



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO

DANIEL BARBOSA ARAÚJO

**UTILIZAÇÃO DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS NA PRODUÇÃO DE *Tagetes*
patula EM VASO**

FORTALEZA
2016

DANIEL BARBOSA ARAÚJO

UTILIZAÇÃO DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS NA PRODUÇÃO DE *Tagetes patula*
EM VASO

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Ciência do Solo da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Agronomia. Área de concentração: Química, Fertilidade e Biologia do Solo.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Felipe Ferreyra Hernandez.

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A1u ARAÚJO, DANIEL BARBOSA.
Utilização de substratos alternativos na produção de Tagetes patula em vaso / DANIEL BARBOSA
ARAÚJO. – 2016.
77 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas), Fortaleza, 2016.
Orientação: Prof. Dr. Fernando Felipe Ferreyra Hernandez.
Coorientação: Prof. Dr. Fred Carvalho Bezerra .

1. Reaproveitamento de resíduos. . 2. Substrato. . 3. Espécie ornamental.. I. Título.

CDD 631.4

DANIEL BARBOSA ARAÚJO

UTILIZAÇÃO DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS NA PRODUÇÃO DE *TAGETES*
PATULA EM VASO

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Ciência do Solo da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Agronomia. Área de concentração: Química, Fertilidade e Biologia do Solo.

Aprovada em: 19/07/2016

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fernando Felipe Ferreyra Hernandez (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Pesquisador. Dr. Fred Carvalho Bezerra (Co-orientador)
Embrapa-CNPAT

Prof. Dr. Francisco Nildo da Silva
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

Profa. Dra. Maria Eugênia Ortiz Escobar
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Ismail Soares
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus e a minha mãe Solange Maria Barbosa.

AGRADECIMENTOS

Ao soberano Deus por estar sempre comigo, cuidando, abençoando e me ensinando em todos os momentos de minha vida;

À minha mãe, Solange Maria Barbosa, a qual mesmo com as dificuldades da vida soube ser forte para vencer os obstáculos e criar seus filhos;

À minha irmã Daniele Barbosa e meu tio Jorge Luiz pelo apoio e palavras de ânimo nos momentos difíceis;

À Brennda Brasileiro pelo carinho, compreensão e constante apoio para a realização desse trabalho;

À Universidade Federal do Ceará (UFC) pela inestimável formação profissional e pessoal;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro durante todo o curso;

Ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB) pelo apoio financeiro para a realização desse trabalho;

À Embrapa Agroindústria Tropical pela imensurável contribuição em minha formação acadêmica, desde a graduação, passando pelo mestrado até o doutorado;

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA) pela paciência e ajuda para a conclusão desse trabalho;

Ao meu orientador Dr. Fernando Felipe Ferreyra Hernandez pela sabedoria, conselhos e paciência durante todo o processo de conclusão deste trabalho;

Ao pesquisador Dr. Fred Carvalho Bezerra pela orientação neste e em tantos outros trabalhos, pelos valorosos conselhos profissionais e por sua inestimável amizade a qual sou muito grato;

Ao professor Dr. Ismail Soares por sua disposição em contribuir nesse trabalho e em tantos outros ligados ao reaproveitamento de resíduos em substratos.

À professora Dr. Maria Eugênia Ortiz Escobar pelos conselhos e sugestões imprescindíveis na qualificação deste trabalho;

Ao professor Dr. Francisco Nildo da Silva pelos conselhos e sugestões deste trabalho;

Ao pesquisador Dr. Fábio Rodrigues de Miranda pelos conselhos e sugestões deste trabalho;

Ao professor Raimundo Nonato de Assis Júnior pelos conselhos e sugestões na melhoria deste trabalho;

Aos funcionários do Departamento de Ciências do Solo/UFC, Fátima, Edilson e todos da secretaria de Pós graduação em Agronomia/Ciência do Solo;

A todos os professores do Departamento de Ciências do Solo/UFC os quais foram de grande importância em minha vida acadêmica.

Aos funcionários do Laboratório de Solos e Água/EMBRAPA Vanderleia, Carlos e professor Lindberg Araújo Crisóstomo pelo total apoio à realização das análises;

Aos colegas de doutorado os quais tive o prazer de conhecer e aprender durante todo o período que passei no Departamento Ciência do solo da UFC;

Enfim, a todos que de alguma forma participaram e auxiliaram na conclusão deste trabalho.

“Não é no silêncio que os homens se fazem, mas na palavra, no trabalho, na ação-reflexão”

Paulo Freire

RESUMO

A acumulação e disposição inadequada de resíduos estão entre os principais fatores responsáveis por danos ao ambiente através da contaminação de solos e proliferação de agentes transmissores de doenças. O uso de resíduos orgânicos na forma de compostos e substratos agrícolas pode constituir uma alternativa para a redução desses impactos e redução de custos para produtores que utilizam esses insumos na produção de espécies ornamentais envasadas. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o aproveitamento de resíduos de produtos hortifrutigranjeiros em substratos formulados com resíduos agroindustriais, irrigados com água e solução nutritiva, na produção de *Tagetes patula* em vaso. O experimento foi conduzido em casa de vegetação utilizando um delineamento experimental inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, com dois tratamentos principais (irrigação com água e solução nutritiva), seis tratamentos secundários, constituído por 5 substratos à base de resíduos agroindustriais (pó da casca do coco verde, bagana de carnaúba e solo hidromórfico) formulados com proporções crescentes de composto orgânico (CO) (10, 20, 30, 40 e 50%) e 1 substrato comercial utilizado como controle, em 4 repetições. Cada unidade experimental foi constituída por 3 plantas. Todas as variáveis foram submetidas ao teste F, e em caso de significância, ao teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação das médias. Para a comparação do tratamento controle (substrato comercial) com os substratos alternativos utilizou-se o teste de Dunnett ($p < 0,05$). Para avaliação da marcha e dinâmica dos nutrientes ao longo do tempo utilizou-se os dados das plantas produzidas no substrato formulado com 30% de CO, irrigado com solução nutritiva, ajustando as equações de regressão após análise de variância dos dados, sendo considerada como variável independente a idade da planta. Substratos alternativos à base de resíduos agroindustriais e agropecuários são mais indicados na produção de *Tagetes patula* quando irrigados com água e formulados com 47% de CO ou quando irrigados com solução nutritiva e 24% de CO, sendo estes 93% e 89%, respectivamente, mais econômicos que o substrato comercial. A ordem decrescente dos nutrientes acumulados em plantas de *Tagetes patula* é de (mg planta^{-1}): N = 101,9; K = 92,0; Ca = 23,1; P = 14,5; Mg = 10,9; S = 8,6; ($\mu\text{g planta}^{-1}$) de: Fe = 271,6; Mn = 197,3; B = 80,0; Zn = 77,3, e Cu = 23,2. O período de maior exigência de nutrientes nos tecidos é compreendido entre 0-5 dias após o transplântio.

Palavras-chave: Reaproveitamento de resíduos. Substrato. Espécie ornamental.

ABSTRACT

The accumulation and inadequate disposal of waste are responsible, among the main factors, for damage to the environment through soil contamination and proliferation of transmitters of disease agents. The use of organic waste in the form of compounds and agricultural substrates can be an alternative to reduce those impacts and costs for producers who use these inputs in the production of seedlings and potted ornamental species. The objective of this study, is to evaluate the products waste utilization of fruits and vegetables, in substrates based waste agro-industrial, irrigated with nutrient solution and water, in production of *Tagetes patula* in vase. The experiment was conducted in a greenhouse, using a completely randomized experimental design in subdivided plots, two main treatments (irrigation with nutrient solution and water), six secondary treatments, consisting of 5 substrates based on agro-industrial residues (green coconut coir, wax carnaúba straw and soil hydromorphic), formulated with increasing proportions of organic compound (OC) (10, 20, 30, 40 and 50%) and 1 commercial substrate used as control, in 4 replicates (repetitions). Each experimental unit consisted of 3 plants. All variables were submitted to F-test, and in case of significance, the Tukey test ($p < 0.05$) was used to compare means. To compare the control treatment (comercial substrate) with the alternative substrates, we used Dunnet's test ($p < 0.05$). For the evaluation of gait and dynamics of nutrients over time, we used the data of the produced plants, only in substrate with 30% in OC, irrigated with nutrient solution, adjusting the regression equations after the variance analysis, being considered independent variable the age of the plant. Alternative substrates based agro-industrial and agricultural wastes are more suitable in the production of *Tagetes patula* when irrigated with water and formulated with 47% OC, or when irrigated with nutrient solution and 24% OC, which are 93% and 89%, respectively more economic that the comercial substrate. The decreasing order of nutrients accumulated in plant *Tagetes patula* (mg plant⁻¹): N = 101.9; K = 92.0; Ca = 23.1; P = 14.5, Mg = 10.9; S = 8.6; ($\mu\text{g planta}^{-1}$) of: Fe = 271.6; Mn = 197.3; B = 80.0; = 77.3 Zn and Cu = 23.2. The greatest period requirement of nutrients in tissues and comprised between 0-5 days after transplanting.

Key words: Reuse of waste. Substrate. Ornamental species.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: <i>Tagetes patula</i> L.	25
Figura 2: Pó da casca do coco verde.....	28
Figura 3: Bagana de carnaúba.	28
Figura 4: Solo hidromórfico.	28
Figura 5: Resíduos de produtos hortifrutigranjeiros oriundos da Central de Abastecimento do Ceará (CEASA-CE).....	29
Figura 6: Acompanhamento da temperatura (°C) da pilha de composto orgânico à base de resíduos de produtos hortifrutigranjeiros.....	29
Figura 7: Temperatura (°C) da pilha de composto orgânico à base de resíduos de produtos hortifrutigranjeiros em função do tempo.	30
Figura 8: Sistema utilizado na determinação da densidade aparente dos substratos. Suporte e proveta graduada (A), elevação de proveta à 10cm (B) e substratos utilizados (C).....	31
Figura 9: Sistema para determinação da capacidade de retenção de água ou microporosidade dos substratos. Saturação dos substratos (A), amostras sob tensão de 10 c.c.a (B), baldes com areia utilizados para verificação de drenagem.....	32
Figura 10: Sistema integrado de irrigação com solução nutritiva (A) e água (B).	34
Figura 11: Plantas de <i>Tagetes patula</i> coletadas com a primeira flor totalmente aberta, irrigadas com solução nutritiva (A) e água (B).	35
Figura 12: Plantas de <i>Tagetes patula</i> coletadas do 0 DAT até a primeira flor totalmente aberta.	36
Figura 13: Densidade aparente, porosidade total, macroporosidade e microporosidade de substratos alternativos em função da proporção (%) de composto orgânico (**: p < 0,01)..	38
Figura 14: Atributos químicos de substratos alternativos em função da proporção (%) de composto orgânico (**: p < 0,01).....	40
Figura 15: Atributos químicos após o cultivo de substratos alternativos, irrigados com água e solução nutritiva, em função da proporção (%) de composto orgânico (**: p < 0,01).	44
Figura 16: Altura, número de folhas e massa seca da parte aérea de plantas de <i>Tagetes patula</i> , produzidas em substratos formulados com diferentes proporções (%) de composto orgânico (**: p < 0,01).	47
Figura 17: Absorção (mg planta ⁻¹) de macronutrientes em tecidos da parte aérea de <i>Tagetes patula</i> produzidas em substratos irrigados com água, em função da proporção (%) de composto orgânico (**: p < 0,01).....	50

Figura 18: Absorção ($\mu\text{g planta}^{-1}$) de Fe (A), Cu (B), Mn (C), Zn (D) e B (E) em tecidos da parte aérea de plantas de <i>Tagetes patula</i> produzidas em substratos irrigados com água, em função da proporção (%) de composto orgânico (**: $p < 0,01$).....	53
Figura 19: Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R^2) obtidos nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S em plantas de <i>Tagetes patula</i> , em função do tempo de cultivo (**: $p < 0,01$).....	56
Figura 20: Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R^2) obtidos nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no acúmulo de Fe, B, Mn, Zn e Cu em plantas de <i>Tagetes patula</i> , em função do tempo de cultivo (**: $p < 0,01$).....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Atributos físicos e químicos dos resíduos utilizados na formulação dos substratos utilizados na produção de <i>Tagetes patula</i> em vaso.	33
Tabela 2: Atributos físicos dos diferentes substratos utilizados na produção de <i>Tagetes patula</i> em vaso.	39
Tabela 3: Atributos químicos dos diferentes substratos utilizados na produção de <i>Tagetes patula</i> em vaso, avaliados no início do experimento.	43
Tabela 4: Atributos químicos dos diferentes substratos irrigados com água e solução nutritiva utilizados no cultivo de <i>Tagetes patula</i> em vaso, avaliados ao final do experimento.....	46
Tabela 5: Altura (H), número de folhas (NF) e massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de <i>Tagetes patula</i> produzidas em substratos alternativos irrigados com água e solução nutritiva.....	49
Tabela 6: Absorção (mg planta^{-1}) de macronutrientes em tecidos de plantas de <i>Tagetes patula</i> produzidas em diferentes substratos irrigados com água e solução nutritiva.....	52
Tabela 7: Absorção de micronutrientes ($\mu\text{g planta}^{-1}$) em tecidos de plantas de <i>Tagetes patula</i> produzidas em diferentes substratos irrigados com água e solução nutritiva.....	55
Tabela 8 - Taxa de crescimento relativo (TCR) em plantas de <i>Tagetes patula</i> , em função do tempo de cultivo.	59
Tabela 9 - Taxa de absorção relativa (TARN) de nutrientes em plantas de <i>Tagetes patula</i> , em função do tempo de cultivo.	59
Tabela 10: Custos para fabricação de 1m^3 dos substratos alternativos e do substrato comercial utilizados no cultivo de <i>Tagetes patula</i> em vaso.....	60

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 Geração e aproveitamento de resíduos orgânicos.....	17
2.2 Tecnologias para produção de plantas envasadas.....	19
2.2.1 Cultivo protegido.....	20
2.2.2 Cultivo em substrato.....	20
2.2.3 Utilização de compostos e da fertirrigação no cultivo de plantas envasadas	22
2.3 Floricultura	23
2.3.1 <i>Tagetes patula</i> L.....	24
3. MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 Localização do experimento	27
3.2 Substratos	27
3.2.1 Formulação dos substratos	27
3.2.2 Compostagem dos resíduos de produtos hortifrutigranjeiros.....	28
3.2.3 Caracterização química e física dos substratos e resíduos utilizados.....	30
3.3 Condução do experimento	33
3.4 Características avaliadas.....	34
3.4.1 Crescimento de <i>Tagetes patula</i>	34
3.4.2 Absorção de nutrientes em <i>Tagetes patula</i>	35
3.4.3 Marcha de absorção de nutrientes em <i>Tagetes patula</i>	35
3.5 Delineamento experimental.....	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1 Caracterização dos substratos.....	38
4.1.1 Antes do cultivo.....	38
4.1.2 Após o cultivo.....	43
4.2 Crescimento de <i>Tagetes patula</i>	46
4.3 Absorção de nutrientes em <i>Tagetes patula</i>	50
4.3.1 Macronutrientes	50
4.3.2 Micronutrientes.....	53
4.4 Marcha de absorção de nutrientes em <i>Tagetes patula</i>	56
4.5 Avaliação de custo de substratos recomendados para o cultivo de <i>Tagetes patula</i>	60
5 CONCLUSÕES	61
6 REFERÊNCIAS.....	62

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional aliado ao aumento do consumo e do desperdício de alimentos atuam diretamente para a geração e acúmulo de resíduos, os quais muitas vezes são descartados em locais impróprios, tornando esses ambientes propícios à contaminação de solos e proliferação de agentes transmissores de doenças. No Brasil, parte desses resíduos é oriundo da agricultura, onde 35% da produção agrícola é perdida da colheita à comercialização, com um percentual de 3,5 a 4,0% desse montante compostos por resíduos orgânicos de produtos hortifrutigranjeiros desperdiçado nas centrais de abastecimento (CEASAs) (ABRASCEM, 2003). Alguns autores têm avaliado alternativas de reaproveitamento de resíduos orgânicos gerados na agricultura na forma de compostos (GRIGATTI; GIORGIONI; CIAVATTA, 2007), biofertilizantes (CAVALCANTE; CAVALCANTE; SANTOS, 2008) e substratos agrícolas (TZORTZAKIS *et al.*, 2011).

O substrato agrícola é um insumo utilizado em todo Brasil na produção de mudas e de espécies ornamentais envasadas. É um termo aplicado a todo material capaz de fixar a planta e disponibilizar água e nutrientes ao sistema radicular. Sua produção se dá principalmente nas regiões Sul e Sudeste do país, chegando a ser comercializado nas regiões Norte e Nordeste com preços até três vezes superiores aos praticados nas regiões produtoras devido elevado custo do frete (SOUSA *et al.*, 2011).

Uma alternativa para substituição de substratos comerciais e possível redução de custos para produtores da região Nordeste seria a utilização de resíduos encontrados em abundância na região Nordeste como pó da casca do coco verde e a bagana de carnaúba, ambos resíduos de atividades agroindustriais. Entretanto, devido a baixa disponibilidade de nutrientes desses materiais, a complementação nutricional através do uso da fertirrigação ou de compostos orgânicos, pode justificar a utilização de resíduos de produtos hortifrutigranjeiros descartados nas CEASAS na fabricação de compostos orgânicos e fabricação de substratos alternativos.

O substrato é um dos insumos mais utilizados na floricultura, atividade que mais gera emprego e renda, e que somente no ano de 2014, movimentou cerca de R\$ 5,28 bilhões, com participação do setor de flores e plantas ornamentais na ordem de R\$ 2,29 bilhões (SEBRAE, 2015). Dentre as plantas ornamentais mais comercializadas e de maior beleza encontra-se a *Tagetes patula*, espécie da família Asteraceae, a qual possui inúmeras finalidades, com destaque na literatura à extração de compostos químicos utilizados na fabricação de inseticidas, nematicidas, larvicidas, substâncias anti-inflamatórias, pigmentação de alimentos e

na forma de planta ornamental envasada, com poucas informações na literatura sobre o sistema de cultivo e exigência nutricionais para esta finalidade.

Visando o reaproveitamento de resíduos orgânicos encontrados nas regiões produtoras e diminuição da dependência de insumos externos, faz-se necessário avaliar a possibilidade de substituição do uso de substratos comerciais e da fertirrigação por substratos alternativos. Essa necessidade se dá principalmente em produtos que dependem diretamente da utilização desse insumo (substrato), como é o caso dos produtos da floricultura, em especial, as plantas ornamentais envasadas.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho desenvolver substratos alternativos para o cultivo de *Tagetes patula* em vaso, visando reduzir de custos de produção e destinar adequadamente resíduos agroindustriais e agropecuários.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Geração e aproveitamento de resíduos orgânicos

O crescimento populacional, aliado ao aumento do consumo e do desperdício de alimentos atua diretamente para a geração e acúmulo de resíduos orgânicos, correspondendo anualmente a milhares de toneladas de materiais descartados, muitas vezes, em locais impróprios, tornando esses ambientes propícios à contaminação de solos e proliferação de agentes transmissores de doenças (SANTOS *et al.*, 2014; LOUREIRO *et al.*, 2007; ALMEIDA *et al.*, 2013).

No mundo, grande parte dos resíduos é de origem urbana, com a maior produção de resíduos sólidos urbanos (RSU) concentrada em países desenvolvidos, como os Estados Unidos, o qual produz uma média per capita de 3,26 kg dia⁻¹ em comparação aos 0,55 kg dia⁻¹ de países subdesenvolvidos (THEMELIS; ULLOA, 2007). No Brasil a produção per capita de RSU, em 2014, foi de 1,06 kg dia⁻¹, com uma geração total de RSU de aproximadamente 78,6 milhões de toneladas, os quais 41% tiveram como destino lixões e aterros sanitários (ABRELPE, 2014).

