientes, sendo eles Cl, Mn, B, Zn, Fe, Cu, Ni e Mo.

Para Teixeira (2004) referindo-se à nutrição, os principais elementos que não podem faltar são nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e boro. Outro autor concorda afirmando tratar-se de uma cultura excessivamente exigente em potássio e nitrogênio (MARSCHNER, 2005).

O nitrogênio é um elemento essencial que estimula o desenvolvimento vegetativo e a área foliar (MARSCHNER, 2005).

Teixeira (2004) pontuou o nitrogênio como sendo incumbido, pelo desenvolvimento da planta e sua carência provoca redução no crescimento das folhas mais novas e amarelecimento em folhas velhas. Fósforo é responsável pelo florescimento e enraizamento e o seu déficit provoca a limitação do crescimento e a cor da planta fica verde escura e após deste tom torna-se amarelada e por fim seca. Potássio é importante para o desenvolvimento e o florescimento da planta e sua ausência provoca amarelecimento nas folhas. O cálcio atua no tecido vegetal e a sua falta ocorre escurecimento nas folhas.

Já, o magnésio atua no desenvolvido e na fotossíntese e sua escassez minimiza o florescimento e, se referindo ao boro, ele influencia no desenvolvimento vegetativo e sua insuficiência ocasiona o amarelecimento em folhas novas e minimiza o tamanho da inflorescência (TEIXEIRA, 2004).

Joiner (1962) comentou que a necessidade do potássio aumenta no cultivar do crisântemo quando o nitrogênio é elevado, devido à precisão na síntese de proteína. Ainda grandes doses de potássio e nitrogênio melhoram a

qualidade da planta e altas proporções de nitrogênio podem retardar a floração (WILSON, 1983).

Em um estudo realizado com crisântemo a melhor produção foram com a quantidade de elementos K (1404 mg. planta⁻¹), N (699 mg. planta⁻¹), Ca (263 mg. planta⁻¹), P (994 mg. planta⁻¹) e Mg (56 mg. planta⁻¹) (GONZÁLEZ; BERTSCH, 1989).

2.4.5 Doenças e Pragas

Para o seu desenvolvimento, necessita de manejo adequado, já que pode adquirir muitas doenças. Assim, Barbosa et al., (2012) citaram as possíveis doenças que podem vir a afetar o cultivo:

- Ferrugem Branca – *Puccinia Horiaria*;
- Mofo Cinzento – *Botrytis Cinerea*;
- Murcha de Fusário – *Fusarium Oxysporum f. SP. Chrysanthemi*;
- Mancha foliares – *Alternaria spp.*, *Ascocyta sp.*, *Cercospara Chrysanthemi*;
- Tombamento - *Mela ou Dumping off*;
- Murcha bacteriana – *Erwinia Chrysanthemi*;
- Doenças Viroticas;
- Nematóides – *Pratylenchus Penetrans*.

O crisântemo é uma planta sensível a pragas. O fungo *Fusarium oxysporum*, ataca o sistema vascular da planta, ressecando-a e ainda causa a putrefação da haste e raiz (TEIXEIRA, 2004).

Outro risco são os pulgões, que possuem aproximadamente 5 mm de comprimento, normalmente esses insetos são encontrados na face inferior das folhas e caules, essa espécie prejudica o crescimento da planta causando enfraquecimento e má formação, possibilitando o desenvolvimento de fungos (TAMAI et al., 2000).

O ácaro rajado com nome científico *Tetranychus urticae*, possui coloração verde com manchas escuras causando pontos amarelados na folha diminuindo assim o suporte da fotossíntese (JEPPSON et al., 1975).

Outro inseto comum na cultura do crisântemo é a mosca branca, que se procriam na face inferior das folhas, a mesma que atinge as culturas ornamentais tem como nome *Bemisia tabaci*, medindo de 1 a 2 mm de (TAMAI et al., 2000).

A ferrugem branca também ocorre com facilidade no crisântemo, surge dos fungos *Puccinia horiana* e *Puccinia chrysanthemi* e são manchas amareladas e pequenas, a geralmente ocorre em baixas temperaturas e umidade alta (TEIXEIRA, 2004).

Farias (2006) mostrou os defensivos mais utilizados para a produção do crisântemo na Tabela 05.

Tabela 05: Defensivos utilizados na cultura do crisântemo

Nome técnico	Nome comercial	Classe	Usado no controle de
Abamectrina	Vertimec 18 CE	(A)/(I)	Mosca minadora
Acefato	Cefanol/ Orthene 750PM	(A)/(I)	Pulgões/Tripes/Ácaros
Acrinatrina	Rufast	(A)	Ácaros
Bifentrina	Talstar 100 CE	(I)	Mosca minadora
Cartap	Cartap BR 500	(I)/(F)	Mosca minadora
Ciromanzine	Trigard 750 PM	(I)	Mosca minadora
Clorfenapir	Pirate	(A)/(I)	Ácaros
Diafentiurom	Polo 500 PM	(A)/(I)	Ácaro rajado
Fenbutatin Ox.	Torque	(A)	Ácaros
Folpete	FolpanAgricur 500 PM	(F)	Oídio /Ferrugem
Hexythiazox	Savey 500 PM	(A)	Ácaros
Imidaclopride	Confidor	(I)	Mosca Minadora
Pyridaben	Sanmkite	(A)	Ácaros
Propargite	Omite 720 CE BR	(A)	Ácaros
Spinosad	Tracer	(I)	Tripes
Tebuconazole	Folicur 250 PM	(F)	Ferrugem
Tiacloprido	Calypso	(I)	Mosca branca

Classes de defensivos: (A) – Acaricida / (I) – Inseticida / (F) - Fungicida

Fonte: Farias (2006).

2.4.6 Qualidade e durabilidade da pós-colheita

Para Silveira et al. (1997) a qualidade da cultura esta interligado com vários fatores como estrutura da flor tal como o comprimento da haste, número de botões e flores, durabilidade, presença de pragas entre outras características. Alvarez et al. (2004) também comenta sobre os parâmetros que devem ser observados referentes à qualidade da flor como por exemplo: Aparência das flores, comprimento da haste, diâmetro da haste e diâmetro do capítulo.

Para Motos (1998) um critério de qualidade, é quando a planta de vaso olhada de cima em sua inflorescência possui o fechamento total da superfície do vaso de flor.

Se tratando da colheita, o estágio ideal é quando as lígulas externas encontram-se abertas e as flores do centro da inflorescência se encontram em início de abertura (TEIXEIRA, 2004).

Na maior parte quando a inflorescência estiver com 50 a 60% de abertura, ocorre a colheita que geralmente é feita pelo corte basal das plantas (WREGGE, 1995).

Para Brackmann et al. (2005) a qualidade pós colheita depende de técnicas e um dos fatores que interferem na maioria da vez a qualidade da planta é a ocorrência de fungos e bactéria e a perda abundante de água. Em um trabalho realizado por Roude et al. (1991), que estudaram a durabilidade da cultura crisântemo em vaso, e que obteve resultados favoráveis foi devido ao aumento de concentração de nitrogênio.

Em uma análise do elemento pentóxido de fósforo nas proporções 0, 15, 30, 45 ou 60 g.m⁻² de N e 0, 15, 30, 45 g.m⁻² de P₂O₅. Foi verificado que a durabilidade da planta diminuiu (LHODHI et al., 1994).

Em uma análise com a cultura do crisântemo, foi percebido que quando o oxigênio decresceu a durabilidade da cultura aumentou (ROUDE et al., 1991).

2.5 Análises agronômicas

2.5.1 Crescimento

Para Pereira e Machado (1987), as análises de crescimento da planta, podem ser realizadas sem complicação e equipamentos requintados.

A altura da planta é importante pelo fato de ser uma maneira de medir o crescimento, no entanto, para o crisântemo de vaso o padrão ideal para a comercialização é possuindo altura de aproximadamente 30 a 35 cm incluindo o vaso. Neste sentido o melhor valor para a haste está entre 20 a 25 cm (STRINGHETA, 1995).

Referindo-se ao diâmetro da haste, é interessante realizar medidas do ápice para baixo em vários pontos da planta em diferentes dias com paquímetro. Quanto à altura da planta, a medida pode ser feita por métodos simples, com ajuda de uma régua milimetrada, método também utilizado para o diâmetro da flor que pode ser observada com régua milimetrada ou paquímetro (FARIAS, 2006).

2.5.2 Área foliar

Pereira e Machado (1987) comentaram que algumas análises são essenciais como o índice da área foliar – IAF, que é necessário para saber a área e assim poder ser estimado o desenvolvimento do vegetal.

Para Andrade (2009) a área foliar pode ser obtida de várias maneiras, inclusive por equipamentos sofisticados, como o medidor de área foliar “Li-cor, modelo 3100 área meter; Nebraska, USA”. Ou até mesmo com de imagens digitais por scanner, as folhas são passadas por scanner onde a mesma se encontra acoplada a um computador, onde as imagens são analisadas pelo programa “Leaf Área Measurement” (ALMEIDA et al., 2011).

Peixoto e Peixoto (2009) comentaram sobre o método de medir o comprimento da folha e a largura para determinar a área foliar, onde o comprimento multiplica pela largura, por um coeficiente que se denomina como fator de correção – FC. Ainda os mesmos autores comentam sobre outros métodos para estimar a área foliar onde são usadas folhas de transparência que

possui pontos digitalizados com papel milimetrado, com quadrados que possui uma área de 1cm^2 , após é contado os pontos que foram ocupados por folhas, assim a área foliar é dada pelo número de pontos cheio.

Para gerar a área foliar deste trabalho foi aplicada a classificação supervisionada que é apoiada no uso de algoritmos que definem os pixels que representaram os valores de reflexão específicos que determinam a classe (EASTMAN, 1999).

A classificação supervisionada resume-se em informar a categoria de cada pixel de uma imagem, como por exemplo, qual o tipo da cobertura vegetal ou quaisquer outros usos, logo, classificações, ou qualquer outro elemento que será mapeado (NOVO, 1992).

Lersch (2003) comenta que novos estudos vêm sendo realizados, testando assim metodologias de classificação de imagens, conteúdo que vem chamando a atenção de pesquisadores, neste sentido se tem muitas abordagens proposta para esse tema.

Para Rosa (2009), esse fato é quando um elemento dispõe de diferentes classes, de uso ou superfície, pode-se produzir a mesma pelo computador, máxima verossimilhança - MAXVER esse é um dos métodos aplicado para a execução de classificação supervisionada, método que classifica ponto a ponto imagens considerando elementos fornecidos pelo usuário.

Para Rosenfield e Fitzpatrick-lins (1986) existem duas metodologias para a classificação: a supervisionada e a não supervisionada, independentemente de qual método seja utilizado, os autores afirmaram que se deve comparar a classificação feita com a verdade terrestre, ou seja, os reais usos de solo presentes na área estudada.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área

O experimento foi conduzido em bancada sob cultivo protegido, na fazenda experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Campus de Botucatu – São Paulo, de coordenadas geográficas 22°51'16"latitude sul e 48° 25' 31" longitude oeste, a altitude é de aproximadamente 789 metros. O clima da região é o temperado quente – mesotérmico - úmido segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 20,3°C (CUNHA; MARTINS, 2009).

A estufa utilizada para o experimento foi coberta por tela de sombreamento e possuía registro de temperatura e um tanque Classe A no seu interior, para auxiliar na determinação de lâmina para irrigação.

3.2 Montagem do experimento

Os dois cultivos de crisântemo da variedade *Junier* foram implantados, manualmente, pelo método estaca da folha o primeiro período de avaliação foi de 01/03/2016 a 27/05/2016, o segundo período foi de 21/06/2016 a 19/09/2016. O enraizamento ocorreu em torno de 07 dias, após o plantio e a maturação fisiológica foi de aproximadamente 12 semanas.

O experimento foi conduzido em vasos de PVC – Policloreto de Vinil, número 13, com volume de 800 ml. O delineamento experimental foi em blocos casualizados e fatorial (2x4x4)+2, sendo esses adicionais, o tratamento nulo (apenas solo vegetal) e o T5 (apenas lodo).

O esquema fatorial contou com dois períodos e quatro tratamentos sendo eles: terra vegetal com lodo, areia com lodo, terra vegetal misturada com casca de pinus e lodo e terra vegetal misturada com areia e lodo. Os tratamentos foram compostos por doses de 20%, 40%, 60% e 80% de lodo no substrato. Ou seja, em dois diferentes momentos foram utilizadas cinco diferentes doses para cada um dos quatro substratos, fazendo assim o esquema (2x4x4), e em adição a nula

e a T5. Foram realizadas três repetições somando um total de 54 vasos. Este esquema pode ser melhor visualizado na Tabela 6.

Tabela 6 - Esquema fatorial

Tratamentos		Doses			
TN	Não foram realizadas diferentes dosagens (apenas 0%)				
T1	20%	40%	60%	80%	
T2	20%	40%	60%	80%	
T3	20%	40%	60%	80%	
T4	20%	40%	60%	80%	
T5	Não foram realizadas diferentes dosagens (apenas 100%)				

TN: Tratamento nulo; **T1:** Terra vegetal com lodo; **T2:** Areia com lodo; **T3:** Terra vegetal misturada com casca de pinus; **T4:** Lodo e terra vegetal misturada com areia e lodo; **T5:** Apenas Lodo.

A definição do percentual de lodo aplicada a cada vaso foi realizado por proporção de peso, sendo que cada vaso possuía capacidade volumétrica de 800 ml e mantendo o padrão de enchimento, cada vaso recebeu 600 gramas de substrato. Logo, as percentagens de 20%,40%,60% e 80% de lodo representaram respectivamente: 120, 240, 360 e 480 gramas, sendo que o resto do volume foi preenchido igualmente entre os materiais de cada substrato que foram misturados, para melhor homogeneização.

Na semeadura, foram implantadas 6 mudas de estaca por vaso com aproximadamente três centímetros de altura. Após o enraizamento das estacas, aos 07 dias, procedeu-se ao raleamento aos 15 dia, deixando apenas 4 mudas por vaso. Após 18 dias do enraizamento foram retiradas as gemas apicais, o que teve como benefício plantas volumosas.

