



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

AVALIAÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO NA COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATO
PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Tagetes patula*

JÉSSICA THEBALDI VICTORIANO

BELO HORIZONTE
2018

JÉSSICA THEBALDI VICTORIANO

AVALIAÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO NA COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATO
PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Tagetes patula*

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Centro Federal de Educação Tecnológica de
Minas Gerais como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheira Ambiental e
Sanitarista.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Valéria Cristina Palmeira Zago

BELO HORIZONTE

2018

Victoriano, Jéssica Thebaldi.

S---

Avaliação de composto orgânico na composição de substrato para a produção de mudas de *Tagetes patula* / Jéssica Thebaldi Victoriano - Registro: 2018.

77 f. : il. ; -- cm.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Valéria Cristina Palmeira Zago.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2018

1. Compostagem. 2. Substrato orgânico. 3. *Tagetes patula*. I. Victoriano, Jéssica Thebaldi. II. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. III. Avaliação de composto orgânico na composição de substrato para a produção de mudas de *Tagetes patula*.

CDD -----

JÉSSICA THEBALDI VICTORIANO

AVALIAÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO NA COMPOSIÇÃO DE
SUBSTRATO PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Tagetes patula*

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Centro Federal de
Educação Tecnológica de Minas Gerais
como requisito parcial para obtenção
do título de Engenheiro Ambiental e
Sanitarista.

Data de aprovação: 29/11/2018

Banca Examinadora:

Prof. Dr^a. Valéria C. P. Zago - Presidente da Banca Examinadora
CEFET-MG - orientadora

Ms. Júlio César Garcia – Ministério da Agricultura, Pecuária e
Abastecimento (MAPA)

Dr^a. Luana Rafaela Maciel Wilda – CEFET-MG

AGRADECIMENTOS

À Valéria Zago, minha orientadora, sou grata por todo conhecimento compartilhado durante os últimos anos que foram essenciais para meu aprendizado.

Aos meus pais Ana e Helbert e amigos, pela paciência e compreensão nos momentos de ausência e principalmente apoio nessa caminhada. As amizades que o CEFET me proporcionou que trouxeram alegria e leveza mesmo nos dias mais difíceis.

Agradeço ao Plínio por me auxiliar na montagem do experimento com substratos e, especialmente, a Manuella pela grande ajuda também na fase de execução do experimento principal.

Agradeço imensamente ao meu namorado Júlio Alencar por todo suporte para realização desse trabalho e principalmente pela paciência, atenção e incentivo ao longo desse período.

A todos vocês, muito obrigada!!

RESUMO

VICTORIANO, Jéssica Thebaldi, Avaliação de composto orgânico na composição de substrato para a produção de mudas de *Tagetes patula*. 2018. 77f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

Substratos são utilizados em todas as atividades de produção de mudas e plantas em vasos, especialmente no cultivo de flores e plantas ornamentais, por serem capazes de fornecer às plantas suporte físico, água e os nutrientes essenciais para desenvolver-las. A escolha de um substrato adequado permite a produção de mudas vigorosas e de boa qualidade. Na produção de substratos para mudas, compostos orgânicos oriundos de compostagem podem ser aproveitados por atuarem de forma benéfica para o solo, proporcionando melhorias em suas propriedades químicas, físicas e microbiológicas. Para avaliar esses efeitos positivos em substratos para produção da planta ornamental *Tagetes patula*, um composto orgânico foi produzido no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Campus II) a partir da compostagem de resíduos de corte de frutas, composto orgânico finalizado e resíduos de folhas e podas dos jardins da instituição. A fitotoxicidade do composto orgânico produzido foi avaliada e não foram verificados efeitos nocivos. A planta ornamental *Tagetes patula* é uma espécie florífera anual, com flores em tons variados, resistente a elevadas temperaturas que é utilizada no controle de pragas e doenças, sendo considerada uma das plantas ornamentais mais valorizadas no mercado. Realizou-se um experimento para comparação de substratos para produção de mudas de *Tagetes patula* através de um delineamento experimental fatorial 3 x 3 (03 substratos x 03 doses), com 4 repetições, utilizando-se na composição dos substratos um composto orgânico produzido no CEFET-MG, um composto orgânico comercial e um adubo químico (NPK 10-10-10). As variáveis analisadas foram: percentual de emergência das plântulas, índice de velocidade de emergência, diâmetro do colo, altura das mudas, número de folhas e flores, peso seco e fresco. O substrato contendo o composto orgânico produzido no CEFET-MG mostrou-se tão eficiente quanto aos demais substratos testados na produção de mudas de *Tagetes patula*.

Palavras-Chave: Compostagem. Substrato orgânico. *Tagetes patula*.

ABSTRACT

VICTORIANO, Jéssica Thebaldi, Evaluation of organic compost in substrate composition for the production of *Tagetes patula* seedlings. 77f. Monograph (Graduate) – Department of Environmental Science and Technology, Federal Center of Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

Substrates are used in all seedling and pot plant production activities, especially in the cultivation of flowers and ornamental plants, because they are able to provide to plants physical support, water and the essential nutrients to their development. The choice of a suitable substrate allows the production of vigorous and good quality seedlings. In the production of substrates for seedlings, organic compounds from composting can be harnessed to act in a beneficial way to the soil, providing improvements in their chemical, physical and microbiological properties. To evaluate composting positive effects on substrates for the production of *Tagetes patula* seedlings, an organic compound was produced at the Federal Center of Technological Education of Minas Gerais (CEFET-MG) with the composting of fruit cutting residues, leaves and prunings of the institution's gardens. The phytotoxicity of the organic compound produced was evaluated and no deleterious effects were observed. The ornamental plant *Tagetes patula* is an annual flowering plant with flowers in varied tones, resistant to high temperatures that is used to control pests and diseases, being considered one of the most valued ornamental plants in the market. An experiment was carried out to compare substrates for the production of *Tagetes patula* seedlings through a 3 x 3 factorial experimental design (03 substrates x 03 doses), with 4 replicates, using an organic compound produced in CEFET -MG, a commercial organic compound and a chemical fertilizer (NPK 10-10-10). The variables analyzed were seedling emergence percentage, emergence speed index, lap diameter, seedling height, number of leaves and flowers, dry and fresh weight. The substrate containing the organic compound produced in CEFET-MG was as efficient as the other substrates tested in the production of *Tagetes patula* seedlings.

Keywords: Composting. Organic substrat. *Tagetes patula*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - <i>Tagetes patula</i>	18
Figura 2 - Curva padrão da variação da temperatura durante a compostagem.....	25
Figura 3 - Pesagem das cascas de frutas recolhidas das cantinas para montagem da composteira.	31
Figura 4 - Resíduos provenientes do jardim da instituição (folhas secas e podas de árvores), utilizados na compostagem.....	31
Figura 5 - Composto orgânico finalizado utilizado na compostagem.	32
Figura 6 - Compostagem no modelo <i>Bag</i>	32
Figura 7 - Preparo das camadas da composteira.....	32
Figura 8 - Armazenamento do composto orgânico em sacos de rafia.	33
Figura 9 - Teste de fitotoxicidade do composto orgânico, na germinação de <i>Tagetes patula</i> , utilizando-se alíquotas de composto orgânico diluído em água filtrada, a esquerda, e somente água filtrada, a direita.	35
Figura 10 - Caixas “gerbox” na câmara de germinação tipo BOD.....	36
Figura 11 - Medição das raízes com o auxílio do paquímetro digital.....	36
Figura 12 - Adição do fertilizante industrial Fertisolo, dose de 150%.....	39
Figura 13 - Adição do composto orgânico produzido no CEFET MG, dose de 100%.	39
Figura 14 - Adição do composto comercial Genesolo, dose de 150%.	39
Figura 15 - Identificação dos sacos de polietileno.....	39
Figura 16 - Área experimental no Campus I do CEFET-MG.....	40
Figura 17 - Medição do diâmetro com o auxílio de o paquímetro digital.	42
Figura 18 - Medição da altura das plantas utilizando-se régua graduada.....	42
Figura 19 - Pesagem da matéria fresca da parte aérea.	42
Figura 20 - Estufa com circulação e renovação de ar.	42
Figura 21 - Pesagem da matéria seca da parte aérea.....	43
Figura 22 - Sementes germinadas após 5 dias de experimento.	47
Figura 23 - Crescimento inicial das raízes para o extrato contendo composto orgânico diluído na água filtrada (8° DAI).....	48
Figura 24 - Crescimento inicial das raízes para o extrato apenas com água filtrada (8° DAI).	49
Figura 25 - Crescimento das plântulas no substrato industrial NPK.	52
Figura 26 - Crescimento das plântulas no substrato orgânico CEFET-MG.	53

Figura 27 - Crescimento das plântulas no substrato orgânico comercial.....	54
Figura 28 - Crescimento das mudas de <i>Tagetes patula</i> no substrato industrial NPK.....	57
Figura 29 - Crescimento das mudas de <i>Tagetes patula</i> no substrato orgânico CEFET-MG... Figura 30- Crescimento das mudas de <i>Tagetes patula</i> no substrato orgânico comercial.	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise química do composto orgânico oriundo do processo de compostagem realizada no CEFET-MG (Campus II).....	34
Tabela 2 - Análise química do composto orgânico comercial.	37
Tabela 3 - Análise química da mistura de solo e areia.	38
Tabela 4 - Comparação entre as análises químicas dos fertilizantes orgânicos e industrial utilizados na formulação dos substratos.	45
Tabela 5 - Percentual de emergência de plântulas (%EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) nos diferentes substratos avaliados.....	51
Tabela 6 - Diâmetro do colo (D), Altura das plantas (A), Número de folhas (NF), Número de flores abertas e botões florais fechados (NFL), Peso fresco (PF) e Peso seco (PS) da parte aérea em relação ao substrato.....	55
Tabela 7 - Diâmetro do colo (D), Altura das plantas (A), Número de folhas (NF), Número de flores abertas e botões florais fechados (NFL), Peso fresco (PF) e Peso seco (PS) da parte aérea em relação a dose.....	55

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral.....	14
2.2 Objetivos específicos	14
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
3.1 Mercado de flores e plantas ornamentais no Brasil	15
3.1.1 <i>Tagetes patula</i>	16
3.2 Substrato	18
3.3 Composto orgânico na composição de substratos	21
3.4 Produção do composto orgânico.....	24
3.4.1 Compostagem	24
3.4.2 Fases do processo de compostagem.....	25
3.4.3 Fatores que interferem na compostagem	26
3.4.3.1 Temperatura	26
3.4.3.2 Umidade.....	27
3.4.3.3 Aeração	27
3.4.3.4 Índice pH.....	28
3.4.3.5 Relação Carbono/Nitrogênio	28
3.4.3.6 Microrganismos	29
3.4.4 Maturação do composto orgânico.....	29
4. METODOLOGIA	31
4.1 Compostagem	31
4.2 Teste de fitotoxicidade	34
4.3 Experimento com diferentes substratos para produção de planta ornamental	36
4.3.1 Seleção dos fertilizantes.....	36
4.3.2 Cálculo da dosagem de fertilizantes para composição dos substratos	37

4.3.3 Montagem do experimento	38
4.3.4 Análise de velocidade e percentagem de emergência de plântulas.....	40
4.3.5 Análise do desenvolvimento das mudas	41
4.3.6 Análises estatísticas	43
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
5.1 Análises químicas	44
5.1.1 Mistura de solo-areia.....	44
5.1.2 Fertilizantes orgânicos e mineral	45
5.2 Análise da fitotoxicidade do composto do CEFET-MG.....	46
5.3 Emergência de plântulas	50
5.4 Desenvolvimento das mudas.....	55
6. CONCLUSÃO	62
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
APÊNDICE A – Análise estatística para o percentual de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência	72
APÊNDICE B – Análise estatística para o crescimento das mudas	73
APÊNDICE C – Regressão linear e quadrática	75

1. INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado da população e das indústrias, o avanço da tecnologia e a mudança no estilo de vida das pessoas e, consequentemente, o aumento do consumo de mercadorias, contribuem para o aumento significativo na geração de resíduos principalmente nos centros urbanos. Dessa forma, é crescente a preocupação mundial em relação aos impactos ambientais associados à geração excessiva de resíduos, em especial os domiciliares, à gestão inadequada dos mesmos e à falta de áreas disponíveis para a disposição final.

Segundo a Abrelpe (2017), a geração diária de resíduos sólidos urbanos no Brasil atingiu um total de 214.868 toneladas em 2017, o que corresponde a uma produção anual de 78,4 milhões de toneladas no país. Desse total, 40,9% dos resíduos foram dispostos em unidades inadequadas, como os lixões (18%) e aterros controlados (22,9%) o que aumenta o potencial de poluição ambiental e os impactos adversos à saúde (ABRELPE, 2017). A disposição inadequada desses resíduos causa graves impactos ao meio ambiente tais como a contaminação do solo e da água (subterrânea e superficial), assoreamento de rios e canais pelo lançamento de detritos, a proliferação de agentes causadores de doenças, dentre outros (SANTOS et al., 2014).

Os resíduos sólidos urbanos, especialmente os domiciliares, são constituídos em grande parte por materiais orgânicos, sendo assim passíveis de reciclagem. Nesse sentido, a compostagem apresenta-se como uma técnica benéfica ao meio ambiente, uma vez que é capaz de transformar a fração orgânica dos resíduos em um composto que apresenta alto valor nutricional, podendo ser utilizado como fertilizante orgânico ou condicionador de solos. Trata-se de uma técnica de baixo custo que permite dar um novo uso aos resíduos que seriam previamente descartados, com o potencial de reduzir o volume de resíduos destinados em aterros sanitários e os demais impactos proporcionados pela disposição irregular dos mesmos.

Uma das formas de aproveitamento do composto orgânico produzido é utilizá-lo na composição de substratos para a produção de mudas. Os substratos são necessários na produção de mudas e plantas em vasos, principalmente no cultivo de ornamentais. Dentre as plantas ornamentais valorizadas no mercado encontra-se a espécie *Tagetes patula*.

A *Tagetes patula*, conhecida popularmente como cravo-de-defunto, é uma planta herbácea, espécie da família Asteraceae, de ciclo anual. Pode ser cultivada em regiões de clima tropical, em pleno sol. Apresenta flores com diferentes tonalidades, que variam desde o amarelo até o alaranjado. É uma planta ornamental de fácil cultivo, bastante utilizada na decoração de jardins, paisagismo, como flor de corte ou planta envasada. Apresenta diversas

finalidades, podendo ser utilizada como planta ornamental e também no controle de pragas e doenças em plantas (MENDES, 2016; ARAÚJO, 2010).

No cultivo de plantas ornamentais, os substratos devem proporcionar o rápido crescimento e desenvolvimento das mudas. Para isso, é necessário que o mesmo apresente características químicas, físicas e biológicas adequadas. Além disso, os substratos devem fornecer às plantas água, oxigênio e nutrientes. O uso do composto orgânico como substrato tem se mostrado viável devido as melhorias proporcionadas nas propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo (FREITAS et al., 2013) e aos benefícios promovidos pela adubação orgânica.

A escolha de um substrato adequado permite a produção de mudas vigorosas e de qualidade. De uma forma geral, os substratos são formulados pela combinação de diferentes materiais de origem natural, residual, mineral ou orgânica (OLIVEIRA et al., 2016). Para complementação dos substratos, pode ser realizada a adição de fertilizantes para atender a demanda nutricional das plantas, o que implica aumento dos custos da produção (ZANELLO e CARDOSO, 2016). Devido ao alto custo dos fertilizantes comerciais e industriais no mercado, os produtores vêm buscando alternativas para baratear a produção de mudas, o que inclui o aproveitamento de resíduos orgânicos (ANDRADE, 2002).

Nesse sentido, o uso do composto orgânico produzido na formulação de substratos tem a capacidade de suprir a necessidade do uso de adubos químicos, reduzindo os custos na produção de mudas uma vez que o produtor pode produzir o adubo orgânico. Além disso, a incorporação desse fertilizante orgânico promove melhorias ao substrato que contribuem para germinação e desenvolvimento das mudas, tais como: aumento da oferta de nutrientes às plantas, da capacidade de retenção de água, porosidade e aeração, dentre outros (ANJOS, 2017).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a utilização de composto orgânico, na composição de substrato para a produção de mudas de *Tagetes patula*.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar a fitotoxicidade do composto orgânico;
- Avaliar a influência do substrato orgânico na emergência de plântulas da *Tagetes patula*;
- Comparar o desempenho do composto orgânico no desenvolvimento e crescimento das mudas de *Tagetes patula* em relação ao substrato com composto orgânico comercial e adubo industrial.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Mercado de flores e plantas ornamentais no Brasil

As plantas ornamentais são espécies botânicas que devido ao seu florescimento, folhagem e aos demais aspectos gerais das plantas destacam-se pela sua beleza, sendo bastante utilizadas com o intuito de decorar e realçar ambientes (OLIVEIRA & BRAINER, 2007). No cotidiano, as plantas ornamentais são facilmente encontradas em casas, parques, jardins e edifícios comerciais. O principal setor para comercialização de flores e plantas ornamentais é o varejo, do qual fazem parte as floriculturas, supermercados, decoradores e paisagistas. Entre eles, as floriculturas podem ser qualificadas como um canal especializado para o comércio de flores e plantas ornamentais (NEVES & ALVES PINTO, 2015).

As floriculturas exercem um conjunto de atividades voltadas para produção e comercialização de espécies vegetais que são cultivadas para fins ornamentais. É considerado um dos segmentos mais promissores para o agronegócio brasileiro (SEBRAE, 2015). De acordo com o Instituto Brasileiro de Floricultura (2017), o setor da floricultura brasileira movimentou no ano de 2014 cerca de R\$ 5,7 bilhões, R\$ 6,2 bilhões em 2015, R\$ 6,65 bilhões para 2016 e, apesar da crise econômica, a estimativa para o ano de 2017 seria alcançar um faturamento de R\$ 7,2 bilhões. Dentre os ramos da agricultura, a floricultura exerce um papel significativo no cenário econômico brasileiro, uma vez que é responsável pela geração de 199.100 empregos diretos, sendo 78.700 (39,53%) relacionados à produção, 8.400 (4,22%) referentes à distribuição, 105.500 (53,00%) correspondentes ao varejo e 6.500 (3,26%) em outras funções (IBRAFLOR, 2017).