Em geral os RSU são divididos em materiais orgânicos como: papel, restos de alimentos, podas de árvores, resíduos orgânicos diversos e inorgânicos como: vidro, metal e plástico. No Brasil, a composição dos RSU assemelham-se com a composição dos resíduos de alguns países como Alemanha, Holanda e Estados Unidos, principalmente no que diz respeito à proporção do material orgânico (Quadro 1).

Quadro 1 – Composição do lixo de alguns países.

COMPOSIÇÃO	BRASIL	ALEMANHA	HOLANDA	EUA
	-----%-----			
Matéria Orgânica	51,0	61,2	50,3	35,6
Vidro	2,4	10,4	14,5	8,2
Metal	2,9	3,8	6,7	8,7
Plástico	13,5	5,8	6,0	6,5
Papel	13,1	18,8	22,5	41,0

Fonte: Adaptado de IBAM, 2002; MMA, 2011; IBGE, 2010.

Nesses países o percentual de reaproveitamento desses materiais pode chegar a 40%, o que não acontece no Brasil onde apenas 3,5% de todo resíduo produzido é reciclado (IBAM, 2002; SNIS, 2013).

No Brasil, cerca de 35% dos produtos agrícolas são perdidos desde a colheita à comercialização, com um percentual de 3,5 a 4,0% desse montante desperdiçados nas centrais

de abastecimento (CEASA's) (ABRASCEM, 2003). Na CEASA, localizada no distrito de Pajuçara da cidade de Maracanaú-CE, cerca de 50% do volume total de resíduos coletados são compostos especificamente por restos de produtos hortigranjeiros, os quais são estimados por pesagem efetiva realizada no Aterro Sanitário Municipal Oeste de Caucaia (ASMOC), situado na região metropolitana de Fortaleza. Na CEASA, estima-se que cerca de 30% do total de resíduos hortigranjeiros encaminhados ao aterro sejam aproveitados por catadores no interior da CEASA e que nesse percentual também esteja incluído o recolhimento de produtos para aproveitamento na alimentação animal efetuado por terceiros (CEASA, 2016). De acordo com a análise, 70% dos resíduos restantes, resultaram numa média de 2.060,3 toneladas, com produção diária de 5,6 toneladas e aumento de 577 toneladas entre 2009 a 2014.

No Nordeste do país, resíduos orgânicos gerados na agroindústria e agropecuária são constituídos, em média, por 35% de material inorgânico e 65% de material orgânico, tais como restos de culturas, resíduos de beneficiamento de produtos agrícolas e esterco diversos (MATOS, 2005). Visando o reaproveitamento de parte desses resíduos, alguns autores têm avaliado esses materiais na forma de compostos orgânicos (GRIGATTI; GIORGIONI; CIAVATTA, 2007), biofertilizantes (CAVALCANTE; CAVALCANTE; SANTOS, 2008) e substratos agrícolas (TZORTZAKIS *et al.*, 2011), onde na região Nordeste tem-se destacado o uso de resíduos como: o pó da casca do coco verde (LONE *et al.*, 2008), a bagana de carnaúba (OLIVEIRA, *et al.*, 2009), a casca de arroz carbonizada (TERRA *et al.*, 2011) e o esterco bovino (MENDONÇA *et al.*, 2014).

A casca do coco verde é o principal resíduo do beneficiamento da água de coco, produto bastante consumido nas regiões litorâneas do país. Atualmente a casca do coco verde vem causando grande preocupação devido à alta produção e falta de destinação adequada desse material. Estima-se que cerca de 6,7 milhões de toneladas desse resíduo sejam produzidos nos meses de férias, entre junho a agosto e dezembro a fevereiro, devido o maior consumo da água de coco verde nesses períodos (ABANORTE, 2009). Em Fortaleza, capital do Ceará, no ano de 2013, somente entre a praia de Iracema e a Beira-Mar (5 quilômetros de litoral), foram coletadas em média 12 toneladas de casca do coco dia⁻¹ (TRIBUNA DO CEARÁ, 2013). Dentre os produtos obtidos a partir da casca do coco verde ou maduro, passíveis de aproveitamento destacam-se: a fibra e o pó da casca do coco, os quais têm sido indicados principalmente na formulação de substratos agrícolas, por apresentarem baixa densidade aparente, alta retenção de umidade e por ser biodegradável (ROSA *et al.*, 2001).

A bagana de carnaúba é o subproduto agroindustrial da folha de carnaúba depois de seca ao sol por um período de 6 a 12 dias para extração do pó, o qual é utilizado na produção

de cera (ALVES; COELHO, 2006). Esse resíduo possui diversas finalidades tais como: material forrageiro, cobertura morta (mulching) e componente na formulação de substratos agrícolas. Inúmeros agricultores da região Nordeste tem utilizado desse resíduo na formulação de substratos devido o melhor desenvolvimento das mudas produzidas com esse material. Esses efeitos estão relacionados à presença do triacontanol, substância presente na cera de carnaúba que aumenta a atividade enzimática das células do embrião e multiplicação de tecidos meristemáticos das raízes, favorecendo o crescimento radicular, absorção de nutrientes e desenvolvimento vegetal (CHEN *et al.*, (2002); SITINJAK; PANDIANGAN (2014). Tais benefícios foram constatados por Araújo (2010), o qual verificou os maiores percentuais de germinação, sobrevivência e valores de massa seca da parte aérea em mudas de três espécies ornamentais produzidas em substratos formulados à base de bagana de carnaúba, com diferentes compostos orgânicos. Entretanto, a utilização desse resíduo deve ser feita em associação com outras fontes minerais devido os baixos teores de nutrientes disponíveis desse resíduo. Lima et al. (2006), verificaram redução na qualidade e teores de macronutrientes em mudas de aceroleira (*Malpighia emarginata* DC.) quando produzidas em substratos formulados apenas com bagana de carnaúba.

O aproveitamento de resíduos da agroindústria pode ser feito com a utilização de resíduos de frutas, legumes e verduras inadequados para consumo os quais, junto com resíduos agropecuários, se possa obter compostos orgânicos, aumentando a disponibilidade de nutrientes em substratos alternativos a serem utilizados no cultivo de hortaliças e espécies ornamentais (BARBOSA, 2008; BEZERRA, 2003; BEZERRA *et al.*, 2006). Entretanto, para a utilização desses resíduos na forma de substratos alternativos, atributos químicos e físicos de cada material necessita ser avaliado, já que estes influenciam direta ou indiretamente para o crescimento e desenvolvimento das plantas (BACKES; KAMPF, 1991; OZORES-HAMPTON; VAVRINA; OBREZA, 1999; ROE, 1998; LUDWIG *et al.*, 2014).

2.2 Tecnologias para produção de plantas envasadas

Na produção de espécies envasadas de qualidade o manejo adequado de técnicas como o tipo de substrato, ambiente protegido e a irrigação influenciam diretamente a qualidade das plantas, além da maior economia de produção (ARAÚJO, 2010; REGHIN *et al.*, 2004).

2.2.1 Cultivo protegido

O cultivo protegido é uma das técnicas mais utilizadas na aclimação e produção de mudas e espécies ornamentais envasadas, o qual consiste basicamente em proteger as plantas das intempéries, como a chuva e o vento, proporcionando às plantas condições ambientais mais adequadas para o seu desenvolvimento, permitindo o cultivo da cultura durante todo o ano (FURLAN, 2002; CATI, 1997; SENTELHAS; SANTOS 1995). O sistema oferece uma maior eficácia na captação da energia radiante, além de proteger as plantas de chuvas intensas, melhorando o aproveitamento de água e nutrientes pelas plantas, maior controle a doenças, o que contribui para melhoria da qualidade dos produtos (SLATER, 1983). Dentre os tipos mais comuns, estão os ripados, telados e estufas (BEZERRA, 2003).

No Nordeste brasileiro onde as altas temperaturas e radiações limitam a produção de mudas, um maior sombreamento nas horas mais quentes, através do cultivo sob telado de sombrite com plástico, torna-se indispensável para aclimação de plântulas e redução de perdas pós transplantio (SOUZA *et al.*, 1997).

2.2.2 Cultivo em substrato

O termo “substrato” é aplicado a todo material sólido, natural ou sintético, mineral ou orgânico, na sua forma pura ou em mistura, capaz de permitir a fixação do sistema radicular, tanto do ponto de vista físico como químico, possibilitando assim a sustentação da planta (ABAD; NOGUEIRA, 1998). Esse insumo é utilizado na produção de mudas e no cultivo de espécies envasadas, sendo responsável pela disponibilidade de água e nutrientes às plantas, atuando no desenvolvimento e arquitetura do sistema radicular e nos processos de germinação de sementes e formação da parte aérea (BÖHN, 1979; LATIMER, 1991).

O cultivo de plantas utilizando substrato é uma técnica amplamente empregada em países de agricultura avançada, entretanto, tem chegado no Brasil de forma não muito expressiva, devido os custos associados às particularidades no manejo da água e nutrientes desse sistema de cultivo (FERNANDES; CORÁ, 2001; CARRIJO; LIZ; MAKISHIMA, 2002).

A produção de substratos comerciais concentra-se principalmente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, onde tais insumos chegam a ser comercializados em estados da região Norte e Nordeste até 3 vezes mais do que nas regiões produtoras, devido, entre outros fatores, o elevado custo do frete desse insumo (SOUSA *et al.*, 2011; CARRIJO, LIZ e MAKISHIMA, 2002). Nos últimos anos, com o desenvolvimento de pesquisas que objetivam o aproveitamento de resíduos regionais, a substituição de substratos comerciais utilizados na

produção de mudas de flores, hortaliças e espécies florestais por substratos alternativos, além de contribuir para redução do volume descartado desses materiais pode reduzir custos de produção dessas espécies. Esse aproveitamento além de minimizar impactos ambientais provenientes do descarte inadequado, pode ser fonte de renda para populações localizadas nas regiões produtoras desses materiais, nas diversas etapas de beneficiamento como coleta, transporte e venda (ARAÚJO, 2010, BRITO *et al.*, 2014; SOUZA, 2001).

A utilização de técnicas como o cultivo em substratos e em recipientes têm diferenciado os diversos tipos de produção de mudas, tornando o sistema cada vez mais complexo e específico. A principal função da associação recipientes/substratos é assegurar um meio para suportar e nutrir as plântulas, além de proteger as raízes de danos mecânicos e da dissecação, favorecendo melhor conformação das raízes, maximizando o crescimento inicial e a sobrevivência no campo (TAVEIRA, 1996). Além disso, o uso de recipientes ao contrário do uso de sementeira minimiza quebras no sistema radicular, resultando em raízes bem formadas e conseqüentemente maior uniformidade e percentagem de sobrevivência das mudas em campo (CALVETE, 2004; DANIEL; HELMS; BACKER, 1982).

Em geral, os substratos são formados por mais de um componente, visando o equilíbrio físico e químico da combinação dos materiais utilizados em sua formulação. Esses componentes podem ter diversas origens: animal (esterco e húmus), vegetal (tortas, bagaços, xaxim e serragem), mineral (vermiculita, perlita e areia) e artificial (espuma fenólica e isopor) (FILGUEIRA, 2000; SOUSA *et al.*, 2011). Entretanto, as propriedades físicas e químicas resultantes destas misturas nem sempre são equivalentes à soma das partes, ou seja, um substrato formado por diversos componentes poderá apresentar características físicas e químicas distintas de seus componentes isolados, o que muitas vezes dificulta a elaboração de um substrato, conhecendo-se apenas as propriedades de seus componentes primários (TAVEIRA, 1996).

Na avaliação dos atributos químicos, físicos e físico-químicos dos substratos, em geral, são determinados: pH, condutividade elétrica (CE), teores de nutrientes, densidade aparente, porosidade total, macroporosidade ou espaço de aeração, microporosidade ou capacidade de retenção de água e capacidade de troca de cátions (SILVA; SILVA, 1997; KÄMPF; FIRMINO, 2000; SOUZA, 2003). Entretanto, devido às interações iônicas e às constantes reações químicas que ocorrem em solução, os atributos químicos apresentam maior variação do que os físicos, necessitando de maior atenção por parte do pesquisador (CAVALCANTE *et al.*, 2007).

A determinação da CE e teor de nutrientes presentes nos substratos é um procedimento importante para a recomendação e monitoramento de adubações, já que o excesso de nutrientes, além de causar desperdícios, pode acarretar distúrbios fisiológicos às plantas cultivadas (ABREU *et al.*, 2002; ALMEIDA; FRAZÃO; SANTOS, 2009). Além desses atributos químicos, a avaliação do pH é um procedimento importante para a determinação da acidez da solução do substrato, sendo este um atributo importante para o desenvolvimento da planta, devido ao seu efeito direto na disponibilidade de nutrientes, principalmente de micronutrientes (KAMPF; FERMINO, 2000). O conhecimento de informações à respeito dos atributos químicos e físicos de substratos pode ajudar a esclarecer possíveis alterações no desenvolvimento e na absorção de nutrientes das plantas que utilizam esse insumo (MELO, 2011). Além disso, o conhecimento e uso de informações técnicas pode fornecer uma adequada recomendação de uso dos mesmos, contribuindo para a obtenção de substratos de melhor qualidade (MINAMI, 1995).

2.2.3 Utilização de compostos e da fertirrigação no cultivo de plantas envasadas

A reciclagem de resíduos sólidos e líquidos tem sido utilizada como alternativa para a diminuição do lixo acumulado, principalmente os de origem orgânica (MATOS, 2005). Dentre as técnicas de aproveitamento de resíduos orgânicos, a compostagem destaca-se como uma das mais eficientes.

A compostagem é o processo aeróbio, onde a decomposição resultante da ação de vasta população de microrganismos, resulta em duas fases distintas: a primeira de intensas reações bioquímicas, onde predominam microrganismos termófilos e uma segunda de maturação, onde ocorre o processo de humificação (PEREIRA NETO, 1987). Esse processo permite a reciclagem de material orgânico de origem vegetal e animal, como resíduos orgânicos urbanos (restos de alimentos, frutas e legumes), resíduos da agroindústria e da agropecuária (folhas, poda de árvores, esterco de animais e subprodutos de diversos tipos de beneficiamento), em um produto chamado composto, contendo macro e micronutrientes, os quais podem ser liberados para as plantas ao longo do tempo, reduzindo ou mesmo substituindo em alguns casos o uso de fertilizantes químicos (SILVA *et al.*, 2002).

A utilização de compostos orgânicos como adubos e na formulação de substratos agrícolas é uma prática adotada por inúmeros agricultores, o que vem despertando cada vez mais o interesse no reaproveitamento de resíduos agroindustriais e agropecuários potencialmente utilizáveis na agricultura. A utilização de resíduos da agropecuária, como o esterco bovino e esterco de aves, na decomposição de resíduos orgânicos além de ser uma das

principais alternativas para o reaproveitamento de materiais impróprios para o consumo como restos de frutas e verduras, é também responsável pelo aumento da disponibilidade de nutrientes em substratos formulados à base de materiais inertes ou com baixa disponibilidade de nutrientes (SOUSA *et al.*, 2011; ARAÚJO, 2010).

No cultivo de espécies em vaso, além do uso de compostos e adubos orgânicos na formulação de substratos, faz-se o uso da fertirrigação, tecnologia onde se utiliza a água da irrigação para a aplicação de nutrientes solúveis, sendo esta utilizada principalmente na produção de olerícolas, flores e plantas ornamentais em sistemas hidropônicos. O principal objetivo da fertirrigação é fornecer água e nutrientes em quantidades suficientes visando atender às necessidades hídricas e nutricionais da planta, garantindo aumento da produtividade e melhoria na qualidade da produção (LUDWIG *et al.*, 2013). Atualmente existem diversas formulações de soluções nutritivas, já que a absorção de nutrientes varia de acordo com a espécie, estágio de desenvolvimento, fotoperíodo, intensidade luminosa e temperatura (MARTINEZ, 2002).

Diversos autores têm verificado que resíduos agroindustriais, como o pó da casca do coco (verde ou seco) e a bagana de carnaúba, ambos utilizados como substrato agrícola na produção de mudas de tomate (SILVEIRA *et al.*, 2002; CARRIJO *et al.*, 2004), pimentão (BRAGA *et al.*, 2007), alface (BEZERRA, 2003; ROSA *et al.*, 2001) e espécies ornamentais como a vinca (*Catharanthus roseus*), pimenta ornamental (*Capsicum annuum L.*) e tagetes (*Tagetes patula e Tagetes erecta*) (BEZERRA *et al.*, 2006; ARAÚJO *et al.*, 2009; ARAÚJO, 2010), necessitam de complementação nutricional através do uso de compostos orgânicos ou mesmo da fertirrigação, já que tais resíduos são considerados inertes ou com baixa disponibilidade de nutrientes. Essa complementação torna-se ainda mais necessária quando cultivadas espécies em recipientes pequenos e/ou em longos períodos, geralmente do estágio de muda à floração.

2.3 Floricultura

A floricultura, em geral, refere-se ao cultivo de flores e plantas ornamentais com variados fins, que incluem desde o cultivo de flores para corte à produção de mudas arbóreas de porte elevado (CASTRO, 1998). A atividade apresenta inúmeras vantagens como alta rentabilidade por área cultivada, rápido retorno dos investimentos e alta capacidade de geração de empregos por unidade de área, podendo ser praticada em pequenas áreas, constituindo uma alternativa de renda para pequenos produtores localizados próximos aos centros consumidores (KÄMPF; BAJAK; JANK, 1990; GOMES, 2004). Além disso, é uma

das principais atividades geradoras de emprego no campo, com importante papel social na fixação do homem no campo, aproveitando a mão de obra de mulheres, adolescentes e pessoas que possam estar à margem do mercado de trabalho (BUDAG; SILVA, 2000).

Segundo os dados do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), no Brasil, somente no ano de 2014, os produtos da floricultura movimentaram cerca de R\$ 5,28 bilhões, com participação do setor de flores e plantas ornamentais na ordem de R\$ 2,29 bilhões, cerca de 43% de todo volume comercializado (SEBRAE, 2015).

O cultivo de plantas ornamentais refere-se à produção de plantas que não são utilizadas para alimentação, sendo seu objetivo embelezar, decorar ou realçar o ambiente, incluindo todas as plantas de floricultura ou culturas de viveiro, arbustos, árvores de pequeno porte e gramas (OLIVEIRA; BRAINER, 2007). Dentre as plantas ornamentais de maior consumo, devido a sua beleza, exotividade e fácil cultivo, destaca-se as espécies do gênero *Tagetes*, em especial a *Tagetes patula*.

2.3.1 *Tagetes patula* L

O gênero *Tagetes* é nativo do México, o qual compreende aproximadamente 60 espécies. São plantas herbáceas, anuais, da família Compositae (Asteraceae), com folhas compostas, de coloração verde escura, produzindo na maioria das vezes um contraste acentuado com as flores, as quais, reunidas em capítulos dobrados apresentam diferentes tonalidades de cores que vão desde a coloração amarelo claro ao alaranjado escuro, apresentando forte cheiro característico (NAU, 2011). Esse gênero é muito utilizado na ornamentação do “Dia dos Mortos”, uma festa cultural muito popular no México, motivo pelo qual é também conhecida como “Flor-dos-mortos” ou cravo de defunto (ALMEIDA, 1873).

As espécies do gênero são de fácil cultivo, podendo ser produzidas em regiões de clima seco ou úmido, apresentando inúmeras finalidades, porém, com destaque na literatura à extração de compostos químicos utilizados na fabricação de inseticidas (WELLS; BERTSCH; PERICH, 1993), nematicidas, (BUENA *et al.*, 2008), larvicidas (FAIZI *et al.*, 2011), substâncias anti-inflamatórias (KASAHARA *et al.*, 2002) e antivirais (ANANI *et al.*, 2000), bem como na pigmentação de alimentos (VASUDEVAN; KASHYAP; SHARMA, 1997), alimentação de aves (OLIVEIRA, 1996) e como planta ornamental envasada (BRIGITTA; ŞUMĀLAN, 2011).