Nos primeiros 18 dias, as mudas foram expostas às lâmpadas incandescentes de 100W para controle de dias longos e curtos, também foi realizado a verificação de intensidade luminosa com auxílio de um luxímetro para verificar a quantidade de luminosidade que a planta recebia, a Figura 3 mostra como foram instaladas as lâmpadas sobre a bancada.

Figura 3 - Mudas de Crisântemos expostas a lâmpadas



No início dos dois ciclos não apareceram doenças, porém no final de ambos, surgiram pulgões, sendo necessária a aplicação do “Talstar 100 EC” sendo duas aplicações em um intervalo de três dias.

3.3 Descrição das mudas

Foram utilizadas mudas de Crisântemo por estaca (folha), da variedade *Junier* de cor branca, doadas pela empresa Simon Steltenpool, localizada no município de Paranapanema – SP.

A planta apresenta os seguintes aspectos: seu enraizamento ocorre em torno de sete dias após seu plantio, a maturação fisiológica é de em média 13 semanas (80 a 110 dias) e a altura média foi verificada em diferentes produtores, e varia entre vinte e trinta centímetros.

Para a venda é importante que a flor apresente a altura média além de ter grande número de botões à abrir (40 a 60% dos botões), possua grande volume aéreo e que com uma visão superior ao vaso, o substrato não possa ser observado no interior do vaso.

3.4 Estrutura química e microbiológica do lodo

O lodo de esgoto compostado em base seca utilizado no experimento veio da ETE - Estação de Tratamento de Esgoto da Fazenda Experimental Lageado pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas no município de Botucatu /SP. O mesmo foi registrado no Ministério da Agricultura como um composto garantido na agricultura.

A metodologia utilizada para as análises foi a EPA-SW-846-3051, com determinação por ICP-AES, de acordo com EPA-SW-846-6010. Para o Nitrogênio total: método Kjeldahl; Nitrogênio amoniacal, nitrato e nitrito: destilação por arraste a vapor; Carbono orgânico: digestão com dicromato e determinação volumétrica, Umidade e Sólidos voláteis: perda de massa a 60 e 500 °C, (ANDRADE; ABREU, 2009).

As análises microbiológicas foram realizadas por meio da metodologia descrita por USEPA (1992).

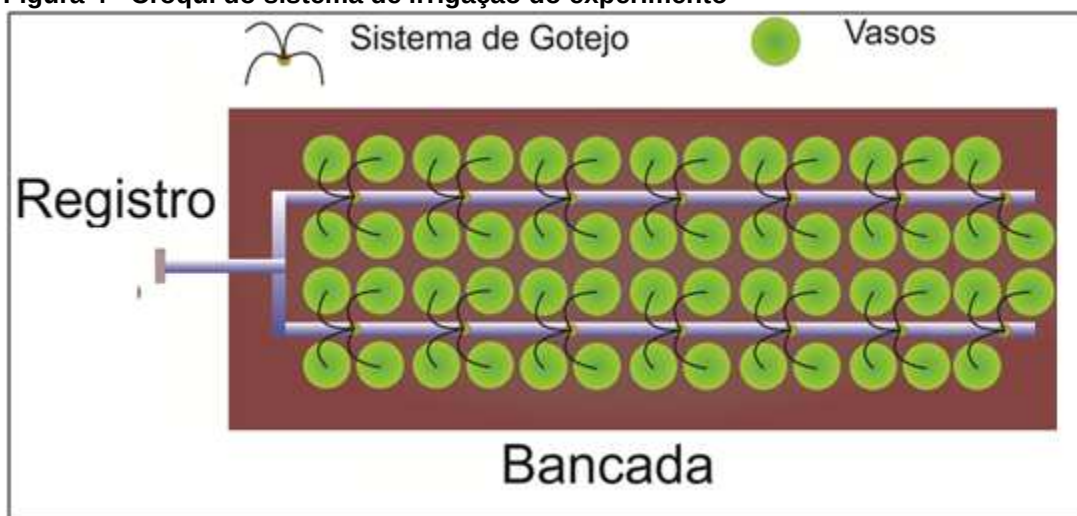
Uma característica que deve ser destacada é o fato de não ter sido realizada a correção do substrato quanto à adubação, esta postura foi adotada pois não era o foco da pesquisa uma análise de uso de adubo.

Os demais elementos como a casca de pinus e a areia média foram adquiridos em comerciais de jardinagens. A terra vegetal utilizada durante o experimento também contou com análise química.

3.5 Irrigação e Dados climáticos

O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento, sem fertirrigação, constituído por mangueiras de polietileno com espessura de 2,5 mm sendo duas linhas principais no centro de uma bancada, sendo agregados microtubos de polietileno PELBED de 5 mm de diâmetro interno. Na extremidade do microtubo foi adaptado o gotejador modelo flecha com vazão de 2L.h^{-1} , sendo um para cada vaso, um total de 54 (Figura 4).

Figura 4 - Croqui do sistema de irrigação do experimento



A lâmina diária de irrigação foi estipulada pela evapotranspiração da cultura e através da evaporação do tanque classe A colocado no interior da estufa.

A evapotranspiração foi determinada através da Equação 5.

$$ET_c = ET_0 * K_c \quad (5)$$

Sendo:

ET_c: Evapotranspiração da cultura;

ET₀: Evapotranspiração de referência;

K_c: Coeficiente de cultura

Pode-se dizer, portanto que a evapotranspiração de cultura pode ser obtida pelo produto entre o K_c e a evaporação do Tanque Classe A (SNYDER, 1992).

Com posse desta informação, é possível determinar a lâmina de água a ser aplicada em cada vaso pela Equação 6.

$$Lap = ETc * A * Ef \quad (6)$$

Sendo:

Lap = Lâmina a ser aplicada;

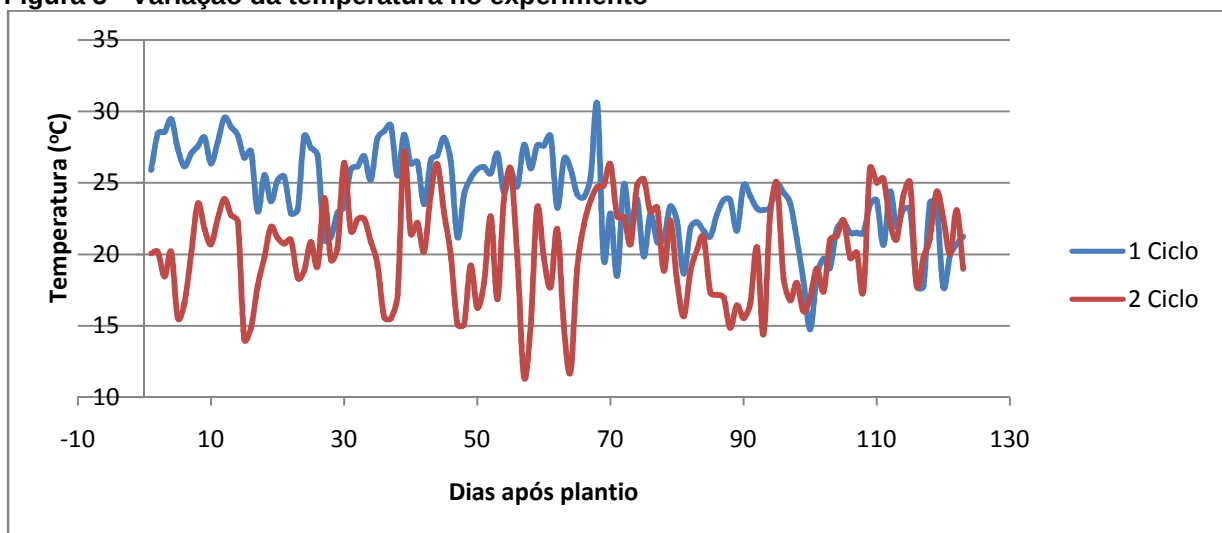
ETc = Evapotranspiração da cultura;

A = Área do vaso;

Ef = Eficiência do sistema de irrigação (95%).

No interior do ambiente da estufa foi registrada a temperatura (Tar °C) durante os dois ciclos da cultura conforme o Figura 5 ilustra, detalhe para o fato de o gráfico mostrar no eixo das abscissas os dias do plantio até a colheita.

Figura 5 - Variação da temperatura no experimento



3.6 Obtenção de dados de campo

As análises agronômicas foram realizadas no dia da colheita (ponto ideal para comercialização), consistiram em avaliar a altura da planta, obtida através de medições realizadas com fita métrica, medindo todas as plantas desde o substrato até o ápice da flor.

A distância entre nós e número de nós foram verificadas com uma régua milimetrada, medindo-se o intervalo entre o ápice de uma gema à base da próxima.

Se referindo ao diâmetro da haste, o mesmo foi obtido com o auxílio de um paquímetro.

O levantamento do número de flores sucedeu-se através de contagem. O diâmetro da flor também foi obtido com ajuda de uma régua milimetrada, quando a flor estava aberta.

Para a obtenção da área foliar, utilizou-se uma variação da metodologia comumente aplicada em trabalhos na área de geoprocessamento, a classificação supervisionada, que para obter os valores de área foi feita uma análise de uma imagem obtida por máquina digital de alta resolução, que com o auxílio de um tripé obteve ângulo de exatos 90° em relação à superfície. Para o preparo desta imagem, adotou-se uma folha sulfite branca de dimensões de 297 x 420 mm, onde foi desenhado milimetricamente um quadrado de área de 1 cm². Sobre este sulfite foram colocadas as folhas das plantas de cada vaso conforme demonstrado na Figura 6.

Figura 6: Folhas da planta de crisântemo



Aplicando as técnicas de geoprocessamento, as imagens obtidas (folhas das plantas sobre sulfite com quadrado de área conhecida) foram georreferenciadas adotando como base de referência o quadrado de 10 X 10 mm, desta forma foram informados ao software QGIS as dimensões reais das imagens. Depois de referenciada a imagem, através de classificação supervisionada, foram definidos dentro da mesma, duas diferentes classes, sendo

elas a classe nula (referente a parte onde o sulfite não possui folhas de crisântemo sobre ele) e a classe folhas (onde ocorria presença de folhas de crisântemo). Vários polígonos foram obtidos sobre as duas diferentes classes, como forma de calibração e treinamento do programa, de forma a reduzir engano por parte do software na definição das classes. Após a geração do shapefile contendo as informações referentes à área folhar, quaisquer erros de classificação foram eliminados, manualmente.

Os valores da área foliar por fim, puderam ser obtidos nas tabelas do arquivo shapefile gerado. Os valores obtidos se assemelharam a outros já encontrados por alguns autores utilizando de outras metodologias.

As plantas foram recolhidas e separadas em caule, folha e flores, excluindo as raízes, foram identificadas e colocadas em sacos de papéis, em seguida as mesmas foram pesadas, como pode ser observado na Figura 7, e colocadas em estufa a 65° C com circulação de ar, por três dias. Em seguida o material foi pesado, novamente, em uma balança de precisão (10^{-3} g), gerando os valores de massa seca.

Figura 7 - Preparação para a matéria seca



3.7 Análise estatística

3.7.1 Variáveis avaliadas

As variáveis agronômicas avaliadas com o uso do programa SAS, 2011 foram: DH: diâmetro médio da haste (cm), DF: diâmetro médio das flores (cm),

DN: distância entre nós (cm), MSFL: matéria seca das flores (g), MSCA: matéria seca do caule (g), MSFO: matéria seca das folhas (g), NFM: número médio de flores (unidade), NBM: número médio de botões (unidade), ALT: altura média (cm) e AF: área foliar (cm²).

3.7.2 Estatística descritiva

A análise descritiva dos dados (média $\pm$ desvio padrão) foi realizada para todas as variáveis avaliadas na comparação entre: o tratamento nulo (somente terra vegetal) e os tratamentos T1: Solo + lodo; T2: Areia + lodo; T3: Solo + casca de pinus + lodo; T4: Solo + areia + lodo. Além disso, também foram calculadas as médias e desvio padrão para as variáveis meteorológicas, tempo de rega e lâmina aplicadas em cada ciclo experimental, estação do ano e mês. A análise descritiva univariada permite conhecer melhor a população estudada, através das medidas de tendência central dos dados estudados como a média, além de explorar a variabilidade da população dentro de cada variável avaliada utilizando a estatística do desvio padrão (VIEIRA, 2011).

O T5, substrato de apenas lodo não foi eficiente, o lodo puro foi incapaz de permitir o desenvolvimento das mudas. Portanto, para todos os efeitos estatísticos o T5 foi desconsiderado.

3.7.3 Análise de variância, teste T e Teste de Tukey

Estatisticamente a combinação entre os fatores “Ciclos”, “Substratos” e “Doses” representam os tratamentos, ou populações. Na análise de variância (ANOVA) para testar a hipótese de que as variâncias dos tratamentos são iguais, aplicou-se o teste F unilateral com a hipótese alternativa que as variâncias dos tratamentos não sejam iguais (FERREIRA, 2000).

Foi utilizado o teste t para comparar os ciclos 1 e 2 e o teste de Tukey para comparar os substratos (TN, T1, T2, T3 e T4) e as quatro doses (20%, 40%, 60% e 80% de lodo). Os testes de comparações múltiplas, ou testes de

comparações de médias, serviram como um complemento do teste F, para detectar diferenças entre os tratamentos.

De forma similar ao teste F, o teste t foi utilizado para encontrar a diferença entre duas populações ou tratamentos, contudo, as diferenças são avaliadas entre as médias das duas populações. O teste pode ser descrito como:

$$t = \frac{\bar{d}}{\sqrt{\frac{s^2}{n}}} \quad (7)$$

Sendo:

t= valor calculado do teste t em módulo;

$\bar{d}$ = diferenças entre as médias das duas populações;

s^2 = variâncias das diferenças entre as médias;

n = tamanho da amostra (VIEIRA, 2008).

Utilizado para testar todo e qualquer contraste entre duas médias, nesse contexto o teste de Tukey é uma ferramenta recomendada para comparar dois ou mais grupos. O Teste proposto por Tukey é também conhecido como teste de Tukey da diferença honestamente significativa (*honestly significant difference*) (HSD) e teste de Tukey da diferença totalmente significativa (*wholly significant difference*) (WSD).