A produção de flores e plantas ornamentais no Brasil é voltada sobretudo para o mercado interno. Dessa forma, ainda é pequena a exportação e sua atuação no mercado internacional. O consumo de flores no país tem se tornado crescente, especialmente em datas comemorativas, devido a disponibilidade e facilidade de compra desses produtos (NEVES & ALVES PINTO, 2015). O maior número de produtores de plantas ornamentais no país encontram-se concentrados na região Sudeste (53,3%), que apresenta também o maior percentual de área cultivada (65,9%) (JUNQUEIRA & PEETZ, 2014). A maior parte da produção está situada no estado de São Paulo, em municípios como Atibaia, Mogi-Mirim, Bragança Paulista, Campinas, dentre outros (ANEFALOS & GUILHOTO, 2003). A produção paulista se destaca devido principalmente ao forte mercado local e a presença do mercado de flores da CEASA Campinas (Centrais de Abastecimento de Campinas) da CEAGESP

(Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo), considerados os maiores do Brasil. Além disso, as Cooperativas Veiling Holambra e Cooperflora, consideradas as principais cooperativas de produtores do país, estão presentes na região de Holambra – São Paulo (NEVES & ALVES PINTO, 2015).

A análise do mercado nacional para o período entre 2008 a 2013 demonstrou que houve um decréscimo de 48,59% para 41,55% da movimentação financeira para o segmento de plantas ornamentais destinadas ao paisagismo e jardinagem. Em contrapartida, para o setor de flores e folhagens de corte a participação elevou-se de 31,41% para 34,33%. O mesmo ocorreu para as flores e plantas envasadas que apresentaram um aumento participativo de 20,00% para 24,12%, no período em questão (SEBRAE, 2015). As flores e plantas envasadas, apresentam-se como um setor promissor aos micro e pequenos produtores, uma vez que vem ocorrendo uma mudança gradual nas preferências de consumo em relação às folhagens e flores de corte, devido a maior durabilidade, menores custos e praticidade no manuseio e para o uso decorativo (JUNQUEIRA & PEETZ, 2014). No entanto, para produção de flores em vasos é necessário a substituição dos solos por substratos (LUDWIG et al., 2010), sendo esses utilizados sobretudo na produção de plantas ornamentais, hortaliças em recipientes e mudas (ABREU et al., 2002).

Entre as plantas ornamentais de maior consumo, destacam-se as espécies de pimenta ornamental, *Vinca* e *Tagetes*, sendo estas altamente comercializadas no Brasil em datas comemorativas e valorizadas também no mercado internacional, em países como Alemanha e Holanda (ARAÚJO, 2010).

3.1.1 Tagetes patula

A *Tagetes patula* (Figura 1) é uma planta herbácea, espécie da família Asteraceae. Sua altura varia entre 20 e 30 centímetros e possui flores em capítulos pequenos, simples ou dobrados. A folhagem dessa espécie apresenta um forte cheiro característico (LORENZI & SOUZA, 1995). É uma planta de fácil cultivo, que apresenta flores com diferentes tonalidades e tamanhos, sendo amplamente utilizada em decorações. Suas folhas possuem coloração verde escura, produzindo um contraste com as flores de cores que variam desde o amarelo claro até alaranjado escuro (ARAÚJO, 2010).

Segundo Lorenzi & Souza (1995), a *Tagetes patula* é uma planta que pode ser cultivada em pleno sol, no período de verão em regiões com clima tropical. Essa espécie é bastante cultivada em bordaduras ou forração. A espécie, conhecida popularmente como cravo-de-defunto tem origem no México (MUNHOZ et al., 2013), sendo uma florífera anual com

características que permitem seu uso em jardins, paisagismo, como flores de corte ou plantas envasadas (MENDES, 2016).

Além de ser utilizada como planta ornamental, possui diversas finalidades que atribuem a espécie valor econômico e comercial. De acordo com Boueri et al. (2010), a espécie apresenta propriedades medicinais e farmacêuticas, sendo observado, por exemplo, efeitos terapêuticos relevantes sobre problemas hepáticos. Conforme Munhoz et al. (2013), a *Tagetes patula* apresenta características que permitem seu uso na medicina tradicional, suas flores apresentam função antisséptica, diurética e repelente de insetos, enquanto as folhas são utilizadas no combate as dores musculares e problemas nos rins e, por fim, as sementes e raízes das plantas possuem efeito purgativo. Além disso, esta planta possui efeito nematicida, fungicida, inseticida e bactericida (BOUERI et al., 2010).

O gênero *Tagetes* possui mais de 50 espécies, porém atualmente são cultivadas apenas seis espécies anuais e três perenes. Estudos apontam sua eficiência no controle aos fitonematoïdes, especialmente contra *Pratylenchus* e *Meloidogyne* (MOREIRA & FERREIRA, 2015). Os nematoïdes são vermes com formato corporal cilíndrico e alongado, que se subdividem em três grupos: os de vida livre, os parasitas em animais e os fitonematoïdes. Este último, caracterizam-se como parasitas de plantas com comprimento que varia entre 0,2 a 3,0 mm, sendo assim não é possível enxergá-los a olho nu (FERRAZ & BRONW, 2016). Muitas espécies de nematoïdes fitoparasitas são prejudiciais para a agricultura, pois atacam o sistema radicular das plantas, promovendo a formação de nodulações e lesões necróticas nas raízes, o que propicia a destruição das mesmas, impedindo que as plantas absorvam água e nutrientes (RITZINGER & FANCELLI, 2006).

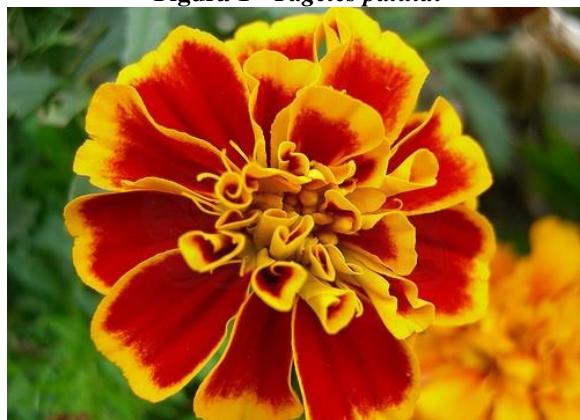
Entre as espécies da *Tagetes*, destacam-se no combate aos nematoïdes: *T. patula*, *T. erecta* e *T. minuta*. Em especial, a *Tagetes patula* tem apresentado maior eficiência em relação as demais (MOREIRA & FERREIRA, 2015). A ação da *Tagetes* contra os fitonematoïdes está associada aos compostos com propriedades nematicidas que se encontram principalmente nas raízes das plantas, mas pode estar presente em outras partes da mesma (FRANZENER et al., 2007). Sendo assim, o nematoïde penetra na planta, porém não realiza seu ciclo parasitológico completo o que, consequentemente, promove a redução dos mesmos (MOREIRA & FERREIRA, 2015). Portanto, o cravo-de-defunto é uma planta antagonista que não possibilita o desenvolvimento dos nematoïdes até a fase adulta, pois ocorre a liberação de substância com ação tóxica para os mesmos (PINHEIRO et al., 2013).

Avaliando-se o óleo extraído da planta ornamental, Romagnoli et al. (2005) constataram a ação antifúngica da *Tagetes patula* contra *Botrytis cinerea* e *Penicillium*

digitatum promovendo a inibição do crescimento desses fungos fitopatogênicos, enquanto Rondon et al. (2006) verificaram que a espécie apresenta atividade antimicrobiana e se mostrou capaz de reduzir a presença de bactérias patogênicas como as Gram negativas.

A *Tagetes patula* pode ser utilizada no controle de pragas e doenças em plantas (ARAÚJO, 2010), visto que atua como um repelente e inseticida natural. Além do controle de fitonematoídes, essa planta ornamental é bastante utilizada para repelir e controlar formigas e pulgões (LOVATTO, 2012). Dessa forma, na maioria das vezes seu cultivo é realizado em consórcio com culturas mais sensíveis (MENDES, 2016). Também são frequentemente utilizadas em rotação de culturas (MOREIRA & FERREIRA, 2015). Conforme Boueri et al. (2010), a rotação de cultura utilizando esta planta é eficiente no controle de nematóides e insetos em ambientes protegidos. O cravo-de-defunto pode agir diretamente contra as pragas ou exalando seu forte cheiro como forma de mascarar o cheiro do plantio principal (RESENDE & VIDAL, 2008).

Figura 1 - *Tagetes patula*.



Fonte: VERDE (2018).

No entanto, Araújo (2010) ressalta que entre as pesquisas associadas ao tipo de substrato e recipiente a ser utilizado para o cultivo da *Tagetes*, ainda não se obteve recomendações específicas para a espécie em questão.

3.2 Substrato

O substrato pode ser definido como todo material sólido, seja natural ou residual, mineral ou orgânico, que pode ser aplicado no cultivo de plantas, substituindo o solo natural em sua totalidade ou de forma parcial. Pode ser utilizado em sua forma pura ou em misturas e, assim como o solo natural, tem a função de fornecer sustentação às mudas (suporte físico as raízes), água e nutrientes, essenciais para o desenvolvimento das plantas (OLIVEIRA et al., 2016). Segundo KÄMPF (2000), entende-se como substrato o meio no qual as raízes das

plantas cultivadas fora do solo se desenvolvem.

A composição dos substratos é de grande relevância para a produção de mudas. O substrato pode ser formulado a partir de um único material ou pela combinação de diferentes materiais (FARIA et al., 2016). Entretanto, Araújo (2010) ressalta que, em geral, os substratos apresentam mais de um componente em sua formulação, pois dificilmente materiais utilizados de forma isolada irão atender a todas as necessidades da planta a ser cultivada.

Para seleção de um substrato adequado ao desenvolvimento das plantas em vaso é necessário conhecer suas características químicas e físicas (LUDWIG et al., 2014). Em relação as propriedades químicas de maior relevância destacam-se o pH e Capacidade de Troca de Cátions (CTC) (FERRAZ et al., 2005). O valor do pH está relacionado principalmente à disponibilidade de nutrientes (LUDWIG et al., 2014) e às propriedades fisiológicas das plantas (FAVALESSA, 2011). O desenvolvimento das plantas pode ser comprometido em decorrência de valores inadequados do pH, sobretudo quando há acidez elevada. Ambientes ácidos apresentam menores quantidades de nutrientes disponíveis para o cultivo de plantas (LUDWIG et al., 2014). De acordo com Taiz et al. (2017), a faixa de pH entre 5,5 e 6,5 é favorável ao desenvolvimento das raízes das plantas.

A CTC corresponde à capacidade das partículas de um solo de reter ou trocar íons (cátions e ânions). Entretanto, devido a predominância de cargas negativas em sua superfície, a adsorção de cátions é muito maior (TAIZ et al., 2017), tais como: Cálcio (Ca^{2+}), Magnésio (Mg^{2+}), Potássio (K^+), Hidrogênio (H^+) e Alumínio (Al^{3+}) (RONQUIM, 2010). Considerando-se que muitos cátions encontrados nos substratos são nutrientes, a CTC representa o potencial de armazená-los e fornece-los às plantas. Sendo assim, a CTC é um indicativo do potencial de fertilidade de um substrato. Outra propriedade química de relevância é o teor de matéria orgânica uma vez que esta age de forma benéfica nos substratos, proporcionando melhorias em suas propriedades químicas e físicas tais como: o aumento da capacidade de reter água, a porosidade, aeração, além de ser fonte e reservatório de nutrientes (MENEZES JÚNIOR et al., 2000).

Em relação às propriedades físicas, destacam-se como mais relevantes a densidade, porosidade, espaço de aeração e disponibilidade hídrica (ARAÚJO, 2010). Segundo Kratz et al. (2013), as propriedades físicas de um substrato, como não podem ser facilmente alteradas, têm maior importância se comparadas às químicas. As propriedades químicas podem ser manejadas, por exemplo, através da irrigação e do uso de adubos (BOENE et al., 2013).

Klein et al. (2000) enfatiza que é importante que o substrato não apresente densidades muito baixas ou muito elevadas. Materiais com baixa densidade podem dificultar a fixação das

plantas e causar problemas como tombamento (PAGLIARINI, 2012). Entretanto, a densidade muito alta pode prejudicar a penetração e o crescimento das raízes das plantas (KLEIN et al., 2000).

A porosidade é definida como o espaço não ocupado por sólidos, preenchido pela água ou ar. Os poros podem ser classificados de acordo com seu tamanho como macroporos e microporos. Os microporos são responsáveis por reter e armazenar da água enquanto os macroporos desempenham um papel importante na aeração e infiltração da água. O espaço de aeração é importante para garantir a troca contínua de oxigênio e CO₂ entre o solo e a atmosfera, nesse processo é fundamental a presença dos macroporos (REINERT & REICHERT, 2006). Valero et al. (2009) define o espaço de aeração como o volume de macroporos ocupados por ar, após a drenagem e em condições de saturação de água.

Para o cultivo de plantas em recipientes há uma limitação do volume para o desenvolvimento das raízes, sendo assim o substrato deve ser capaz de reter a água com eficiência e mantê-la facilmente disponível para as raízes das plantas (LUDWIG et al., 2014; KLEIN et al., 2000). Na escolha do recipiente, devem-se considerar fatores tais como: o tamanho da muda, a durabilidade, facilidade de manuseio, dentre outros. Além disso, o tamanho do recipiente deve promover as raízes o maior volume de solo, porém com menor peso. Dentre os recipientes mais utilizados destacam-se os sacos plásticos de polietileno, vasos e tubetes de polipropileno (OLIVEIRA et al., 2016).

Os substratos são necessários em todas as atividades de produção de plantas e mudas em vasos, especialmente no cultivo de flores e plantas ornamentais (ABREU et al., 2007) e sua demanda é crescente (LEAL et al., 2007). Um substrato de qualidade deve permitir a emergência das plântulas e proporcionar condições adequadas para uma boa germinação (CABRAL et al., 2011). Sendo assim, para produção de mudas, um bom substrato deve apresentar boa textura, estrutura, pH adequado (ARAÚJO et al., 2013) e, além disso, ter baixa densidade, boa capacidade de absorver e reter água, ser poroso de forma a proporcionar boa aeração e drenagem, estar livre de pragas, patógenos e substâncias tóxicas, além de fornecer os nutrientes indispensáveis para as plantas (COSTA et al.; PIO et al., 2005). A adição de nutrientes ao substrato pode ser realizada através da incorporação de fertilizantes em sua composição (BEZERRA, 2003), o que pode elevar os custos da produção de mudas (ZANELLO & CARDOSO, 2016).

Para composição dos substratos devem ser utilizados materiais de baixo custo e facilmente disponíveis (COSTA et al., 2005). As proporções de cada material variam de acordo com o tipo de muda a ser produzida (KRATZ et al, 2013).

3.3 Composto orgânico na composição de substratos

Diferentes resíduos vêm sendo utilizados na formulação de substratos para as plantas (BEZERRA, 2003), com o intuito de minimizar os impactos causados ao meio ambiente e fornecer alternativas aos produtores de mudas (KLEIN, 2015), reduzindo os custos associados à produção de mudas (SOUZA et al., 2013). Entre as fontes alternativas de materiais utilizados como substratos destacam-se os resíduos orgânicos, oriundos dos resíduos orgânicos domésticos e da poda de árvores (SILVA, 2011).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2018), atualmente 55% resíduos produzidos no Brasil são de origem orgânica (como sobras de frutas e legumes e de alimentos em geral, podas de jardim, serragem, dentre outros), sendo os mesmos destinados aos aterros sanitários e lixões. Na tentativa de equacionar esse problema, a compostagem surge como uma técnica eficaz para o reaproveitamento dos resíduos orgânicos (ARAÚJO, 2010) uma vez que, a partir da mistura e decomposição de diferentes materiais, é produzido um composto rico em matéria orgânica e que apresenta elevado valor nutricional para as plantas (CARMO et al., 2018). Sendo assim, através da compostagem os resíduos orgânicos podem ser transformados em fertilizante orgânico (PIRES & FERRÃO, 2017), que pode ser utilizado para enriquecer solos pobres, aumentando sua fertilidade e a capacidade das plantas em absorver nutrientes o que, consequentemente, impulsiona seu crescimento (FERREIRA et al., 2013). O composto orgânico também atua de forma benéfica para o solo, proporcionando melhorias em suas propriedades químicas, físicas e biológicas (SANTOS et al., 2014). Nesse sentido, o composto orgânico tem o potencial de ser aproveitado para produção de substratos, no cultivo de mudas de plantas ornamentais, hortaliças e espécies florestais (ARAÚJO, 2010).

Entre os nutrientes essenciais às plantas, destacam-se: os macronutrientes (Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S)) e micronutrientes Boro (B), Zinco (Zn), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Molibdênio (Mo), Cloro (Cl) e Manganês (Mn)), presentes nos minerais e matéria orgânica dos substratos (RONQUIM, 2010). Para produção de mudas em recipientes, é essencial que o substrato atenda a demanda nutricional da espécie cultivada, sendo assim pode-se utilizar fertilizantes como forma de complementar o substrato, aumentando sua eficiência (CAIONE et al. 2012). Segundo Ronquim (2010) a maioria dos nutrientes necessários as plantas encontram-se disponíveis na matéria orgânica. Quanto maior a diversidade de materiais utilizados para produção do composto orgânico, maior será a variedade de nutrientes (VICENTINI et al., 2009). A composição química do composto orgânico depende, portanto, do material utilizado em sua produção. Um composto rico em

nutrientes, pode atender e suprir as necessidades das plantas (OLIVEIRA & DANTAS, 1995).

De acordo com MÜLLER (2012), geralmente as culturas que recebem a adubação orgânica apresentam maior equilíbrio nutricional e desenvolvimento superior se comparada àquelas que recebem apenas adubação mineral.

Os nutrientes do composto estão, em sua maioria, presentes na forma orgânica. Sendo assim, para se tornarem disponíveis na solução do solo é necessário que ocorra o processo de mineralização que consiste na transformação das substâncias orgânicas em inorgânicas (ECKHARDT, 2015). Como o composto mineraliza-se de forma lenta, os nutrientes são liberados gradualmente para as plantas (NOBILE; SPADONI & NUNES, 2013), de acordo com as exigências das mesmas. Dessa forma, as plantas aproveitam melhor os nutrientes provenientes da adubação (COOPER et al., 2010). A liberação de N e P é mais lenta se comparada a dos fertilizantes minerais, o que permite a disponibilidade desses elementos ao longo do tempo (NOBILE; SPADONI & NUNES, 2013).