Na utilização desta planta como ornamental, tem-se preferência pelas variedades de tamanhos menores, como o *Tagetes patula* L ou *Tagetes* Anão, sendo também conhecido como cravo chinês com 20-30 cm de altura (VIDALIE, 2001) (Figura 1).

Figura 1: *Tagetes patula* L.

Na produção de mudas de *Tagetes patula*, trabalhos realizados por Bezerra et al. (2006), Araújo et al. (2009) e Araújo (2010) verificaram maior número de folhas e massa seca da parte aérea em plântulas quando utilizados substratos alternativos formulados com pó da casca do coco verde, bagana de carnaúba e compostos orgânicos á base de resíduos de produtos hortifrutigranjeiros, mesmo estes apresentando elevados valores de pH, condutividade elétrica e teores de nutrientes.

Trabalho feito por Jayasinghe, Liyana e Tokashiki, (2010) no cultivo de *Tagetes patula* em vasos, concluíram que resíduos agropecuários, como esterco bovino e de aves, podem ser utilizados na formulação de substratos alternativos com baixa disponibilidade de nutrientes, em substituição ao uso de substratos comerciais. Entretanto, os autores afirmam da importância em se avaliar variáveis de crescimento como altura, número de folhas, massa seca e teores de nutrientes em tecidos, a fim de se avaliar possíveis correlações com os atributos químicos e físicos dos substratos.

Informações à respeito da exigência nutricional de espécies do gênero *Tagetes* ainda são escassos e a avaliação do acúmulo de nutrientes em tecidos ao longo do tempo é importante para a determinação da marcha de absorção de nutrientes, a qual é utilizada para quantificar as exigências nutricionais e indicar as épocas mais adequadas para o fornecimento de certos nutrientes (CHARLO, 2008; MOTA *et al.*, 2007).

Em trabalho realizado por Mota et al. (2013), ao estudar o acúmulo de matéria seca e absorção de nutrientes em plantas de crisântemo, espécie da mesma família da *Tagetes patula* (Asteraceae), verificaram a seguinte ordem de absorção de nutrientes: $K > N > Ca > P > Mg > S$. Já em trabalho realizado por Guerreiro, Fernandes e Ludwig (2012), avaliando o acúmulo de nutrientes em plantas de gérbera (Asteraceae), verificaram ao final do período reprodutivo a

seguinte ordem: $K > N > Ca > Mg > P > S$. Além das diferenças entre gêneros, Ichinose (2008), verificou diferenças entre duas espécies de orquídeas (*Dendrobium nobile* Lindl. e *Miltonia flavescens* Lindl. var. *stellata* Regel), onde a absorção de macronutrientes para *Dendrobium nobile* ao final das observações foi: $K > N > Ca > Mg > P > S$, e para *Miltonia flavescens* foi: $K > Ca > N > Mg > P > S$. O acúmulo de nutrientes em plantas ornamentais é bastante diferenciado e esta informação deve ser utilizada para ajustar recomendações de adubação de acordo com cada espécie (FERRAZ; GODOY; SILVA, 2015).

Alguns produtores de flores localizados na região metropolitana de Fortaleza, bem como nas regiões serranas do Ceará, têm cultivado e comercializado a *Tagetes patula* como planta ornamental, entretanto, as poucas informações à respeito do cultivo dessa espécie e a necessidade do uso de substratos alternativos que possam reduzir custos de produção torna importante o estudo e aprimoramento de técnicas que visem o aumento da produtividade dessa cultura, além de contribuir para destinação adequada de resíduos agroindustriais e agropecuários encontrados na região Nordeste.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação situada nas dependências do Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA-CNPAT), na cidade de Fortaleza/CE de latitude 3°45'5,96'' e longitude 38°34'39,407''.

3.2 Substratos

3.2.1 Formulação dos substratos

Os substratos foram formulados a partir da combinação de proporções crescentes de composto orgânico (CO) com proporções decrescentes de substrato base formulado com solo hidromórfico (SH), pó da casca do coco verde (PCCV) e bagana de carnaúba (BC), nas proporções 4,5:4,5:1 (v/v), da seguinte forma:

- S1: 10% de CO + 90% de (PCCV + BC + SH);
- S2: 20% de CO + 80% de (PCCV + BC + SH) (v/v);
- S3: 30% de CO + 70% de (PCCV + BC + SH) (v/v);
- S4: 40% de CO + 60% de (PCCV + BC + SH) (v/v);
- S5: 50% de CO + 50% de (PCCV + BC + SH) (v/v).
- S6: Biomix® flores e folhagens (substrato comercial).

O substrato S6 (comercial) utilizado era formulado à base de turfa, casca de pinus moída, vermiculita, NPK, gesso e composto orgânico.

O pó da casca do coco verde, resíduo proveniente da agroindústria do coco verde, foi utilizado após três lavagens, para a redução dos teores de tanino, cloreto de sódio e potássio (Figura 2).

A bagana de carnaúba, resíduo (palha da folha triturada) da agroindústria da cera de carnaúba, foi utilizada após passada em peneira de 8mm (Figura 3).

O solo (Neossolo flúvico) foi utilizado apenas com a finalidade de diminuir possível acamamento ocasionado pela baixa densidade aparente dos resíduos agroindustriais (Figura 4).

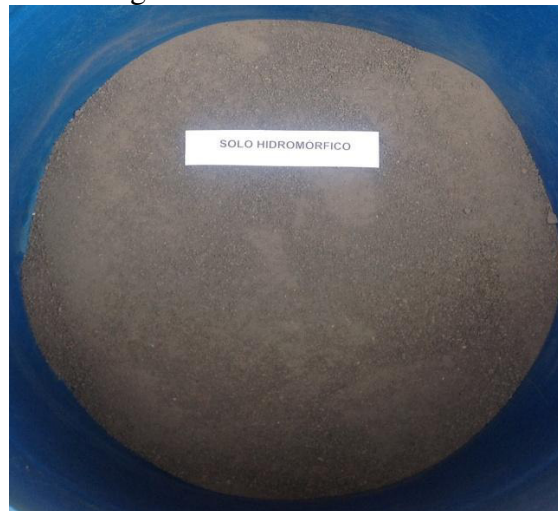
Figura 2: Pó da casca do coco verde.



Figura 3: Bagana de carnaúba.



Figura 4: Solo hidromórfico.



3.2.2 Compostagem dos resíduos de produtos hortifrutigranjeiros

Para a obtenção do composto orgânico foram utilizados resíduos de produtos hortifrutigranjeiros, coletados na Central de Abastecimento do Ceará (CEASA), localizada no distrito de Pajuçara da cidade de Maracanaú-CE, em dezembro de 2013 (Figura 5).

Figura 5: Resíduos de produtos hortifrutigranjeiros oriundos da Central de Abastecimento do Ceará (CEASA-CE).

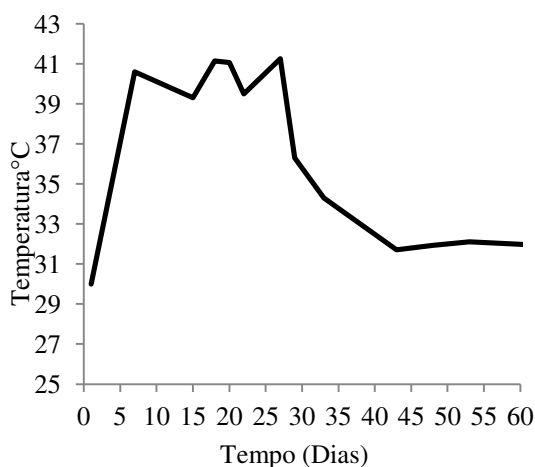


Os resíduos foram homogeneizados após trituração e misturados com esterco bovino (resíduo agropecuário) na proporção: resíduos orgânicos + esterco de gado (3:1) (v:v), sendo estes submetidos ao processo de compostagem de acordo com metodologia de Kiehl (2002). Os resíduos foram acomodados em anéis de concreto, em ambiente coberto e pavimentado com cimento, onde foi realizado o monitoramento diário da temperatura das pilhas (Figura 6). Figura 6: Acompanhamento da temperatura ($^{\circ}\text{C}$) da pilha de composto orgânico à base de resíduos de produtos hortifrutigranjeiros.



O produto obtido da decomposição dos resíduos foi retirado dos anéis de concreto aos 60 dias, utilizando como critério para o fim do processo de compostagem o momento em que se verificou estabilização da temperatura da pilha de resíduos (31°C) (Figura 7).

Figura 7: Temperatura (°C) da pilha de composto orgânico à base de resíduos de produtos hortifrutigranjeiros em função do tempo.



Logo após a retirada do anéis, todo material foi passado em peneira de 8mm e utilizado na formulação dos substratos.

3.2.3 Caracterização química e física dos substratos e resíduos utilizados

A avaliação dos atributos físicos foi realizada no Laboratório de Solos e Água da EMBRAPA/CNPAT e os atributos químicos no Laboratório de Química e Fertilidade de Solos da Universidade Federal do Ceará (UFC).

Avaliou-se em todos os substratos os atributos físicos: densidade aparente (kg m^{-3}), porosidade total (%), macroporosidade (%) e microporosidade (%), sendo estas determinações, junto com a capacidade de troca de cátions (CTC) (atributo químico) realizadas no início do experimento.

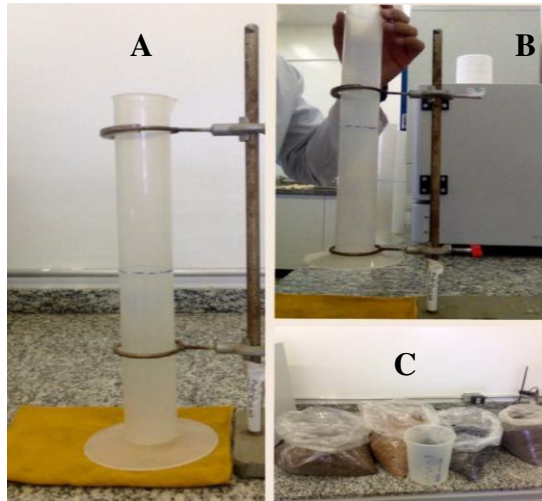
Os atributos químicos dos substratos: condutividade elétrica (CE), potencial hidrogeniônico (pH), teor de sódio e de nutrientes solúveis foram avaliados no início e ao final do experimento, momento quando as plantas apresentaram a primeira flor totalmente aberta.

A avaliação dos atributos químicos e físicos dos resíduos utilizados na formulação dos substratos foi realizada apenas no início do experimento.

A densidade aparente dos substratos foi determinada utilizando uma proveta graduada com capacidade de 500 mL onde foi colocada uma quantidade de substrato até a marca de 300 ml, sendo a proveta erguida até a altura de 10 cm e em seguida deixada cair por ação do seu próprio peso, em 10 repetições. Após esse procedimento, com o auxílio de espátula para nivelar a superfície do substrato dentro da proveta, determinou-se o peso e volume dos

substratos, calculando assim a densidade global dos mesmos pela relação massa/volume (MAPA, 2007) (Figura 8).

Figura 8: Sistema utilizado na determinação da densidade aparente dos substratos. Suporte e proveta graduada (A), elevação de proveta à 10cm (B) e substratos utilizados (C).



A densidade de partículas foi determinada com base nos conteúdos de cinzas e matéria orgânica de acordo com a Norma Europeia EN 13039 (CEN, 1999a):

$$D_p = \left[\frac{1}{\left[\frac{W_{mo}}{100 \times 1550} \right] + \left[\frac{W_{cinza}}{100 \times 2650} \right]} \right] / 1000, \text{ onde:}$$

- D_p : densidade de partículas (Mg m^{-3});

- W_{mo} : conteúdo de matéria orgânica;

- W_{cinza} : conteúdo de cinzas.

A porosidade total foi obtida com base nos valores da densidade aparente e de partículas de acordo com a Norma Europeia EN 13041 (CEN, 1999b):

$$\alpha = 1 - \frac{D_{aparente}}{D_{partículas}} \times 100, \text{ em que } \alpha (\%) \text{ representa a porosidade total.}$$

Para a determinação da capacidade de retenção de água ou microporosidade as amostras de substratos foram colocadas em anéis de volume conhecido, saturadas com água por 48 horas e submetidas à tensão de 10 centímetros de coluna de água em baldes preenchidos com areia (Figura 9).

Figura 9: Sistema para determinação da capacidade de retenção de água ou microporosidade dos substratos. Saturação dos substratos (A), amostras sob tensão de 10 c.c.a (B), baldes com areia utilizados para verificação de drenagem.



Após 24 horas sem constatação de drenagem nos baldes, as amostras foram retiradas e pesadas com a umidade atual, sendo posteriormente colocadas em estufa a 65°C até peso constante para obtenção da massa seca do substrato, determinando-se a máxima absorção de água na tensão estabelecida (MAPA, 2007).

A macroporosidade foi calculada pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade.

A condutividade elétrica (CE), pH e os teores de nutrientes solúveis foram determinados em extrato aquoso na relação substrato:água 1:5 (v/v) de acordo com a instrução normativa n.º 17 (MAPA, 2007), onde:

- CE: utilizando um condutivímetro;
- pH: utilizando um peagômetro;
- N inorgânico (NH_4^+ e NO_3^-): utilizando MgO para a determinação do NH_4^+ e liga de devarda, para a determinação do NO_3^- ;
- P, S e B: determinados em fotocolorímetro pelos métodos de colorimetria (P e B) e turbidimetria (S);
- Na e K: determinados por emissão de fotometria de chama;
- Ca, Mg, Fe, Cu, Mn e Zn: determinados por espectrofotometria de absorção atômica.

A CTC foi determinada através da saturação da amostra por HCL 0,5 mol L⁻¹, a qual foi submetida a uma solução tamponada a pH 7,0 de acetato de cálcio mono-hidratado 0,5 mol L⁻¹, com posterior titulação por solução de 0,1 mol L⁻¹ de NaOH (MAPA, 2007).

A caracterização física e química dos resíduos utilizados na formulação dos substratos está descrita na Tabela 1.

Tabela 1: Atributos físicos e químicos dos resíduos utilizados na formulação dos substratos utilizados na produção de *Tagetes patula* em vaso.

	CO	PCCV	BC	SH
D.A (Mg m ⁻³)	0,37	9,9.10 ⁻³	3,1.10 ⁻²	6,0.10 ⁻²
P.T (%)	63,7	95,9	87,5	51,4
MAC (%)	12,5	36,5	51,4	11,8
MIC (%)	51,3	59,3	36,1	39,6
CE (dS m ⁻¹)	5,6	0,8	0,9	0,1
pH	6,9	5,2	4,9	5,6
NH ₄ ⁺ (mg L ⁻¹)	105,3	11,7	52,7	31,2
NO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	1667,4	11,7	42,9	27,3
P (mg L ⁻¹)	116,7	16,2	50,8	24,8
K (mg L ⁻¹)	5208,7	539,9	637,2	8,1
Ca (mg L ⁻¹)	740,7	107,9	252,7	70,6
Mg (mg L ⁻¹)	429,9	0,9	66,2	1,2
S (mg L ⁻¹)	321,7	2,2	19,2	2,1
Fe (mg L ⁻¹)	0,9	<0,1	<0,1	<0,1
Cu (mg L ⁻¹)	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zn (mg L ⁻¹)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Mn (mg L ⁻¹)	0,4	<0,1	<0,1	<0,1
B (mg L ⁻¹)	1,5	<0,1	<0,1	<0,1
Na (mg L ⁻¹)	682,2	217,7	104,3	60,9
CTC (cmol _c dm ⁻³)	19,3	0,6	1,2	0,4

D.A: densidade aparente, P.T: porosidade total, MAC: macroporosidade, MIC: microporosidade, ND: Não detectável. CO: composto orgânico, PCCV: pó da casca do coco verde, BC: bagana de carnaúba, SH: solo hidromórfico.

3.3 Condução do experimento

As mudas de *Tagetes patula* foram produzidas em substrato formulado com 50% de bagana de carnaúba e 50% de solo hidromórfico, sendo irrigadas diariamente com solução nutritiva adaptada da solução sugerida por Marulanda (1995) para o cultivo hidropônico de crisântemo, com teores (mg L⁻¹) de N: 157,97, P: 93,60, Ca: 38,19, Mg: 15,42, K: 110,25 e S: 20,56, com CE: 2,0 dS m⁻¹ e pH: 6,9. Na formulação da solução nutritiva foram utilizadas as fontes: sulfato de magnésio, nitrato de potássio, nitrato de cálcio, ureia, fosfato monoamônio e cloreto de potássio. A água utilizada na formulação da solução nutritiva e na irrigação dos tratamentos com substratos que receberam apenas água durante todo o período de cultivo da *Tagetes patula*, apresentava teores (mg L⁻¹) de N: 0,0, P: 0,0, Ca: 0,11, Mg: 0,05, K: 0,15, S: 0,0, Na: 0,2, B: 0,0, Fe: 0,0, Cu: 0,0, Mn: 0,0 e Zn:0,0, com CE: 0,75 dS m⁻¹ e pH: 8,0.

Nos tratamentos com substratos irrigados com solução nutritiva, utilizou-se a mesma solução aplicada na produção das mudas durante seis dias consecutivos e um dia utilizando apenas água, de forma a se evitar elevadas concentrações de nutrientes nesses substratos.

Utilizou-se o sistema de irrigação por gotejamento semiautomático. Na linha de

distribuição foram acoplados espaguetes a gotejadores autocompensantes em cada vaso. A irrigação dos substratos (vasos), foi realizada diariamente até a elevação da umidade do substrato a capacidade de campo e drenagem de aproximadamente 33 mL (Figura 10).

Figura 10: Sistema integrado de irrigação com solução nutritiva (A) e água (B).



Os gotejadores autocompensantes apresentaram em média um coeficiente de uniformidade de distribuição de 97%, o que permitiu manter uma lâmina de irrigação constante em todos os vasos, durante todo o período de cultivo.

3.4 Características avaliadas

3.4.1 Crescimento de *Tagetes patula*

As avaliações de altura (H), número de folhas (NF) e massa seca da parte aérea (MSPA) das plantas de *Tagetes patula* foram realizadas no Laboratório de Fisiologia vegetal da EMBRAPA/CNPAT, quando as plantas apresentaram a primeira flor totalmente aberta (Figura 11). A contagem do NF foi realizada somente nas folhas totalmente expandidas. A avaliação da H das plantas foi feita após o corte dessas medindo desde o colo até o meristema apical, utilizando-se paquímetro digital. A determinação da MSPA foi realizada a partir da pesagem das plantas recém cortadas e posteriormente secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até atingir peso constante.

Figura 11: Plantas de *Tagetes patula* coletadas com a primeira flor totalmente aberta, irrigadas com solução nutritiva (A) e água (B).



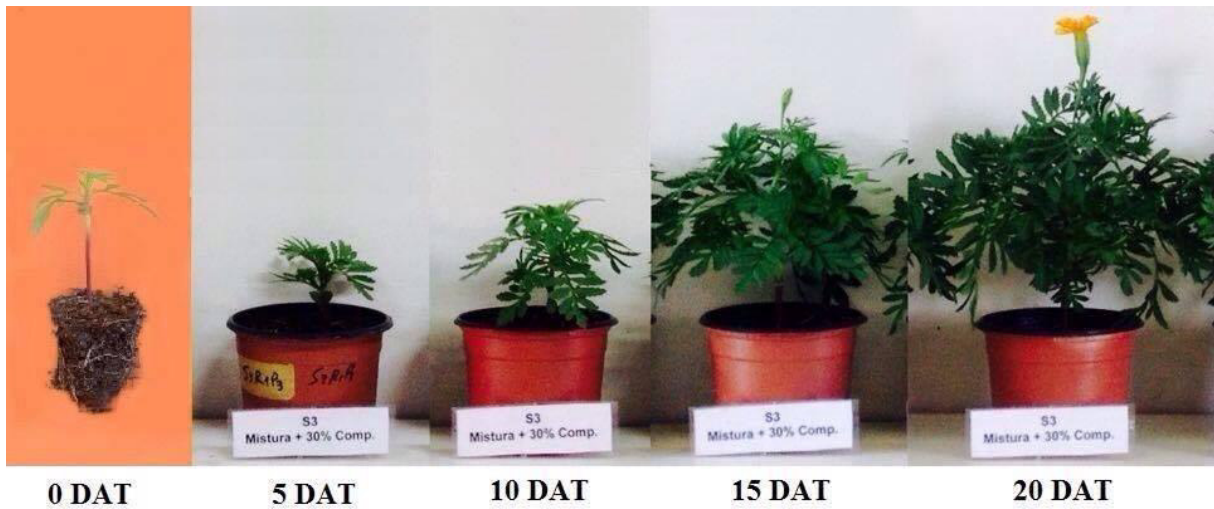
3.4.2 Absorção de nutrientes em *Tagetes patula*

Após a determinação da MSPA, foram utilizadas amostras de tecidos de cada tratamento as quais foram moídas em moinho tipo “Willey” e quantificados os teores de macro e micronutrientes dos tecidos vegetais de acordo com SILVA (2009). A absorção de nutrientes foi calculada pelo produto da massa seca da parte aérea pelos respectivos teores de macro e micronutrientes.