O teste de Tukey pode ser descrito como:

$$\Delta = q \frac{\sqrt{QMR}}{\sqrt{J}} \quad (8)$$

Sendo:

q : amplitude total estudada, é função (l, graus de liberdade do resíduo da análise de variância e α);

QMR: é o desvio padrão residual do ensaio, ou seja, a raiz quadrada do quadrado médio do resíduo da análise de variância;

J: é o número de repetições das médias confrontadas no contraste (FERREIRA, 2000).

3.7.4 Análise de variância da regressão e análise de regressão

No caso em que os tratamentos são quantitativos (doses crescentes de lodo) com mais de dois níveis, e se justifica a existência de uma correspondência funcional, chamada equação de regressão, que ligue os valores dos tratamentos (X) aos dados analisados (Y).

O procedimento de análise de variância foi o seguinte:

Analisaram-se os dados experimentais da variável Y de acordo com o delineamento estatístico utilizado, logo após, foram Calculados a Soma de Quadrados de Regressão Linear através da seguinte fórmula:

$$SQ_{RegressãoLinear} = \frac{[\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{N}]^2}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N}} \quad (9)$$

Sendo:

Y = variável dependente;

X = variável independente;

N = número de observações.

Calculou-se então a Soma de Quadrados de Desvios de Regressão pela diferença entre a Soma de Quadrados de Tratamentos e a Soma de Quadrados

de Regressão Linear, desta forma, obtiveram-se os Graus de Liberdade de Regressão Linear e de Desvios de Regressão da seguinte maneira: Regressão Linear = 1 GL e Desvios de Regressão = $t - 2$ GL onde: t = número de tratamentos (variável X);

Forma definidos os Quadrados Médios de Regressão Linear e de Desvios de Regressão dividindo-se suas Somas de Quadrados pelos seus respectivos Graus de Liberdade. Através do teste F foi definida a significância estatística da Regressão Linear e dos Desvios de Regressão é dada pelo teste F, sendo que os valores dos F's calculados foram obtidos da seguinte maneira:

F Calculado para Regressão Linear = QM regressão linear/QM resíduo.

F Calculado para Desvios de Regressão = QM desvios da regressão/QM resíduo.

No caso de ser significativa apenas a Regressão Linear, calculou-se a equação de regressão ($\hat{Y} = a + bX$) para se obter os valores médios esperados de tratamentos. Com estes valores médios esperados e as médias observadas de tratamentos pode-se calcular os desvios, cuja soma algébrica deve ser nula e em caso contrário, ou seja, se os Desvios de Regressão forem significativos indicam a existência de outros tipos de regressão (Regressão Quadrática, Regressão Cúbica, etc.). Neste caso, foi feito o desdobramento dos Graus de Liberdade de Desvios de Regressão nos seus diversos tipos, através do método dos polinômios ortogonais (FERREIRA, 2000).

4 RESULTADO E DISCUSSÕES

4.1 Análises laboratoriais

Para a amostra de lodo realizada em laboratório, os valores foram tabulados nas Tabelas 7 e 8, que comparam os valores analisados com os limites superiores permitidos pelo CONAMA para metais pesados e agentes patogênicos.

Tabela 7 - Análises de metais pesados do lodo de esgoto comparados com limites

Análises	Metais (MG/Kg)								
	As	Hg	Se	Cd	Pb	Mo	Ni	Cu	Zn
Experimento	12,2	<1,0	12,3	4,0	20,2	2,0	21,6	342	568
CONAMA	41	17	100	39	300	50	420	1500	2800

Fonte: Sabesp (2016) e Conama (2006)

Tabela 8: Agentes Patogênicos de lodo de esgoto e seus respectivos limites

Concentração de patógenos	Concentração encontrada no experimento
Coliformes Termotolerantes < 10 ³ NMP / g de ST	0
Ovos viáveis de helmintos < 0,25 ovo / g de ST	0
Salmonela: ausência em 10 g de ST	Ausente

Fonte: CONAMA (2006)

Quanto aos nutrientes importantes para o desenvolvimento do Crisântemo, as análises feitas de cada elemento que compõe os substratos podem ser verificadas na Tabela 9, estes dados estão alinhados com os valores encontrados por Gonçalves et al. (2015) no que se refere à adubação orgânica.

Tabela 9 - Composição nutricional dos elementos utilizados para substrato

Nutrientes (g/Kg)	Lodo	Solo Vegetal	Casca de Pinus	Areia	Adubo Orgânico*
	32,9 ^a	-			
N	8,1 ^b	3,3			13,13
	0,24 ^c	-			
P	24,8	0,165			10,83
K	1,82	0,58	-	-	2
Ca	18,4	7,17			41,3
Mg	2,7	1,2			5,2
B	0,2	0,004			-

^a Kjeldahl; ^b Amoniacal; ^c Nitrato e Nitrito; *Gonçalves et al. (2015)

De acordo com a Tabela 9, que ilustra a os principais nutrientes para o cultivo do crisântemo, pode-se observar o fato de o TN, que possui em sua composição apenas solo vegetal, a disponibilidade mineral foi menor que os tratamentos que possuíram lodo em quaisquer doses.

Para os tratamentos T1, T2, T3 e T4 quanto maior a dose de lodo maior a disponibilidade de nutrientes, já que, como pode ser observada na Tabela 9, a disponibilidade de nutrientes é maior no lodo que nos demais elementos.

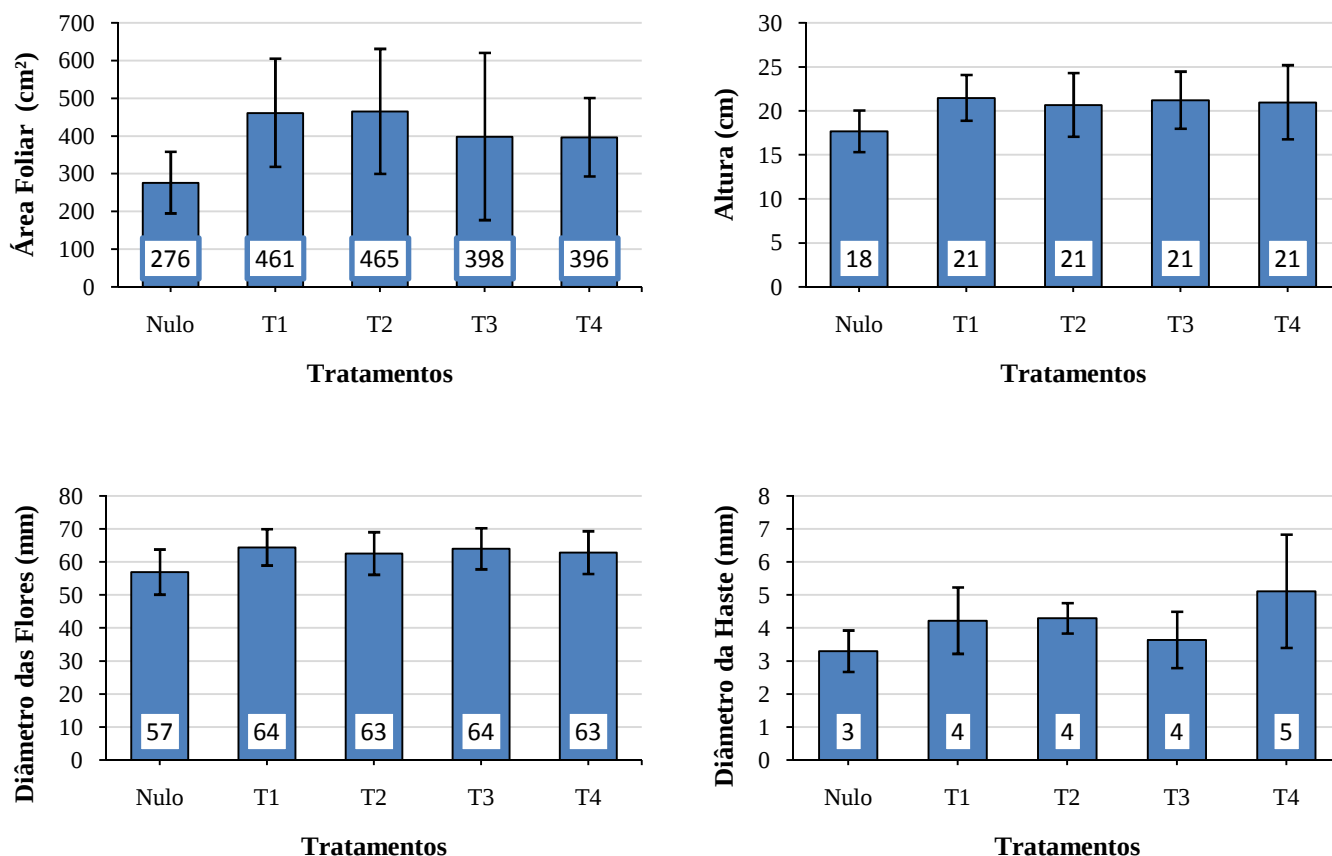
Como a areia e a casca de pinus apresentam baixo potencial nutricional, pode-se observar que para os tratamentos T2, T3 e T4, que possuem na composição de seus substratos estes elementos, a disponibilidade de nutrientes é menor (em doses similares), até mesmo que o T1, destacando principalmente o T2, já que nele a nutrição fica inteiramente em função do lodo, com ausência total de solo.

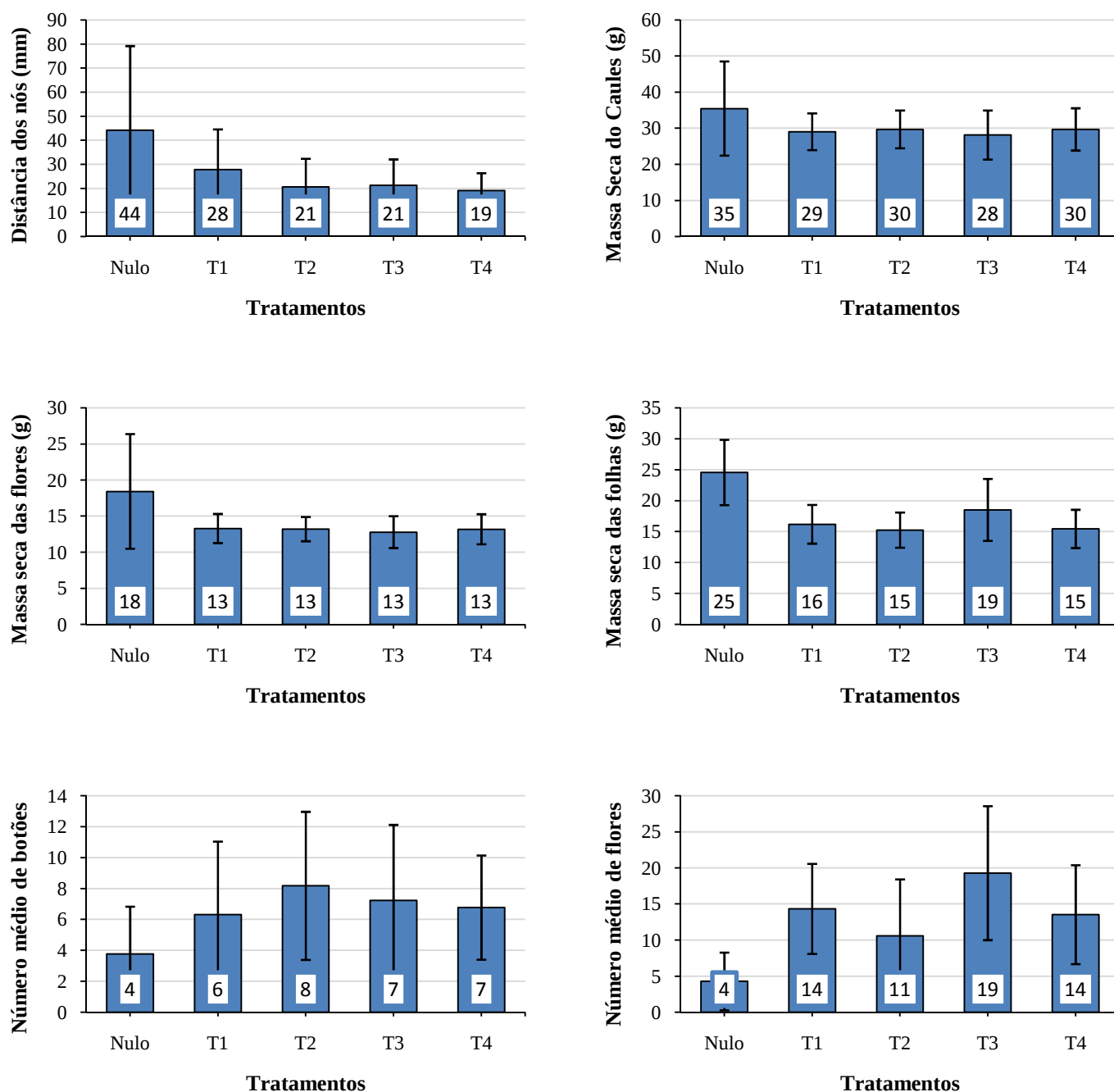
Pode-se observar ainda que, para T5, que possui apenas lodo no substrato, a quantidade disponível de nutrientes é menor que a disponibilizada por adubação orgânica, portanto para melhor desenvolvimento das plantas, é uma opção, o uso de adubação complementar, cuidando com o excesso de nutrientes, para evitar danos às plantas.

4.2 Análise descritiva

Considerando as estatísticas descritivas médias e desvios padrões, o tratamento Nulo (apenas terra vegetal) apresentou maior valor que os tratamentos T2 e T4 na variável MSFO. Considerando apenas a média, as variáveis AF, ALT, DF, DH, NBM e NF apresentaram menores valores no tratamento nulo quando comparado aos demais tratamentos. Nas variáveis DN, MSCA, MSFL, MSFO o tratamento Nulo apresentou maior média que os demais tratamentos, Figura 8.

Figura 8 - Comparação do tratamento Nulo (somente terra vegetal) com T1: Solo+lodo; T2: Areia+lodo; T3: Solo+casca de Pinus+lodo; T4: Solo+areia+lodo





A Figura 8 apresenta um compilado de gráficos do tipo boxplot que ilustra a média e o desvio padrão de cada tratamento em todas as variáveis agrônômicas analisadas. Este valor foi obtido pela análise das 3 repetições de cada tratamento de ambos os ciclos.