Em contrapartida, os fertilizantes minerais (simples ou compostos) apresentam alta concentração de nutrientes, sendo conhecidos por suas "fórmulas" (por exemplo: 10-10-10) que indicam a porcentagem dos macronutrientes N, P e K, respectivamente, no fertilizante. No entanto, esses nutrientes apresentam alta solubilidade e podem ser absorvidos de forma rápida pelas plantas e/ou lixiviados (RONQUIM, 2010). Os fertilizantes minerais são produzidos industrialmente com o objetivo específico de fornecer nutrientes para as plantas (SILVA & LOPES, 2012).

Portanto, a adubação orgânica é benéfica para a produtividade das culturas. Sua importância está associada também às melhorias proporcionadas às condições do solo (SOARES, 2012). Em relação às propriedades químicas e físico-químicas, Santos et al. (2014) enfatizam que o uso do composto orgânico promove o enriquecimento do solo, aumentando a oferta de macro e micronutrientes às plantas e, segundo Trani et al. (2013), promove o aumento gradual do teor de matéria orgânica. Além disso, o composto orgânico melhora a adsorção dos nutrientes evitando, dessa forma, a perda desses elementos pela lixiviação provocada pela chuva ou irrigação e promove o aumento da capacidade de troca de cátions (TRANI et al., 2013). A associação entre a argila do solo e a matéria orgânica promove o predomínio de cargas negativas, aumentando a CTC do meio devido à maior retenção de nutrientes catiônicos tais como o Ca, Mg, e K, tornando-os disponíveis para as raízes das plantas (COOPER et al., 2010).

No que diz respeito às propriedades físicas, o composto orgânico promove melhorias na estrutura do solo e maior aeração da zona explorada pelas raízes das plantas devido à sua estrutura porosa (MALAVOLTA, 1981), o que contribui para o desenvolvimento radicular

(LACERDA & SILVA, 2014). Além disso, aumenta a capacidade de retenção de água, melhorando a resistência das plantas principalmente em veranicos (LACERDA & SILVA, 2014), e drenagem do solo (TRANI et al., 2013). A adubação orgânica proporciona maior proteção do solo contra os impactos causados pelas gotas de chuva, o que reduz a erosão (LACERDA & SILVA, 2014). E, por fim, age também sobre as propriedades biológicas do solo estimulando o crescimento de microrganismos que atuam de forma benéfica, auxiliando no controle de fitopatógenos (SANTOS et al., 2014) e de pragas como os fitonematoides que atacam o sistema radicular das plantas (TRANI et al., 2013).

Negreiros et al. (2004) aconselham para a formulação de substratos, a associação do composto orgânico com a areia e solo, com o intuito de proporcionar as condições ideais para o desenvolvimento das mudas e melhorar sua textura. Nesta mistura, a areia age como um condicionador físico, enquanto o solo retém os nutrientes e a umidade (NEGREIROS et al., 2004). A areia é um material baixo custo, fácil disponibilidade e utilizado em pequenas proporções, que permite melhorias nas condições de aeração do substrato e uma boa drenagem (COSTA et al., 2005). Os materiais orgânicos, por sua vez, favorecem o desenvolvimento da planta e de seu sistema radicular, uma vez que beneficiam as condições físicas dos substratos e, além disso, são fonte de nutrientes (NEGREIROS et al., 2004).

Sob o ponto de vista econômico, o uso do composto orgânico como complementação ou substituição ao fertilizante mineral tem se tornado cada vez mais relevante (MAIA et al., 2006). O reaproveitamento de resíduos orgânicos reduz seu potencial poluidor, os custos de produção e ainda podem servir como uma fonte de renda ao produtor, visto que o composto orgânico oriundo da transformação desses resíduos pode ser utilizado como substrato, fertilizante ou condicionador de solo para fins de uso agrícola ou venda no mercado (ZANELLO & CARDOSO, 2016).

No que diz respeito a produção de mudas, o uso do composto orgânico apresenta um custo menor se comparado ao dos adubos minerais sintéticos e aos substratos comerciais (BRUGNARA, 2014). Para Carmo et al. (2018) os compostos orgânicos têm o potencial de substituir o uso dos fertilizantes químicos e substratos comerciais. Dessa forma, Leal et al. (2007) afirmam que o composto orgânico é capaz de atender por completo a demanda por substratos.

3.4 Produção do composto orgânico

3.4.1 Compostagem

A compostagem é o conjunto de técnicas empregadas no controle da decomposição de materiais orgânicos com o intuito de produzir um material estável, rico em húmus e nutrientes (MELLO-PEIXOTO et al., 2014). É considerada uma técnica de baixo custo (RUSSO, 2003), sustentável e de simples implantação que permite o aproveitamento de restos e sobras de resíduos orgânicos para produção de um adubo orgânico (MELLO-PEIXOTO et al., 2014).

Sua finalidade é obter a estabilização da matéria orgânica no menor tempo possível e em melhores condições. Para isto, basicamente os resíduos orgânicos são amontoados, irrigados, revolvidos e se decompõem de forma mais rápida, gerando um composto orgânico de qualidade. Durante todo o processo, ocorre a produção de calor, gás carbônico e vapor d'água (KIEHL, 2002).

Os resíduos orgânicos que podem ser utilizados no processo de compostagem podem ser divididos em dois grupos: materiais verdes e materiais castanhos. Os materiais verdes são ricos em nitrogênio, enquanto os materiais castanhos em carbono (GOMES, 2011). Em relação aos materiais ricos em carbono destacam-se os materiais lenhosos como: casca, folhas secas e galhos de árvores, podas dos jardins, aparas de madeira, palhas, serradura, fenos e etc. São considerados materiais ricos em nitrogênio: as folhas verdes, aparas de relva, as cascas de fruta, estrumes animais, restos de vegetais, erva, dentre outros (CERRI et al., 2008; GOMES, 2011).

Vidros, plásticos, óleos, tintas, metais, dentre outros, são materiais que não devem ser utilizados na compostagem. Além deles, não se deve utilizar materiais com excesso de gordura, pois podem liberar ácidos graxos que são prejudiciais ao composto e retardam a compostagem. Também deve-se evitar carne, pois pode atrair animais para a composteira (CERRI et al., 2008).

A reciclagem dos resíduos orgânicos por meio do processo de compostagem é eficiente para reduzir o volume de materiais destinados aos aterros, contribuindo para o aumento da vida útil dos aterros sanitários e reduzindo a contaminação ambiental (SANTOS et al., 2014). Nesse aspecto, a compostagem representa uma importante opção para estabelecimentos que geram resíduos orgânicos de forma significativa como: sacolões, supermercados, restaurantes, lanchonetes, floriculturas, cantinas, dentre outros (MMA, 2010).

Além de ser benéfica ao meio ambiente, o composto orgânico produzido tem o potencial de reduzir a dependência do agricultor a insumos como os fertilizantes e inseticidas (COOPER et al., 2010).

3.4.2 Fases do processo de compostagem

Durante a compostagem, a decomposição dos materiais orgânicos ocorre em três fases distintas. A primeira fase é a fitotóxica, normalmente dura entre 15 a 20 dias, em que o composto imaturo, se aplicado como fertilizante orgânico, é danoso às plantas. A segunda fase é denominada semicura ou bioestabilização e nesse estágio de decomposição da matéria orgânica, o composto não é mais danoso às plantas, porém ainda não apresenta as propriedades ideais. E, por fim, a terceira fase de maturação ou humificação, o composto atinge as propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas desejáveis. Sua coloração torna-se mais escura, sem odor desagradável e não é possível identificar o que anteriormente era resto de alimentos, papel, verduras, entre outros (KIEHL, 2002). A Figura 2 representa as fases da compostagem relacionando-as com a variação da temperatura no tempo.

Figura 2 - Curva padrão da variação da temperatura durante a compostagem.



Fonte: KIEHL (2002).

Quando o processo de compostagem se inicia, o primeiro indício perceptível é a elevação da temperatura devido a proliferação dos microrganismos, iniciando-se a fase mesófila (COOPER et al., 2010). Os microrganismos mesófilos, formados por bactérias e fungos, começam a degradar a matéria orgânica (GOMES, 2011).

Com a elevação constante da temperatura devido a intensa ação dos microrganismos inicia-se a próxima fase denominada termófila. Os microrganismos mesófilos são então

substituídos por microrganismos termófilos, formados por actinomicetos e fungos (GOMES, 2011). Nesta fase, a temperatura se eleva ao valor máximo e ocorre de forma mais eficiente a eliminação de microrganismos patogênicos (CAMPOS & BLUNDI, 1998) e a eliminação de sementes de plantas daninhas (COOPER et al., 2010).

A temperatura da mistura diminui gradativamente à medida que a matéria orgânica biodegradável é reduzida, permitindo o retorno dos microrganismos mesófilos (GOMES, 2011). Ao passar da fase termófila para a mesófila, o composto está semicurado ou estabilizado (KIEHL, 2002). O processo de decomposição prossegue, e após aproximadamente entre 100 a 120 dias a temperatura irá baixar até atingir um valor próximo ou igual a temperatura ambiente. Quando atingir este ponto, o composto estará completamente estabilizado e a matéria orgânica humificada (CAMPOS & BLUNDI, 1998). Para um composto completamente curado ou humificado não pode faltar água e o oxigênio que é fornecido durante os revolvimentos (KIEHL, 2002).

3.4.3 Fatores que interferem na compostagem

3.4.3.1 Temperatura

A temperatura é uma variável de grande relevância na compostagem, uma vez que possibilita avaliar a evolução da atividade dos microrganismos ao longo do tempo. Seu perfil influencia na velocidade do processo de compostagem e, consequentemente, na qualidade do composto final (GOMES, 2011).

A fase mesófila que antecede a fase termófila tem curta duração e as temperaturas atingem valores entre 20 e 45 °C (MASSUKADO, 2008). Já na fase termófila, segundo Cooper et al. (2010), a temperatura pode exceder 70 °C, porém não deve permanecer muito elevada por longos períodos, pois eliminam os microrganismos desejáveis para o processo. Russo (2003) enfatiza que o excesso de temperatura pode causar a inibição do crescimento e até mesmo a morte de microrganismos. Kiehl (2002) considera uma faixa ótima para a compostagem de 50 a 55°C. A fase de resfriamento é marcada pela queda da temperatura, até que essa se iguale a temperatura ambiente alcançando a fase de maturação do composto (CERRI et al., 2008).

3.4.3.2 Umidade

No processo de compostagem é de extrema importância o controle da umidade (RUSSO, 2003). Por ser um processo biológico de decomposição da matéria orgânica, é primordial a presença de água para atender as necessidades fisiológicas dos microrganismos (COSTA et al., 2015). É ideal que a umidade esteja sempre acima de 40% e abaixo de 60%, sendo considerado ótimo o valor de 55%. Se a umidade do substrato a ser compostado for inferior a 40%, a decomposição será lenta e as bactérias estarão pouco ativas, predominando, portanto, a ação de fungos. Se a umidade estiver superior a 60%, o material ficará encharcado ou molhado (KIEHL, 2002). Com teores de umidade elevados, os espaços vazios são ocupados com água, limitando a difusão do oxigênio e ocupação do ar (COSTA et al., 2015).

Os microrganismos aeróbios necessitam de ar e água sendo de grande relevância dosar esses dois componentes de forma adequada, mantendo-os em seus valores ótimos (KIEHL, 2002).

3.4.3.3 Aeração

Segundo KIEHL (2002), no processo de decomposição da matéria orgânica a aeração é o fator mais relevante a ser considerado. Por se tratar de um processo aeróbio, é importante fornecer a aeração necessária à composteira, permitindo o desenvolvimento de microrganismos aeróbios (GOMES, 2011).

Conduzida em ambiente aeróbio, a compostagem ocorre de forma mais rápida e não produz odores desagradáveis nem proliferação de moscas (MELLO-PEIXOTO et al., 2014). Porém, se os níveis de oxigenação forem inadequados, os microrganismos aeróbios diminuem significativamente e promove o crescimento de microrganismos anaeróbios (RUSSO, 2003). Na decomposição anaeróbia, as bactérias decompõem a matéria orgânica por fermentação, esse processo é definido pela baixa temperatura, geração de maus odores, tempo de cura maior se comparado ao processo aeróbio e tendência do composto se tornar ácido (KIEHL, 2002).

O revolvimento da leira de compostagem introduz ar atmosférico novo, rico em oxigênio, que é consumido rapidamente pelo metabolismo microbiano. Além disso, libera o ar contido na leira, saturado de gás carbônico gerado pela respiração dos microrganismos. A falta de oxigênio leva a formação e acúmulo de dióxido de carbono e metano, que são característicos da fermentação anaeróbia. Em contrapartida, o excesso de aeração pode tornar a leira muito seca e prejudicar a distribuição uniforme de ar por toda a massa (KIEHL, 2002).

3.4.3.4 Índice pH

A matéria orgânica a ser compostada pode ter um pH variando entre 3 e 11. Entretanto, valores de pH entre 5,5 e 8,0 são considerados ideais pois é nesta faixa que ocorre melhor adaptação dos microrganismos. As bactérias optam por ambientes com pH neutro, enquanto os fungos têm preferência por ambientes mais ácidos (RUSSO, 2003).

No início do processo, a reação da matéria orgânica (vegetal ou animal) é geralmente ácida, com baixos valores para o índice pH. Os ácidos orgânicos que os são responsáveis por tornar o meio mais ácido. Entretanto, a medida que o processo se desenvolve, o pH do composto aumenta, passando pelo pH 7,0 (neutro) e atingindo valor superior a 8,0 (básico) (KIEHL, 2002).

3.4.3.5 Relação Carbono/Nitrogênio

A relação carbono/nitrogênio adequada contribui para o crescimento e atividade dos microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica, proporcionando a produção do composto em um período de tempo menor. Os materiais utilizados na compostagem ricos em carbono fornecem energia para o processo, enquanto os materiais ricos em nitrogênio aceleram a compostagem, pois esse nutriente é importante para o crescimento dos microrganismos (CERRI et al., 2008).

Durante a decomposição, os microrganismos absorvem o carbono e o nitrogênio sempre na relação C/N de 30 para 1 (KIEHL, 2002). A relação C/N depende tanto dos microrganismos quanto do meio de crescimento, onde 2/3 do carbono são eliminados para a atmosfera na forma de dióxido de carbono (CO_2) e 1/3 do carbono, em conjunto com o nitrogênio, é utilizado nas reações celulares (RUSSO, 2003).

À medida que o processo ocorre, a relação C/N é corrigida, de modo que o composto humificado terá a relação C/N em torno de 10/1. Se inicialmente a relação C/N for elevada, faltarão nitrogênio para os microrganismos e consequentemente o processo de compostagem levará mais tempo. Nesse caso, o nitrogênio será reciclado entre as células microbianas até que a matéria orgânica seja totalmente degradada e o excesso de carbono seja eliminado na forma de gás carbônico. Se a relação for baixa, o excesso de nitrogênio será eliminado na forma de amônia, até atingir a relação C/N ideal de 30/1 (KIEHL, 2002).

3.4.3.6 Microrganismos

Por meio da ação biológica ocorre a transformação da matéria orgânica bruta em matéria orgânica humificada. Neste processo atuam fungos, insetos, bactérias, actinomicetos, anelídeos, dentre outros (COOPER et al., 2010). O crescimento da comunidade microbiana está relacionado a composição física e química favorável da matéria-prima orgânica e pela presença de umidade e oxigênio, indispensável para o metabolismo dos microrganismos (KIEHL, 2002).

Os microrganismos necessitam de macronutrientes que são absorvidos em quantidades maiores e de micronutrientes, assimilados em proporções menores. O carbono e nitrogênio são os macronutrientes consumidos em maiores quantidades. O carbono é fonte de energia e é oxidado na forma de CO₂, já o nitrogênio é o componente principal das proteínas a serem elaboradas (KIEHL, 2002).

3.4.4 Maturação do composto orgânico

A maturidade do composto é resultante da correta decomposição da matéria orgânica por ação microbiológica, produzindo nutrientes e húmus. Um composto de qualidade deve apresentar uma maturidade ideal, além de características e propriedades que não o tornem impróprio para o uso agrícola (KIEHL, 2002).

Kiehl (2002) destaca que existem vários testes rápidos para acompanhar a maturação do composto como, por exemplo, pela medição da temperatura e pelo índice de pH. Outra forma de determinar o grau de maturação do composto é utilizando plantas sensíveis em testes biológicos para saber o potencial fitotóxico do fertilizante. A fitotoxicidade é um indicativo de que o composto pode não estar totalmente curado ou que possui poluentes tóxicos. Os compostos orgânicos mal curados interferem no desenvolvimento das plantas (CERRI et al., 2008). A vantagem do teste biológico sobre experimentos em vasos de plantas é sua curta duração e, além disso, são testes de baixo custo (KIEHL, 2002).

Outro indicador a ser considerado é a condutividade elétrica, que deve ser determinada utilizando um aparelho especial de modelo simples e custo baixo (KIEHL, 2002). Ao longo da maturação do composto, a fração mineral total torna-se maior e, em contrapartida, a condutividade elétrica decresce. Desta forma, no decorrer do processo de compostagem, a condutividade pode reduzir 50% da fase inicial até a metade do processo de maturação (CERRI et al., 2008).

O composto maturado, isto é, altamente estabilizado, produz húmus e minerais para as plantas. Apresenta boas propriedades físicas, químicas e biológicas. Pode ser utilizado para preparo de substratos, para canteiros de sementes de flores e hortaliças, culturas em sulco, em cobertura levemente incorporada ao solo, para melhor rendimento para as plantas e para não perder nitrogênio (KIEHL, 2002).

O composto estabilizado deve apresentar coloração escura, cheiro agradável de terra molhada, aspecto de terra, baixa temperatura, redução de 1/3 da biomassa inicial e material homogêneo (impossibilitando a identificação dos materiais utilizados no início da compostagem) (COOPER et al., 2010).

Cooper et al. (2010) afirmam que um composto de qualidade deve apresentar como resultado de sua análise química, uma relação C/N em torno de 10-12/1, e pH superior a 6,0. É interessante que a análise da qualidade do composto também indique os teores de macro e micronutrientes. O composto orgânico é mais eficaz quando é utilizado logo após a finalização do processo de compostagem. Todavia, caso não seja possível, o composto orgânico deve ser armazenado em local adequado, preservando-o do sol e da chuva, e se possível mantendo-o coberto com lona (CERRI et al., 2008).