3.4.3 Marcha de absorção de nutrientes em *Tagetes patula*

Para avaliação da marcha de absorção de nutrientes foram utilizados somente os dados de acúmulo de nutrientes das plantas de *Tagetes patula* produzidas no substrato fertirrigado, formulado com 30% de composto orgânico, as quais apresentaram o maior crescimento dentre as demais. A primeira amostragem ocorreu no dia do transplante ou 0 DAT (Dias após o transplante) e as posteriores em intervalos de 5 dias. A última avaliação foi realizada quando as plantas apresentaram a primeira flor totalmente aberta (Figura 12).

Figura 12: Plantas de *Tagetes patula* coletadas do 0 DAT até a primeira flor totalmente aberta.



Foram determinados, ainda, os índices nutricionais estimados pela fórmula proposta por Welbank (1962):

$$\text{TARN} = \frac{(N2 - N1)(\ln M2 - \ln M1)}{(t2 - t1)(M2 - M1)} = \text{mg por g por dia. (1), onde:}$$

- TARN: taxa de absorção relativa dos nutrientes;
- N1 e N2: quantidade do nutriente na parte aérea referente aos tempos t1 e t2, respectivamente;
- M1 e M2: massa da matéria seca da planta referente aos tempos t1 e t2, respectivamente, e ln é o logaritmo neperiano;

$$\text{TCR} = \frac{(\ln M2 - \ln M1)}{(t2 - t1)} = \text{mg por g por dia. (2), onde:}$$

- TCR: taxa de crescimento relativo;
- M1 e M2: massa da matéria seca da planta referente aos tempos t1 e t2, respectivamente.

3.4.4 Avaliação de custo dos substratos

Ao final do experimento, após avaliação do crescimento das plantas de *Tagetes patula*, irrigadas com água e solução nutritiva, uma pesquisa foi realizada para a avaliação dos custos de produção dos melhores substratos alternativos, em comparação ao substrato comercial, segundo metodologia de Pozza et al. (2007). Para isso realizou-se uma avaliação dos custos de produção para cada substrato recomendando, analisando as despesas do processo produtivo

desses insumos. A avaliação dos custos foi feita com base nos valores médios de cada produto/serviço após consulta de preços em empresas e serviços na cidade de Fortaleza-CE.

3.5 Delineamento experimental

O delineamento foi inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, com 2 tratamentos principais (irrigação com água e solução nutritiva), 6 tratamentos secundários (5 substratos alternativos e 1 substrato comercial), com 4 repetições. Cada unidade experimental (repetições) foi constituída por 3 plantas. Todas as variáveis foram submetidas ao teste F e, em caso de significância, ao teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação das médias.

As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de regressão, sendo considerada como variável independente as proporções crescentes de composto orgânico dos substratos. Quando as variáveis apresentaram comportamento estimado por uma equação polinomial os valores mínimo ou máximo foram determinados pela derivação da mesma. Para a comparação do tratamento controle (substrato comercial) com os substratos alternativos utilizou-se o teste de Dunnet ($p < 0,05$).

Para avaliação da absorção dos nutrientes ao longo do tempo, utilizou-se os dados de massa seca da parte aérea das plantas produzidas no substrato com 30% de CO irrigado com solução nutritiva, as quais apresentaram o maior crescimento. Ajustou-se as equações de regressão após análise de variância dos dados, sendo considerada como variável independente a idade da planta, expressa em dias após o transplante.

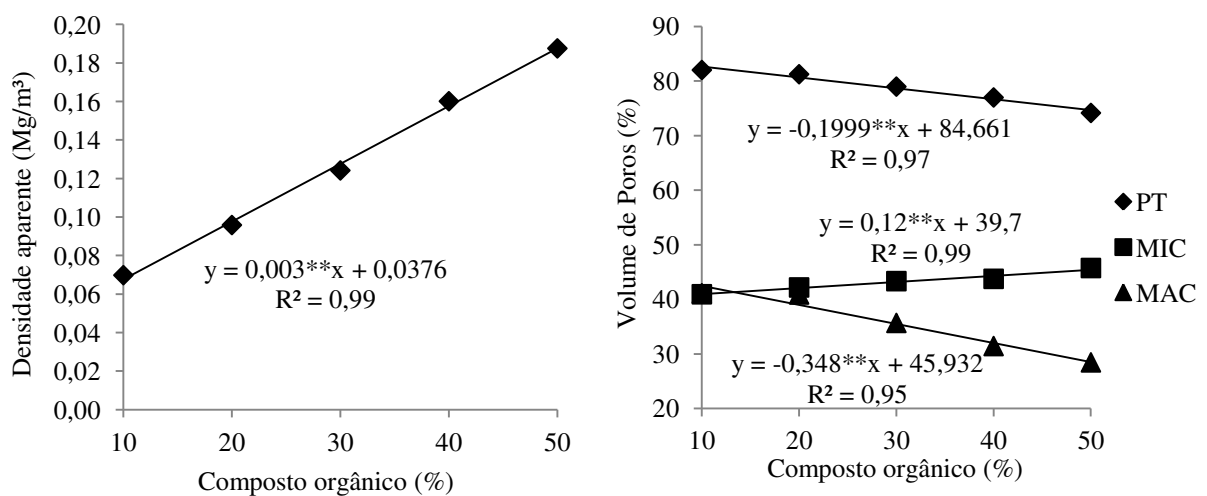
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização dos substratos

4.1.1 Antes do cultivo

O aumento da proporção de composto orgânico na formulação dos substratos alternativos contribuiu para o aumento linear da densidade aparente (DA) e microporosidade (MIC), reduzindo linearmente a macroporosidade (MAC) e porosidade total (PT) (Figura 13).

Figura 13: Densidade aparente, porosidade total, macroporosidade e microporosidade de substratos alternativos em função da proporção (%) de composto orgânico (**: $p < 0,01$).



O aumento nos valores de DA dos substratos está diretamente relacionado ao maior valor de DA do CO em relação aos demais resíduos agroindustriais utilizados (PCCV e BC) (Tabela 1). Isso é consequência da redução da proporção do PCCV e BC pelo aumento da proporção do CO na formulação dos substratos. Comportamento semelhante foi observado por Guerrini e Trigueiro, (2004), trabalhando com substratos formulados com proporções crescentes de biossólido, somadas a proporções decrescentes de casca de arroz carbonizada. Segundo Abad et al. (1993), um substrato ideal deve apresentar DA inferior a $0,4 \text{ Mg m}^{-3}$, o que foi obtido em todos os substratos avaliados.

Avaliando a DA em relação ao volume de poros de ar (MAC) e de água (MIC), é possível inferir que a redução da MAC seja consequência direta do aumento da MIC, a qual é resultante do aumento da DA. Na determinação da DA em substratos é utilizado o método da autocompactação, o qual utiliza a ação do próprio peso do substrato, e que pode reduzir a MAC pela acomodação de partículas orgânicas (MAPA, 2007). Comportamento similar foi observado por Moraes Neto, Gonçalves e Takaki, (2001), trabalhando com substratos à base

de húmus de minhoca e casca de arroz carbonizada e por Stringheta et al. (1997) trabalhando com o aumento da proporção de composto de lixo urbano em substratos alternativos.

De forma a promover melhor aeração, infiltração e drenagem de água, os substratos devem apresentar porosidade total de 75 a 85% (GONÇALVES; POGGIANI, 1996; KÄMPF; FERMINO, 2000), o que se verificou nos substratos com proporção de CO com até 48% em sua formulação (Figura 13). Em relação a MAC e MIC, Gonçalves e Poggiani (1996), sugerem que para melhor equilíbrio, o substrato deve apresentar um percentual entre 20 a 40 % de MAC e de 45 a 55 % de MIC, o que se constatou nos substratos formulados com proporções de CO acima de 16% em relação a MAC e acima 45% de CO em relação a MIC.

Avaliando o substrato S6 (comercial), verificou-se que todos os atributos físicos foram estatisticamente diferentes aos demais substratos avaliados, o qual apresentou maiores valores de DA e MIC, e menores valores de PT e MAC (Tabela 2).

Tabela 2: Atributos físicos dos diferentes substratos utilizados na produção de *Tagetes patula* em vaso.

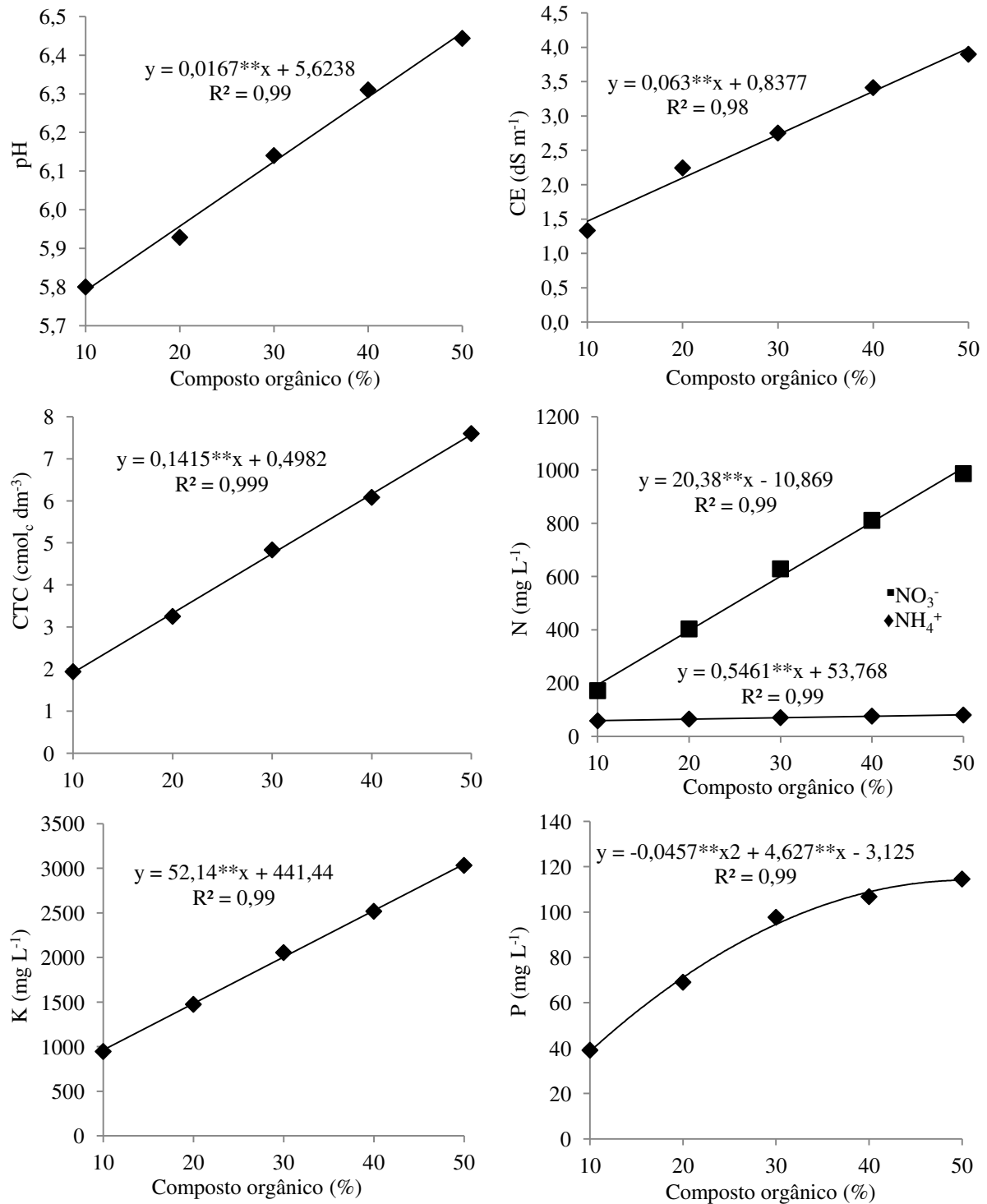
Atributos	------(%) composto-----					S6
	10	20	30	40	50	
DA (Mg m ⁻³)	0,07	0,10	0,12	0,16	0,19	0,38*
PT (%)	82,0	81,2	79,0	77,0	74,1	62,8*
MIC (%)	40,9	42,2	43,3	43,7	45,7	56,3*
MAC (%)	41,1	40,9	35,7	31,4	28,4	6,5*

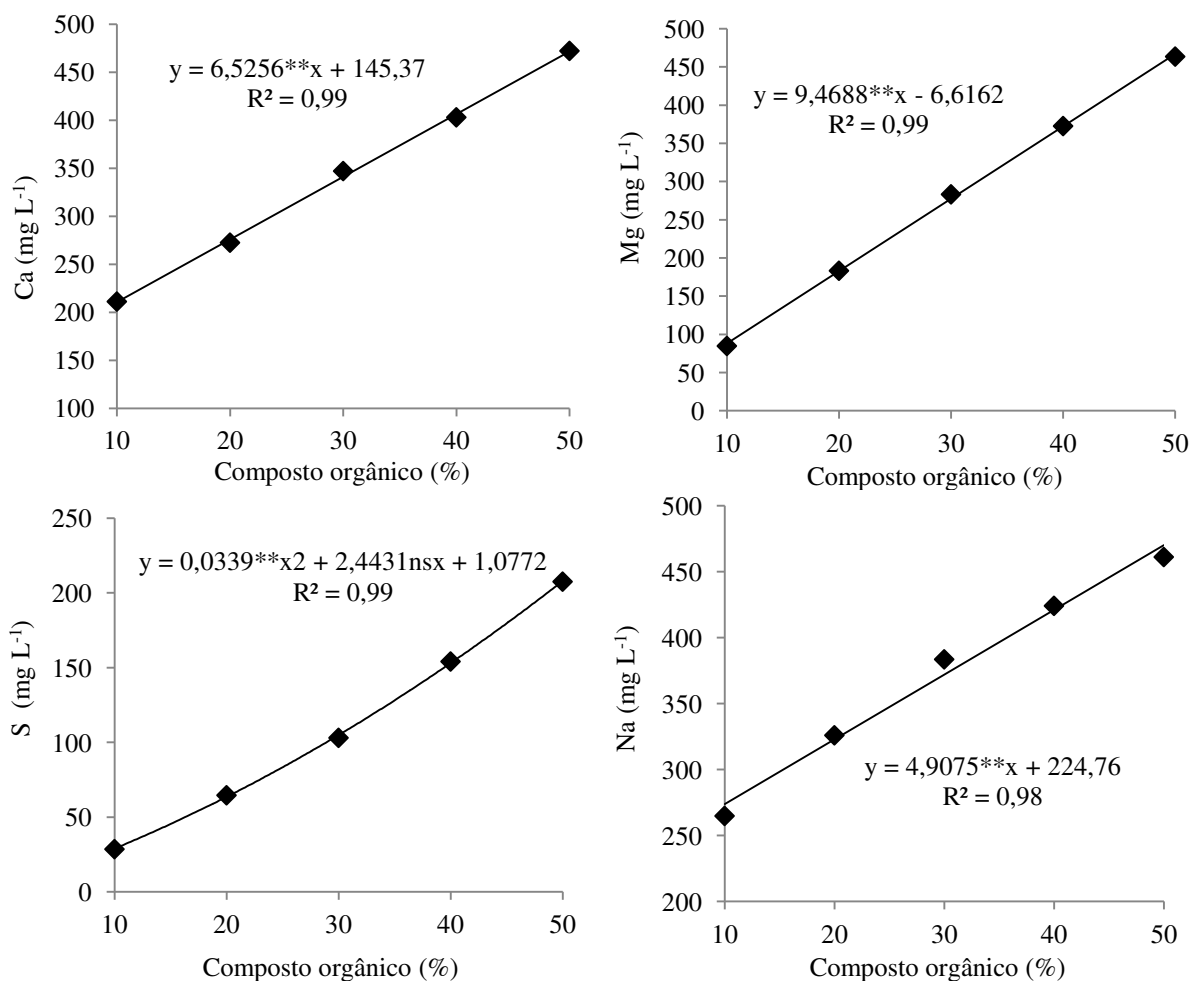
DA: densidade aparente, PT: porosidade total, MIC: microporosidade, MAC: macroporosidade. Médias seguidas por * não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Dunnett a 5% de significância.

Em relação aos atributos físicos avaliados no substrato comercial, com exceção da DA a qual esteve dentro do limite recomendado por Abad et al. (1993) (<0,40 Mg/m³), os valores de PT, MAC e MIC estiveram valores fora das faixas anteriormente citadas, recomendadas por Gonçalves e Poggiani (1996) e Kämpf e Fermino (2000), verificando que mesmo substratos amplamente utilizados e comercializados podem não apresentar atributos físicos considerados adequados para o cultivo de espécies envasadas.

Nos substratos alternativos, o aumento na proporção de CO influenciou para o aumento de todos os atributos químicos avaliados, observando os menores valores de pH (5,8), CE (1,3 dS m⁻¹), CTC (1,9 cmol_c dm⁻³) e teores (mg L⁻¹), de NH₄⁺ (58,5), NO₃⁻ (171,6), P (39,1), K (946,9), Ca (28,6), Mg (84,7), S (211,1) e Na (264,9) no substrato com 10% de CO (S1) e os maiores valores de pH (6,4), CE (3,9 dS m⁻¹), CTC (7,6 cmol_c dm⁻³) e teores (mg L⁻¹), de NH₄⁺ (80,3), NO₃⁻ (986,8), P (114,5), K (3032,5), Ca (472,1), Mg (463,5), S (207,6) e Na (461,2) no substrato com 50% de CO (S5) (Figura 14).

Figura 14: Atributos químicos de substratos alternativos em função da proporção (%) de composto orgânico (**: $p < 0,01$).





Uma das causas para o aumento do pH nesses substratos é o incremento de bases como Ca, Mg, K e Na (Figura 14), as quais competem pelas cargas negativas dos colóides e reduzem a adsorção de íons H⁺, favorecendo sua lixiviação (MIRANDA; OLIVEIRA, 2007; FAGERIA, 2001). Comportamento similar foi observado por Duarte et al. (2013), os quais trabalhando com a aplicação de doses crescentes de resíduos de mandioca em Neossolos constataram correlação positiva do pH com os teores de Ca, Mg e K da solução do solo. Nos substratos alternativos, verificou-se que todos substratos apresentaram valores de pH considerado ideal por Waldemar, (2000), Kampf e Fermino (2000) de 5,5 a 6,5 para substratos orgânicos utilizados no cultivo de plantas ornamentais. Entretanto, autores como Cavins et al. (2000), sugerem para o cultivo de *Tagetes erecta*, espécie pertencente ao mesmo gênero da *Tagetes patula*, intervalo de pH menor, de 6,0 a 6,6.