Pode-se observar nesta figura que, na análise de área foliar os tratamentos T1 e T2 apresentaram maiores médias, enquanto o TN (Nulo) apresentou menor área foliar em média. Enquanto ao desvio padrão, o T3 apresentou maior variação de valores, ao mesmo tempo em que o TN apresentou

menores variações, ou seja, este tratamento teve valores médios menores e áreas foliares constantes. É importante salientar nesta variável, que o TN ter o menor valor de área foliar confirma com as conclusões de Marschner (2005) eu diz que o nitrogênio estimula o desenvolvimento da área foliar, e como o lodo apresentou alto teor de nitrogênio, fez com que os tratamentos com sua presença se desenvolvessem mais nesta variável.

Comparando estes dados com os encontrados por Farias (2003) e Farias e Saad (2005) nota-se que foram numericamente similares, já que os tamanhos diferentes de vasos (que ocasionam número 50% maior de plantas por vaso) fazem com que os valores médios por vaso sejam semelhantes.

Para a altura das plantas notou-se que com exceção do TN, todos os demais atingiram a média comercial citada pelo autor Stringheta (1995) que afirmou que esta deve ser de 20 a 25 centímetros, desconsiderando a altura do vaso.

Quanto ao diâmetro das flores, os valores em todos os tratamentos foram similares, estando todas as flores com diâmetro variando de 50 a 70 milímetros, resultados estes parecidos com que os encontrados por Castro (2010). A menor flor foi encontrada no tratamento nulo e a maior no T3.

Na variável agrônômica diâmetro de haste, pode-se observar que o tratamento nulo apresentou em média menores diâmetros seguidos do T3. No T4 notou-se não só o maior diâmetro médio, mas também as maiores variações entre os diâmetros. Os valores encontrados ficaram intermediários entre os resultados encontrados por Castro (2010) e Gruszynski (2001).

Observando a distância entre os nós, notou-se que em todos os tratamentos que possuem lodo no substrato, os valores tiveram uma média entre 1,9 e 2,8 centímetros de espaçamento entre os nós. Pode-se observar que o TN teve maiores espaçamentos entre os nós além de uma grande variação entre as amostras, possuindo exemplares que apresentaram um centímetro de distância entre nós, mas também plantas com 8 centímetros de espaçamento.

Para a variável de massa seca de caule, os valores se mantiveram similares em todos os tratamentos, porém, o TN apresentou maior média e maior variação entre amostras. Para a massa seca, das flores e das folhas, resultados semelhantes foram observados. Valores esses que ficaram aceitáveis em relação aos encontrados por Scatolini (1996) e Farias (2005).

Quanto à quantidade de botões os tratamentos T2 e T3 apresentaram maiores médias. Já a variação do número de botões foi grande em todos os tratamentos, como pode ser observado como exemplo, o TN que teve plantas com um botão e plantas com sete, e o T2 que variou de quatro a doze a quantidade de botões em suas plantas.

Analisando o número de flores, o TN apresentou menores quantidades em média (quatro unidades), enquanto o T3 apresentou a maior quantidade média de flores (dezenove unidades).

Considerando que por interesse comercial, o vaso quando observado de cima deve ter flores o suficiente para impedir a visibilidade do substrato, o T3 apresentou resultados melhores nesta análise, já que seu número médio de flores foi maior que os demais tratamentos, além disso, o tamanho de suas flores foi similar aos outros tratamentos. Quantidades de botões e flores em média em alguns tratamentos inferiores ao trabalho de Castro (2010), porém vale ressaltar que o T3 apresentou valor médio acima do encontrado pelo autor.

4.3 Análise de variância

Na análise de variância a maioria das variáveis foram significativas em pelo menos uma fonte de variação, exceto ALT e AF. As variáveis com menor variação experimental foram: DF e MSFL, pois apresentaram menores coeficientes de variação. As variáveis com maior variação experimental foram: DN, NFM e NBM, uma vez que apresentaram maiores coeficiente de variação Tabela 10.

Tabela 10 - Análise de variância das variáveis avaliadas

Fonte de Variação	G.L.	DH	DF	DN	MSFL	MSCA	MSFO	NFM	NBM	ALT	AF
Ciclo (C)	1	0,85ns	453,39*	458,3*	14,26*	73,97ns	173,04*	795,91*	47,73ns	15,82ns	1440,80ns
Substrato (S)	3	4,82*	19,18ns	291,37*	1,68ns	10,67ns	39,64*	196,13*	23,90ns	1,04ns	35031,39ns
Dose (D)	3	2,90ns	51,17ns	579,8*	6,68ns	256,64*	22,40ns	131,96*	103,11*	4,64ns	39637,78ns
C × S	3	0,37ns	22,01ns	120,61	2,26ns	21,09ns	1,65ns	14,08ns	70,59*	1,71ns	43989,59ns
C × D	3	2,00ns	21,21ns	386,9*	8,17ns	91,25*	17,56ns	136,06*	33,27ns	18,72ns	52104,05ns
S × D	9	1,09ns	40,65ns	75,64ns	5,32ns	16,15ns	16,49ns	37,92ns	22,60ns	11,79ns	23063,49ns
C × S × D	9	0,53ns	22,28ns	156,91ns	4,64ns	10,78ns	23,86*	28,96ns	25,45ns	11,92ns	41116,12ns
Resíduo	70	1,13	30,25	100,70	3,08	23,56ns	8,37	42,16	13,90	12,08	20949,86
Média	-	4,30	63,42	22,06	13,12	29,08	16,28	14,34	7,09	21,08	433,12
C.V.(%)	-	24,75	8,67	45,49	13,37	16,69	17,77	45,27	52,59	16,49	33,42

^{ns}: Não significativo, * Significativo a 5% de probabilidade, respectivamente pelo teste F. DH: diâmetro médio da haste, DF: diâmetro médio das flores, DN: distância de nós, MSFL: matéria seca das flores, MSCA: matéria seca do caule, MSFO: matéria seca das folhas, NFM: número médio de flores, NBM: número médio de botões, ALT: altura média e AF: área foliar (cm²).

4.4 Testes de médias

As variáveis DH e DF apresentaram maiores valores no ciclo 2, em que as médias foram significativas pelo teste t. As médias de AF e ALT foram menores no ciclo 1, embora esses valores não tenham sido significativos pelo teste F da análise de variância, Tabela 11.

Tabela 11 - Teste t para comparar os dois ciclos avaliados para as variáveis DH: diâmetro médio da haste, DF: diâmetro médio das flores, AF: área foliar (cm) e ALT: altura média.

Ciclo	DH	DF	AF	ALT
1	4,22 B	60,39 b	436,82	21,49
2	4,42 A	66,09 a	428,60	20,63

*médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste t $p \leq 0,05$.

As variáveis DN e NFM foram significativas pelo de Tukey comparando os quatro tipos de substratos. O substrato T2 apresentou maior valor de DN, e T1 menor valor de DN. Para número médio de flores, os tratamentos T1 e T4 apresentaram maiores médias, embora esses valores sejam estatisticamente similares dos demais tratamentos (T2 e T3). As variáveis MSFL, MSCA, AF, ALT, DH e DF apresentaram valores que estatisticamente não diferem entre os tratamentos, Tabela 12.

Tabela 12 - Teste de Tukey para comparar os dois ciclos avaliados para as variáveis DN: distância de nós, NFM: número médio de flores, MSFL: matéria seca das flores, MSCA: matéria seca do caule, AF: área foliar, ALT: altura média, DH: diâmetro médio da haste e DF: diâmetro médio das flores.

Substrato	DN		NFM		MSFL	MSCA	AF	ALT	DH	DF
T1	18,39	b	14,33	Ab	13,41	27,96	467,25	21,35	4,29	63,96
T2	26,92	a	10,58	B	13,32	29,19	411,80	20,98	3,64	62,80
T3	19,28	ab	13,52	B	12,95	29,41	467,08	20,90	4,22	62,54
T4	20,97	ab	19,28	Ab	12,83	28,55	384,71	21,00	5,11	64,41

*médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey $p \leq 0,05$. T1: Solo + lodo; T2: Areia + lodo; T3: Solo + casca de pinus + lodo; T4: Solo + areia + lodo.

Na fonte de variação “Dose” a variável NBM apresentou valores significativos nas doses de 40 e 80% de lodo, produzindo valores maiores em relação à dose de 20%. As variáveis DH, DF, AF e ALT não apresentaram significância estatística entre as doses Tabela 13.

Tabela 13 - Teste de Tukey para comparar as quatro doses avaliadas das variáveis NBM: número médio de botões, DH: diâmetro médio da haste, DF: diâmetro médio das flores, AF: área foliar e ALT: altura média.

Dose	NBM		DH	DF	AF	ALT
20% de lodo	4,88	B	3,85	61,38	384,27	20,50
40% de lodo	7,44	A	4,64	64,40	428,76	21,49
60% de lodo	8,20	A	4,35	63,48	481,92	21,64
80% de lodo	8,84	A	4,50	65,43	456,03	20,71

*médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey $p \leq 0,05$.

No desdobramento da interação ciclo $\times$ substrato de NBM a melhor combinação que produziu os maiores valores foi o substrato T3 no ciclo 1 (12,17),

em que o valor diferiu do ciclo 2 (6,31 unidades). Dentro do ciclo 2, não houve diferença significativa para os quatro tipos de substratos avaliados Tabela 14.

Tabela 14 - Teste de Tukey para o desdobramento da interação ciclo × substrato de NBM: número médio de botões.

Substrato	Ciclo 1			Ciclo 2		
T1	7,00	B	A	6,60	a	A
T2	8,23	Ab	A	5,59	a	A
T3	12,17	A	A	6,31	a	B
T4	6,30	b	A	9,21	a	A

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na horizontal e minúscula na vertical pelo teste de Tukey $p \leq 0,05$.

4.5 Regressões para as doses de lodo

Na análise de variância da análise de regressão foram testados os efeitos linear, quadrático e cúbico, uma vez que o trabalho apresenta quatro doses (20, 40, 60 e 80% de lodo). Foram selecionados os modelos linear ou quadrático com base na significância dos fatores (p-valores) e com base no R^2 . As variáveis com relação linear significativa foram: DN (ciclo 2), MSFL (ciclo 2), MSCA (ciclos 1 e 2). O único R^2 acima de 70% foi o da variável MSCA (ciclo 2), o que facilitou o estudo da predição dessa variável no ciclo citado, como pode ser avaliado na Tabela 15. As variáveis que apresentaram R^2 inferiores não puderam ser preditas por um modelo linear.

Tabela 15 - Análise de variância da regressão para as variáveis DN: distância de nós, MSFL: matéria seca das flores e MSCA: matéria seca do caule nos dois ciclos avaliados.

Fonte de variação	GL	DN (Ciclo1)	DN (Ciclo 2)	MSFL (Ciclo 1)	MSFL (Ciclo 2)	MSCA (Ciclo 1)	MSCA (Ciclo 2)
Dose (Linear)	1	4,88 ^{ns}	814,47 [*]	0,07 ^{ns}	8,88 [*]	39,96 [*]	309,02 [*]
Resíduo	14	25,81	73,11	1,77	1,34	4,68	5,64
R ² (%)	-	1,33	44,31	0,30	32,07	37,88	79,65
C.V. (%)	-	26,71	35,98	10,45	8,56	7,28	8,53

^{ns}: Não significativo, ^{*} Significativo a 5% probabilidade, respectivamente pelo teste F.

A variável NFM, não apresentou relação linear com as doses de lodo no ciclo 1, além disso, apresentou relação quadrática no ciclo 2. No segundo ciclo a variação para NFM foi menor, uma vez que o C.V. apresentou menor magnitude que o do ciclo 1 Tabela 16.

Tabela 16 - Análise de variância da regressão para NFM: número médio de flores nos dois ciclos avaliados

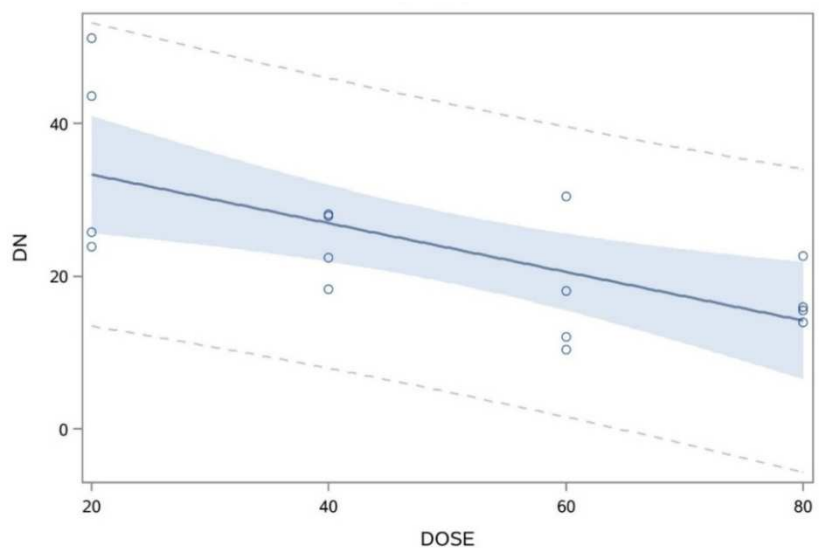
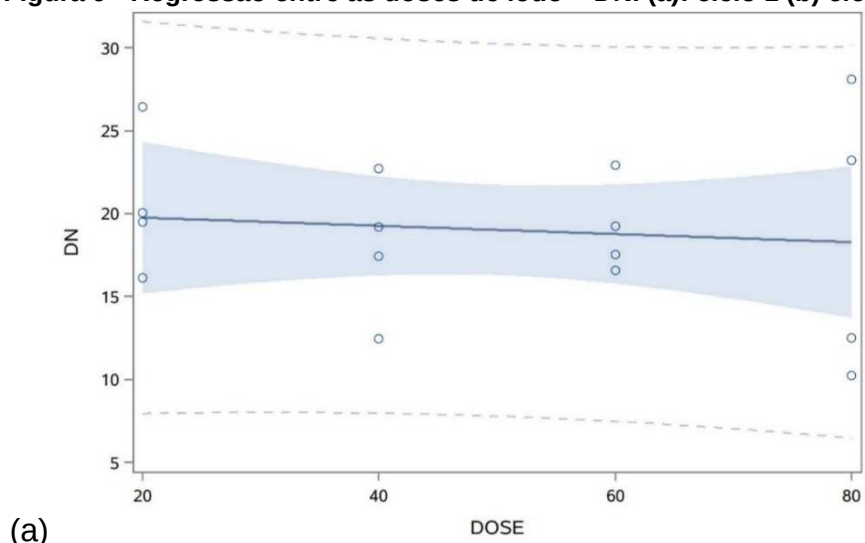
Fonte de variação	GL	NFM (Ciclo 1)
Dose (Linear)	1	4,24 ^{ns}
Resíduo	14	13,59
R^2 (%)	-	2,34
C.V. (%)	-	34,91
Fonte de variação	GL	NFM (Ciclo 2)
Modelo	2	97,07*
Dose (Linear)	1	38,64 ^{ns}
Dose (Quadrática)	1	155,5*
Resíduo	13	27,53
R^2 (%)	-	35,17
C.V. (%)	-	30,01

^{ns}: Não significativo, * Significativo a 5% de probabilidade, respectivamente pelo teste F.