4. METODOLOGIA

4.1 Compostagem

O composto orgânico utilizado no experimento foi oriundo da realização de compostagem no Campus II do CEFET-MG, utilizando-se os resíduos de frutas provenientes das cantinas do CEFET-MG (Campus I e II), composto orgânico finalizado, além de folhas secas e ramos de podas de árvores oriundos dos jardins da instituição. A montagem da composteira ocorreu nos dias 21 e 28 de outubro de 2016 em um espaço localizado próximo ao estacionamento do CEFET-MG (Campus II).

Os resíduos orgânicos foram recolhidos das cantinas somente nos dias destinados a montagem da composteira. Antes de iniciar a montagem, todos os resíduos foram pesados utilizando-se uma balança e os resíduos de jardins foram triturados para reduzi-los de tamanho (figuras 3, 4 e 5).

Figura 3 - Pesagem das cascas de frutas recolhidas das cantinas para montagem da composteira.



Fonte: Autoria própria (2016).

Figura 4 - Resíduos provenientes do jardim da instituição (folhas secas e podas de árvores), utilizados na compostagem.



Fonte: Autoria própria (2016).

Figura 5 - Composto orgânico finalizado utilizado na compostagem.



Fonte: Autoria própria (2016).

A composteira foi montada dentro de um *bag* com dimensão de 90 x 90 x 120cm e formato retangular (Figura 6), intercalando-se as camadas de resíduos de jardins (15cm) com resíduos de cortes de frutas e/ou composto finalizado (5cm) (Figura 7). No dia 21 de outubro foram construídas sete camadas de resíduos e no dia 28 do mesmo mês a composteira foi preenchida com mais quatro camadas, de forma a atingir uma altura de aproximadamente 110 centímetros. Ao término de cada camada os resíduos foram irrigados.

Ao todo, foram utilizados 70% de resíduos de jardim (96kg), 22% de cortes de frutas (31,4 kg) e 8% de composto orgânico finalizado (10,6kg).

Figura 6 - Compostagem no modelo *Bag*.



Fonte: Autoria própria (2016).

Figura 7 - Preparo das camadas da composteira.



Fonte: Autoria própria (2016).

Durante o processo, parâmetros como temperatura, umidade e pH passaram a ser monitorados duas vezes por semana. O monitoramento da temperatura foi realizado em três alturas diferentes da composteira: inferior (10 cm da base), média (meio da composteira) e superior (10 cm do topo), utilizando-se o Termômetro Digital modelo ITTH 1400, com haste de 90 cm de comprimento. Para análise do pH e umidade, utilizou-se o equipamento Instrutherm pH 2500. A composteira foi revolvida de 15 em 15 dias após sua montagem.

A compostagem foi conduzida do período entre 21/10/2016 e 13/02/2017, encerrando-se o experimento com 108 dias. Em seguida, o composto orgânico foi peneirado utilizando-se uma peneira com malha de 5 mm para reter o material que não foi totalmente decomposto. Por meio desse experimento foi produzido um total de 89,2kg de composto orgânico. Todo o material foi devidamente identificado e acondicionado em sacos de rafia fechados (Figura 8) para manter o composto bem conservado.

Figura 8 - Armazenamento do composto orgânico em sacos de rafia.



Fonte: Autoria própria (2017).

Uma amostra do composto orgânico produzido foi recolhida e encaminhada para o Laboratório Oficial de Fertilizantes e Correlatos de Varginha, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para análise química, seguindo as diretrizes estabelecidas pelo Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos, oficializado pela Instrução Normativa SDA nº 37 de 13 de outubro de 2017 (BRASIL, 2017). Desta forma, foram determinados os teores de macro e micronutrientes, além dos valores de pH, CTC, C/N, dentre outros, conforme apresenta a Tabela 1.

Tabela 1 - Análise química do composto orgânico oriundo do processo de compostagem realizada no CEFET-MG (Campus II).

Parâmetro	Concentração
Nitrogênio (N) %	0,93
P ₂ O ₅ Total (%)	0,81
K ₂ O H ₂ O (%)	0,17
Cálcio (Ca) %	2,86
Magnésio (Mg) %	0,23
Enxofre (S) %	0,09
Boro (B) %	0,007
Cobalto (Co) %	0,0016
Cobre (Cu) %	0,010
Ferro (Fe) %	2,206
Manganês (Mn) %	0,025
Molibdênio (Mo) %	-
Zinco (Zn) %	0,010
pH (%)	7,58
CTC (cmol/kg)	105,15
CTC/C	67,49
Relação C/N	16,75
Carbono orgânico (%)	15,58
Umidade a 65°C (%)	19,24

Fonte: MAPA - Laboratório Oficial de Fertilizantes e Correlatos de Varginha, 2018.

4.2 Teste de fitotoxicidade

O teste de fitotoxicidade foi realizado no período de 02 a 10 de maio de 2018, no Laboratório Oficial de Análise de Sementes do MAPA em Minas Gerais. O experimento foi montado com base na metodologia adotada por El Fels et al. (2016) e adaptado de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Para determinar o índice de germinação (IG) foram utilizadas sementes da planta ornamental *Tagetes patula* da marca Isla Pak, com 97% germinação e pureza de 99,9%, conforme informação do produtor das sementes.

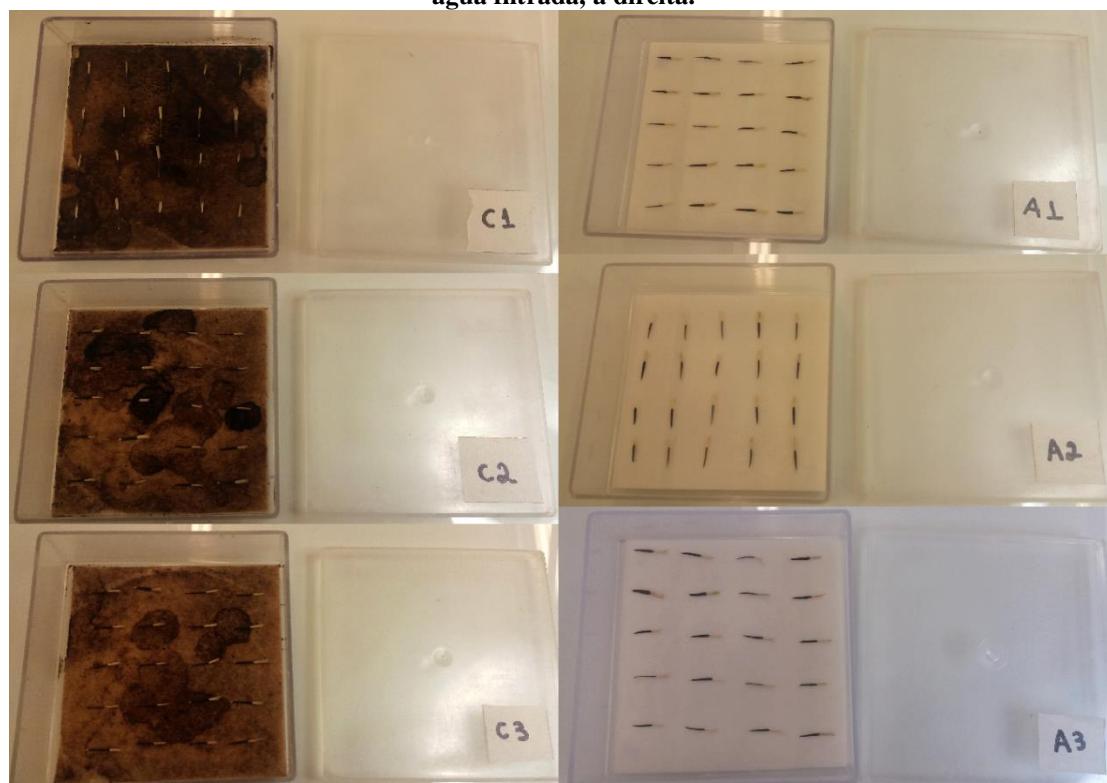
Inicialmente foram pesados 20 gramas de amostra fresca do composto que, em seguida, foram diluídos em 50 ml de água filtrada. A solução foi agitada manualmente durante dois minutos e passou por uma peneira fina, com abertura da malha de 0,84mm, para reter os sólidos mais grosseiros. Utilizando-se uma proveta, foi separada uma alíquota de 12 ml de extrato do composto solúvel em água filtrada. A alíquota foi despejada em uma caixa “gerbox” forrada com duas folhas de papel de germinação, distribuindo-se uniformemente toda solução sob os mesmos. Em seguida, foram adicionadas 20 sementes de *Tagetes patula* dispostas em quatro fileiras. Para esse procedimento foram realizadas três repetições e as caixas “gerbox” correspondentes foram identificadas como C1, C2, C3. As três caixas “gerbox” restantes foram identificadas como A1, A2 e A3 que corresponderam ao controle, apenas com água filtrada.

Para cada caixa foi despejada somente a alíquota de 12 ml de água filtrada sobre os papéis de germinação e, em seguida, foram adicionadas 20 sementes da planta ornamental escolhida (Figura 9).

As caixas “gerbox” foram tampadas e colocadas na câmara de germinação tipo BOD com temperatura alternada de $20\leftrightarrow30^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo (Figura 10). De 7:00 às 15:00 horas, a câmara permaneceu com a temperatura de 30°C (com luz) e de 15:00 às 7:00 a temperatura foi de 20°C , sem luz. A água filtrada utilizada no teste apresentou um pH de 8,2.

O período mínimo para germinação da *Tagetes patula* é de 5 dias. Sendo assim, no dia 07 de maio contou-se o número de sementes germinadas. O experimento foi encerrado no 8º dia, após medir o crescimento radicular com o auxílio de um paquímetro digital (Figura 11) e papel milimetrado.

Figura 9 - Teste de fitotoxicidade do composto orgânico, na germinação de *Tagetes patula*, utilizando-se alíquotas de composto orgânico diluído em água filtrada, a esquerda, e somente água filtrada, a direita.



Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 10 - Caixas “gerbox” na câmara de germinação tipo BOD.



Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 11 - Medição das raízes com o auxílio do paquímetro digital.



Fonte: Autoria própria (2018).

Os resultados obtidos foram transferidos para uma planilha do Excel e, após sua análise, calculou-se o índice de germinação (IG) com base na fórmula sugerida por El Fels et al. (2016):

$$IG = \frac{(NG\ ext \times LR\ ext)}{(NG\ água \times LR\ água)} \times 100$$

Em que:

NG ext = Número de sementes germinadas em extrato do composto orgânico solúvel em água filtrada; NG água= Número de sementes germinadas em água filtrada;

LR ext= Comprimento médio das raízes das sementes germinadas em extrato do composto orgânico solúvel em água filtrada; LR água= Comprimento médio das raízes das sementes germinadas em água filtrada.

4.3 Experimento com diferentes substratos para produção de planta ornamental

4.3.1 Seleção dos fertilizantes

Para realizar o experimento, foram selecionados dois fertilizantes (um comercial e outro industrial) disponíveis no mercado, com o intuito de comparar o desempenho dos mesmos em relação ao composto orgânico produzido no CEFET-MG, como substratos para a produção de mudas da planta ornamental *Tagetes patula*. Para formulação dos substratos foi realizada a mistura de solo e areia com os diferentes fertilizantes.

O fertilizante comercial selecionado foi o Genesolo, produzido pelo Grupo Genfértil, indicado para paisagismo, na formação e manutenção de jardins e gramados. Trata-se de um fertilizante orgânico classe B, produzido a partir de matérias primas como: bagaço de cana, palha de café, turfa, rocha calcária, esterco e camas de aviário, cinzas, dentre outros. Assim como o composto orgânico, uma amostra foi encaminhada ao Laboratório Oficial de Fertilizantes e Correlatos de Varginha do MAPA para análise química (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise química do composto orgânico comercial.

Parâmetro	Concentração
Nitrogênio (N) %	0,36
P ₂ O ₅ Total (%)	0,21
K ₂ O H ₂ O (%)	0,13
Cálcio (Ca) %	1,43
Magnésio (Mg) %	0,20
Enxofre (S) %	0,09
Boro (B) %	0,004
Cobalto (Co) %	0,0015
Cobre (Cu) %	0,010
Ferro (Fe) %	0,793
Manganês (Mn) %	0,026
Molibdênio (Mo) %	-
Zinco (Zn) %	0,011
pH (%)	7,83
CTC (cmol _c /kg)	48,84
CTC/C	51,63
Relação C/N	26,28
Carbono orgânico (%)	9,46
Umidade a 65°C (%)	27,12

Fonte: MAPA - Laboratório Oficial de Fertilizantes e Correlatos de Varginha, 2018.

Em relação ao industrial, foi selecionado o Adubo Fertisolo, um fertilizante mineral misto constituído pela mistura de grânulos. Este fertilizante é do tipo NPK 10-10-10, ou seja, possui 10 partes de Nitrogênio, 10 de partes de Fósforo e 10 partes de Potássio, contendo, portanto, alguns dos macronutrientes essenciais às plantas.

4.3.2 Cálculo da dosagem de fertilizantes para composição dos substratos

Adotou-se o valor de recomendação de nitrogênio igual a 50 g/m³ (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999), para estabelecer uma equivalência entre os diferentes adubos testados. Esse valor correspondeu à dose 100% da recomendação. As demais doses foram estabelecidas como 50 e 150 % da dose recomendada, para todos os diferentes fertilizantes, a partir das análises químicas dos mesmos.

4.3.3 Montagem do experimento

Para montagem do experimento foram utilizados os seguintes materiais: areia; solo; fertilizante industrial, comercial e orgânico oriundo da compostagem realizada no CEFET-MG; 36 sacos plásticos preto de polietileno (10,5 x 24,5 cm); 36 placas para identificação das mudas.

Para formulação dos substratos, utilizou-se a proporção de ¼ de areia para ¾ de solo. Dessa forma, cada saco plástico de polietileno recebeu um total de 1250 gramas da mistura homogênea de solo e areia. Uma amostra foi encaminhada ao Laboratório de Química Agropecuária, no Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA) para análise da fertilidade (Tabela 3) e da granulometria. Sendo assim, determinou-se que a mistura de areia e solo continha 39,91% de areia, 7,64% de silte e 52,45% de argila.

Tabela 3 - Análise química da mistura de solo e areia.

pH*	H+Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	P	K	SB	T	t	m	V
----- (cmol.carga/dm ³) -----					(mg/dm ³)		(cmol.carga/dm ³)			----- % -----	
5,5	4,77	0,17	2,82	0,28	4,1	47	3,22	7,99	3,39	4,94	40,27

* pH em água; pH= relação 1:2,5

**SB= Soma de Bases; T= capacidade de troca de cátions; t=capacidade efetiva de troca de cátions;

m= índice de saturação de alumínio; V= índice de saturação de base.

Fonte: Laboratório de Química Agropecuária, 2018.

Para o experimento, foi utilizado um delineamento experimental fatorial 3 x 3 (03 substratos x 03 doses), com 4 repetições. A etapa seguinte foi pesar os fertilizantes e adicioná-los na composição dos substratos, respeitando as doses de 50, 100 (recomendada) e 150% para cada tratamento (Figuras 12 a 14). Homogeneizou-se cuidadosamente cada substrato. Todos os sacos de polietileno foram devidamente identificados de acordo com o tratamento correspondente (Figura 15).

Figura 12 - Adição do fertilizante industrial Fertisolo, dose de 150%.



Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 13 - Adição do composto orgânico produzido no CEFET MG, dose de 100%.



Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 14 - Adição do composto comercial Genesolo, dose de 150%.



Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 15 - Identificação dos sacos de polietileno.



Fonte: Autoria própria (2018).

No dia 16 de maio de 2018 foram semeadas três sementes da *Tagetes patula* em cada saco, a uma profundidade de 0,5 cm. As mudas foram colocadas em um pátio aberto no CEFET-MG (Campus I), utilizando-se uma mesa como suporte para as mesmas e uma tela sombrão com sombreamento de aproximadamente 70% para proteção contra o sol (Figura 16). De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2018), as temperaturas no período de realização do experimento atingiram o máximo de 28°C e ocorreram baixas precipitações. Ao final do plantio, todos os sacos foram irrigados. Cabe ressaltar que as sementes da *Tagetes patula* utilizadas nesse experimento pertencem ao mesmo lote daquelas utilizadas no teste de fitotoxicidade, logo apresentavam as mesmas características.

Figura 16 - Área experimental no Campus I do CEFET-MG.



Fonte: Autoria própria (2018).

4.3.4 Análise de velocidade e percentagem de emergência de plântulas

Após a germinação das sementes, analisou-se a variável precocidade na emergência de plântulas, ou seja, o número de dias desde o início do experimento até a visualização dos cotilédones. Determinou-se a velocidade de emergência de acordo com Maguire (1962):

$$IVE = \frac{N_1}{D_1} + \frac{N_2}{D_2} + \dots + \frac{N_n}{D_n}$$

Onde:

IVE= índice de velocidade de emergência;

N = números de plântulas verificadas no dia da contagem;

D = números de dias após a semeadura em que foi realizada a contagem.

Calculou-se também o percentual de emergência das plântulas (EP), através da fórmula proposta por Laboriau e Valadares (1976):

$$EP (\%) = \frac{N}{A} \times 100$$

Em que:

N= representa o número de plântulas emersas;

A= número total de sementes colocadas para germinar.

O desbaste das plantas foi realizado após o aparecimento das primeiras folhas definitivas. Sendo assim, foi realizado o corte das plantas excedentes deixando apenas uma planta em cada saco de polietileno. Ao longo do experimento as plantas foram irrigadas duas vezes ao dia (período da manhã e no final da tarde), de segunda-feira a sábado.

4.3.5 Análise do desenvolvimento das mudas

O experimento foi conduzido até o dia 01 de agosto de 2018, sendo encerrado 75 dias após a semeadura. Ao final do experimento, foi avaliado o desenvolvimento das plantas através das variáveis: diâmetro do colo (medição usando paquímetro) (Figura 17); altura das plantas (medição direta com régua graduada em centímetros desde o colo até o ponto final de crescimento) (Figura 18); número de folhas (contagem das folhas emitidas a partir do caule principal); número de flores (contagem das flores abertas e botões florais fechados), peso da parte aérea da matéria fresca e seca. Esta etapa foi realizada no Laboratório de Ecologia do CEFET-MG (Campus I).

Figura 17 - Medição do diâmetro com o auxílio de o paquímetro digital.



Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 18 - Medição da altura das plantas utilizando-se régua graduada.



Fonte: Autoria própria (2018).