A CE é utilizada para representar indiretamente o número total de cátions e ânions presentes em solução, facilitando interpretações de fertilidade em campo (LEE, 2010). A maioria das espécies ornamentais produzidas em substratos, são cultivadas com valores de CE entre 0,76 a 3,4 dS m⁻¹ (ABAD et al., 1993), o que englobaria os substratos formulados com

até 41% de CO à base de resíduos de produtos hortifrutigranjeiros (Figura 14). Entretanto, cada espécie apresenta demanda nutricional específica e se desenvolve em faixas restritas de CE e teores de nutrientes. Em *Tagetes erecta*, espécie do gênero *Tagetes*, autores como Cavins et al. (2000), sugerem faixa menor de CE, de 0,76 a 2,0 dS m⁻¹.

O comportamento da CTC pode ser explicado pelo maior teor de carbono orgânico proveniente do aumento da proporção de CO nos substratos, sendo esse incremento da fração húmica importante fonte de cargas para o substrato (SCHMITZ *et al.* 2002). De acordo com Fermino, (1996), o aumento de cargas negativas, provenientes dos coloides orgânicos, aumenta a adsorção dos cátions em solução, reduzindo perdas por lixiviação, refletindo em uma maior disponibilidade desses elementos para as plantas. Segundo Martínez, (2002) o substrato deve apresentar valores de CTC superiores a 12 cmol_c dm⁻³, o que não se verificou nos substratos alternativos avaliados. Nesses substratos, o autor sugere maior controle na aplicação de fertilizantes, já que a CTC tem relação inversamente proporcional à frequência de aplicação de nutrientes.

Em relação aos teores de micronutrientes dos substratos avaliados, foram detectados valores inferiores a 0,1 mg L⁻¹, possivelmente pela metodologia de extração utilizada (MAPA, 2007). Em trabalho realizado por Abreu et al. (2007a), avaliando a determinação de macro e micronutrientes solúveis de substratos em diferentes extratos aquosos (1:1,5; 1:2; 1:5 ; 1:10), os autores constataram que o aumento na diluição do extrato reduz proporcionalmente os teores de Mg e Fe. Abreu et al. (2007b), verificaram que mesmo extratos aquosos mais concentrados como o extrato de saturação e de relação 1:1,5 (substrato:água) são ineficientes na avaliação da disponibilidade de Cu, Fe, Mn e Zn em substratos á base de fibra de coco. Segundo os autores, com o aumento da diluição, eleva-se o erro de leitura, afetando proporcionalmente os resultados.

O substrato S6 (comercial) apresentou o menor valor de CE em relação aos demais substratos, não diferindo apenas do substrato com menor proporção de composto orgânico (S1) (Tabela 3). Além disso, o substrato S6 apresentou os menores teores de macronutrientes em relação aos demais substratos avaliados, com exceção do teor de S, onde não se observou diferença significativa com o substrato S4 (Tabela 3).

Tabela 3: Atributos químicos dos diferentes substratos utilizados na produção de *Tagetes patula* em vaso, avaliados no início do experimento.

Atributo	------(%) composto-----					S6
	10	20	30	40	50	
CE dS m ⁻¹	1,3*	2,2	2,7	3,4	3,9	1,2*
pH	5,8	5,9	6,1	6,3	6,4	7,0*
NH ₄ ⁺ mg L ⁻¹	58,5	65,2	70,5	76,1	80,3	39,0*
NO ₃ ⁻ mg L ⁻¹	171,6	403,6	629,2	811,2	986,8	253,5*
P mg L ⁻¹	39,1	70,7	97,7	106,8	114,5	33,6*
K mg L ⁻¹	946,9	1443,1	2055,5	2517,9	3032,5	117,2*
Ca mg L ⁻¹	211,1	265,1	347,0	402,9*	472,1	420,8*
Mg mg L ⁻¹	84,7	183,1	283,2	372,5	463,5	4,5*
S mg L ⁻¹	28,6	64,9	103,1	154,1	207,6	11,3*
Na mg L ⁻¹	264,9	326,0	383,6	424,2	461,2	982,3*
CTC cmol _c dm ⁻³	1,9	3,3	4,8	6,1	7,6	20,1*

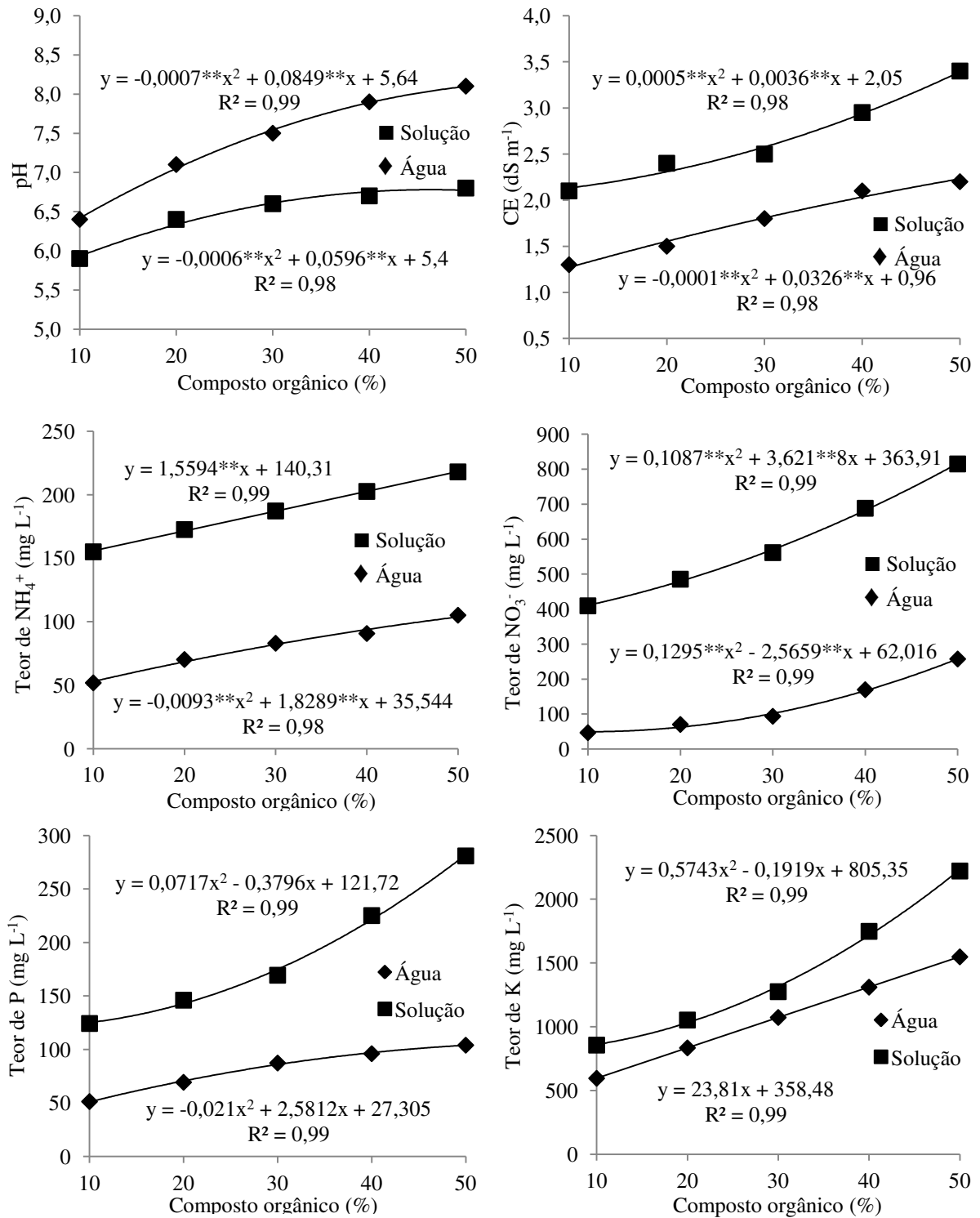
Médias seguidas por * não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Dunnett a 5% de significância.

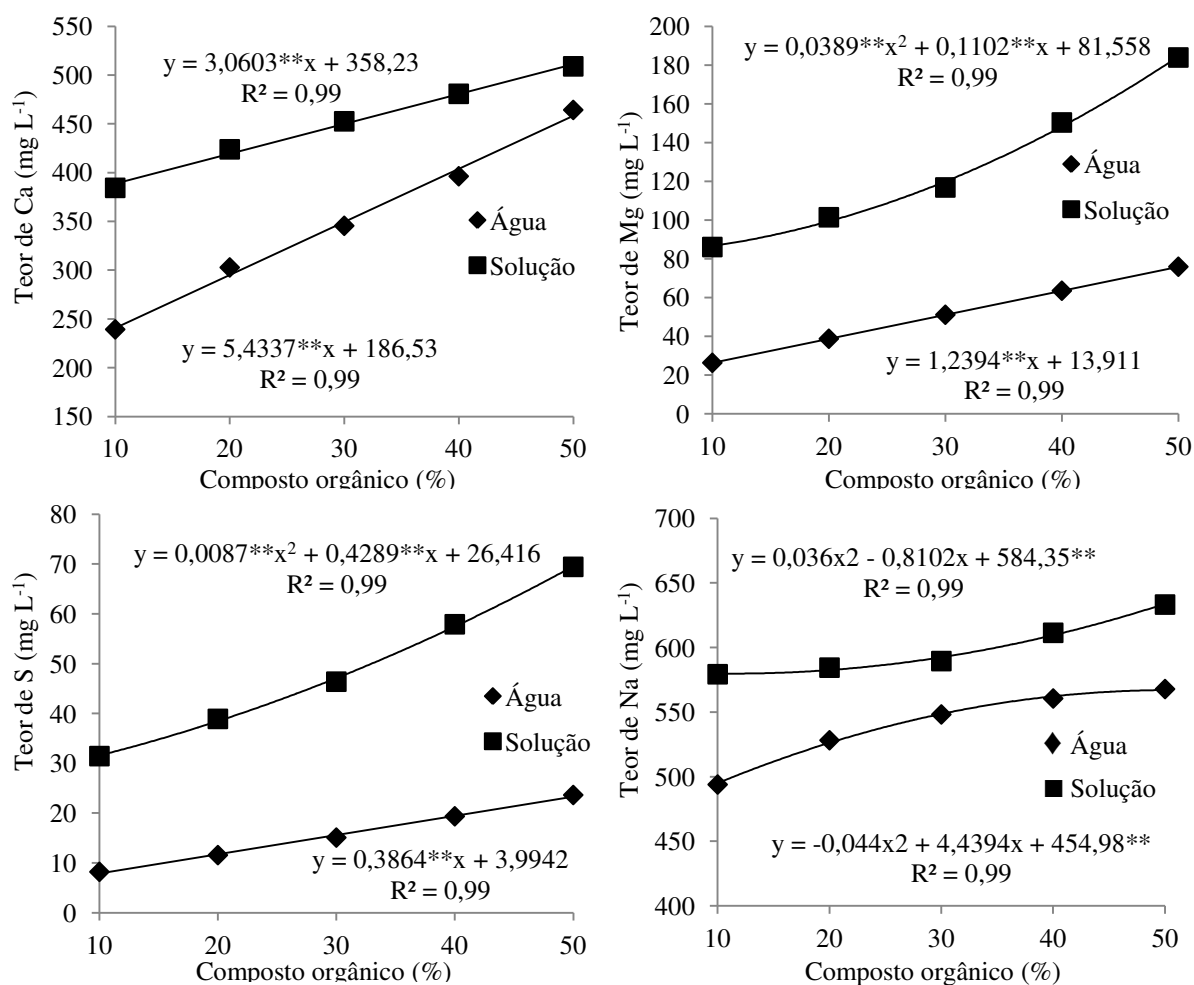
No substrato S6 observou-se os maiores valores de pH (7,0), CTC (20,1 cmol_c dm³) e teor de sódio (982,3 mg L⁻¹) em relação aos demais substratos, com valor de CTC (20,1 cmol_c dm⁻³) considerado ideal (<12 cmol_c dm⁻³), de acordo com recomendação sugerida por Martínez, (2002), porém, inferior ao valor mínimo recomendado por Abad et al. (1993) para CE (0,76 dS/m-1) e superior ao máximo valor sugerido por Waldemar, (2000), Kampf e Fermino (2000) de pH (6,5) (Tabela 3).

4.1.2 Após o cultivo

Após o cultivo da *Tagetes patula*, independentemente da irrigação com água ou solução nutritiva, observou-se comportamento semelhante ao verificado antes do cultivo para os atributos químicos avaliados, com os maiores valores (água; solução) de pH (7,1;6,9), CE (dS m⁻¹) (2,2; 3,4) e teores (mg L⁻¹) de NH₄⁺ (105,1; 218,1), NO₃⁻ (245,7; 815,2), P (104,1; 281,0), K (1548,6; 2222,0), Ca (464,2; 508,9), Mg (75,9; 183,9), S (23,7; 69,4) e Na (567,9; 633,3) observados no substrato com 50% de composto orgânico (Figura 15). Uma das principais causas para a relação direta entre a proporção de CO e o aumento dos atributos químicos dos substratos irrigados com água e solução nutritiva ao final do experimento é o aumento da capacidade de troca de cátions (CTC) desses substratos (Figura 14). A CTC funciona como reservatório de nutrientes para as plantas, o que em baixos valores reflete em menor disponibilidade desses nutrientes, tornando indispensável o uso da fertirrigação.

Figura 15: Atributos químicos após o cultivo de substratos alternativos, irrigados com água e solução nutritiva, em função da proporção (%) de composto orgânico (**: $p < 0,01$).





Nos tratamentos irrigados somente com água, o pH dos substratos passou de ligeiramente ácido (pH 6,4 com 10% de CO) para alcalino (pH 8,0 com 50% de CO) (Figura 15). Esse comportamento é consequência do uso de água alcalina na irrigação (pH 8,0), bem como pela mineralização da matéria orgânica do CO, que embora estabilizada no processo de compostagem, tem sua decomposição continuada, liberando cátions os quais reduzem a acidez trocável pela perda do H⁺ por competição iônica. Já nos tratamentos irrigados com solução nutritiva o pH da solução dos substratos se manteve ligeiramente ácido (pH 5,8 a 6,4), com valores inferiores aos substratos irrigados apenas com água (Figura 15). Esse comportamento pode ser atribuído aos adubos nitrogenados (fosfato monoamônico e ureia) utilizados na formulação da solução nutritiva, os quais liberam íons H⁺ provenientes do amônio (NH₄⁺) presente na composição desses fertilizantes ou gerado pelo processo de nitrificação.

Com exceção do pH, observou-se nos substratos irrigados com solução os maiores valores para os atributos químicos avaliados em relação aos substratos irrigados com água, devido ao aporte de nutrientes da solução nutritiva (Tabela 4).

Tabela 4: Atributos químicos dos diferentes substratos irrigados com água e solução nutritiva utilizados no cultivo de *Tagetes patula* em vaso, avaliados ao final do experimento.

		------(%) composto-----					S6
		10	20	30	40	50	
pH	Água	6,4a	7,1a	7,5a	7,9a	8,1a	7,1a*
	Solução	5,9b	6,4b	6,6b	6,7b	6,8b	6,9b*
CE dS m ⁻¹	Água	1,3b	1,5b	1,8b	2,1b	2,2b	0,9b*
	Solução	2,1a	2,4a	2,5a	3,0a	3,4a	1,1a*
NH ₄ ⁺ mg L ⁻¹	Água	51,8b	70,2b	83,0b	90,7b	105,1b	23,4b*
	Solução	155,0a	172,6a	187,2a	207,5a	218,1a	66,3a*
NO ₃ ⁻ mg L ⁻¹	Água	46,8b	70,2b	93,6b	169,7b	245,7b	26,7b*
	Solução	409,5a	485,6a	561,7a	688,4a	815,2a	183,3a*
P mg L ⁻¹	Água	51,4b	69,4b	87,4b	96,1b	104,1b	49,3b*
	Solução	124,4a	146,1a	169,5a	235,6a	281,0a	77,7a*
K mg L ⁻¹	Água	596,2b	844,3b	1073,8b	1335,9b	1548,6b	61,7b*
	Solução	856,7a	1053,1a	1275,7a	1787,3a	2222,0a	125,3a*
Ca mg L ⁻¹	Água	239,2b	302,7b	345,4b*	396,2b*	464,2b	374,3b*
	Solução	384,3a	423,8a*	452,5a	490,5a	508,9a	430,3a*
Mg mg L ⁻¹	Água	26,3b	38,7b	51,1b	66,5b	75,9b	7,4a*
	Solução	86,0a	101,4a	116,8a	160,2a	183,9a	8,8a*
S mg L ⁻¹	Água	8,2b	11,6b	15,1b*	20,1b	23,6b	16,5a*
	Solução	31,5a	38,9a	46,4a	57,3a	69,5a	17,1a*
Na mg L ⁻¹	Água	494,0b	528,3b	548,3b	560,6b	567,9b	689,8b*
	Solução	579,4a	584,5a	589,6a	617,3a	633,3a	770,1a*

Valores seguidos por * nas linhas não diferem entre si pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$) e de mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

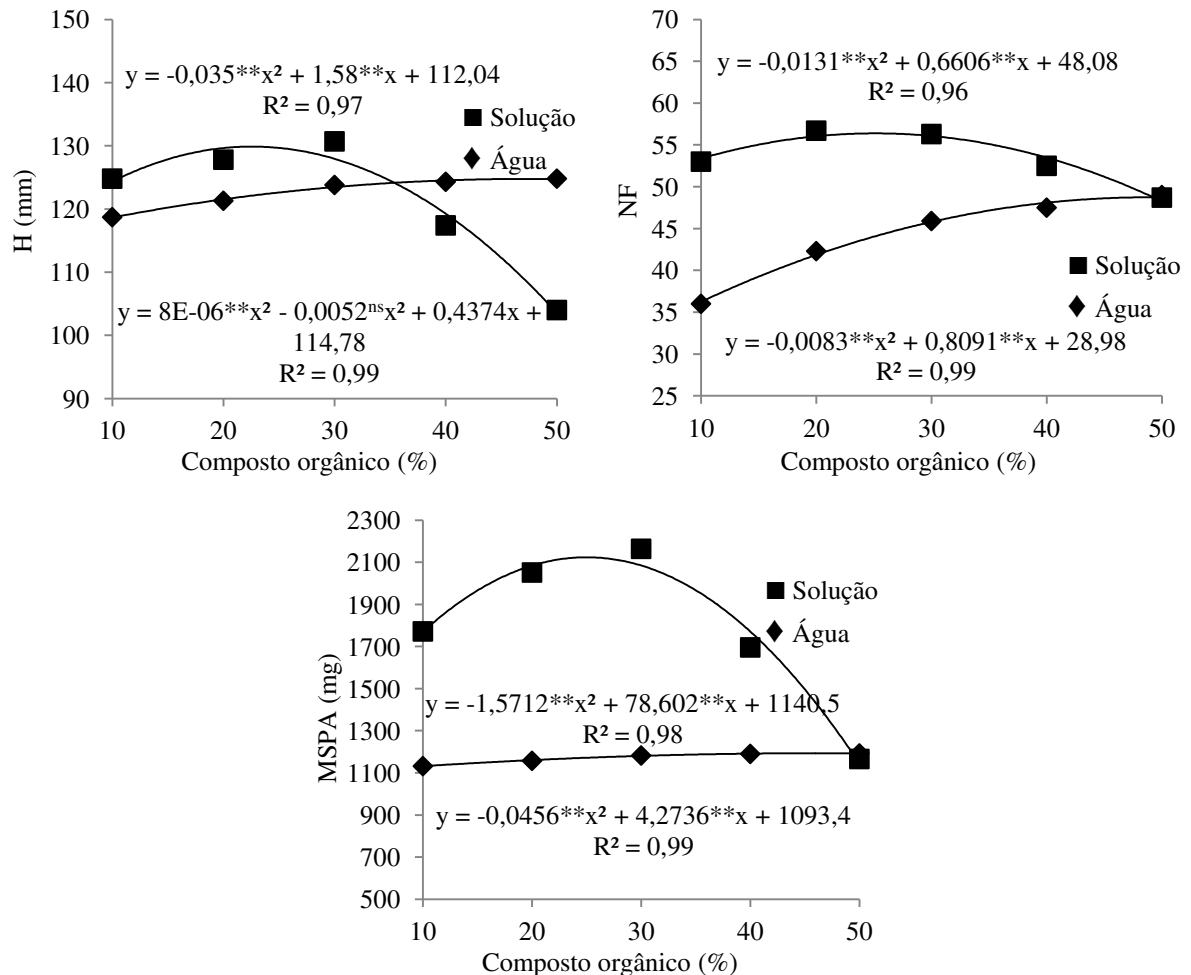
Nos substratos irrigados com água, não se observou diferença estatística entre o substrato S6 e os substratos S3 e S4 para o teor de Ca e entre o substrato S3 para o teor de S (Tabela 4). Verificou-se ainda os maiores teores de Na e pH no substrato S6 em relação aos demais substratos irrigados com solução nutritiva. De acordo com Malavolta (2006), em solução o Na forma base com grupos OH (NaOH), os quais se dissociam com facilidade e elevam o pH. Comportamento similar foi verificado por Trazzi et al. (2012), os quais verificaram que o Na oriundo de substratos utilizados na produção de mudas florestais influenciou diretamente para o aumento do pH em solução. No substrato S6 o pH permaneceu praticamente constante antes e após o cultivo (pH em torno de 7,0), o que deve estar associado ao seu maior poder tampão, devido à maior CTC ($20,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) em relação aos demais substratos ($< 8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) (Tabela 3).