Os maiores valores de DN foram obtidos com a dose 20% de lodo. Os valores de DN considerando as quatro doses avaliadas possuíram variação estatisticamente significativa pelo teste de Tukey no ciclo 2 Figura 9.

É possível, portanto analisando ambos os ciclos que doses elevadas influenciaram negativamente a distância de nós, porém, esta característica não tem relevância comercial, portanto para o foco da pesquisa, a variação destas distâncias não é importante.

Figura 9 - Regressão entre as doses de lodo × DN. (a): ciclo 1 (b) ciclo 2.



Ciclo 1: Dose 20: 20,53 a; Dose 40: 18,63 a; Dose 60: 19,35 a; Dose 80: 19 a.

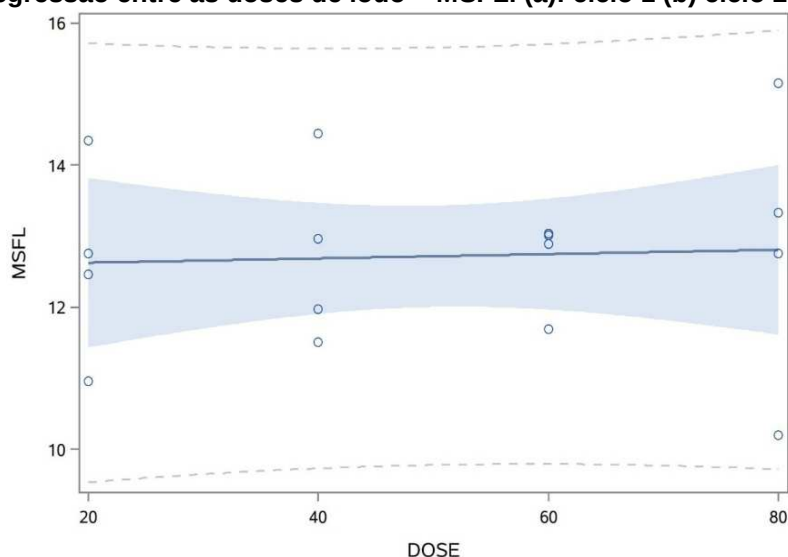
Ciclo 2: Dose 20: 35,63 a; Dose 40: 24,02 ab; Dose 60: 16,23 b; Dose 80: 17,75 b.

Os maiores valores de MSFL foram obtidos com a dose 20% de lodo. Os valores de MSFL considerando as quatro doses avaliadas apresentaram variação estatisticamente significativa pelo teste de Tukey no ciclo 2 Figura 10.

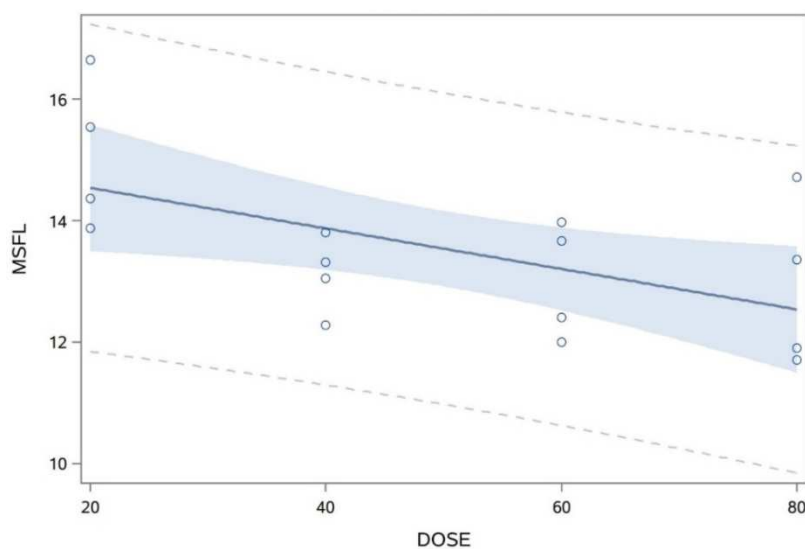
Os valores divergiram ao encontrado por Almeida et al.(2005) e Wachowicz e Serrat (2006), já que nestes trabalhos foi encontrada massa seca, para outras espécies de flores, o primeiro definiu que a maior quantidade de matéria seca é encontrada com 75% de lodo, enquanto o segundo concluiu que o aumento da dose causa o aumento da massa seca.

Para o âmbito comercial, a massa seca de flor representa normalmente a quantidade e tamanho das flores, portanto uma variável importante. Logo, pode-se definir que no primeiro ciclo a dose influenciou pouco na massa de flores, porém doses elevadas no segundo ciclo apresentaram queda significativa na MSFL.

Figura 10 - Regressão entre as doses de lodo × MSFL. (a): ciclo 1 (b) ciclo 2.



(a)



(b)

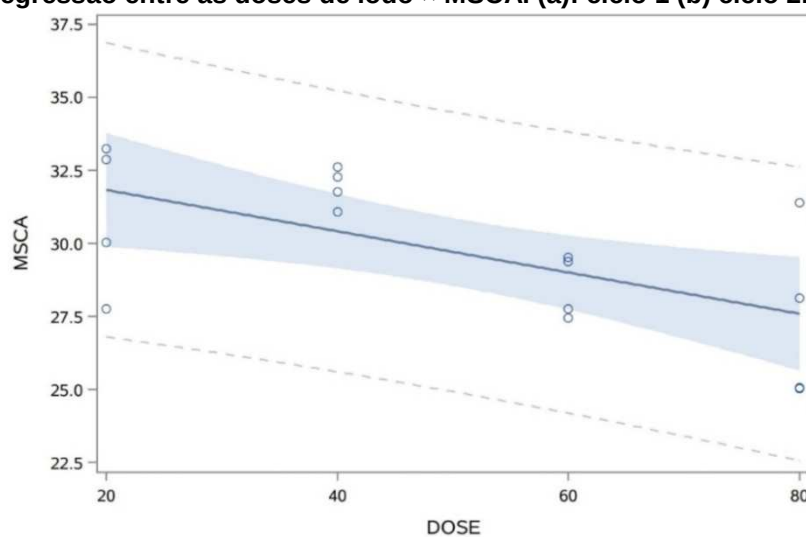
Ciclo 1: Dose 20: 12,63 a; Dose 40: 12,74 a; Dose 60: 12,53 a; Dose 80: 12,43 a.

Ciclo 2: Dose 20: 15 a; Dose 40: 13,1 b; Dose 60: 13,06 b; Dose 80: 12,91 b.

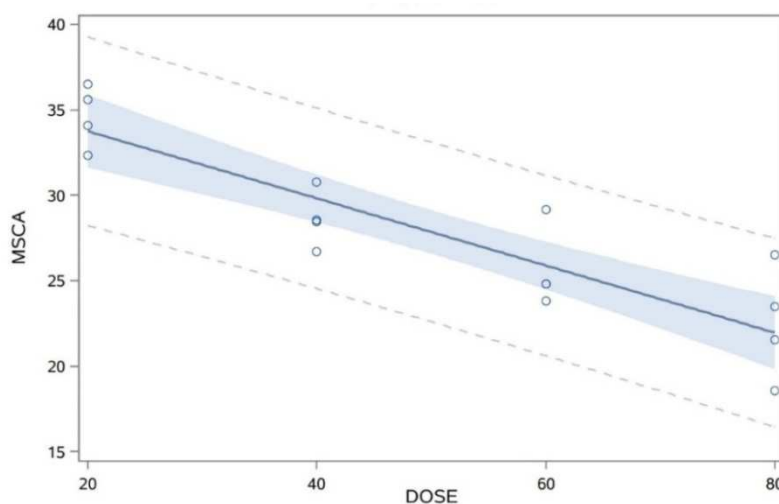
Os maiores valores de MSCA foram obtidos com a dose 20% de lodo. Os valores de MSCA considerando as quatro doses avaliadas, possuíram variação estatisticamente significativas pelo teste de Tukey no ciclo 2, Figura 11.

Como citado anteriormente, Almeida et al.(2005) e Wachowicz e Serrat (2006), encontraram resultados divergentes. Já para âmbito comercial esta variável não é importante, vale salientar que o aumento na dosagem de lodo no substrato acarretou em queda significativa na massa seca do caule.

Figura 11 - Regressão entre as doses de lodo × MSCA. (a): ciclo 1 (b) ciclo 2.



(a)



(b)

Ciclo 1: Dose 20: 30,98 a; Dose 40: 31,98 a; Dose 60: 28,64 a; Dose 80: 27,27 a.

Ciclo 2: Dose 20: 34,5 a; Dose 40: 28,63 a; Dose 60: 25,58 bc; Dose 80: 21,88 c.

Os maiores valores de NFM foram obtidos com a dose 80% de lodo (ciclo 1). Para o segundo ciclo o cálculo da dose de lodo que produz o maior valor de NFM pode ser feito considerando o ponto de máxima da equação da regressão quadrática (primeira derivada):

Equação de regressão: NFM (Ciclo 2) $= -1,58 + 0,848875 \cdot \text{Dose} - 0,007793750 \cdot \text{Dose}^2$.

$$\frac{\partial Y}{\partial X} = 0,848875 - 0,0015875X$$

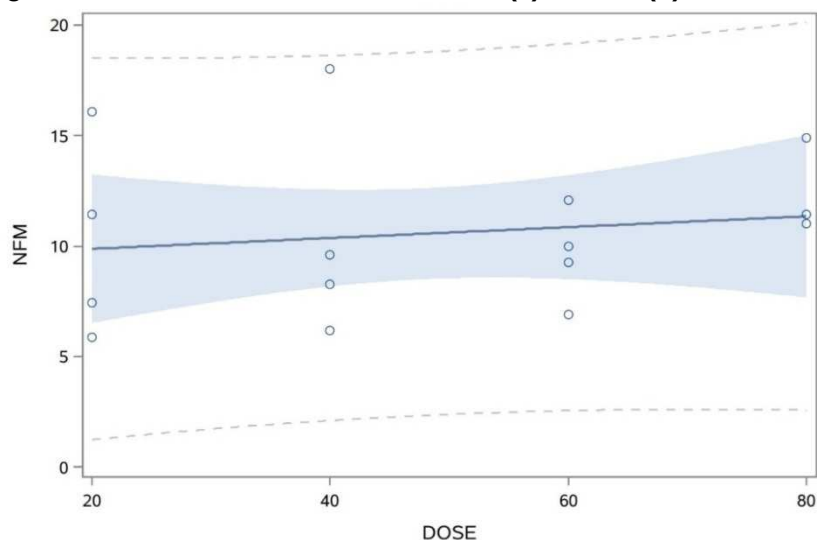
$$0,848875 - 0,0015875X = 0$$

$$X = 54,46\% \text{ de lodo}$$

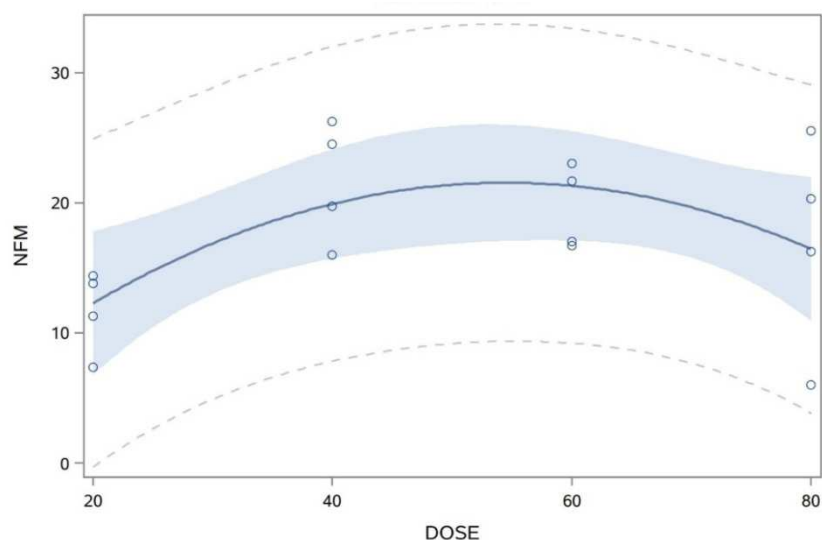
$$\frac{\partial^2 Y}{\partial X^2} = -0,0015875$$

Portanto a dose média de 55% de lodo é a que produziu maior NFM no ciclo 2, Figura 12.

Os resultados das pesquisas de Almeida et al.(2005) e Wachowicz e Serrat (2006), apresentaram resultados similares, sendo que o primeiro autor definiu como melhor dose 75% enquanto no segundo ciclo deste experimento foi obtido dose de 55% como melhor, já o segundo trabalho apresentou a mesma conclusão observada no primeiro ciclo. Ou seja, o crisântemo, observando pelo número médio de flores, apresentou comportamento similar ao Mosquitinho e a Vinca.

Figura 12. Regressão entre as doses de lodo × NFM. (a): ciclo 1 (b) ciclo 2.