Para a pesagem da matéria fresca (Figura 19), realizou-se o corte rente ao colo das plantas. Em seguida, a parte aérea de cada planta foi encaminhada para a estufa com circulação e renovação de ar (Figura 20), onde permaneceram por um período de 48 horas, com temperatura entre 65-70°C. Posteriormente, realizou-se a pesagem da matéria seca da parte aérea (Figura 21).

Figura 19 - Pesagem da matéria fresca da parte aérea.



Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 20 - Estufa com circulação e renovação de ar.



Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 21 - Pesagem da matéria seca da parte aérea.



Fonte: Autoria própria (2018).

4.3.6 Análises estatísticas

Os dados obtidos no experimento foram submetidos a análise de variância e comparações múltiplas de média pelo teste de Tukey a 5%, utilizando-se o programa SISVAR (FERREIRA, 1996).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análises químicas

5.1.1 Mistura de solo-areia

O substrato contendo a mistura de solo-areia apresentou pH igual a 5,5, valor considerado baixo para o desenvolvimento da planta ornamental (Tabela 3). O pH ideal para o desenvolvimento da *Tagetes* está entre 6,0 e 7,5 (CRUZ, 2015). O pH do solo é um parâmetro importante, pois interfere na disponibilidade dos nutrientes para as raízes das plantas (TAIZ et al., 2017).

A soma de bases (SB) corresponde à soma dos teores de cátions permutáveis, com exceção do H^+ e Al^{3+} . Já a CTC total (T) contabiliza todos os cátions permutáveis presentes no solo (RONQUIM, 2010). Sendo assim, para a análise em questão, a soma de $Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+$ resultou em uma SB igual a 3,22 cmol.c/dm³. Comparando a SB com a CTC total (7,99 cmol.c/dm³) observa-se que a concentração de H^+ e Al^{3+} no solo é superior à dos demais cátions trocáveis. Conforme Ronquim (2010), o predomínio desses cátions potencialmente tóxicos é um comportamento característico de solos que apresentam baixo teor nutricional.

O alumínio em concentração mais elevada pode ser tóxico às plantas, interferindo principalmente no crescimento do sistema radicular, e consequentemente afetando a capacidade das plantas em absorver água e nutrientes do solo (FERREIRA; MOREIRA & RASSINI, 2006). De acordo com Ribeiro; Guimarães & Alvarez (1999), o teor de Al^{3+} menor que 0,20 cmol.c/dm³ e a saturação por Al^{3+} (m) inferior a 15%, são considerados valores muito baixos. Dessa forma, infere-se que para o substrato em questão a probabilidade de ocorrer toxidez das plantas devido ao alumínio é baixa, pois apresentou concentração de Al^{3+} igual a 0,17 cmol.c/dm³ e m= 4,94%.

Em relação à análise da granulometria para o substrato em questão, verificou-se que, em sua composição, há um teor de 52,45% de argila. Ribeiro, Guimarães & Alvarez (1999) classificaram a disponibilidade para o fósforo de acordo com o teor de argila do solo e de potássio. De acordo com os autores, para teores de argila entre 35 e 60%, a disponibilidade do fósforo na faixa entre 4,1 e 8,0 mg/dm³ é considerada baixa, o substrato apresentou 4,1 mg/dm³ desse nutriente. Já para o potássio valores entre 41-70 indicam que a disponibilidade desse nutriente é considerada média.

A saturação por bases (V) expressa as condições gerais da fertilidade do solo. Dessa forma, valores iguais ou superiores a 50% indicam que o solo é fértil, enquanto valores

inferiores a 50% são encontrados em solo com baixa fertilidade (RONQUIM, 2010). A mistura do solo e areia resultou em uma V=40,27%, o que evidencia a necessidade de adubação desse substrato.

5.1.2 Fertilizantes orgânicos e mineral

A Tabela 4 apresenta, para fins comparativos, as análises químicas dos fertilizantes orgânicos (produzido no CEFET-MG e fertilizante orgânico comercial) e mineral (NPK 10-10-10) utilizados na formulação dos substratos. Cabe ressaltar que as informações referentes ao adubo NPK foram fornecidas pelo próprio fabricante (JR Indústria e Comércio de Insumos Agrícolas Ltda).

Tabela 4 - Comparação entre as análises químicas dos fertilizantes orgânicos e industrial utilizados na formulação dos substratos.

Parâmetros	Orgânico CEFET-MG	Orgânico Comercial	Adubo Industrial*
Nitrogênio (N) %	0,93	0,36	10
P ₂ O ₅ Total (%)	0,81	0,21	10
K ₂ O H ₂ O (%)	0,17	0,13	10
Cálcio (Ca) %	2,86	1,43	-
Magnésio (Mg) %	0,23	0,20	-
Enxofre (S) %	0,09	0,09	-
Boro (B) %	0,007	0,004	-
Cobalto (Co) %	0,0016	0,0015	-
Cobre (Cu) %	0,010	0,010	-
Ferro (Fe) %	2,206	0,793	-
Manganês (Mn) %	0,025	0,026	-
Molibdênio (Mo) %	-	-	-
Zinco (Zn) %	0,010	0,011	-
pH (%)	7,58	7,83	-
CTC (cmol/kg)	105,15	48,84	-
CTC/C	67,49	51,63	-
Relação C/N	16,75	26,28	-
Carbono orgânico (%)	15,58	9,46	-

* Informações fornecidas pelo fabricante.

Fonte: Laboratório Oficial de Fertilizantes e Correlatos de Varginha; JR Indústria e Comércio de Insumos Agrícolas Ltda (2018).

De uma forma geral, os fertilizantes orgânicos apresentam baixas concentrações dos macronutrientes primários quando comparados ao adubo mineral. Sendo assim, é necessário utilizar maiores quantidades dos compostos orgânicos para atender a demanda nutricional das plantas (LACERDA & SILVA, 2014). Observa-se que o composto orgânico comercial apresentou os menores teores para o N, P e K em relação ao composto produzido no CEFET-MG.

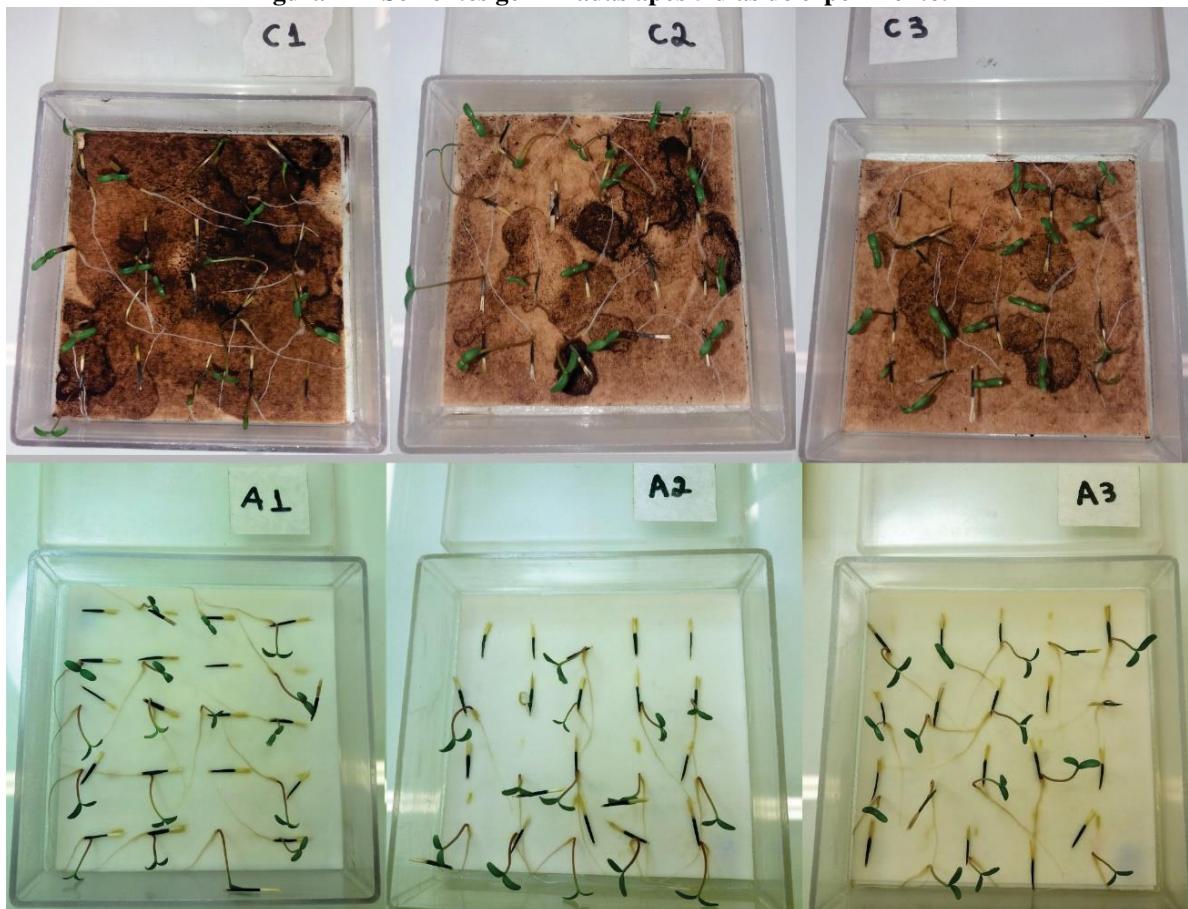
Diferente do adubo mineral NPK, os compostos orgânicos apresentaram macronutrientes secundários (Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Co, Cu, Fe, Mn e Zn) que são absorvidos pelas plantas em menores quantidades. Os macro e micronutrientes se diferem apenas pelas quantidades exigidas pela planta, ambos são essenciais para a vida vegetal. A carência de micronutrientes pode diminuir o crescimento das plantas (MALAVOLTA, 1986). Observa-se que o composto orgânico produzido no CEFET-MG apresentou concentrações maiores de Ca e Fe, se comparado ao composto comercial. O cálcio atua na regulação da hidratação, ativação de enzimas e desenvolvimento das raízes (MALAVOLTA, 1981), enquanto o micronutriente Fe é um componente importante para as reações de óxido-redução na respiração, fotossíntese e fixação biológica de nitrogênio do ar (MALAVOLTA, 1986). As variações de nutrientes entre os compostos orgânicos estão relacionadas com as matérias primas utilizadas para produção dos mesmos. Para os micronutrientes B, Co, Mn e Zn os compostos orgânicos apresentaram concentrações similares.

O maior valor para a CTC está associado ao composto orgânico do CEFET-MG. De uma forma geral, uma CTC mais elevada indica maior reserva de nutrientes (TAIZ et al., 2017). Conforme SCHMITZ et al. (2002), valores mais elevados para a CTC estão associados a concentração de carbono orgânico e, consequentemente, ao maior teor de matéria orgânica. Zandonadi et al. (2014) destaca que a matéria orgânica (MO) é benéfica para o solo por ser fonte de nutrientes, apresentar cargas em sua superfície que promovem o aumento da CTC, aumentar a capacidade do solo em reter água, regular a disponibilidade de nutrientes, dentre outros. Sendo assim, a MO é uma das principais propriedades químicas a ser considerada para formulação de substratos (SCHMITZ et al., 2002).

5.2 Análise da fitotoxicidade do composto do CEFET-MG

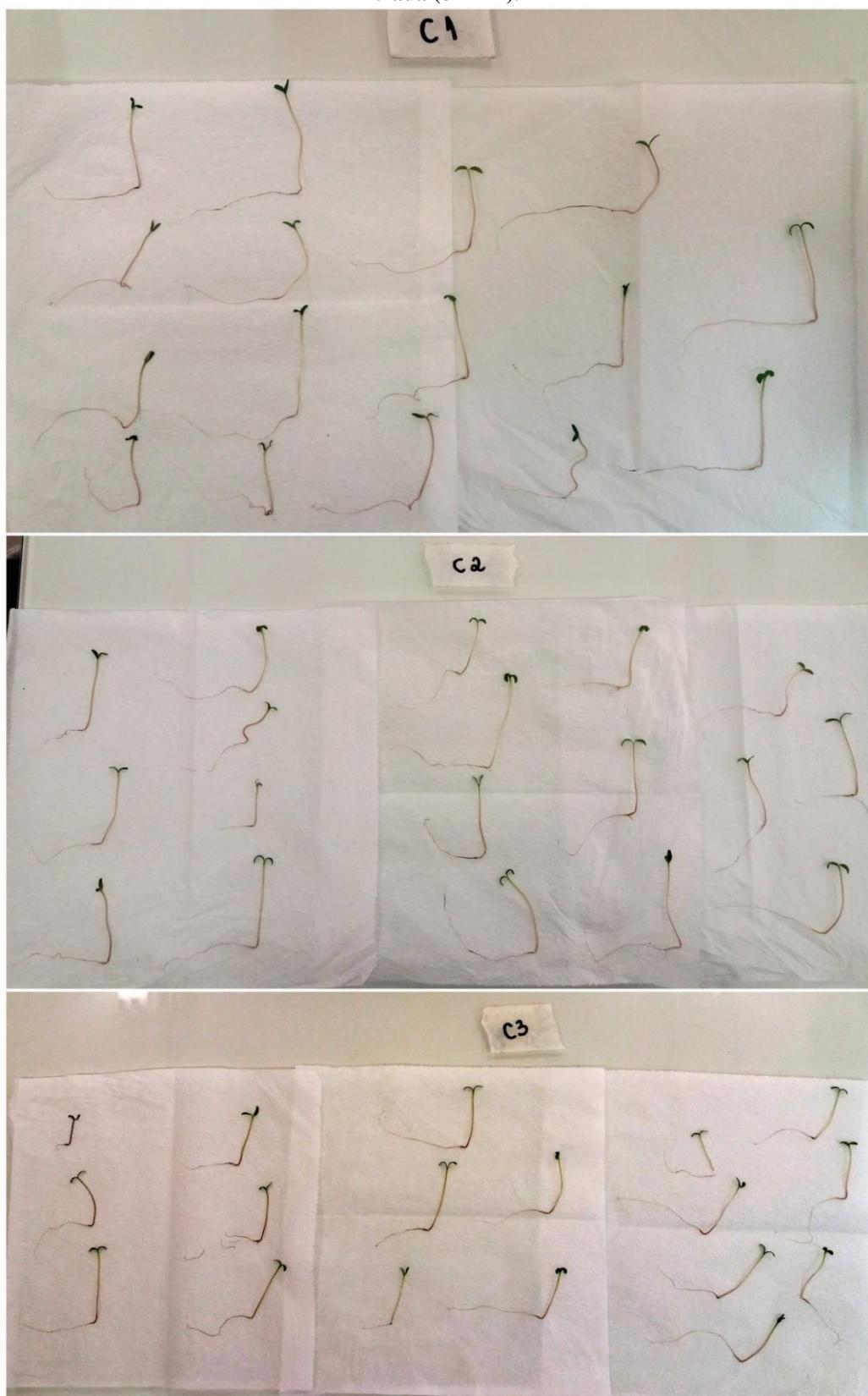
De acordo com o fabricante Isla Pak (2018), a germinação das sementes da *Tagetes patula* ocorre no período entre 5 a 14 dias após o plantio. Observou-se ao 5º dia após o início do experimento (DAI), um elevado percentual de sementes já germinadas (Figura 22). Além disso, analisou-se o crescimento inicial (8º DAI) das raízes da planta ornamental (Figuras 23 e 24).

Figura 22 - Sementes germinadas após 5 dias de experimento.



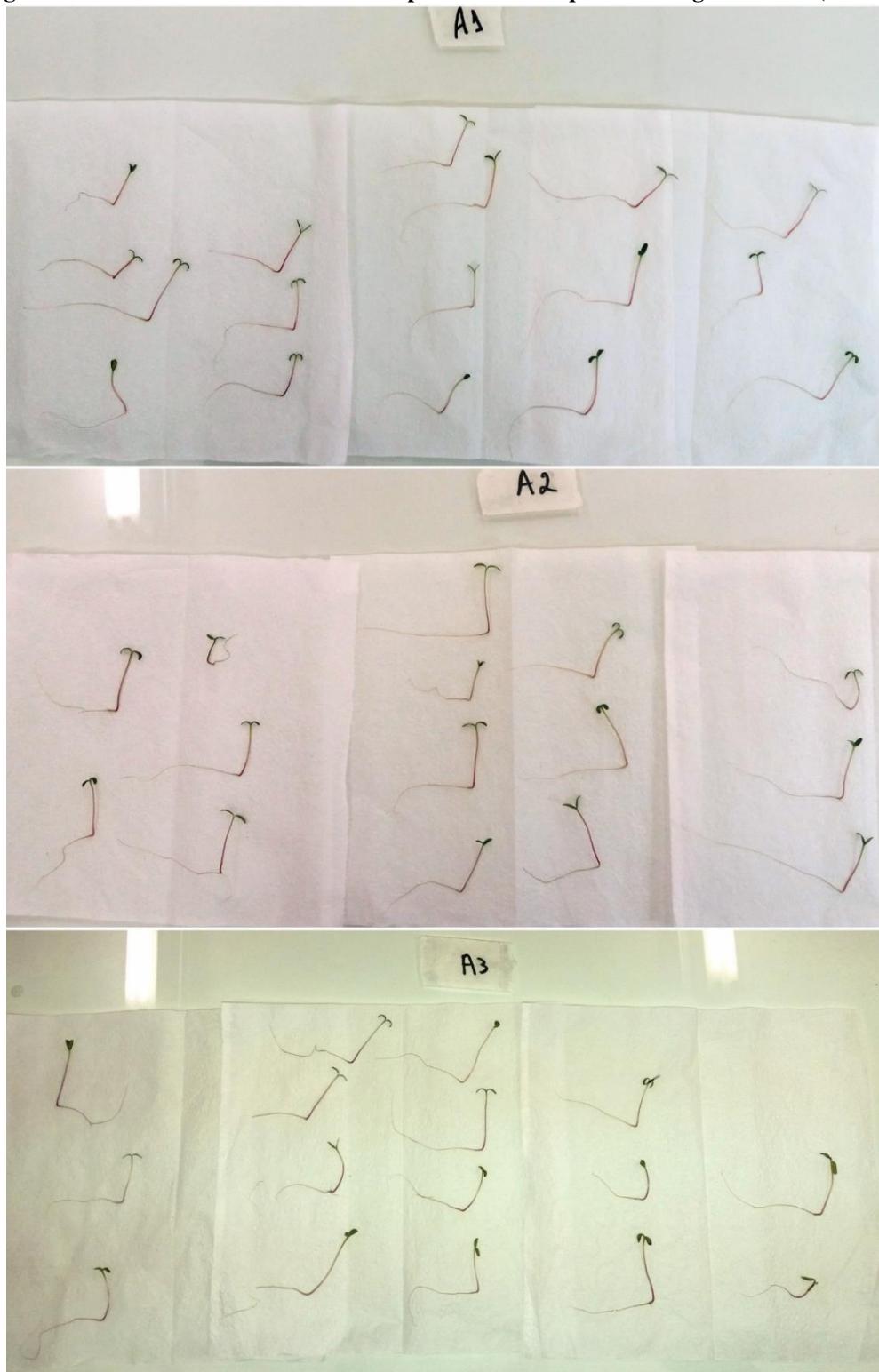
Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 23 - Crescimento inicial das raízes para o extrato contendo composto orgânico diluído na água filtrada (8º DAI).



Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 24 - Crescimento inicial das raízes para o extrato apenas com água filtrada (8º DAI).



Fonte: Autoria própria (2018).

Os extratos contendo composto orgânico diluído em água filtrada apresentaram uma média de 17 sementes germinadas e 55,84 mm de comprimento das raízes. Já para o extrato contendo apenas água filtrada, germinaram 16 sementes da *Tagetes patula* que alcançaram o

comprimento médio de 60,93mm para as raízes. Esses valores foram contabilizados para o cálculo do IG.

A fitotoxicidade está associada à intoxicação das plantas por substâncias nocivas existentes ou produzidas no meio de crescimento (RAMOS, 2016). É um importante parâmetro para verificar se o composto pode ser aplicado para fins agrícolas. Um composto imaturo quando aplicado ao solo interfere negativamente na germinação das sementes, no crescimento e desenvolvimento das plantas. O Índice de Germinação (IG), baseado na germinação das sementes e crescimento das raízes, tem o potencial de avaliar a fitotoxicidade do composto e determinar seu grau de maturação. A análise do IG é simples e confiável (SELIM et al., 2012).

Para Belo (2011), a escala de classificação qualitativa da fitotoxicidade e maturação do composto é definida da seguinte forma: para $IG\% < 30$, o composto é muito fitotóxico; entre 30 e 60, fitotóxico; de 60-80, considerado moderadamente fitotóxico; entre 80 e 100, o composto está maturado e não apresenta fitotoxicidade; acima de 100 o composto potencializa a germinação e o crescimento radicular da planta.

Seguindo a equação de El Fels et al. (2016), obteve-se para o trabalho em questão um alto IG (97,41%) e, portanto, pode-se afirmar que o composto orgânico produzido através da compostagem de cascas de frutas, composto finalizado e resíduos de jardins não apresentou características fitotóxicas e, além disso, encontra-se maturado, tornando viável seu uso na produção de mudas.

5.3 Emergência de plântulas

Define-se a plântula, como embrião vegetal que está em desenvolvimento, após a germinação da semente, dependente das reservas alimentares provenientes dos cotilédones. Este último caracteriza-se como a primeira ou cada uma das primeiras folhas da planta que surgem no embrião, responsáveis por armazenar nutrientes para a plântula uma vez que essa ainda não é completamente autotrófica (PEREIRA & SECORUN, 2007). No caso da *Tagetes patula*, cada plântula possui dois cotilédones.

O uso de um bom substrato é relevante para a emergência e o desenvolvimento das plântulas (ROWEDER et al., 2012). A emergência das plântulas da *Tagetes patula* ocorreu no 5º e 9º dia após a semeadura. O número de plântulas emergidas em ambos os dias foi contabilizado para o cálculo da percentagem de emergência e do índice de velocidade de emergência (Tabela 5). Foram consideradas como plântulas emergidas aquelas que apresentaram abertura dos cotilédones (Figuras 25, 26 e 27).

Tabela 5 - Percentual de emergência de plântulas (%EP) e índice de velocidade de emergência (IVE) nos diferentes substratos avaliados.

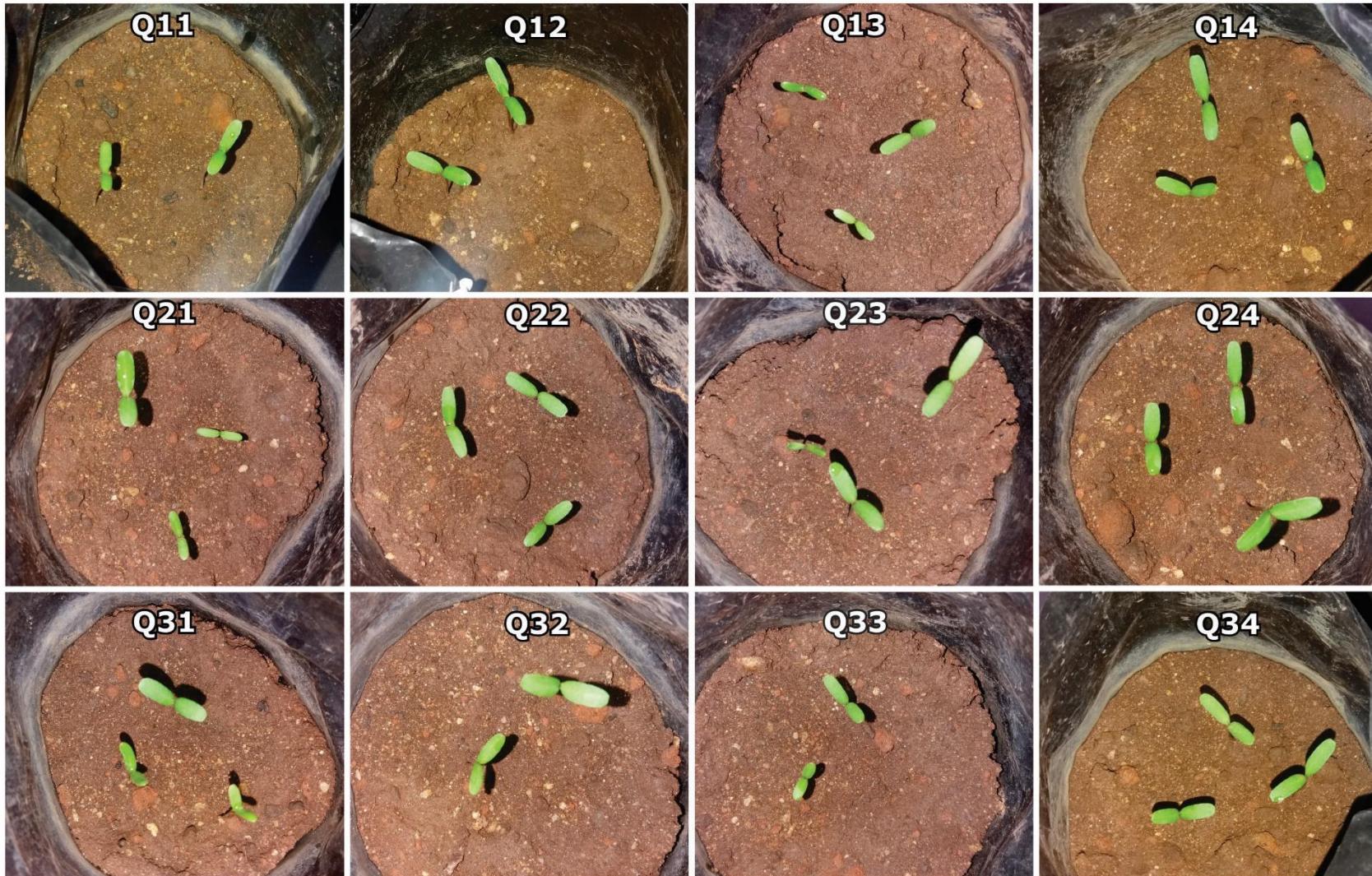
Substrato	%EP*	IVE*
Industrial	88,89a	0,51a
Composto orgânico CEFET	83,33a	0,48a
Orgânico Comercial	91,67a	0,53a

*Médias seguidas de letras iguais nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para o desenvolvimento das mudas, é desejável que ocorra uma rápida germinação das sementes e, imediatamente em seguida, a emergência das plântulas. Quanto mais rápido as plântulas emergirem e romperem a camada do solo, menos suscetíveis estarão às condições adversas do meio (SILVA et al., 2006).

Pode-se observar que não houve diferença significativa entre os tratamentos, ou seja, o substrato não interferiu na quantidade total de plântulas emergidas e na velocidade de emergência das mesmas. Observa-se também que não ocorreu interação entre o tratamento e as doses de fertilizantes, o que significa que a dose aplicada (seja 50, 100 ou 150%) para cada tratamento não influenciou na EP e IVE (Apêndice A). Assim, entende-se que o uso do composto orgânico como substrato demonstrou-se tão satisfatório quanto aos substratos comercial e industrial na emergência de plântulas da *Tagetes patula*.

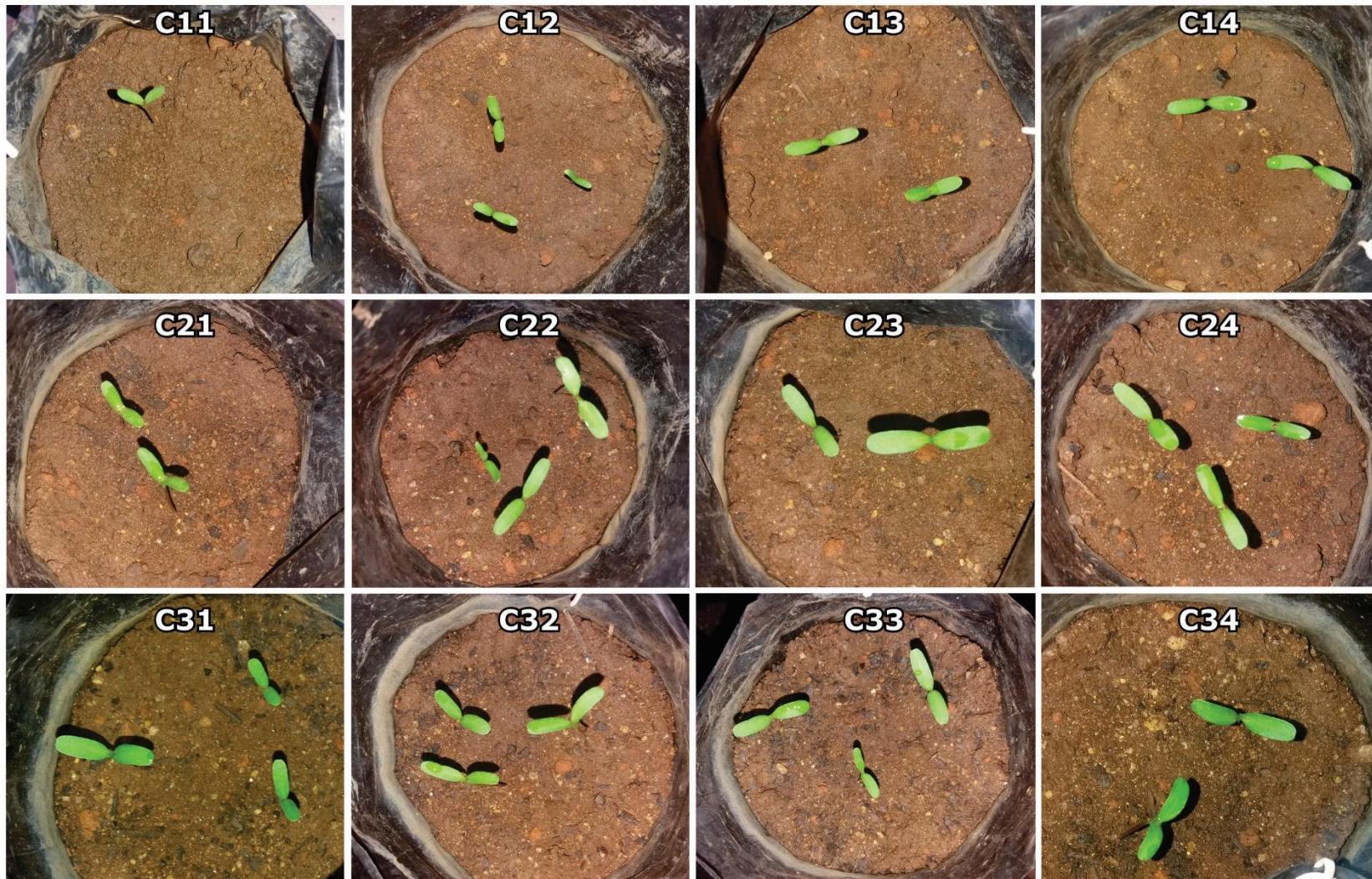
Figura 25 - Crescimento das plântulas no substrato industrial NPK.



*Q= substrato industrial NPK; Primeiro número corresponde a dose (1= 50%, 2= 100%, 3=150%); o segundo número se refere a repetição.

Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 26 - Crescimento das plântulas no substrato orgânico CEFET-MG.



*C= substrato orgânico (CEFET-MG); Primeiro número corresponde a dose (1= 50%, 2= 100%, 3=150%); o segundo número se refere a repetição.

Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 27 - Crescimento das plântulas no substrato orgânico comercial.



*F= substrato orgânico comercial; Primeiro número corresponde a dose (1= 50%, 2= 100%, 3=150%); o segundo número se refere a repetição.

Fonte: Autoria própria (2018).

5.4 Desenvolvimento das mudas

Não houve diferença significativa no desenvolvimento das mudas de *Tagetes patula* em relação à altura, número de folhas e flores (abertas e botões florais fechados) entre os substratos utilizados. No entanto, para as variáveis diâmetro, peso fresco e seco da espécie analisada, o substrato orgânico produzido no CEFET-MG foi significativamente igual ao substrato orgânico comercial e ao adubo NPK (Tabela 6).

Tabela 6 - Diâmetro do colo (D), Altura das plantas (A), Número de folhas (NF), Número de flores abertas e botões florais fechados (NFL), Peso fresco (PF) e Peso seco (PS) da parte aérea em relação ao substrato.

Substrato	D (mm)	A(cm)	NF	NFL	PF(g)	PS(g)
NPK	2,15b	18,22a	12,50a	2,83a	3,38b	0,36b
Orgânico CEFET-MG	2,52ab	18,29a	12,58a	3,50a	4,36ab	0,52ab
Orgânico comercial	2,74a	19,29a	13,08a	3,75a	5,63a	0,61a

*Médias seguidas de letras iguais nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A análise de variância também foi realizada para as doses de 50, 100 e 150% utilizadas no experimento, conforme apresenta a Tabela 7.

Tabela 7 - Diâmetro do colo (D), Altura das plantas (A), Número de folhas (NF), Número de flores abertas e botões florais fechados (NFL), Peso fresco (PF) e Peso seco (PS) da parte aérea em relação a dose.

Dose	D (mm)	A(cm)	NF	NFL	PF(g)	PS(g)
50 %	2,11b	15,89b	12,00a	2,33b	2,85b	0,31b
100 %	2,56a	19,15ab	13,00a	3,58ab	4,88ab	0,52ab
150%	2,75a	20,76a	13,17a	4,17a	5,64a	0,65a

*Médias seguidas de letras iguais nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Ressalta-se que a dose 100% corresponde a 50 g/m³ de N, recomendação para a adubação de substratos na produção de mudas em vasos (RIBEIRO; GUIMARÃES & ALVAREZ, 1999). Observou-se que apenas para a variável número de folhas, não houve diferença significativa entre as doses utilizadas. Já em relação ao crescimento do diâmetro das plantas, as doses de 100 e 150% apresentaram desempenho superior à de 50%.

Em relação à altura, flores (abertas e botões florais fechados), peso fresco e seco houve diferença significativa entre as doses utilizadas. Obteve-se para a dose de 50% um desenvolvimento inferior das mudas em comparação com a dose de 150%. Entretanto, a dose de 100% não difere significativamente das demais doses utilizadas. Dessa forma, apresenta-se como a melhor opção, visto que atende à demanda nutricional da espécie e por ser

economicamente mais viável se comparada a dose de 150%, reduz os custos da produção com fertilizantes (Figuras 28, 29 e 30).

Para realização desse experimento houve dificuldade em encontrar na literatura recomendações específicas de adubação para o cultivo da *Tagetes patula* em substratos, por esse motivo adotou-se a recomendação proposta por Ribeiro, Guimarães & Alvarez (1999), que é genérica para substrato de mudas ornamentais.

Avaliou-se a interação entre os tratamentos e as doses de fertilizantes utilizadas para a composição dos substratos. Não houve interação significativa entre as doses e os diferentes tipos de fertilizantes (Apêndice B).

Por último, analisou-se a regressão linear e quadrática para as variáveis peso fresco e seco, com o intuito de verificar a relação entre a dose de adubação utilizada e o peso fresco e seco das mudas. Como a regressão foi significativa em ambos os casos, realizou-se o desdobramento das doses dentro de cada tratamento para melhor interpretação dos resultados, conforme mostra o Apêndice C. Dessa forma, observou-se que para os tratamentos utilizando-se o composto orgânico comercial e o adubo NPK as análises não foram significativas para nenhuma das regressões realizadas. Já em relação ao composto orgânico produzido no CEFET-MG, a análise foi significativa apenas para a regressão linear. Para o peso fresco e seco o coeficiente de determinação (R^2) foi igual a 0,66 e 0,79, respectivamente. Devido à correlação baixa, em especial para o $R^2=0,66$, optou-se por não tratar os dados da regressão neste trabalho.

Figura 28 - Crescimento das mudas de *Tagetes patula* no substrato industrial NPK.



*Q= substrato industrial NPK; Primeiro número corresponde a dose (1= 50%, 2= 100%, 3=150%); o segundo número se refere a repetição.

Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 29 - Crescimento das mudas de *Tagetes patula* no substrato orgânico CEFET-MG.



*C= substrato orgânico (CEFET-MG); Primeiro número corresponde a dose (1= 50%, 2= 100%, 3=150%); o segundo número se refere a repetição.

Fonte: Autoria própria (2018).

Figura 30- Crescimento das mudas de *Tagetes patula* no substrato orgânico comercial.



*F= substrato orgânico comercial; Primeiro número corresponde a dose (1= 50%, 2= 100%, 3=150%); o segundo número se refere a repetição.

Fonte: Autoria própria (2018).