4.2 Crescimento de *Tagetes patula*

Observando os dados de crescimento das plantas de *Tagetes patula* produzidas nos diferentes substratos alternativos irrigados com água, verificou-se comportamento quadrático para altura (H), número de folhas (NF) e massa seca da parte aérea (MSPA) com o aumento

da proporção de CO na formulação dos substratos, com os maiores valores de AL (124,6 mm), NF (48,8) e MSPA (1090,5 mg) observados nos substratos formulados com 47% de CO (S5) (Figura 16).

Figura 16: Altura, número de folhas e massa seca da parte aérea de plantas de *Tagetes patula*, produzidas em substratos formulados com diferentes proporções (%) de composto orgânico (**: $p < 0,01$).



Nas plantas produzidas nos substratos irrigados com água, os maiores valores de H, NF e MSPA podem ser explicados pela maior disponibilidade de nutrientes em decorrência do aumento das proporções de CO na composição dos substratos, porém, observando-se redução na resposta dessas variáveis na proporção de CO acima de 47% (Figura 16). De acordo com Nascimento et al. (2005), reduções no crescimento de plantas submetidas a doses crescentes de fertilizantes podem estar associadas a desordens nutricionais ocasionadas pelo excesso de nutrientes. Trabalho realizado por Corrêa et al. (2010) verificaram maior crescimento em plantas de orégano com o aumento das doses de esterco bovino e de aves, entretanto, com redução da resposta de crescimento quando adicionados doses superiores a 10,1 kg m⁻² de esterco bovino e de 3,86 kg m⁻² de esterco de aves. Segundo os autores, os

altos teores de nutrientes, em especial o P e K, verificados nesses resíduos agropecuários, causaram desbalanço nutricional nas plantas e consequente redução na resposta de crescimento. No presente trabalho, o aumento na proporção de CO favoreceu para o aumento de todos os nutrientes em solução, entretanto, o maior teor de K em relação aos demais, possivelmente contribuiu para esse tipo de desequilíbrio nutricional (Figura 15).

Avaliando a H, NF e MSPA das plantas de *Tagetes patula*, produzidas nos substratos irrigados com solução nutritiva, observou-se aumento dessas variáveis com o aumento da proporção de CO nos substratos, com ajuste ao modelo quadrático, verificando o maior valor para H na proporção de 23% de CO e para NF e MSPA em 25% de CO, com posterior redução dessas variáveis até a proporção de 50% de CO (Figura 16).

Reduções no crescimento e desenvolvimento de plantas submetidas a doses crescentes de adubos podem estar associadas a respostas negativas da CE (CAVALCANTE *et al.*, 2010). De acordo com Portela, Peil e Rombaldi, (2012), o efeito da CE sobre o crescimento e a produtividade das culturas deve ser analisado sob dois pontos de vista: a) baixos valores de CE podem indicar baixa concentração de nutrientes, levando ao aparecimento de deficiências nutricionais; b) altos valores de CE podem indicar elevada concentração de sais e nutrientes no sistema radicular, resultando no aumento do potencial osmótico da solução, refletindo no aumento da absorção de nutrientes em maior concentração e no surgimento de distúrbios nutricionais. Dessa forma, relacionando os valores de H, NF e MSPA das plantas produzidas nos substratos formulados com as proporções de CO entre 23 a 25%, infere-se que no cultivo de *Tagetes patula*, o substrato deve apresentar CE de no máximo $2,3 \text{ dS m}^{-1}$, sendo valores superiores a este responsáveis por reduções no crescimento devido a elevada concentração de nutrientes em solução. Dessa forma, verifica-se que o valor de CE ($2,3 \text{ dS m}^{-1}$), para o cultivo de *Tagetes patula*, encontra-se próximo ao máximo recomendado por Cavins *et al.* (2000), de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$, para o cultivo de *Tagetes erecta*.

Efeito similar no cultivo de plantas de *Tagetes Patula* onde foi observado aumento nas variáveis de H, NF e MSPA com o aumento da proporção de composto orgânico à base de resíduos de batata e esterco bovino até a dose de 60%, com posterior redução dessas variáveis nas proporções superiores de composto devido a elevada CE e altos teores de nutrientes, em especial N e K (JAYASINGHEA; LIYANA; TOKASHIKI, 2010. Por outro lado, autores como Hidalgo, Matta e Harkess, (2006), não identificaram efeitos negativos no crescimento e desenvolvimento dessa espécie com o aumento nas proporções de húmus de minhoca à base de esterco bovino em até 100% desse adubo na formulação dos substratos, constatando elevados teores de nutrientes em compostos à base de resíduos de produtos

hortifrutigranjeiros em relação a outros adubos orgânicos utilizados na formulação de substratos.

No presente trabalho, independente do substrato utilizado, o uso da solução nutritiva contribuiu para os maiores valores de NF e MSPA em relação aos substratos irrigados apenas com água, com exceção do substrato S5, onde não se observou diferença estatística entre as variáveis (Tabela 5).

Tabela 5: Altura (H), número de folhas (NF) e massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de *Tagetes patula* produzidas em substratos alternativos irrigados com água e solução nutritiva.

		------(%) composto-----					S6
		10	20	30	40	50	
H	Água	118,7a	121,3b	123,8b	124,3a	124,8a	103,0a*
	Solução	124,8a	127,8a	130,7a	117,4b	104,0b*	107,5a*
NF	Água	36,0b	42,3b	45,9b	47,5b	49,0a	28,3b*
	Solução	53,0a	56,7a	56,3a	52,5a	48,7a	33,8a*
MSPA	Água	1132,5b	1157,8b	1183,0b	1190,7b	1192,8a	745,3b*
	Solução	1772,2a	2051,9a	2164,5a	1696,2a	1166,5a*	1131,4a*

Valores seguidos por * nas linhas não diferem entre si pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$) e de mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Nas plantas produzidas no substrato S5 irrigado com solução nutritiva, é possível que distúrbios fisiológicos causados pelo elevado teor de nutrientes desse substrato tenham sido responsáveis pela redução do NF e MSPA, contribuindo para não significância das plantas produzidas no mesmo substrato irrigado com água. Os maiores valores de H foram observados nos substratos S2 e S3 irrigados com solução nutritiva e nos substratos S4 e S5 quando utilizado apenas água na irrigação, porém, sem apresentar diferença significativa entre os substratos S1 e S6 independente da irrigação (Tabela 5). Dessa forma, na produção de *Tagetes patula*, a utilização de CO acima de 24% na formulação dos substratos só é vantajoso quando utilizada apenas água na irrigação, já que no uso de solução nutritiva proporções superiores de CO contribui para a redução no crescimento dessa espécie. A utilização de proporções menores de CO na formulação de substratos além de diminuir o desperdício de nutrientes, pode reduzir custos de produção pelo maior rendimento desse resíduo.

Em relação às variáveis de crescimento (H, NF e MSPA) das plantas produzidas no substrato comercial, independente do uso de água ou solução nutritiva, observou-se que as mesmas apresentaram crescimento estatisticamente inferior às demais plantas cultivadas nos substratos alternativos, com exceção do substrato S5, onde não se verificou diferença significativa para H e MSPA das plantas quando irrigadas com solução nutritiva (Tabela 5).

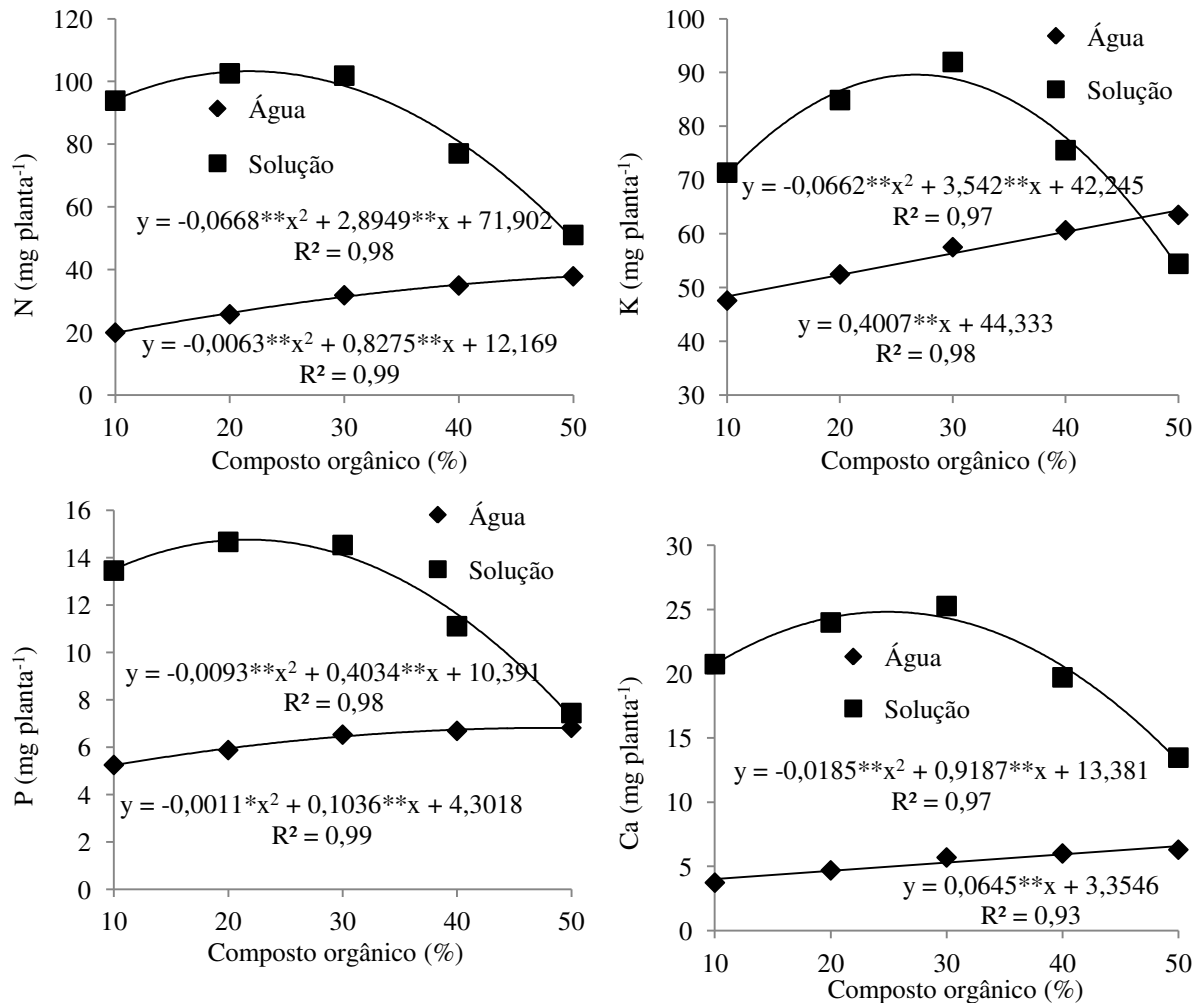
No substrato S6, independente da irrigação, os menores valores de CE e teor de nutrientes possivelmente influenciaram na diminuição do crescimento das plantas cultivadas nesse substrato em relação às produzidas nos demais substratos alternativos (Tabela 4). A baixa disponibilidade de nutrientes, em especial N, P e K, possui influencia direta na redução da MSPA e NF em plantas do gênero *Tagetes* (COELHO *et al.*, 2011).

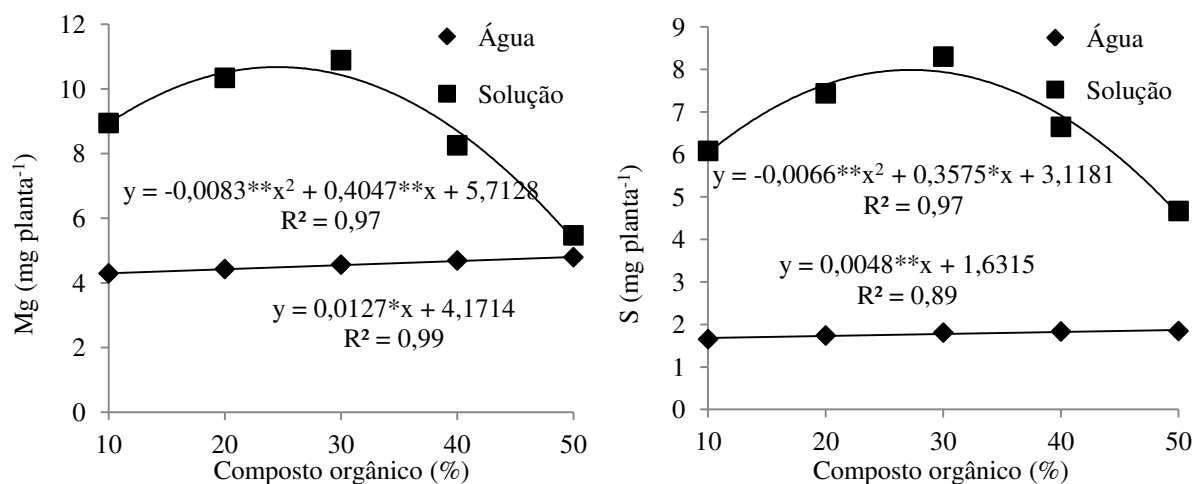
4.3 Absorção de nutrientes em *Tagetes patula*

4.3.1 Macronutrientes

Em relação a absorção de macronutrientes em tecidos da parte aérea, observou-se que nos substratos irrigados com água, a maior proporção de CO (50%), influenciou para a maior absorção (mg planta⁻¹) de N (37,9), P (6,8), K (63,5), Ca (6,3), Mg (4,8) e S (1,8) nas plantas de *Tagetes patula* (Figura 17).

Figura 17: Absorção (mg planta⁻¹) de macronutrientes em tecidos da parte aérea de *Tagetes patula* produzidas em substratos irrigados com água, em função da proporção (%) de composto orgânico (**: p < 0,01).





O aumento na absorção dos macronutrientes em plantas está relacionado a maior disponibilidade dos nutrientes em solução. O K foi o nutriente mais absorvido devido sua maior disponibilidade nos substratos (Figura 17) (Tabela 4). Entretanto, verificou-se comportamento quadrático em alguns nutrientes como N e P, os quais apresentaram redução na resposta de absorção em função do aumento da proporção de CO no substrato (Figura 17). Comportamento semelhante foi verificado por Cavalcante et al. (2012), em plantas de pinheira (*Annona squamosa* L.), onde o aumento da adubação orgânica à base de esterco bovino refletiu em maiores teores de K em relação aos demais nutrientes, e este por sua vez influenciou para redução na resposta de absorção dos demais nutrientes. No presente trabalho, a redução na absorção de N e P pode ter favorecido para redução de resposta das variáveis de crescimento (H, NF e MSPA) nas plantas produzidas nos substratos com proporção de CO acima de 47% (Figura 16).

Avaliando a absorção de macronutrientes nas plantas de *Tagetes patula* produzidas nos substratos irrigados com solução nutritiva, observou-se aumento no acúmulo de nutrientes (mg planta^{-1}) com o aumento do CO nos substratos até a proporção de 22% para N (103,3) e P (14,8), 25% para Ca (24,8) e Mg (10,6), e 27% para K (89,6) e S(8,0), com posterior redução dessas variáveis com o aumento da proporção de CO, com a menor absorção dos macronutrientes verificada nas plantas produzidas nos substratos formulados com 50% de CO (S5) (Figura 17). O aumento na absorção de nutrientes está associada ao aumento da disponibilidade desses elementos em solução com o aumento da proporção de composto orgânico nos substratos (Figura 15). Entretanto, o excesso de alguns nutrientes no solo pode reduzir a eficiência de outros, reduzindo consequentemente o desenvolvimento das culturas (FURTINI NETO; TOKURA, 2000). A diminuição na absorção dos macronutrientes nas plantas produzidas nos substratos com proporções de CO acima de 25%, em média, é

resultado da diminuição da MSPA das plantas cultivadas nos substratos com proporção de CO acima 25%, já que tais valores são resultantes da relação entre teor do nutriente e MSPA.

Nos substratos irrigados com solução nutritiva, mesmo tendo o aumento da proporção de CO influenciado para a redução da absorção de nutrientes tais resultados foram superiores aos observados nas plantas de *Tagetes patula* cultivadas nos mesmos substratos irrigados com água, com exceção do substrato S5, onde a maior absorção de K foi verificada nas plantas irrigadas com água e o onde o acúmulo de P não diferiu significativamente entre as plantas irrigadas com água e solução nutritiva (Tabela 6).

Tabela 6: Absorção (mg planta^{-1}) de macronutrientes em tecidos de plantas de *Tagetes patula* produzidas em diferentes substratos irrigados com água e solução nutritiva.

		------(%) composto-----					S6
		10	20	30	40	50	
N	Água	19,9b	25,8b	31,9b	35,0b	37,9b	12,4b*
	Solução	93,9a	102,6a	101,9a	77,1a	51,1a*	54,7a*
P	Água	5,3b	5,9b	6,5b	6,7b	6,8a	2,9b*
	Solução	13,5a	14,7a	14,5a	11,1a	7,4a*	8,5a*
K	Água	47,6b	52,5b	57,5b	60,7b	63,5a	25,9b*
	Solução	71,4a	84,9a	92,0a	75,6a	54,4b	32,1a*
Ca	Água	3,7b*	4,7b*	5,7b	6,0b	6,3b	4,4b*
	Solução	20,8a	24,0a	25,3a	19,7a	13,5a*	13,7a*
Mg	Água	4,3b	4,4b	4,6b	4,7b	4,8b	1,7b*
	Solução	8,9a	10,3a	10,9a	8,3a	5,5a	4,0a*
S	Água	1,7b	1,7b	1,8b	1,8b	1,8b	1,3b*
	Solução	6,1a*	7,4a	8,3a	6,6a*	4,7a*	5,3a*

Valores seguidos por * nas linhas não diferem entre si pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$) e de mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Observou-se nas plantas produzidas no substrato S6, irrigadas com água, a menor absorção de macronutrientes em relação aos demais substratos alternativos, porém, não diferindo estatisticamente das plantas cultivadas nos substratos S1 e S2 em relação ao acúmulo de Ca (Tabela 6). Nas plantas produzidas no substrato S6, irrigadas com solução nutritiva, também se verificou a menor absorção de macronutrientes entre os substratos avaliados, porém, não diferindo significativamente entre as plantas cultivadas no substrato S5 em relação a absorção de N, P e Ca e entre as plantas cultivadas nos substratos S1, S4 e S5 em relação ao acúmulo de S (Tabela 6).