(a)



(b)

Ciclo 1: Dose 20: 10,71 a; Dose 40: 10,79 a; Dose 60: 9,67 a; Dose 80: 13,08 a.

Ciclo 2: Dose 20: 11,57 b; Dose 40: 21,81 a; Dose 60: 19,58 ab; Dose 80: 17,18 ab.

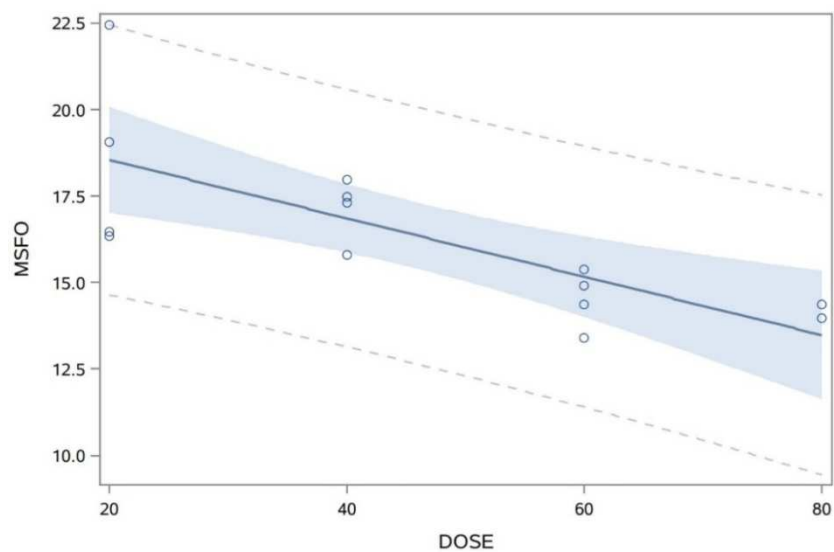
Esta é uma das variáveis mais importantes comercialmente, no primeiro ciclo observou-se que na dose de 80% houve o maior valor de flores, porém, no segundo ciclo, a dose de 55% apresentou maiores quantidades de flores, porém doses mais elevadas apresentaram estatisticamente números de flores pouco menores. Porém o segundo ciclo apresentou mesmo na dose de menor quantidade de flores (20%), número médio maior que todos os tratamentos do primeiro ciclo. Possibilitando

assim definir que, para esta variável, o que influenciou de forma majoritária foi a época do ano, ou seja, inverno. O que coincide com a informação de Gruszynsky (1991) que diz que altas temperaturas afetam negativamente a floração do crisântemo.

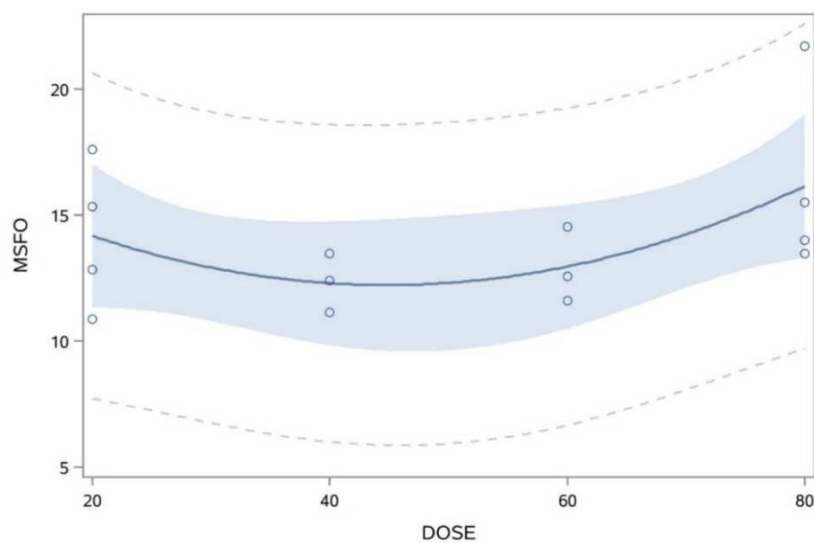
Os maiores valores de MSFO e substrato T1, foram obtidos com a dose 20% de lodo (ciclo 1) e 80% de lodo ciclo 2. Os valores de MSFO considerando as quatro doses avaliadas possuíram variação estatisticamente significativas pelo teste de Tukey no ciclo 1, Figura 13.

Como já citado, os valores gerais de massa seca divergiram dos resultados apresentados por Almeida et al.(2005) e Wachowicz e Serrat (2006).

Figura 13 - Regressão entre as doses de lodo × MSFO e Substrato T1 (Solo + lodo). (a): ciclo 1 (b) ciclo 2.



(a)



(b)

Ciclo 1: Dose 20: 18,578 a; Dose 40: 17,14 ab; Dose 60: 14,513 ab; Dose 80: 14,17 b.

Ciclo 2: Dose 20: 14,165 a; Dose 40: 12,343 a; Dose 60: 12,917 a; Dose 80: 16,165 a.

Para o primeiro ciclo o cálculo da dose de lodo que produz o maior valor de MSFO (substrato T2) pode ser feito considerando o ponto de máxima da equação da regressão quadrática (primeira derivada):

Equação de regressão: MSFO (Ciclo 1) = 7,20 + 0,76769670 * Dose - 0,008678030 * Dose².

$$\frac{\partial Y}{\partial X} = 0,76769670 - 0,0019356060X$$

$$0,76769670 - 0,0019356060X = 0$$

$$X = 44,23\% \text{ de lodo}$$

$$\frac{\partial^2 Y}{\partial X^2} = 0,0017356060$$

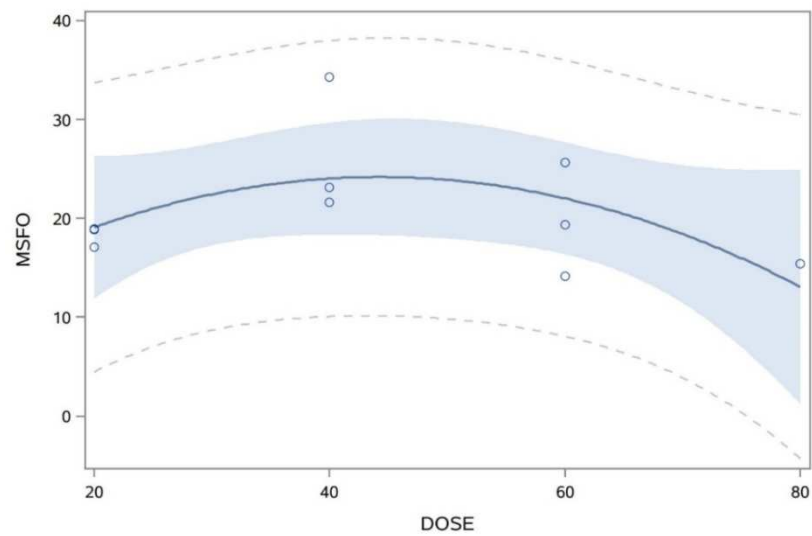
Portanto a dose média de 44% de lodo é a que produziu maior MSFO (substrato T2) no ciclo 1 Figura 14 a.

Os maiores valores de MSFO foram obtidos com a dose 20% de lodo (ciclo 2) e 80% de lodo ciclo 2. Os valores de MSFO considerando as quatro doses avaliadas foram significativos pelo teste de Tuckey no ciclo 1.

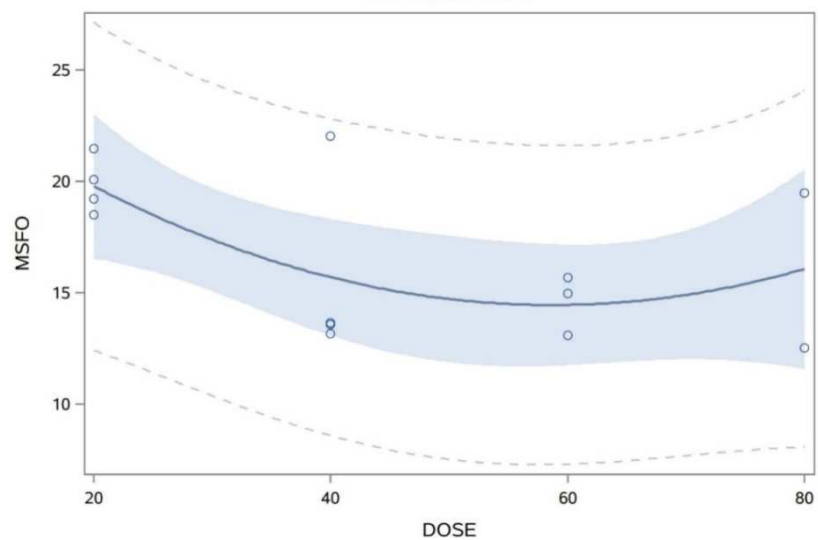
Como já citado, os valores gerais de massa seca divergiram dos resultados apresentados por Almeida et al.(2005) e Wachowicz e Serrat (2006).

Analisando comercialmente, a variável de massa seca de folha é pouco importante, já que a participação das folhas no vaso ideal, se restringe quase que exclusivamente à sua saúde.

Figura 14 - Regressão entre as doses de lodo × MSFO e Substrato T2 (Areia + lodo). (a): ciclo 1 (b) ciclo 2.



(a)



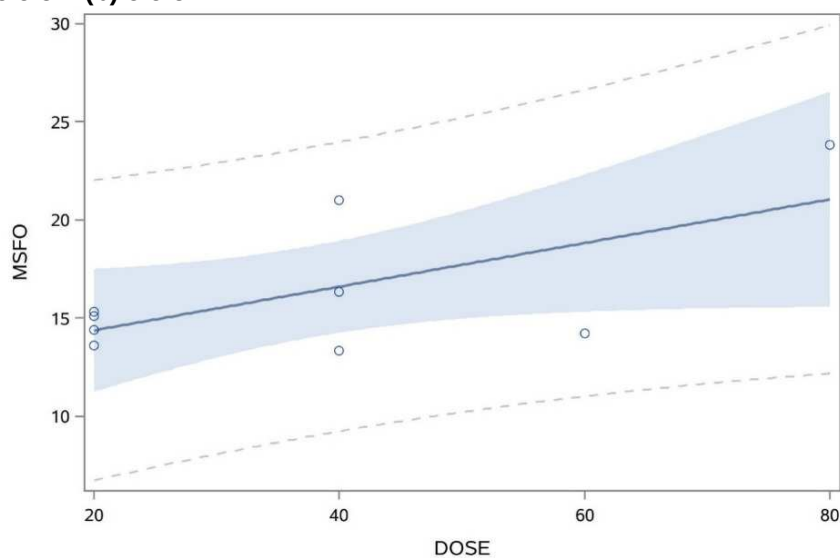
(b)

Ciclo 1: Dose 20: 18,31 a; Dose 40: 26,347 a; Dose 60: 19,7 a; Dose 80: 15,4 a.

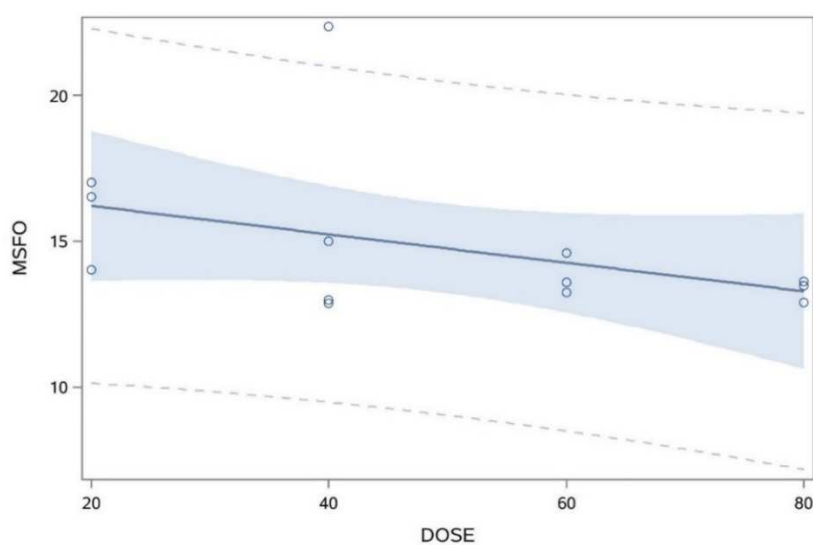
Ciclo 2: Dose 20: 19,8 a; Dose 40: 15,593 a; Dose 60: 14,57 a; Dose 80: 15,995 a.

Os maiores valores de MSFO e substrato T3, foram obtidos com a dose 80% de lodo (ciclo 1) e 20% de lodo ciclo 2. Para os dois ciclos os valores de MSFO considerando as quatro doses avaliadas não possuíram variação estatisticamente significativas pelo teste de Tukey Figura 15.

Figura 15 - Regressão entre as doses de lodo × MSFO e Substrato T3 (Solo + casca de pinus +lodo). (a): ciclo 1 (b) ciclo 2.



(a)



(b)

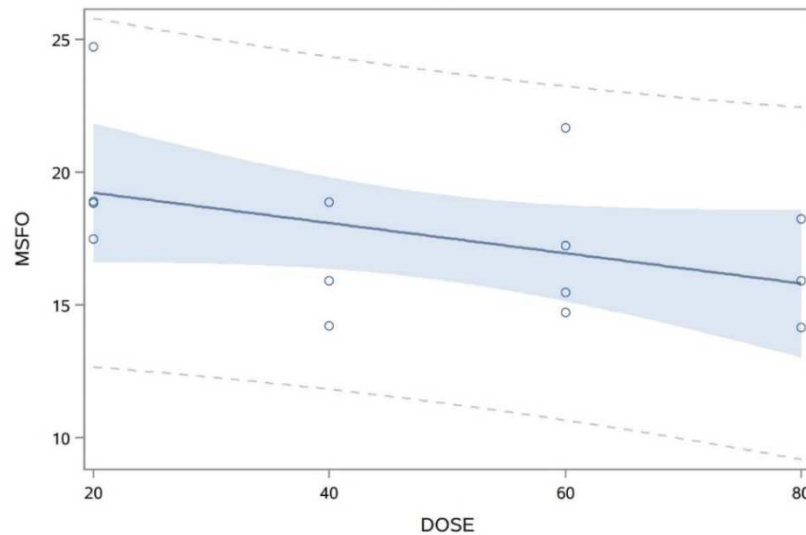
Ciclo 1: Dose 20: 14,61 a; Dose 40: 16,903 a; Dose 60: 14,22 a; Dose 80: 23,82 a.