O nitrogênio é um constituinte da clorofila, proteínas, aminoácidos e ácidos nucleicos e de muitos componentes das células vegetais. Sendo assim, destaca-se como o elemento mineral que as plantas exigem em maiores quantidades. A carência desse nutriente inibe o crescimento vegetal e pode causar clorose, especialmente nas folhas mais velhas, responsável pelo amarelecimento e a queda das folhas (TAIZ et al., 2017). O fósforo desempenha um papel importante no armazenamento e fornecimento de energia para as plantas (MALAVOLTA, 1981), contribuindo para o desenvolvimento da parte aérea das mudas (ARAÚJO et al., 2013). Dessa forma, a falta desse nutriente resulta no crescimento atrofiado das plantas e folhas que podem apresentar má formação ou pequenas manchas necróticas (áreas com o tecido morto) (TAIZ et al., 2017). De uma forma geral, o potássio destaca-se como o segundo nutriente de maior exigência das plantas (FAQUIN, 2005). As funções desempenhadas pelo potássio na planta são: armazenamento de energia, fotossíntese e respiração, síntese de amido e proteínas, dentre outros (MALAVOLTA, 1981). O principal aspecto observado em plantas que apresentam escassez de potássio é a clorose, que pode evoluir para a necrose principalmente nos ápices foliares (TAIZ et al., 2017).

Conforme observado nas análises químicas realizadas pelo MAPA (2018), os compostos orgânicos utilizados nesse experimento apresentam, além do nitrogênio, fosforo e

potássio, macronutrientes secundários (enxofre, cálcio e magnésio) e micronutrientes que desempenham papel importante no desenvolvimento das mudas. Os nutrientes são liberados de forma mais lenta e em menor quantidade do que o adubo mineral, devido ao processo de mineralização da matéria orgânica (LIMA et al., 2015). De acordo com Gerlach et al. (2013) este é um fator benéfico, pois propicia um melhor aproveitamento dos nutrientes pelas plantas aliada a maior disponibilidade dos mesmos no decorrer do tempo, evitando-se perdas ou excessos. Além disso, é evidente a vantagem de se utilizar o composto orgânico devido principalmente aos benefícios promovidos as propriedades química, física e biológica do solo (LACERDA & SILVA, 2014). Por essas razões, acredita-se que o uso do composto orgânico produzido no CEFET-MG contribuiu para um bom desenvolvimento das mudas de *Tagetes patula*, apresentando resultados tão satisfatórios para as variáveis analisadas quanto ao substrato orgânico comercial. Sendo assim, verificou-se que é possível produzir um composto orgânico de qualidade equivalente aos fertilizantes orgânicos disponíveis no mercado e reduzir os gastos do produtor com adubações.

Para o trabalho em questão, observou-se que o desenvolvimento da *Tagetes patula* para o substrato contendo NPK em sua formulação pode ser atribuído à rápida absorção dos nutrientes pelas plantas. Cabe ressaltar que o período de realização do experimento (16 maio a 01 de agosto) não foi chuvoso, sendo registrado pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2018), apenas três dias de precipitação nesse intervalo. Além disso, ressalta-se que as plantas foram regadas com cautela, para que não excedesse a capacidade de campo do substrato. Sendo assim, acredita-se que esses fatores possam ter contribuído para evitar ou reduzir o processo de lixiviação. No entanto, as mudas para o substrato NPK apresentaram resultados inferiores para diâmetro, peso seco e fresco em comparação ao substrato orgânico comercial.

Na literatura, é possível encontrar experiências positivas em relação à aplicação de compostos orgânicos na formulação de substratos. Bezerra et al. (2013) observaram resultados benéficos no desenvolvimento da altura, matéria seca e número de folhas definitivas da *Tagetes patula*, utilizando composto orgânico produzido a partir de restos de frutas, verduras, legumes e esterco de gado (3:1) combinado a outros materiais.

Araújo et al. (2010) avaliaram o uso de resíduos orgânicos regionais como substratos para produção da espécie ornamental. Sendo assim, produziram, através da compostagem, quatro compostos orgânicos, sendo eles: restos de resíduos da CEASA (frutas, verduras e legumes) + esterco bovino fresco (3:1); restos de resíduos da CEASA + cama de frango (3:1); bagaço da cana-de-açúcar + esterco bovino fresco (2:1); bagaço da cana-de-açúcar + cama de

frango (2:1). Para formulação dos substratos, os diferentes compostos foram associados a outros materiais orgânicos. Os autores observaram um bom desempenho na produção de mudas da *Tagetes patula* para os substratos que continham os compostos orgânicos avaliados em combinação com bagana de carnaúba.

Zanello & Cardoso (2016) testaram diferentes substratos para produção em vaso de nove espécies floríferas anuais e observaram bons resultados no desenvolvimento das mudas com o uso do substrato orgânico. O substrato produzido a partir do composto de resíduos de grama e esterco bovino foi eficiente para a emergência das plântulas, desenvolvimento da altura, número de folhas e na floração da maioria das espécies avaliadas, dentre elas, destaca-se a *Tagetes erecta*. Os autores enfatizam que o uso de compostos orgânicos a base de resíduos vegetais e animais têm apresentado resultados superiores quando comparado aos substratos comerciais disponíveis no mercado.

Wanderley, Faria & Ventura (2012) observaram que a adubação orgânica para produção de substratos utilizando torta de mamona, apresentou um desempenho superior no desenvolvimento de mudas da espécie *Phoenix roebelenii* (palmeiras fênix) em relação ao uso do adubo NPK (20-05-20). Muraishi et al. (2010) observou que para produção de mudas de Ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotrichaue*), o substrato orgânico constituído por 80% de composto de poda e 20% de composto de lixo (resíduos orgânicos urbanos), apresentou um desempenho superior em relação a um substrato comercial. Para Sousa (2008), o substrato formulado a partir de bagaço de cana, esterco bovino, bagana e solo apresentou bom resultado para altura, massa seca da parte aérea, assim como o substrato comercial utilizado no trabalho para produção da planta ornamental *Zinia elegans*.

De uma forma geral, o composto orgânico produzido no CEFET-MG apresentou um desempenho igual ao substrato comercial Genesolo e ao adubo NPK (10-10-10) no desenvolvimento de mudas de *Tagetes patula*. No entanto, há um fator essencial que torna seu uso mais vantajoso que os demais fertilizantes adquiridos no mercado, o preço. Segundo Peixoto Filho et al. (2013), o aumento dos custos dos adubos minerais, tornam o uso do composto orgânico uma alternativa interessante e viável sob o ponto de vista econômico.

Para a realização desse experimento, foram produzidas 36 mudas da *Tagetes patula*. Para isso, gastou-se aproximadamente um total de R\$55,00 reais apenas com areia e solo. O substrato orgânico comercial (20kg) atribuiu a produção um custo de R\$17,90 reais enquanto o adubo NPK 10-10-10 (1kg) aumentou em R\$18,90. Por sua vez, a produção do composto orgânico foi realizada a partir do reaproveitamento de resíduos que são comumente depositados no lixo urbano e, consequentemente, acabam sendo dispostos em aterros sanitários. Durante a

produção do composto orgânico utilizou-se apenas um pequeno volume de água para a irrigação da composteira, sendo assim pode-se considerar que praticamente não houve gastos nesse processo.

Portanto, nesse trabalho foram gastos um total R\$36,24 reais para o substrato orgânico comercial, R\$37,24 para o substrato industrial e R\$18,34 para o substrato orgânico produzido no CEFET atribuído a mistura do fertilizante com areia e solo. Pensando em uma produção em escala maior, com 1000 mudas, utilizando os mesmos substratos formulados nesse trabalho, os custos totais para o produtor seriam de R\$ 1.006,67 reais para o substrato orgânico comercial, R\$ 1.034,45 para o substrato industrial e R\$ 509,45 para a produção do próprio substrato orgânico. Observa-se que nesse caso, o uso do composto orgânico reduziria em aproximadamente 50% os custos com a adubação. No entanto, o custo de solo e areia pode ser desconsiderado para o produtor quando houver disponibilidade desses materiais em sua propriedade, o que reduziria ainda mais os custos da produção. Portanto, é mais viável economicamente para o produtor produzir o seu próprio adubo orgânico do que adquirir os demais fertilizantes do mercado. Cabe ressaltar que para os cálculos acima não foi contabilizada a mão de obra, apenas os insumos utilizados na produção dos substratos.

6. CONCLUSÃO

Diante do trabalho realizado, conclui-se que o composto produzido a partir da compostagem de cascas de frutas, resíduos de jardins e composto orgânico finalizado, realizada no CEFET-MG não é fitotóxico para as plantas e mostrou-se eficiente na produção de mudas da planta ornamental *Tagetes patula*, podendo ser utilizado na formulação de substratos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; SARZI I.; PADUA JUNIOR A. L. Extratores aquosos para a caracterização química de substratos para plantas. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 2, p.184-187, 2007.

ABREU, M.F. de; ABREU, C.A. de; BATAGLIA, O.C. Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. In: **FURLANI, A.M.C.** (Ed.). Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. Campinas: Instituto Agronômico, p.17-28, 2002. (Documentos IAC, 70)

ANDRADE, G. de C. **Efeitos da aplicação de composto orgânico de lixo urbano e de fertilizante mineral em povoamentos de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden.** 2002. 132 f. Tese (Doutorado) - Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2002. 132 p.

ANEFALOS, L. C.; GUILHOTO, J.J. M. Estrutura do mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais. **Agricultura em São Paulo**, v. 50, n. 2, p. 41-63, 2003.

ANJOS, Ângela Santos de Jesus Cavalcante dos. **Substratos orgânicos no crescimento inicial de mudas de *Cassia grandis* L.** f. 2017. 39 f. Monografia (Especialização) - Curso de Tecnologia em Agroecologia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas - BA, 2017.

ARAÚJO, Afrânio César de et al. Utilização de substratos orgânicos na produção de mudas de mamoeiro Formosa. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 1, p. 210-216, 2013.

ARAÚJO, D. B. et al. Produção de mudas de *Tagetes patula* em diferentes substratos à base de resíduos orgânicos agroindustriais e agropecuários. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS. **Anais do Congresso Brasileiro De Resíduos Orgânicos**, Vitória: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010.

ARAÚJO, Daniel Barbosa. **Produção de mudas de espécies ornamentais em substratos a base de resíduos agroindustriais e agropecuários.** 2010, 72 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias. Fortaleza-CE, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017.** Disponível em: <www.abrelpe.org.br>. Acesso em: 29 set. 2018.

BELO, Sara Rodrigues Santos. **Avaliação de fitotoxicidade através de *Lepidium sativum* no âmbito de processos de compostagem.** 2011. 79 f. Dissertação (mestrado) Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra. Coimbra, 2011.

BEZERRA, F. C. **Produção de mudas de hortaliças em ambiente protegido.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 22 p. (Documentos, 72).

BEZERRA, Fred Carvalho et al. Uso de resíduos agroindustriais e agropecuários na formulação de substratos na produção de mudas de *Tagetes*. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS. **Anais do Encontro Nacional De Substratos para Plantas**, Goiânia, 2010.

BOENE, H. C. A. M., NOGUEIRA, A. C., SOUSA, N. J., KRATZ, D., & SOUZA, P. V. D de. (2013). Efeitos de diferentes substratos na produção de mudas de *Sebastiania commersoniana*. **Revista Floresta**, v. 43, n. 3, p. 407-420, 2013

BOUERI, Millena Ariana et al. Avaliação de parâmetros de crescimento na cultura do *Tagetes patula* em ambiente protegido e a campo. **Revista Brasileira Horticultura Ornamental**, v. 16, n. 2, 2010.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos**. Brasília, DF, 2017. 240 p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BRUGNARA, Eduardo Cesar. Cama de aviário em substratos para mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, n. 3, p. 21-30, 2014.

CABRAL, Manoel Batista Grifo et al. Avaliação de substratos alternativos para produção de mudas de alface utilizados no sul do Estado do Espírito Santo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 1, p. 43-48, 2011.

CAIONE, Gustavo; LANGE, Anderson; SCHONINGER, Evandro Luiz. Crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) em substrato fertilizado com nitrogênio, fósforo e potássio. **Scientia Forestalis/Forest Science**, v. 40, n.94, p. 213-221, 2012.

CAMPOS, A. L. O.; BLUNDI, C. E. Avaliação de matéria orgânica em compostagem: metodologia e correlações. In: **Gestión ambiental en el siglo XXI**. APIS, p. 1-17, 1998.

CARMO, Marina Conceição et al. Compostagem e borra de café como substrato na produção de mudas de jiló. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.15, n. 27, p.70-79, 2018.

CERRI, C. E. P.; OLIVEIRA, E. C. A. de; SARTORI, R. H.; GARCEZ, T. B. **Compostagem**. São Paulo: Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba- SP, 2008. 19 p.

COOPER, M.; ZANON, A. R.; REIA, M. Y.; MORATO, R. W. Compostagem e reaproveitamento de resíduos orgânicos agroindustriais: teórico e prático. **Piracicaba: ESALQ-Divisão de Biblioteca**, 2010. 35p.

COSTA, A. R. S.; XIMENES, T. C. F.; XIMENES, A. F.; BELTRAME, L. T. C. O processo da compostagem e seu potencial na reciclagem de resíduos orgânicos | The process of composting and its potential in the recycling of organic waste. **Revista GEAMA**, v. 2, n. 1, p. 116-130, 2015.

COSTA, Mauro Corrêa da et al. Substratos para produção de mudas de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, n.1, p.19-24, 2005

CRUZ, P. C. P da. **Utilização de lodo de esgoto como componente de substrato para o cultivo de Tagetes erecta**. Curitibanos, 2015. 28 p.

ECKHARDT, Daniel Pazzini. **Fertilizantes orgânicos: índice de eficiência e produção de**

alface, cenoura e mudas de eucalipto. 2015. 98 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2015.

EL FELS, Loubna; HAFIDI, Mohamed; OUHDOUCH, Yedir. Artemia salina as a new index for assessment of acute cytotoxicity during co-composting of sewage sludge and lignocellulose waste. **Waste management**, v. 50, p. 194-200, 2016.

FAQUIN, Valdemar. **Nutrição mineral de plantas**. 2005. 186 f. Programa de Pós-Graduação em Solos e Meio Ambiente, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE). Lavras, 2005.

FARIA, J. C. T.; CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; ROCHA, R. L. F. Substratos alternativos na produção de mudas de *Mimosa setosa* Benth. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p. 1075-1086, 2016.

FAVALESSA, M. **Substratos Renováveis e não renováveis na produção de mudas de *Acacia mangium***. 2011, 50f. Monografia (Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Engenharia Florestal. Jerônimo Monteiro-ES, 2011.

FERRAZ, L.C.C.B.; BROWN, D.J.F. **Nematologia de plantas: fundamentos e importância**. Manaus: Norma Editora, 2016. 251 p.

FERRAZ, M. V.; CENTURION, J. F.; BEUTLER, A. N. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 2, p. 209-214, 2005.

FERREIRA, Aline Guterres; BORBA, Sílvia Naiara de Souza; WIZNIEWSKY, José Geraldo. A prática da compostagem para a adubação orgânica pelos agricultores familiares de Santa Rosa/RS. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**, v. 8, p. 307-317, 2013.

FERREIRA, Daniel Furtado. **Sisvar**. 1996. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/programas/sisvar.html>>. Acesso em: 12 set 2018.

FERREIRA, R. de P.; MOREIRA, A.; RASSINI, J. B. **Toxidez de alumínio em culturas anuais**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. 35p. (Documentos, 63).

FRANZENER, Gilmar et al. Proteção de tomateiro a *Meloidogyne incognita* pelo extrato aquoso de *Tagetes patula*. **Nematologia Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 27-36, 2007.

FREITAS, Danilo Amadeu et al. Utilização de substratos alternativos na produção de mudas de alface. **Revista Cultivando Saber**, v.6, n.3, p.1-9, 2013.

GERLACH, Gustavo Antonio Xavier et al. Aplicação de fertilizante orgânico e mineral em feijoeiro irrigado no período “de inverno”. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, p. 284-294, 2013.

GOMES, Ana Patrícia de Oliveira. **Monitorização de Uma Instalação Laboratorial de Compostagem**. 2011, 77 f. Dissertação (mestrado) - Universidade de Coimbra Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia. Coimbra, Portugal, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA - IBRAFLOR. **Mercado de flores**. 2017. Disponível em: <<http://www.ibraflor.com/site/2017/11/04/mercado-de-flores-vera-longuini/>>. Acesso em: 18 set. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET (Belo Horizonte). **Estação 83587-Belo Horizonte (Temperatura).** 2018. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_conv_graf>. Acesso em: 26 set. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET (Belo Horizonte). **Estação 83587-Belo Horizonte (Precipitação).** 2018. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_conv_graf>. Acesso em: 26 set. 2018.

ISLA PAK. *Tagete Sortida Anã/ Cravo-da-índia/ Tagetes patula*. 2018. Disponível em:<<https://isla.com.br/produto/Tagete-Sortida-An%C3%A3-/Cravo-da-C3%8Dndia/454>>. Acesso em: 18 set. 2018.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. O setor produtivo de flores e plantas ornamentais no Brasil, no período de 2008 a 2013: atualizações, balanços e perspectivas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 20, n. 2, p. 115-120, 2014.

KÄMPF, A. N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. (Ed.). **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênesis, p. 139-145, 2000.

KIEHL, Edmar José. **Manual de compostagem:** Maturação e qualidade do composto. 3^a ed. Piracicaba, São Paulo, 2002. 171p.

KLEIN, Claudia. Utilização de substratos alternativos para produção de mudas. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.4, n. 3, p. 43-63, 2015.

KLEIN, V. A.; SIOTA, T. A.; ANESI, A. L; BARBOZA, R. Propriedades físico-hídricas de substratos hortícolas comerciais. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 6, n. 3, 2000.

KRATZ, D., WENDLING, I., NOGUEIRA, A.C., & SOUZA, P. V. de. (2013). Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1103-1113, 2013.

LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.E.B. On the germination of seeds Calotropis procera (Ait.) Ait.f. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro. v.48, n.2, p.263-284, 1976.

LACERDA, J.J. de J.; SILVA, D.R.G. **Fertilizantes Orgânicos:** Usos, Legislação e Métodos de Análise. Lavras: Editora UFLA, Boletim Técnico nº 96, 2014, 90 p.

LEAL, M. A. A.; GUERRA, J. G. M.; PEIXOTO, R. T. G.; ALMEIDA, D. L. Utilização de compostos orgânicos como substratos na produção de mudas de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n.3, p.392-395, 2007.