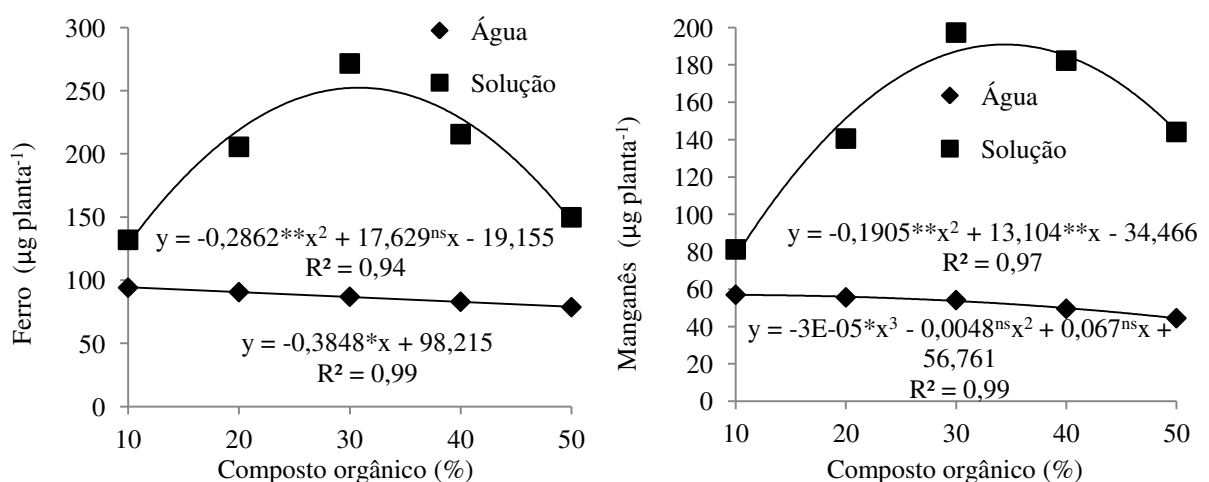
A menor absorção de macronutrientes em tecido de plantas produzidas no substrato S6 pode estar associada à baixa disponibilidade desses elementos em solução ou por efeitos de competição iônica, onde íons de propriedades físico-químicas semelhantes competem por sítios específicos de absorção e transporte (TAIZ; ZEIGER, 2013; MALAVOLTA, 2006). No substrato S6 o elevado teor de Na ($982,3 \text{ mg L}^{-1}$) foi superior aos teores de K e Mg em 88% e

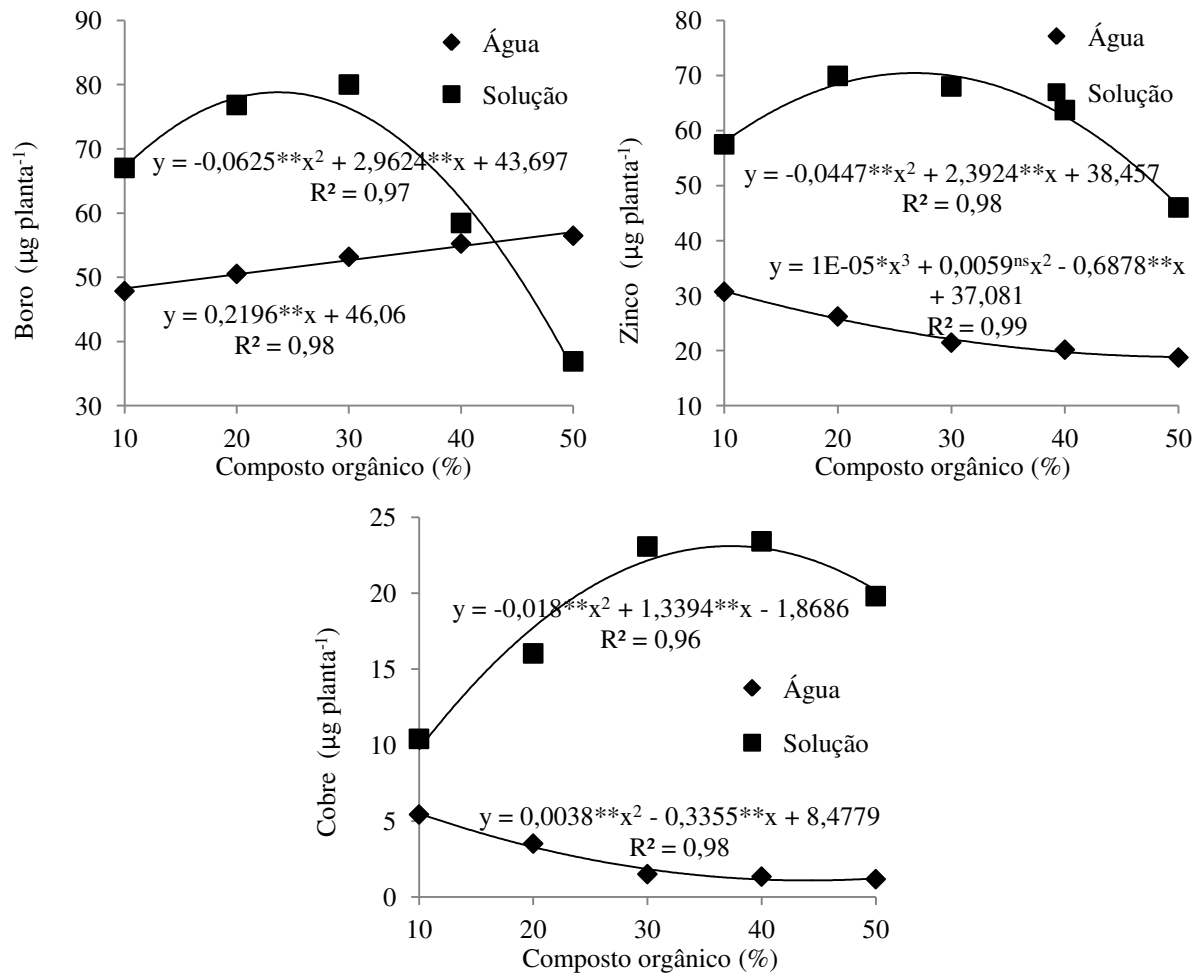
99% respectivamente (Tabela 4). Autores como Carmo et al. (2011), observaram comportamento similar no cultivo de abóbora irrigada, onde os elevados teores de Na reduziram significativamente a absorção de nutrientes, em especial os teores K e Mg em tecidos vegetais. Além disso, a redução na absorção de alguns nutrientes pode limitar a absorção de outros que são absorvidos de forma sinérgica (TAIZ; ZEIGER, 2013). Já a maior absorção de Ca e S pode estar associado a presença do gesso na composição do mesmo. De acordo com Ramos, Nannetti e Carmo, (2010) a utilização de gesso em substratos comerciais, além de influenciar para a maior disponibilização de Ca e S ao longo do tempo é utilizado para diminuir a CE desses substratos.

4.3.2 Micronutrientes

Em relação ao acúmulo de micronutrientes nos tecidos das plantas de *Tagetes patula* produzidas nos substratos irrigados com água, ao contrário do que se verificou para absorção do B, o qual foi absorvido em maior quantidade pelas plantas nos substratos com maior proporção de CO, houve redução na absorção dos micronutrientes catiônicos com aumento das proporções de CO, com os menores valores ($\mu\text{g planta}^{-1}$) de Fe (78,7), Cu (1,2), Mn (44,5) e Zn (18,8) observados nas plantas produzidas no substrato formulado com 50% de CO (S5) (Figura 18).

Figura 18: Absorção ($\mu\text{g planta}^{-1}$) de Fe (A), Cu (B), Mn (C), Zn (D) e B (E) em tecidos da parte aérea de plantas de *Tagetes patula* produzidas em substratos irrigados com água, em função da proporção (%) de composto orgânico (**: $p < 0,01$).





O aumento na absorção do B está relacionado, possivelmente, ao aumento na disponibilidade desse nutriente com o aumento da proporção de CO. Trabalho feito por Araújo (2007), verificou aumento do pH e disponibilidade desse nutriente com o incremento de matéria orgânica no substrato.

As reduções na absorção de micronutrientes catiônicos em plantas submetidas a doses crescentes de adubos orgânicos, geralmente estão associadas ao aumento da CTC em substratos pela formação de complexos organometálicos (CAVALCANTE *et al.*, 2012). Segundo Malavolta, (2006), essa complexação é ainda mais intensa com o aumento do pH e consequentemente das cargas negativas dependentes de pH, favorecendo o aumento da adsorção dos micronutrientes por coloides orgânicos, reduzindo a solubilidade e consequentemente a disponibilidade desses nutrientes em solução. Resultados semelhantes foram verificados por Araújo *et al.* (2007), os quais verificaram que o aumento nas doses de composto orgânico, influenciou para a redução dos teores de Cu, Fe e Mn em cafeeiro. No presente trabalho, a variação dos valores de pH nos substratos alternativos irrigados com água foi de 6,4 a 8,1, estando estes acima do recomendado por Kampf (2000) e Waldemar (2000),

de 5,5 a 6,5 para o cultivo de espécies ornamentais. Autores como Ludwig et al. (2014), verificaram que no cultivo de gébera, valores de pH acima de 6,5, influenciaram diretamente na redução da absorção de Mn e Zn, os quais influenciaram na redução da produção e qualidade da cultura.

Sobre a absorção de micronutrientes nos tecidos das plantas de *Tagetes patula* produzidas nos substratos alternativos irrigados com solução nutritiva, verificou-se comportamento similar ao observado para a absorção de macronutrientes, já que o houve aumento da absorção ($\mu\text{g planta}^{-1}$) de micronutrientes com o aumento da proporção de CO nos substratos até a proporção de CO de 31% para Fe (252,3), 34% para Mn (190,9), 27% para Zn (70,5), 37% para Cu (23,0) e 24% para B (78,8), com posterior redução na absorção desses nutrientes com o aumento da participação do CO nos substratos até a proporção de 50% (S5) (Figura 18). Entretanto, mesmo com redução na absorção de micronutrientes nas proporções acima citadas, tais valores foram superiores aos observados nas plantas cultivadas nos substratos irrigadas com água (Tabela 7).

Tabela 7: Absorção de micronutrientes ($\mu\text{g planta}^{-1}$) em tecidos de plantas de *Tagetes patula* produzidas em diferentes substratos irrigados com água e solução nutritiva.

		------(%) composto-----					S6
		10	20	30	40	50	
Fe	Água	94,1b	90,6b	86,9b	83,0b	78,7b	42,4b*
	Solução	132,0a	205,6a	271,5a	215,6a	149,8a	73,0a*
Cu	Água	5,4b	3,5b*	1,5b	1,4b	1,2b	2,7b*
	Solução	10,4a*	16,0a	23,1a	23,4a	19,8a	6,1a*
Zn	Água	30,7b	26,2b	21,5b	20,2b	18,8b	6,8b*
	Solução	57,5a	69,9a*	77,2a*	63,7a	46,0a	76,9a*
Mn	Água	57,0b	55,6b	54,2b	49,5b	44,5b	18,3b*
	Solução	81,3a	140,6a	197,3a	182,3a	144,1a	53,5a*
B	Água	47,8b*	50,5b	53,2b	55,2a	56,5a	37,0a*
	Solução	67,0a	76,8a	80,0a	58,4a	36,9b*	34,0a*

Valores seguidos por * nas linhas não diferem entre si pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$) e de mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O aumento dos teores de micronutrientes nos tecidos das plantas cultivadas nos substratos fertirrigados pode estar associado aos menores valores do pH dos mesmos em relação aos substratos irrigados com água, e que pode ter contribuído para o aumento da disponibilidade e absorção desses nutrientes. A diminuição do pH e conseqüentemente o aumento na disponibilidade de íons H^+ reduz a adsorção e/ ou complexação de micronutrientes catiônicos por efeito de competição iônica, deixando-os mais disponíveis para serem absorvidos pelas plantas (NACHTIGALL; NOGUEIRO; ALLEONI, 2009).

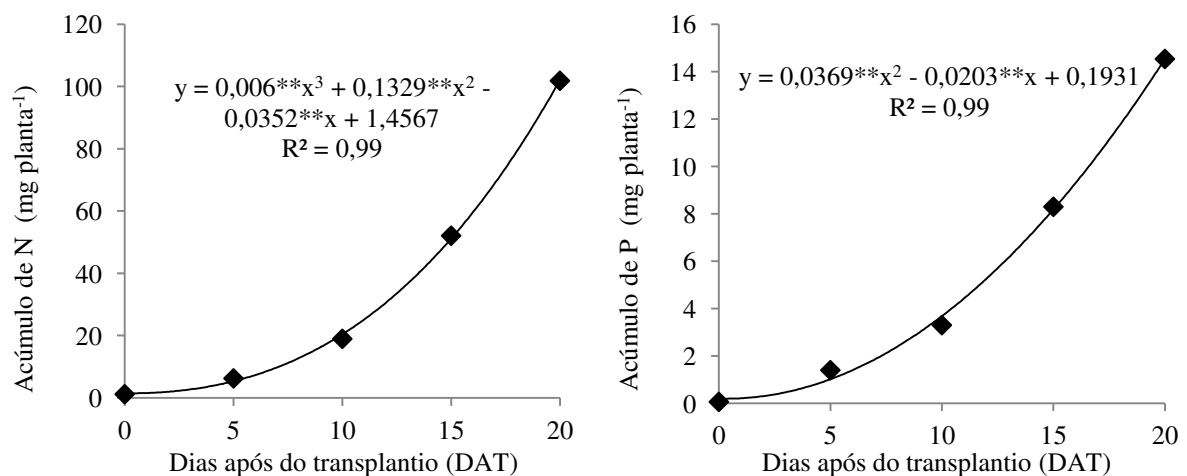
Similar à absorção dos macronutrientes nas plantas produzidas nos substratos irrigados com solução nutritiva, as reduções na absorção de micronutrientes das plantas produzidas nos substratos com proporções de CO acima de 31%, em média, podem estar associadas a diminuição da MSPA das plantas cultivadas nos substratos com mais de 25% de CO, já que tais valores são resultantes da relação entre o teor do micronutriente e MSPA da planta.

Nas plantas cultivadas no substrato S6 observou-se os menores valores de micronutrientes em tecidos em relação às plantas cultivadas nos demais substratos alternativos, porém, não diferindo estatisticamente entre as plantas cultivadas no substrato S2 para acúmulo de Cu e entre às cultivadas no substrato S1 para acúmulo de B quando irrigados com água e entre às plantas cultivadas no substrato S1 para acúmulo de Cu e B e entre às produzidas nos substratos S2 e S3 para acúmulo de Zn quando irrigadas com solução nutritiva (Tabela 7). A baixa absorção de micronutrientes podem estar relacionados aos baixos teores de micronutrientes no substrato. Entretanto, o desconhecimento dos teores desses nutrientes nos substratos dificulta possíveis inferências sobre tais resultados.

4.4 Marcha de absorção de nutrientes em *Tagetes patula*

O acúmulo de nutrientes em plantas de *Tagetes patula*, em função do tempo, apresentou ajuste a um comportamento polinomial, do transplantio das mudas (0DAT) ao 20º dia após o transplantio (20DAT), momento em que as plantas apresentaram a 1ª flor totalmente aberta (Figura 19 e 20).

Figura 19: Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R^2) obtidos nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S em plantas de *Tagetes patula*, em função do tempo de cultivo (**: $p < 0,01$).