Ciclo 2: Dose 20: 15,85 a; Dose 40: 15,805 a; Dose 60: 13,807 a; Dose 80: 13,33 a.

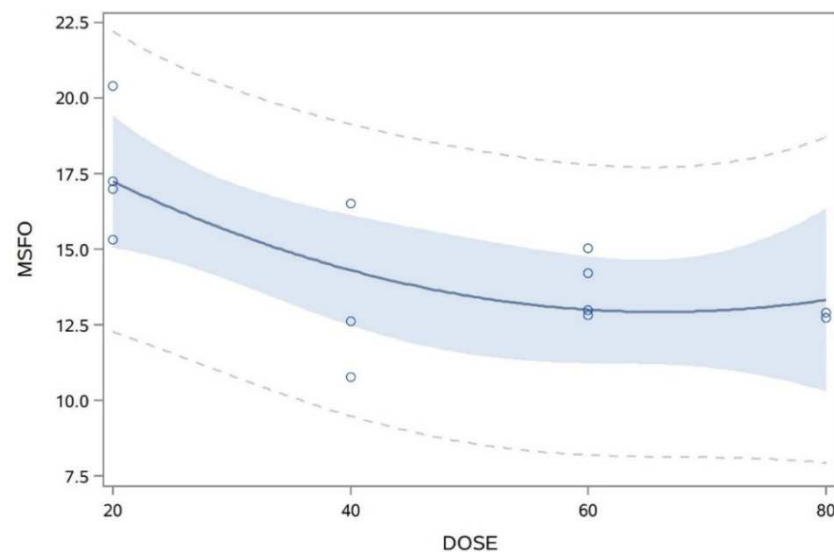
Os maiores valores de MSFO e substrato T4, foram obtidos com a dose 20% de lodo (ciclo 1 e 2). Para os dois ciclos os valores de MSFO considerando as quatro doses avaliadas não possuíram variação estatisticamente significativas pelo teste de Tukey Figura 16.

Como já citado, os valores gerais de massa seca divergiram dos resultados apresentados por Almeida et al.(2005) e Wachowicz e Serrat (2006).

Figura 16 - Regressão entre as doses de lodo × MSFO e Substrato T4 (Solo + areia + lodo). (a): ciclo 1 (b) ciclo 2.



(a)



(b)

Ciclo 1: Dose 20: 19,993 a; Dose 40: 16,34 a; Dose 60: 17,278 a; Dose 80: 16,103 a.

Ciclo 2: Dose 20: 17,493 a; Dose 40: 13,293 a; Dose 60: 13,758 a; Dose 80: 12,815 a.

Observando os valores referentes à massa seca das folhas nos tratamentos T2, T3 e T4, é possível verificar que nos três substratos, a massa seca das folhas encontradas nos substratos que possuíam em sua composição uma quantidade de

lodo próxima aos limites estudados (inferior 20% e superior 80%), foi estatisticamente maior. Sendo que em alguns casos os valores intermediários tiveram comportamento diferenciado, algumas sendo estatisticamente relevantes outras não. Mas como não existe interesse comercial nesta variável, cabe apenas destacar o comportamento dela mediante as diferentes doses de lodo no substrato.

4.6 Fatores meteorológicos e de irrigação para os dois ciclos avaliados

As médias das variáveis do ciclo 2 foram sempre menores que os valores do ciclo 1. Os menores valores da Evaporação (mm) e Et_0 foram obtidos em maio (ciclo 1) e os maiores valores em abril (ciclo 1). Para todas as temperaturas (mínima, média e máxima), todos os valores foram menores no mês de julho (ciclo 2) e maiores no mês de março (ciclo 1). Para todas as umidades (mínima, média e máxima), todos os valores foram menores no mês de julho (ciclo 2) e maiores no mês de maio (ciclo 1). A variável K_c , o menor valor foi obtido o mês de julho (ciclo 2) e o maior valor no mês de maio (ciclo 1). As variáveis ET_c , Lâmina necessária e Tempo de rega (minutos) apresentaram os menores valores no mês de julho (ciclo 2) e os maiores valores no mês de abril (ciclo 1) Tabela 17.

Tabela 17 - Variáveis meteorológicas, tempo de rega e lâmina aplicada em cada ciclo experimental, estação do ano e mês.

N	Ciclo	Estação	Mês	Evp (mm)	Tmáx	Tmin	Tmed	UrMax	UrMin	Urmed	ET0 (mm)	Etc (mm)	Lâmina necessária	Tempo de rega (min.)
31	1	Out	Mar	2,60 (1,43)	33,76 (4,73)	18,28 (1,00)	26,02 (2,38)	96,13 (3,77)	54,32 (14,36)	75,23 (8,37)	2,14 (1,15)	1,46 (0,77)	1,57 (0,84)	0,73 (0,39)
30	1	Out	Abr	2,85 (1,11)	34,54 (3,09)	16,77 (2,25)	25,66 (2,14)	93,72 (3,70)	46,07 (7,64)	69,90 (4,35)	2,34 (0,91)	2,48 (1,38)	2,68 (1,49)	1,24 (0,69)
25	1	Out	Maio	2,00 (1,11)	30,16 (3,06)	14,49 (1,73)	22,32 (1,68)	96,08 (2,75)	54,12 (8,43)	75,10 (4,18)	1,69 (0,94)	2,27 (1,28)	2,46 (1,38)	1,13 (0,64)
25	2	Inv	Jul	2,43 (1,22)	27,32 (2,97)	11,90 (3,00)	19,61 (2,49)	82,00 (12,38)	34,78 (4,81)	58,39 (7,29)	2,06 (1,04)	1,61 (0,85)	1,74 (0,92)	0,80 (0,43)
31	2	Inv	Ago	2,69 (1,21)	28,19 (4,16)	13,21 (4,27)	20,70 (3,49)	79,97 (11,01)	36,87 (9,27)	58,42 (8,50)	2,28 (1,03)	2,50 (1,66)	2,70 (1,79)	1,25 (0,83)
19	2	Pri	Set	2,35 (1,21)	27,71 (6,88)	13,56 (3,08)	20,63 (4,55)	74,42 (17,05)	38,05 (13,34)	56,24 (12,54)	1,99 (1,03)	2,66 (1,36)	2,87 (1,47)	1,33 (0,68)
Média (Desvio padrão)				2,48 (1,22)	32,82 (3,63)	16,51 (1,66)	24,67 (2,07)	95,31 (3,41)	51,50 (10,14)	73,41 (5,63)	2,06 (1,00)	2,07 (1,14)	2,24 (1,24)	1,03 (0,57)
Ciclo 1				2,43	30,67	14,39	22,53	90,60	44,99	67,80	2,03	2,12	2,29 (1,39)	1,06
Ciclo 2				(1,21)	(4,67)	(3,45)	(3,51)	(13,48)	(9,14)	(9,44)	(1,03)	(1,29)		(0,65)

*N: Número de observações, Estação: Estação do ano (out: outono, inv: inverno e pri: primavera), Mês: Mês avaliado (Mar: março, Abr: Abril, Jul: Julho, Ago: Agosto, Set: Setembro), Evp: Evaporação em mm, Tmáx: Temperatura máxima, Tmin: Temperatura mínima, Tmed: Temperatura média, UrMax: Umidade relativa máxima, UrMin: Umidade relativa mínima, Urmed: Umidade relativa média, ET0 (mm/dia):evapotranspiração de referência, Kc: Coeficiente da cultura, Etc:evapotranspiração potencial da cultura selecionada (mm).

5 CONCLUSÕES

Foi possível observar que o uso do lodo como parte do substrato no cultivo de crisântemo é uma alternativa viável nos âmbitos ambientais, agronômicos e econômicos.

Pôde-se observar que o uso do lodo ocasionou um incremento na resistência a doenças, uma redução na demanda por adubação além de surgir como uma opção para a destinação final do lodo de base seca, reduzindo a demanda por aterro sanitário para a destinação deste resíduo.

Como o foco da pesquisa não incluía análise de adubação, esta não foi realizada, visando reduzir influências externas, e garantir precisão nas análises e conclusões obtidas.

As plantas produzidas em ambas os ciclos apresentaram as características requisitadas para seu comércio, com exceção do tratamento nulo. Ou seja, mesmo que certas doses influenciem negativamente o desenvolvimento das plantas, é possível afirmar que o resultado da utilização de lodo no substrato, em concentrações dentro do limite de 20% a 80%, é positiva, apresentando características, agronômicas e comerciais, favoráveis que o substrato sem adição do resíduo.

Os vasos de Crisântemos obtidos na pesquisa, mesmo sem adubação complementar, ficando apenas disponíveis para as plantas os nutrientes do lodo e dos demais elementos presentes nos substratos, seriam comerciáveis, desta forma, pode-se concluir que na utilização de lodo como parte do substrato há uma redução nos gastos com adubação.

Após as análises dos dados obtidos estatisticamente, foi possível chegar à conclusão que para as variáveis de interesse comercial (altura, número de flores, diâmetro das flores, e massa seca das flores), um substrato interessante a ser utilizado seria o T3, composto por solo, casca de pinus e lodo, na dosagem de 40% de lodo. Sendo esta dose um valor médio a ser adotado para apresentar alta performance em ambos os ciclos.

Embora tenham sido realizado apenas dois ciclos, foi possível verificar que para as características comerciais principais, a temperatura média observada no segundo ciclo, que ocorreu no inverno, foi influente positivamente sobre as plantas.

Estudos utilizando outras variedades e espécies de plantas ornamentais em substratos na presença de lodo seriam interessantes, bem como análises de plantas submetidas a estes substratos com complementação de adubação orgânica e/ou mineral.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, S. R.; PEARSON, S.; HADLEY, P. **The effect os temperature on inflorescence initiation and subsequent development in chrysanthemum cv. Snoudon** (*Chrysanthemum mori folium ramat*). Scientia horticulturae, Amsterdam, 1998.
- AGUIAR E SILVA, M. A.; DE AZEVEDO, L. P.; SAAD, J. C. C. **Manejo da irrigação com base na umidade do solo**. Botucatu: FEHIDRO, 2005.
- AGUIAR E SILVA, M. A. Variabilidade **dos elementos energéticos e ambientes em meio protegido com polietileno, sem e com cultura do pimentão (*Capsicum annum* L.)**. 2001. 108f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- ALMEIDA, G. C. dos A.; FANHANI, J. C.; D'OLIVEIRA, P. S. **Utilização de lodo de esgoto como componente de substrato para o cultivo de Vinca (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don)**. Revista Iniciação Científica CESUMAR. n. 01, v. 07, 2005. Disponível em: < <http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/iccesumar/article/download/101/316>>
- ALMEIDA, J, A, R.; PEIXOTO, C, P.; PASSOS, A, R.; SANTOS, J, F, S.; PEIXOTO, V, A, B.; **Diferentes métodos para a determinação da área foliar em genótipos de girassol**, enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia, 2011.
- ALVAREZ, G. Y.; DIAZ, M. I. H.; GONZÁLEZ, V. M.; VELOZ, A. O.; OLIVA, M. M. **Fertilizacion nitrogenada enel cultivo de la gérbera (*Gerbera jamesonii*)**. Disponível em: <<http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20Nitrogenada%20en%20el%20Cultivo%20de%20la%20Gerbera.asp>> . Acesso em: 4 maio 2016.
- ANDREOLI, C. V. **Disposição final do lodo de esgoto da ETE-Belém**. Doc. mimeografiado SANEPAR, 1988.
- ANDREOLI, C.V. et al. **Alternativas de uso de resíduos do saneamento**. Rio de Janeiro: Abes, 2006.
- ANDRADE, L, M.; **Análise e modelagem do crescimento de crisântemo e calandiva em vaso em função de graus dias de desenvolvimento**, tese, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2009.
- BRASIL. **Resolução n. 375/2006**. Critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. 2006.
- BARBOSA, J, G.; **Crisântemos: produção de mudas, cultivo para corte de flor, cultivo em vaso e cultivo hidropônico**. Viçosa, aprenda fácil, 2003.

BARBOSA, J. G.; MUNIZ, M. A.; GROSSI, J. A. S.; BARBOSA, M. S. **Produção de flores de corte**, Volume 1, Lavras: UFLA, 2012.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002.

BETTIOL, W.; AUER, C. G.; KRUNER, T. L. & PREZOTTO, M. E. M. **Influência de lodo de esgoto e de acículas de pinus na formação da ectomicorrizas em mudas de Pinus Caribaea var. hondurensis pelos fungos Pisolithustinctorius e Thelephoraterrestris**. IPEF, 34:41-6, 1986.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariuna: Embrapa Meio Ambiente, 2000.

BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A. **Lodo de esgoto: impactos ambientais na agricultura**. Jaguariuna: Embrapa Meio Ambiente, 2006.

BRACKMANN, A.; BELLÉ, R. A.; FREITAS, S. T.; MELLO, A. M. **Qualidade pós-colheita de crisântemos (*Dendranthema grandiflora*) mantidos em soluções de ácido giberélico**. Ciência Rural, Santa Maria, v.35, n.6, 2005.

BORGES, A. **Flores : o cultivo da cor**. São Paulo: MD Comunicação, 1995. 96 p.

CASTRO, A. M. C; SATO, O; SANTOS, K. H; ZAPAROLLI, R. A. Z; SARTORI, S.B; DEMÉTRIO, G. B. **Adubação mineral e orgânica no desenvolvimento de crisântemo**. Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 1, p. 93-100, jan./mar. 2010.

CANZIANI, J. R. F.; OSAKI, M.; MASSARDO, M.; PEGORINI, E. S. **Análise Econômica para a reciclagem agrícola do lodo de esgoto da ETE-Belém**. SANARE, Curitiba, 1999.

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

CÁSSIA, J.; MAINARDI, C. T; BELLÉ, R.G; MAINARDI, L. **Produção de crisântemo (*Dendranthemagrandidflora* Tzvelev.) 'Snowdon' em vaso II: ciclo do cultivar, comprimento, largura e área da folha**. Cienc. Rural vol.34 no.6 Santa Maria Nov./Dec. 2004.