LIMA, B. V. et al. A adubação orgânica e a sua relação com a agricultura e o meio ambiente. In: V ENCONTRO CIENTÍFICO E SIMPÓSIO DE EDUCAÇÃO UNISALESIANO. **Anais do Encontro Científico e Simpósio de Educação UNISALESIANO**, Lins-São Paulo, 2015. p. 01-12.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil. Arbustivas, herbáceas e trepadeiras.** São Paulo: Editora Plantarum, 1995. 720 p.

LOVATTO, Patrícia Braga. **As plantas bioativas como estratégia à transição agroecológica na agricultura familiar: análise sobre a utilização empírica e experimental de extratos botânicos no manejo de afídeos em hortaliças.** 2012. 392 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

LUDWIG, F., GUERRERO, A. C., FERNANDES, D. M., BOAS, R. L. V. Análise de crescimento de gérbera de vaso conduzida em diferentes substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 70-74, 2010.

LUDWIG, F.; FERNANDES, D. M.; GUERRERO, A. C.; BÔAS, R. L. V. Características dos substratos na absorção de nutrientes e na produção de gérbera de vaso. **Horticultura Brasileira**, p. 184-189, 2014.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MAIA, A. F. C. de A.; MEDEIROS, D. C. de; LIBERALINO FILHO, J. Adubação orgânica em diferentes substratos na produção de mudas rúcula. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 2, n.2, p. 89-95, 2006.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola:** adubos e adubação. 3 ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1981. 596 p.

MALAVOLTA, E. **Micronutrientes na adubação.** São Paulo: Editora Nutriplant, 1986. 70 p.

MASSUKADO, L. M. **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares.** 2008. 204 f. Tese (Doutorado) – Pós-graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008

MELLO-PEIXOTO, Erika Coseney Toledo; GODOY, Carlos Vergilio Crozzatti de; SILVA, Richard Mobiglia; GALDINO, Maria José Quina; CREMER, Edivaldo; LOPES, Valdir. Compostagem: Construção e Benefícios. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 1, 2014.

MENDES, Kellyane da Rocha. **Avaliação do desenvolvimento da tagete-anão sob efeito de diferentes substratos formulados com materiais alternativos no estado do Maranhão.** 2016. 21 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2016

MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; FERNANDES, H. S.; MAUCH, C. R.; SILVA, J. B. Caracterização de diferentes substratos e seu desempenho na produção de mudas de alface em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 164-170, 2000.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. 2018. **Compostagem.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/7594.html>>. Acesso em: 02 set. 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos.** Brasília- DF, 2010. 75 p.

MOREIRA, F. J. C.; FERREIRA, A. C. S. Controle alternativo de nematoide das galhas (*Meloidogyne enterolobii*) com cravo de defunto (*Tagetes patula L.*), incorporado ao solo. **Holos**, v. 1, p. 99-110, 2015.

MÜLLER, Danielle Helena. **Características de adubos orgânicos, efeitos no solo e no desempenho da bananeira**. 2012. 83 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, Pós-Graduação em Agricultura Tropical. Cuiabá-MT, 2012.

MUNHOZ, Vanessa Marquito. **Avaliação farmacognóstica e otimização da extração de flavonoides de flores de *Tagetes patula* através de planejamento de mistura**. 2013, 57 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências da Saúde. Maringá, 2013.

MURAISHI, R. I. et al. Compostos orgânicos como substratos na formação de mudas de Ipê-amarelo [*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC) Standl.] irrigado com água residuária. **Eng. Agrícola**, v. 30, n.6, p.1081-1088, 2010.

NEGREIROS, Jacson Rondinelli da Silva et al. Diferentes substratos na formação de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Ceres**, v. 51, n. 294, p. 243-345, 2004.

NEVES, M. F.; ALVES PINTO, M. J. (Org.). **Mapeamento e quantificação da cadeia de flores e plantas ornamentais do Brasil**. São Paulo: OCESP, 2015. 132p.

NOBILE, Fábio Oliveira; SPADONI, Thais Botamede; NUNES, Hugo Dias. Composto de lixo no comportamento de mudas nativas em diferentes substratos e regimes hídricos. **Ciência & Tecnologia Fatec-JB**, v. 5, n. 1, 2013.

OLIVEIRA, A. A. P.; BRAINER, M. S. C. P. **Floricultura:** Caracterização e mercado. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2007.180 p. (Documentos do ETENE, n. 16)

OLIVEIRA, A. M. G; DANTAS, J. L. L. **Composto orgânico**. Cruz das Almas-BA Circular Técnica 23 - Embrapa, 1995.

OLIVEIRA, M. C. et al. **Manual de viveiro e produção de mudas:** espécies arbóreas nativas do Cerrado. Brasília-DF: Editora Rede de Sementes do Cerrado, 2016. 124 p.

PAGLIARINI, Maximiliano Kawahata; CASTILHO, Regina Maria Monteiro de; ALVES, Marlene Cristina. Caracterização físico-química de misturas de componentes de substrato com resíduo de celulose para fins de produção de mudas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 2, p. 160-169, 2012.

PEIXOTO FILHO, J. U. et al. Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 419-424, 2013.

PEREIRA, A. P. C.; SECORUN, A. C. Estrutura e adaptação das plântulas. **Revista Uningá**, v. 12, n. 1, p. 161-169, 2007.

PINHEIRO, J. B. et al. **Manejo de nematóides na cultura do quiabeiro**. Brasília: Circular Técnica 127 - Embrapa, 2013.

PIO, R.; RAMOS, J.D.; GONTIJO, T.C.A.; CARRIJO, E.P.; MENDONÇA, V.; FABRI, E.G.;

CHAGAS, E.A. Substratos na produção de mudas de jabuticaba. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.11, n.4, p.425-427, 2005.

PIRES, Isabela Cristina Gomes; FERRÃO, Gregori da Encarnação. Compostagem no Brasil sob a perspectiva da legislação ambiental. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 9, n. 01, p. 01-18, 2017.

RAMOS, Nádia Filipa Lagarto. **Avaliação da fitotoxicidade de correctivos orgânicos**. 2016. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 2016.

REINERT, Dalvan José; REICHERT, José Miguel. **Propriedades físicas do solo**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2006. 18p.

RESENDE, F. V.; VIDAL, M. C. **Organização da Propriedade no Sistema Orgânico de Produção**. Brasília: Circular Técnica 63- Embrapa, 2008.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5^a aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.25-32.

RITZINGER, C. H. S. P.; FANCELLI, Marilene. Manejo integrado de nematóides na cultura da bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 2, p. 331-338, 2006.

ROMAGNOLI, C.; BRUNI, R.; ANDREOTTI, E.; RAI, M. K.; VICENTINI, C. B.; MARES, D. Chemical characterization and antifungal activity of essential oil of capitula from wild Indian *Tagetes patula* L. **Protoplasma**. v.225, p.57- 65, 2005.

RONDON, María et al. Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Tagetes patula* L(Asteraceae) collected from the Venezuela Andes. **Rev. Latinoamericana Quím.**, v. 34, n. 1-3, p. 32-36, 2006.

RONQUIM, Carlos Cesar. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 26 p. (Documentos, 8)

ROWEDER, Charlys; NASCIMENTO, Mayara de Souza; SILVA, Josué Bispo da. Uso de diferentes substratos e ambiência na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de cedro. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v.5, n.1, p.27-46, 2012.

RUSSO, Mário Augusto Tavares. **Tratamento de resíduos sólidos**. Coimbra: Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil, 2003.

SANTOS, Amanda Thirza Lima et al. Aproveitamento da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos para produção de composto orgânico. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, v. 3, n. 1, p. 15-28, 2014.

SANTOS, Paulo Cesar Dos et al. Crescimento inicial e teor nutricional do maracujazeiro amarelo submetido à adubação com diferentes fontes nitrogenadas. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 33, n. especial, p.722-728, 2011.

SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D. de; KAMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para cultivo de mudas em recipientes. **Ciência rural**, v. 32, n. 6. p. 937-944, 2002.

SELIM, Sh. M.; ZAYED, Mona S.; ATTA, Houssam M. Evaluation of phytotoxicity of compost during composting process. **Nature and science**, v. 10, n. 2, p. 69-77, 2012.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. **Flores e plantas ornamentais do Brasil**. Brasília-DF: SEBRAE, 2015. 44 p. (Estudos mercadológicos).

SILVA, B. M da S e et al. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Oenocarpus minor* Mart. (ARECACEAE). **Rev. Bras. Frutic.**, v. 28, n. 2, p. 289-292, 2006.

SILVA, Douglas Ramos Guelfi; LOPES Alfredo Scheid. **Princípios básicos para formulação e mistura de fertilizantes**. Lavras: Editora UFLA, Boletim Técnico nº 89, 2012. 46 p.

SILVA, Flávia Gomes da. **Substrato com composto de lixo e poda de árvore para produção de mudas de *Pterogyne nitens***. 2011. 53 f. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp. Jaboticabal-SP, 2011.

SOARES, Liliana Maria Pereira. **Influência de diferentes doses de compostos produzidos no sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares para o desenvolvimento de tomateiro (*Lycopersicum esculentum*)**. 2012. 63 f. Monografia (Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Campina Grande, 2012.

SOUZA, H. H. de F. **Produção de mudas de *Zinia elegans* em substratos a base de resíduos agroindustriais e agropecuários**. 2008, 65 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências do Solo, Fortaleza, 2008.

SOUZA, W. M. de F. et al. Alternativas de Substratos Para Produção de Mudas de *Piptadenia moniliformis* Benth. In: IV CONEFLOR – III SEEFLOR. **Anais do IV CONEFLOR– III SEEFLOR**, Vitória da Conquista, 2013.

TAIZ, Lincoln et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p. Tradução Alexandra Antunes et al.

TRANI, P.E.; TERRA, M. M.; TECCHIO, M. A.; TEIXEIRA, L. A. J.; HANASIRO, J. **Adubação Orgânica de Hortaliças e Frutíferas**. Instituto Agronômico de Campinas - IAC. Campinas- SP, 2013.

VALERO, Roger Manuel Mestas et al. Caracterização física de dois substratos orgânicos para plantas e a estimativa da umidade por meio da reflectometria no domínio do tempo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.2, p.571-574, 2009.

VERDE, Toca do. *Tagetes* sortida anã / *Tagetes patula*. 2018. Disponível em:<<https://www.tocadoverde.com.br/tagete-sortida-ana-cravo-da-india.html>>. Acesso em: 26 set. 2018.

VICENTINI, L. S.; CARVALHO, K.; RICHTER, A. S. Utilização de microorganismos eficazes no preparo da compostagem. **Rev. Bras. de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 3367–3370,

2009.

WANDERLEY, C. da S; FARIA, R. T. de; VENTURA, M. U. Adubação química, adubação orgânica e extrato pirolenhoso no desenvolvimento de mudas de palmeiras fênix (*Phoenix roebelenii*). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 6, p. 2233-2240, 2012.

ZANDONADI, D. B. et al. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 14-20, 2014.

ZANELLO, Cesar Augusto; CARDOSO, Jean Carlos. Resíduos compostados como substrato para produção de *Petunia X hybrida*. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 6, n. 3, p. 46-53, 2016.

APÊNDICE A – Análise estatística para o percentual de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência

Tabela 1 – Análise da variância para as variáveis percentual de emergência de plântulas (%EP) e índice de velocidade de emergência (IVE).

Variável	FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc*
%E	Tratamento	2	432.104939	216.052469	0.647	0.5301
	Erro	33	11017.314917	333.858028		
	Total corrigido	35	11449.419856			
IVE	CV (%)	20,77				
	Tratamento	2	0.020006	0.010003	0.745	0.4825
	Erro	33	0.443017	0.013425		
	Total corrigido	35	0.463022			
	CV (%)	22,82				

* Não houve diferença estatística pelo teste de Tukey (P>0,05).

Fonte: SISVAR, 2018.

Tabela 2 – Análise da variância da interação Tratamento*Dose para as variáveis percentual de emergência de plântulas (%E) e índice de velocidade de emergência (IVE).

Variável	FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc*
%E	Tratamento*Dose	4	1604.691378	401.172844	1.263	0.3054
	Erro	31	9844.728478	317.571886		
	Total corrigido	35	11449.419856			
IVE	CV(%)	20.26				
	Tratamento*Dose	4	0.082428	0.020607	1.678	0.1801
	Erro	31	0.380594	0.012277		
	Total corrigido	35	0.463022			
	CV(%)	21.82				

* Não houve diferença estatística pelo teste de Tukey (P>0,05).

Fonte: SISVAR, 2018.

APÊNDICE B – Análise estatística para o crescimento das mudas

Tabela 1 - Análise da variância para as variáveis diâmetro, altura, número de folhas, número de flores (abertas e botões florais fechados), peso fresco e seco da parte aérea, para o tratamento e dose de fertilizante.

Variável	FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc*
Diâmetro	Tratamento	2	2.082350	1.041175	7.241	0.0026
	Dose	2	2.585267	1.292633	8.990	0.0008
	Erro	31	4.457483	0.143790		
	Total corrigido	35	9.125100			
CV(%)		15,34				
Altura	Tratamento	2	8.645000	4.322500	0.280	0.7577
	Dose	2	147.551667	73.775833	4.777	0.0155
	Erro	31	478.723333	15.442688		
	Total corrigido	35	634.920000			
CV(%)		21,13				
Número de folhas	Tratamento	2	2.388889	1.194444	0.192	0.8266
	Dose	2	9.555556	4.777778	0.766	0.4733
	Erro	31	193.277778	6.234767		
	Total corrigido	35	205.222222			
CV(%)		19,63				
Número de flores	Tratamento	2	5.388889	2.694444	1.308	0.2849
	Dose	2	21.055556	10.527778	5.110	0.0121
	Erro	31	63.861111	2.060036		
	Total corrigido	35	90.305556			
CV(%)		42,70				
Peso fresco	Tratamento	2	30.431772	15.215886	3.673	0.0370
	Dose	2	50.050539	25.025269	6.041	0.0061
	Erro	31	128.429586	4.142890		
	Total corrigido	35	208.911897			
CV(%)		45,63				
Peso seco	Tratamento	2	0.393539	0.196769	3.579	0.0400
	Dose	2	0.685106	0.342553	6.230	0.0053
	Erro	31	1.704411	0.054981		
	Total corrigido	35	2.783056			
CV(%)		47,26				

* Houve diferença estatística pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

Fonte: SISVAR, 2018.

Tabela 2 - Análise da interação TratamentoxDose para as variáveis diâmetro, altura, número de folhas, número de flores (abertas e botões florais fechados), peso fresco e seco da parte aérea, para o tratamento e dose de fertilizante.

Variável	FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc*
Diâmetro	Tratamento*Dose	4	0.442733	0.110683	0.395	0.8105
	Erro	31	8.682367	0.280076		
	Total corrigido	35	9.125100			
Altura	CV(%)	21,41				
	Tratamento*Dose	4	44.033333	11.008333	0.578	0.6811
	Erro	31	590.886667	19.060860		
Número de folhas	Total corrigido	35	634.920000			
	CV(%)					
	Tratamento*Dose	4	33.777778	8.444444	1.527	0.2187
Número de flores	Erro	31	171.444444	5.530466		
	Total corrigido	35	205.222222			
	CV(%)					
Peso fresco	Tratamento*Dose	4	5.111111	1.277778	0.465	0.7609
	Erro	31	85.194444	2.748208		
	Total corrigido	35	90.305556			
Peso seco	CV(%)	21,41				
	Tratamento*Dose	4	0.149261	0.037315	0.439	0.7793
	Erro	31	2.633794	0.084961		
	Total corrigido	35	2.783056			

* Não houve diferença estatística pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

Fonte: SISVAR, 2018.

APÊNDICE C – Regressão linear e quadrática

Tabela 1 - Análise da regressão linear e quadrática para as variáveis peso fresco e seco.

Variável	FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc*
Peso fresco	Tratamento	2	30.431772	15.215886	3.504	0.0444
	Dose	2	50.050539	25.025269	5.763	0.0082
	Tratamento*Dose	4	11.176011	2.794003	0.643	0.6363
	Erro	27	117.253575	4.342725		
	Total corrigido	35	208.911897			
		CV(%)	46,72			
Peso seco	Tratamento*Dose	2	0.393539	0.196769	3.416	0.0476
	Erro	2	0.685106	0.342553	5.947	0.0072
	Tratamento*Dose	4	0.149261	0.037315	0.648	0.6333
	Erro	27	1.555150	0.057598		
	CV(%)	48.38				

* Houve diferença estatística pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

Fonte: SISVAR, 2018.

Tabela 2 - Desdobramento das doses dentro de cada tratamento para a variável peso fresco.

Variável	FV**	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc*
Adubo NPK	b1	1	14.634050	14.634050	3.370	0.077
	b2	1	1.510017	1.510017	0.348	0.560
	Desvio	0	0.000000	0.000000	0.000	0.000
	Erro	27	117.253575	4.342725		
Composto orgânico CEFET-MG	b1	1	20.672450	20.672450	4.760	0.038
	b2	1	10.480817	10.480817	2.413	0.132
	Desvio	0	0.000000	0.000000	0.000	0.000
	Erro	27	117.253575	4.342725		
Composto orgânico comercial	b1	1	12.103200	12.103200	2.787	0.107
	b2	1	1.826017	1.826017	0.420	0.522
	Desvio	0	0.000000	0.000000	0.000	0.000
	Erro	27	117.253575	4.342725		

* Não houve diferença estatística pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

**b1=regressão linear e b2=regressão quadrática

Fonte: SISVAR, 2018.

Tabela 3 - Desdobramento das doses dentro de cada tratamento para a variável peso seco.

Variável	FV**	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc*
Adubo NPK	b1	1	0.145800	0.145800	2.531	0.123
	b2	1	0.005400	0.005400	0.094	0.762
	Desvio	0	0.000000	0.000000	0.000	0.000
	Erro	27	1.555150	0.057598		
Composto orgânico CEFET-MG	b1	1	0.365513	0.365513	6.346	0.018
	b2	1	0.092504	0.092504	1.606	0.216
	Desvio	0	0.000000	0.000000	0.000	0.000
	Erro	27	1.555150	0.057598		
Composto orgânico comercial	b1	1	0.189112	0.189112	3.283	0.081
	b2	1	0.036037	0.036037	0.626	0.436
	Desvio	0	0.000000	0.000000	0.000	0.000
	Erro	27	1.555150	0.057598		

* Não houve diferença estatística pelo teste de Tukey (P>0,05).

**b1=regressão linear e b2=regressão quadrática

Fonte: SISVAR, 2018.