CARVALHO, H. **Diodos de luz de alto brilho e alta potência**. São Paulo: Directlight Indústria e Comércio de Produtos Eletrônicos Ltda., 2007.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BASICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP, **Tratamentos de esgoto**. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=49>> Acesso em: 28 de agosto de 2015.

CUNHA, A. R., MARTINS, D. **Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP**. Irriga, Botucatu, V. 14, n.1, p.1-11, janeiro-março, 2009.

DALSASSO, L. C, HEIDWEIN, A. B.; BURIOL, G. A.; SCHNEIDER, F. M.; STRECK, N. A.; DALMAGO, G. A. Consumo de água do tomateiro tipo salada em estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5 , p. 61-67, 1997.

EASTMAN, J. R.; “Guide to GIS and Image Processing”, vol. 2., Idrisi Productio, Clark University, 1999.

EMBRAPA, **Empresa brasileira de pesquisa agropecuária** - Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/421474/irrigacao-localizada-microirrigacao>> 2010.

ESTEVES, B.S. **Irrigação por gotejamento/Bárbara dos Santos Esteves, com a colaboração de Dione Galvão da Silva...** [et al.]. -- Niterói: Programa Rio Rural, 2012.

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

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

FARIAS, M, F. **Manejo da irrigação na cultura do crisântemode corte cultivado em ambiente protegido**, Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp – Campus de Botucatu, 2006.

FERREIRA, A.C.; ANDREOLI, C.V & LARA, A. I. *Riscos associados ao uso do lodo de esgoto*. In: **Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura**. Rio de Janeiro: Programa de Pesquisa em Saneamento Básico - PROSAB. Cap. 3, 1999.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 3. ed. Maceió, AL: Edufal, 2000.

FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2006. 432 p. (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo).

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

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. **manual prático para a compostagem de Biossólidos**, Universidade Estadual de Londrina, 1992.

FONTANA, A. O. **Sistema de leito de drenagem e sedimentador como solução para redução de volume de lodo de decantadores e reúso de água de lavagem**

dos filtros – Estudo de caso ETA Cardoso. Dissertação Mestrado, UFSCar, São Carlos, São Paulo, 2004.

GONZÁLEZ, P.; BERTSCH, F. **Absorción de nutrientes por el crisantemo (*Chrysanthemum morifolium*)** var. ‘ Super White’ durante su ciclo de vida en invernadero. *Agronomía Costarricense*, v.13, n.1, p. 51-60, 1989.

GONÇALVES, J.L.M. & POGGIANI, F. **Substratos para produção de mudas florestais.** In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., Águas de Lindóia, 1996. Resumos. Piracicaba, Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, 1996. CD-ROM.

GONÇALVES JR, A. C.; YOSHIHARA, M. M.; DE CARVALHO, A.; STREY, L.; MORAES, A. J. **Teores de nutrientes e metais pesados em plantas de estragão submetidas a diferentes fertilizações.** *Revista Ciência Agronômica*, v. 46, n. 2, 2015.

GOMES, A. R. M. et al. Estimativa da evapotranspiração e coeficiente de cultivo da *Heliconia psittacorum* L x *H. spathocircinada* (Arist) cultivada em ambiente protegido. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 1, p.13-18, 2006.

GRUSZNSKI, C. **Produção comercial de crisântemos: vaso, corte e jardim.** 1.ed, Agropecuária Editora Ltda, Guaíba, RS, 2001.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatístico. **Pesquisa nacional de Saneamento Básico e Meio Ambiente.** WEB-RESOL. Glossário. 2008. Disponível em: <<http://www.resol.com.br>> Acesso em 10 de Dez. 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Saneamento**, 2008. Disponível em:<<https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/0000000105.pdf>> Acesso dia 14 de maio de 2018.

IBRAFLOR. Produção Brasileira de Flores (Segundo IBRAFLOR). Disponível em: <<http://www.uesb.br/flower/ibraflor.pdf>> Acesso em: 18 agosto. 2005.

JEPPSON, L.R.; KEIFER, H.H.; BAKER, E.W. **Mites injurious to economic plants.** Berkeley: University of California Press, 1975.

JOINER, J. N.; SMITH, T. C. Effects of nitrogen and potassium levels on the growth, flowering responses and foliar composition of *Chrysanthemum morifolium* “Bluechip”. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.80, p.571-580. 1962.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. Mercado Interno Para os Produtos da Floricultura Brasileira: Características, Tendências e Importância Socioeconômica Recente. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental.** Campinas-SP, v.14, n.1, p. 37-52, 2008.

LEI nº 11.445. **Diretrizes nacionais para o saneamento básico**, 05 de janeiro de 2007. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm > Acesso em: 29 de agosto de 2015.

LHODHI, A. K. S.; TEWARI, G. N.; PATHAK, K.K. Effect of nitrogen and phosphorus application on vase life of cut flowers of chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* Ram., *Dendranthemamorifolium*) **Horticultural Journal**, v.4, n.1, p.49-51, 1994./ Resumo em cab- abstracts oncd-rom, 1994.

LIMA, A. F. **Problemas de Engenharia Sanitária**. 2a Edição, Editora Universitária da UFPE, Recife, 1996.

LOPES, L. F.; COSTA, A. C. S.; D'OLIVEIRA, P.S.; GIL, L. G. Utilização agrícola de lodo industrial como fonte de zinco na cultura do crisântemo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, 2004.

MALAVOLTA, E. **Manual de Nutrição Mineral de Plantas**. 1 ed. São Paulo, 2006.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação**: princípios e métodos. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2009.

MARTINS, S.R.; FERNANDES, H. S.; ASSIS, F. N.; MENDEZ, M. E. G. **Caracterização climática e manejo em ambientes protegidos: a experiência brasileira**. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.20, n.200/201, p.15-23, set./dez. 1999.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. Orlando: Academic Press, 2005.

MENDES, J. T. G. **Análise econômica da utilização do lodo da ETE**, Curitiba, 1981.

MINISTERIO DA SAÚDE, 2013. Disponível em:
<<http://www.fiocruz.br/omsambiental/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=262&sid=13>> Acesso em 14 de maio de 2018.

MORAIS, S. M. J.; ATAIDE, P. R. V.; GARCIA, D.C.; KURTZ, F. C.; OLIVEIRA, O .S. & WAZLAWICK, L. F. **Uso do lodo de esgoto da Corsan – Santa Maria (RS), comparado com outros substratos orgânicos**. *Sanare*, 6:44-49, 1997.

MOTA, P. R. D. A.; **Níveis de condutividade elétrica as solução do substrato em crisântemo de vaso, em ambiente protegido**, 2004, dissertação (Mestrado em agronomia) – Faculdade de ciências agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

MOTOS, J. R.; OLIVEIRA, M. J. G. **Produção de Crisântemo em vasos**. **Holambra**: Edições Flortec, 1998.

NOVO, E. M. L. de M..**Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 1992.

NUVOLARI, A. et al. **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola**. 2ª ed. São Paulo: Blucher, 2011. 565p.

OUTWATER, A. B. Reuse of sludge and minor wastewater residuals. Lewis Publishers. Boca Raton, Flórida. USA. 1994.

PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. F. S. P. **Dinâmica do crescimento vegetal: princípios básicos**. In: Tópicos em Ciências Agrárias - Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, 2009. p. 37-53.

PEREIRA, J. R. D.; CARVALHO, J. A.; MIGUEL, D. S.; SANTANA, M. J. **Consumo de água pela cultura do crisântemo cultivada em ambiente protegido**. Artigo científico publicado associação brasileira de engenharia agrícola. Volume 25 numero 3 Jaboticabal set/dec de 2005.

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1987.

PORTAL FATOR BRASIL. Agronegócios. **Potencial brasileiro faz com que produtores de flores e plantas invistam no mercado interno**. set. 2007. Disponível em: http://www.revistafatorbrasil.com.br/ver_noticia.php?not=18455. Acesso em: 26 mar. 2008.

PRESENÇO, J. F.; SERAPHIM, O. J. Transdutor capacitativo para medir tensão de água no solo. **Irriga**, Botucatu, v.5, n.1, 2000.

RAVIV, M.; BLOM T. J. The effect of water availability and quality on photosynthesis and productivity of soilless – grow cut roses. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 88, p. 257- 276, 2001.

REGO, J. L; VIANA, T.V; AZEVEDO, B.M; ARAÚJO, W.F; FURLAN, E.A; BASTOS, F.G.C. **Produtividade de crisântemo em função de níveis de irrigação**. Hortic. Bras. vol.27 no.1 Brasília Jan.\Mar. 2009.

REETZ, E. R. **Anuário Brasileiro das flores de 2007**. Santa Cruz do Sul, RS:Ed. Gazeta Santa Cruz, 2007.

RIBEIRO, M. **Irrigação por gotejamento**, Embrapa seminários, 2012. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/628001/irrigacao-por-gotejamento>>.Acesso em 15 de maio de 2018.

RODRIGUES, T. M.; PAIVA, R.; RODRIGUES, C. R.; MORAES, D. N.; AVILA, F. W. de.; PAIVA, P. D. O.; FAQUIM, V. RESENDE, M. L. **Crescimento de crisântemo “Puritan” sob diferentes substratos e doses de fósforo**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45., 2005, Fortaleza, **Anais...**Brasília: EMBRAPA HORTALIÇAS, 2005,v.23, n.2, CD-ROM.

RODRIGUES, M. A. **Comportamento de duas cultivares de crisântemo de jardim (*Dendranthema indicum* Tzvelev.) Produzidas em vasos**. 2005, dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

ROSENFELD, G. H.; FITZPATRICK-LINS, K. A coefficient of agreement as a measure of thematic classification accuracy. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v.52, n.2, p.223-227, Fev. 1986.

ROSA Jr., E. J.; DANIEL, O.; VITORINO, A.C.T. & SANTOS FILHO, V.C. **Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill, em tubetes**. R. Ci. Agr., 1:18-22, 1998.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. Uberlândia: EDUFU, 2009.

ROUDE, N.; NELL, T. A.; BARRETT, J. E. Nitrogen source and concentration, growing medium, and cultivar affect longevity of potted chrysanthemums. **Hortscience**, Alexandria, v.26, n. 1, p. 49-52, 1991.

SILVEIRA, R. B. A; MINAMI, K. Avaliação da qualidade de crisântemos (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.), grupo macarrão, produzidos em diferentes regiões do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 3, n. 2, p. 55-73, 1997.

SNIS. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos. 2008**. Disponível em :< <http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=85>> acesso em: 28 fev 2012.

SILVA, W. L. C.; MAROUELLI, W. A. **Manejo da irrigação em hortaliças no campo e em ambientes protegidos**. In: FARIA, M. A. (Coord.) *Manejo de irrigação*. Lavras: UFLA/SBEA, 1998.

SOUZA, M. M.; **Efeitos de substratos em diferentes proporções, no cultivo em vaso *chrysanthemum morifolium* Ramat “White Polaris”**, 1991. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

SOUZA, I, S, B.; MOURA, M, S, B.; SILVA, T, G, F.; SOARES, J.; SANTOS, W, S. **Modelo de crescimento para a cultura do milho sob diferentes sistemas de plantio nas condições do semiárido nordestino**, Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Aracaju – SE, 2010.

SOUZA, Claudinei F.; MATSURA, Edson E. **Distribuição da água no solo para o dimensionamento da irrigação por gotejamento**. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 7-15, Abr. 2004.

SOUZA, Valdemício Ferreira de...[et al], **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças/ editores técnicos. Valdemício Ferreira de Souza...**[et al.], – 2ª Ed. – Brasília, DF: Embrapa, 2014. E-book: no formato ePub, convertido do livro impresso.

SCATOLINI, M. E. **Estimativa da evapotranspiração da cultura de crisântemo em estufa a partir de elementos meteorológicos**. 1996. 70 f. (Tese Mestrado) - USP, ESALQ, Piracicaba.

SCHOENMAKER-VAN ZANTEN. **Catálogo composto**. São Paulo, 1999.

STRINGETA, A. C. O. **Avaliação de variedades de crisântemo em vaso, em substratos contendo composto de lixo urbano**. 1995. 72p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SKORUPA, L. A. **Áreas de Preservação Permanente e Desenvolvimento Sustentável**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente. dez 2006. Disponível em: Acesso em: 22 abr 2013. 13h15.

TAMAI, M, A.; LOPES, R, B.; ALVES, S, B. Manejo de pragas na floricultura, **anais, III** reunião itinerante de fitossanidade do instituto biológico, São Paulo, 2000.

TEIXEIRA, A. J. **A cultura do crisântemo de corte**, Empresa Brasileira de Extensão Rural – EMATER – RIO, Nova Friburgo, 2004.

TEIXEIRA, J. C. & GUILHERMINO, R. L. Análise da associação entre saneamento e saúde nos estados brasileiros, empregando dados secundários do banco de dados indicadores e dados básicos para a saúde 2003– idb 2003. **Revista engenharia Sanitária e ambiental**, Vol.11 - Nº 3 - jul/set 2006.

TOMBOLAT, A. F. C. **Cultivo de plantas ornamentais**. Campinas; instituto agrônômico, 2004.

VEILING. **Comercialização de vasos de crisântemo**. Cooperativa VeilingHolmbra, São Paulo, 2012.

VIEIRA, S. **Introdução a bioestatística**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 345 p. VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico das águas residuárias**. v. 1, Belo Horizonte, 1995.

VON SPERLING, M. **Lodo de esgotos: tratamento e disposição final**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG; Companhia de Saneamento do Paraná, 2001. 484p

WACHOWICZ, C. M.; SERRAT, B. M. **Parâmetros morfológicos de *gypsophila paniculata* L. cultivada com lodo de esgoto alcalinizado e adubação fosfatada**. Estudos de Biologia Ambiente e Diversidade, v. 28, n. 65. 2006.

WILSON, G. C. S. The physico-chemical and physical properties of horticultural substrates. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.150, p.19-33, 1983.

WREGGE, M. S. **Determinação do coeficiente de cultivo da cultura do crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat. Var. *Polaris amarelo*)**. 1995, dissertação, mestrado em agronomia - Irrigação e drenagem, Universidade estadual Paulista, Botucatu.