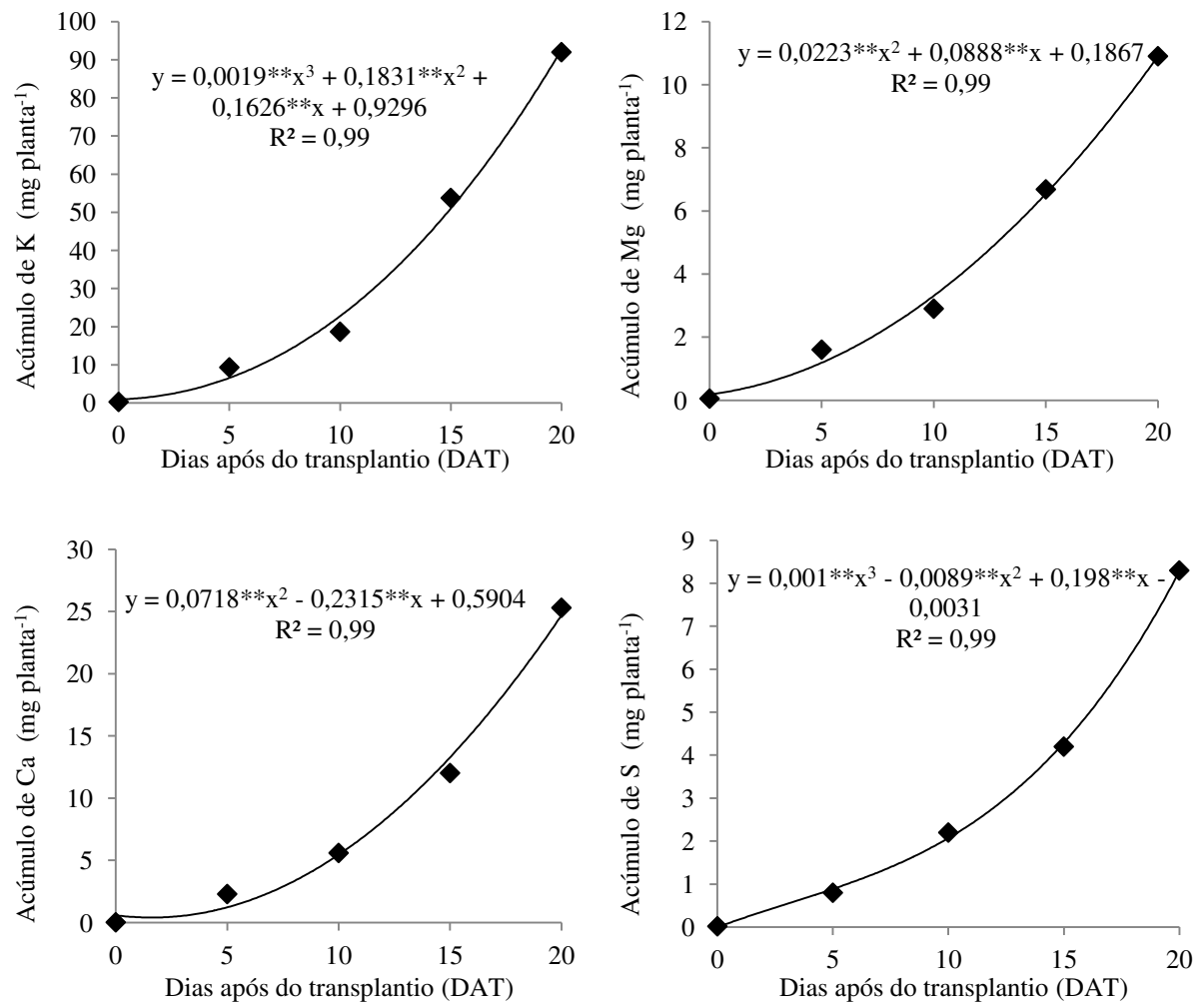
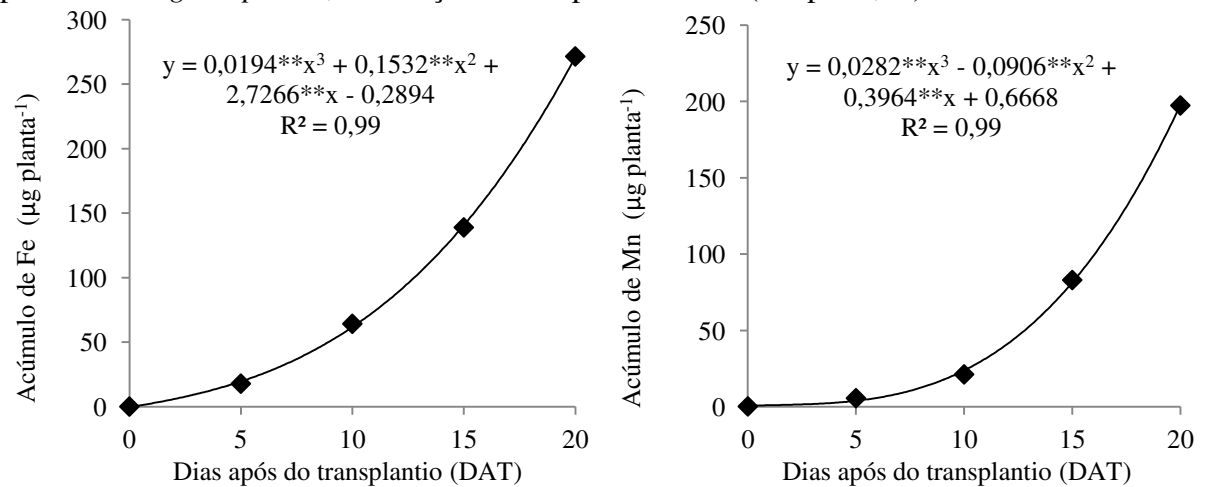
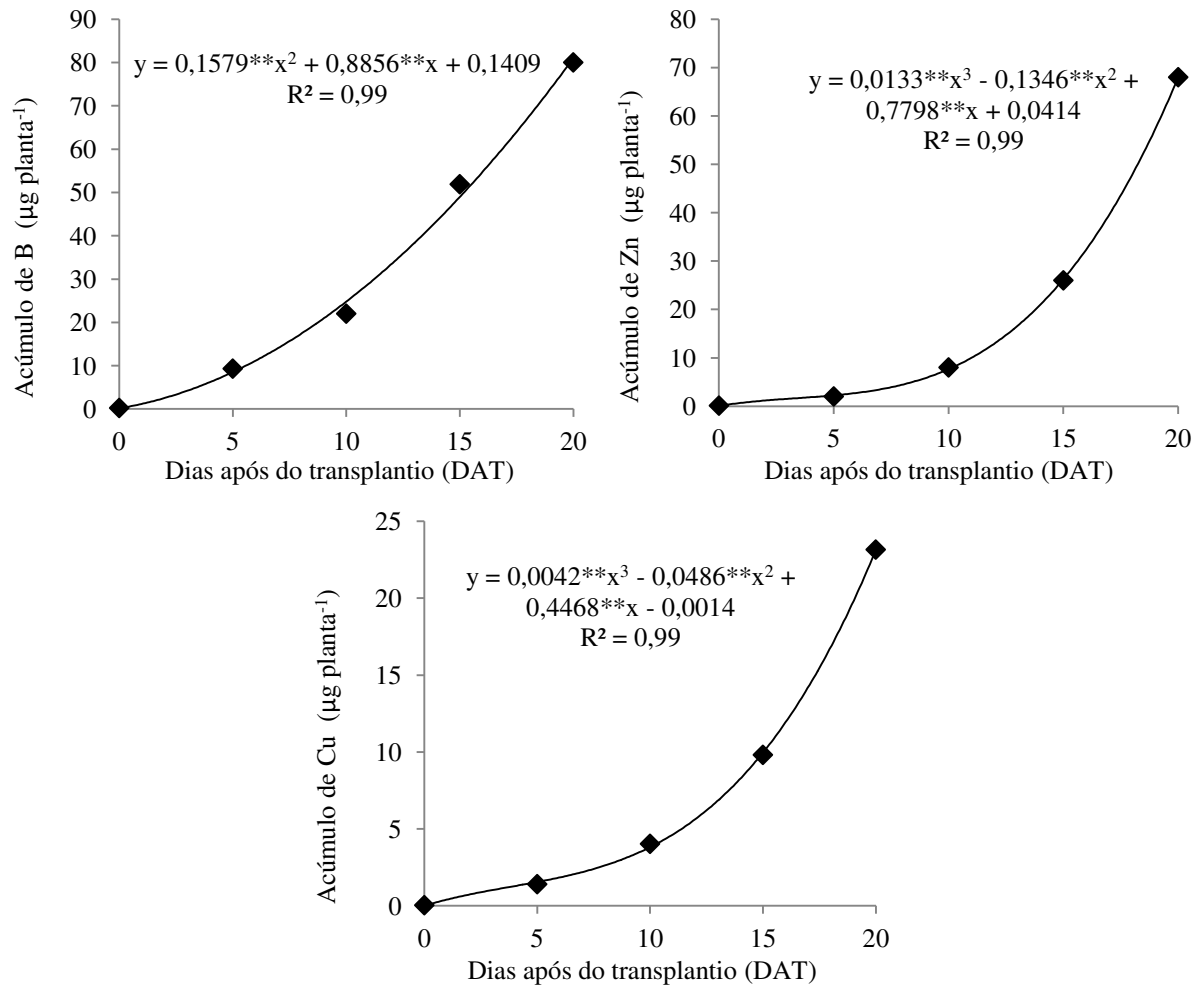


Figura 20: Equações, valor de F e coeficiente de determinação (R^2) obtidos nos estudos de regressão sobre os efeitos do tempo de cultivo (dias) no acúmulo de Fe, B, Mn, Zn e Cu em plantas de *Tagetes patula*, em função do tempo de cultivo (**: $p < 0,01$).





A seqüência da maior absorção (mg planta^{-1}) de macronutrientes nas plantas de *Tagetes patula* foi: $\text{N} > \text{K} > \text{Ca} > \text{P} > \text{Mg} > \text{S}$ (Figura 19). Em plantas da mesma família da *Tagetes* (Asteraceae) como a gérbera (LUDWIG *et al.*, 2008) e áster (CAMARGO *et al.*, 2005) o K é o nutrientes mais exigido. Outros trabalhos relacionados com o acúmulo de nutrientes em gérbera (GUERRERO; FERNANDES; LUDWIG, 2012) e crisântemo (MOTA *et al.*, 2013), o S foi também o macronutriente menos absorvido. Esses autores verificaram diferentes ordens de absorção de nutrientes entre essas espécies, onde a seqüência da maior demanda de macronutrientes no Crisântemo foi: $\text{K} > \text{N} > \text{Ca} > \text{P} > \text{Mg} > \text{S}$ e na gérbera: $\text{K} > \text{N} > \text{P} > \text{Ca} > \text{S} > \text{Mg}$. De acordo com Prado (2008) a ordem padrão, decrescente de extração das culturas em geral, é: $\text{N} > \text{K} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P} \leftrightarrow \text{S}$, entretanto essa sequencia depende da disponibilidade de elementos em solução, bem como da característica da espécie avaliada.

Em relação a demanda por micronutrientes em plantas de *Tagetes patula*, verificou-se o acúmulo decrescente: $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{B} > \text{Zn} > \text{Cu}$. Resultado similar foi verificado por Ludwig *et al.* (2012), no cultivo de gérbera, planta da mesma família da *Tagetes patula*, e que apresentou a mesma ordem de acumulação de micronutrientes. Entretanto, no cultivo de crisântemo, Mota

et al. (2013) verificaram a seguinte ordem de absorção: Fe>Zn>B>Mn>Cu. Segundo Marschner, (2012) e Goto et al. (2001), a quantidade de nutrientes absorvidos e acumulados pelas plantas além de ser característica de cada espécie, é influenciada pelo ambiente e dependente do estágio de desenvolvimento.

Em relação a taxa de crescimento relativo (TCR) a qual expressa o aumento da massa da matéria seca, por unidade de massa já existente, em um intervalo de tempo, valores máximos foram obtidos entre 0-5 DAT, com diminuição da TCR ao longo do tempo (Tabela 8).

Tabela 8 - Taxa de crescimento relativo (TCR) em plantas de *Tagetes patula*, em função do tempo de cultivo.

Dias Após do Transplântio (DAT)	TCR (mg por g por dia)
0-5	0,294
5-10	0,219
10-15	0,220
15-20	0,153

Comportamento semelhante foi verificado por Rozane et al. (2013) em porta-enxertos de caramboleira cultivada em solução nutritiva, onde a TCR foi maior nos primeiros estágios de desenvolvimento, com posterior redução ao longo do tempo. Com o desenvolvimento da planta, os aumentos no crescimento tornam-se progressivamente menores com o tempo, até que um patamar estável seja atingido (FELTRIM *et al.*, 2008).

A partir da TCR, obteve-se a Taxa de Absorção Relativa de Nutriente (TARN) (Tabela 9), a qual é dependente da massa vegetal produzida e do metabolismo vegetal ligado às necessidades fisiológicas da planta pelo nutriente (ROZANE *et al.*, 2013).

Tabela 9 - Taxa de absorção relativa (TARN) de nutrientes em plantas de *Tagetes patula*, em função do tempo de cultivo.

N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B
-----mg por g por dia-----					-----µg por g por dia-----					
0,01685	0,00279	0,01942	0,00455	0,00171	0,00094	0,04346	0,00454	0,00632	0,01782	0,01526
0,01215	0,00230	0,01202	0,00402	0,00152	0,00071	0,03304	0,00251	0,00574	0,01492	0,01238
0,01055	0,00159	0,01118	0,00205	0,00128	0,00053	0,02114	0,00184	0,00574	0,01428	0,01088
0,00803	0,00086	0,00649	0,00155	0,00109	0,00039	0,01890	0,00172	0,00540	0,01299	0,00362

De um modo geral, as taxas TARN's acompanham a TCR da planta (Figura 8 e 9). No período compreendido entre o transplante (0DAT) e o 5º DAT após do transplante, a TCR das plantas e a TARN dos nutrientes foram maiores do que nos períodos posteriores. Esses resultados sugerem que as plantas apresentaram metabolismo mais intenso neste período do que nos posteriores, o que provavelmente seja consequência das condições adequadas de cultivo e adaptação ao novo meio após o transplante.

4.5 Avaliação de custo de substratos recomendados para o cultivo de *Tagetes patula*

De forma a se avaliar a possibilidade de redução de custos, pela substituição do substrato comercial por substratos alternativos, foram levantadas informações sobre os valores médios dos produtos e serviços utilizados na produção de 1m³ dos substratos recomendados na produção de *Tagetes patula* em vaso (Tabela 10).

Tabela 10: Custos para fabricação de 1m³ dos substratos alternativos e do substrato comercial utilizados no cultivo de *Tagetes patula* em vaso.

Produto/Serviço	R\$
- 1,5m ³ de resíduos de produtos hortifrutigranjeiros oriundos da CEASA	0,0
- Frete (ida e volta) utilizado para o recolhimento de resíduos de produtos hortifrutigranjeiros da CEASA ao local utilizado no processo de compostagem (14,6 Km), utilizando como referencia o preço médio (R\$ 1,4) do diesel comercializado em Fortaleza.	4,6
- Esterco bovino (0,5m ³) utilizado no processo de compostagem de 1,5m ³ de resíduos de produtos hortifrutigranjeiros.	37,5
- 8 diárias de um auxiliar de serviços gerais para utilizadas para o carregamento e descarregamento dos resíduos, trituração, homogeneização com esterco bovino, revolvimento semanal da pilha, peneiramento e formulação dos substratos.	240,0
1m³ de composto orgânico	276,7
- 1 m ³ de pó da casca do coco verde (PCCV)	100,0
- 1 m ³ de Bagana de carnaúba (BC)	42,0
- 1 m ³ de solo hidromórfico (Neossolo Flúvico) (SH)	49,9
- 1 m ³ de substrato base (4,5 PCCV: 4,5 BC: 1 SH) (v:v:v)	68,9
- 1 m ³ do substrato alternativo com 24% de composto orgânico	114,6
- 1m ³ do substrato alternativo com 47% de composto orgânico	178,2
- 1 m ³ de substrato comercial*	1600,0

* Saco de 25 litros = R\$ 40,0.

Devido a subsidiência, de 50% em média dos resíduos durante o processo de compostagem, necessitou-se de 1,5m³ de resíduos de produtos hortifrutigranjeiros + 0,5m³ de esterco bovino para a obtenção de 1m³ de composto orgânico.

Em geral, os custos de produção dos substratos alternativos formulados com 47% e 24% de CO, os quais influenciaram para o melhor desenvolvimento de plantas de *Tagetes patula* irrigadas com água e solução nutritiva, respectivamente, foram cerca de 93% e 89% inferiores ao custo do substrato comercial (Tabela 10). Esses resultados são consequência dos baixos valores de aquisição dos resíduos agroindustriais e agropecuários, aliados ao elevado valor do substrato comercial.

Dessa forma, verifica-se que a utilização de resíduos encontrados na região Nordeste, além de diminuir o impacto ambiental causado pela disposição inadequada desses materiais, pode reduzir os custos de produção de espécies ornamentais em vaso.

5 CONCLUSÕES

- Substratos alternativos à base de resíduos agroindustriais e agropecuários são mais indicados na produção de *Tagetes patula* quando irrigados com água e formulados com 47% de CO ou quando irrigados com solução nutritiva e 24% de CO, sendo estes 93% e 89%, respectivamente, mais econômicos que o substrato comercial.
- A ordem decrescente dos nutrientes acumulados em plantas de *Tagetes patula* é de (mg planta⁻¹): N = 101,9; K = 92,0; Ca = 23,1; P = 14,5, Mg = 10,9; S = 8,6; (µg planta⁻¹) de: Fe = 271,6; Mn = 197,3; B = 80,0; Zn = 77,3, e Cu = 23,2. O período de maior exigência de nutrientes nos tecidos é compreendido entre 0 - 5 dias após o transplante.

6 REFERÊNCIAS

ABAD, M.; MARTINEZ, P. F.; MARTINEZ, J. Evaluación agrónomica de los substratos de cultivo. **Actas de Horticultura**, Villaviciosa, Espanha, v. 11, p. 141-154, 1993.

ABAD, M.; NOGUERA, P. Substratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. In: *Fertirrigación: Cultivos Hortícolas y Ornamentales*. C, Cadahia (Coord.). Madrid: **Mundi-Prensa**, p. 287-342, 1998.

ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; BATAGLIA, O. C. Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS. 2002, Campinas. **Resumos: IAC**, p. 17-28, 2002.

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, p.184-187, 2007a.

ABREU, M. F.; SANTOS, P. H.; FURLANI, P. R.; ABREU, C. A. Extração de substratos para obtenção da concentração de micronutrientes disponíveis para a rúcula. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 411-417, 2007b.

ALMEIDA, E. F. A.; FRAZÃO, J. E. M.; SANTOS, F. H. S. Manejo da adubação no cultivo comercial de plantas ornamentais. **Circular Técnica**. EPAMIG, n. 69, 2009.

ALMEIDA, J. **Dicionário de Botânica Brasileira**. Compêndio dos vegetais do Brasil tanto indígenas como aclimatadas. Rio de Janeiro, 1873. 433p.

ALMEIDA, R. N.; BITENCOURT, D. V.; PEDROTTI, A.; SANTOS, L. C. P. A problemática dos resíduos sólidos urbanos. **Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente**. Aracaju. v. 2, p. 25-36, 2013.

ALVES, M. O.; COELHO, J. D. Tecnologia e relações sociais de produção no extrativismo da carnaúba no nordeste brasileiro. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44., 2006, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2006. 9p. 1 CD-ROM.

ANANI, K.; HUDSON, J. B.; SOUZA, C.; AKPAGANAL, K.; TOWER, G. H. N.; AMASOM, J. T.; GBEASSON, M. Investigation of medicinal plants of togo for antiviral and antimicrobial activities. **Pharm Biol.**, v. 38, n. 1, p. 40-45, 2000.

ARAÚJO, A. P.; MACHADO, C. T. T. Fósforo. *In*: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 253-281.

ARAÚJO, D. B. **Produção de mudas de espécies ornamentais em substratos a base de resíduos agroindustriais e agropecuários**. 2010. 72f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

ARAÚJO, E. O.; SILVA, M. A. C. Interação boro e zinco no crescimento, desenvolvimento e nutrição do algodoeiro. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**. Recife, v.7, p.720-727, 2012.

ARAÚJO, J. B. S.; CARVALHO, G. J.; GUIMARÃES, R. J.; CARVALHO, J. G. Composto orgânico e biofertilizante na nutrição do cafeeiro em formação no sistema orgânico: Teores foliares. **Coffee Science**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 20-28, 2007.

ARAÚJO, D. B.; BEZERRA, F. C.; FERREIRA, F. V. M.; SILVA, T. C.; SOUSA, H. H. F. Produção de mudas de *Tagetes Patula* em diferentes substratos à base de resíduos orgânicos agroindustriais e agropecuários. CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS, **Resumos**, Vitória-ES, 5p, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS CENTRAIS DE ABASTECIMENTO (ABRASCEM). **Estimativas de Perdas nas Centrais de Abastecimento** - Encontro de Dirigentes e Técnicos das Ceasas Brasileiras. Belo Horizonte, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil** – 2014. Disponível em: < <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>>. Acesso em: 16/01/2016.

BACKES, M. A.; KÄMPF, A. N. Substratos à base de composto de lixo urbano para a produção de plantas ornamentais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v.26, n.5. p. 753-758. 1991.

- BARBOSA, E. A. **Modelo de gestão ambiental em resíduos sólidos para centrais de abastecimento, embasado no ciclo de Deming**. 2008. 182f. Tese (Doutorado em Agronomia). Campina Grande, 2008.
- BEZERRA, F. C. Produção de mudas de hortaliças em ambiente protegido. **Documentos 72**. 22 p. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza. 2003.
- BEZERRA, F. C.; LIMA, A. V. R.; ARAÚJO, D. B.; CAVALCANTI JÚNIOR, A. T. Produção de mudas de *Tagetes erecta* em substratos à base de casca de coco verde. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, **Resumos**, v. 1, p. 130, 2006.
- BÖHM, W. **Methods of Studying Root Systems**. Berlin: Springer Veriag, 1979. 188 p.
- BONATO, C. M.; RUBIN FILHO, C. J.; MELGES, E.; SANTOS, V. **Nutrição mineral de plantas**. Maringá: Universidade Estadual do Maringá, 1998. 137p.
- BRAGA, D. O.; SOUZA, R. B.; CARRIJO, O. A.; LIMA, J. L. Produção de mudas de pimentão em diferentes substratos a base de fibra de coco verde sob fertirrigação. Horticultura Brasileira, **Resumo**. Brasília, v. 25. Suplemento CD-ROM, 2007.
- BRIGITTA, S.; R. ŞUMĂLAN. The influence of arbuscular mycorrhizal fungi on ornamental characters of *Tagetes patula* L. **Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology**. v. 15, p. 170- 174, 2011.
- BRITO, K. S. A.; SILVA, V. F. S.; NASCIMENTO, E. C. S.; FERREIRA, A. C.; ANDRADE, L. O. Combinações de substratos agrícolas para o cultivo de plântulas de girassol irrigadas com água residuária. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 10, n. 2, p. 125-134, 2014.
- BUDAG, P. R.; SILVA, T. P. Cadeias produtivas do estado de Santa Catarina: Flores e plantas ornamentais. EPAGRI. **Boletim Técnico**. Florianópolis, SC: EPAGRI, n.106, 51p, 2000.
- BUENA, A. P.; DIEZ-ROJO, M. A.; LOPEZ-PEREZ, J. A.; ROBERTSON, L.; ESCUER, M.; BELLO, A. Screening of *Tagetes patula* L. on different populations of Meloidogyne. **Crop Protection**, v. 27, p. 96-100, 2008.

CALVETE, E. D. **Sistemas de produção de mudas de hortaliças**. In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROZA, M. N.; SEDIYANA, M. A. N. (Ed.). Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substratos. Viçosa: UFV, 2004. p. 236-262.

CAMARGO, M. S.; MELLO, S. C.; ANTI, G. R.; CARMELLO, Q. A. C. Crescimento e absorção de nutrientes pelo *Aster ericoides* cultivado em solo sob estufa. **Horticultura Brasileira**, v.23, p.271-274, 2005.

CARMO, G. A.; OLIVEIRA, F. R. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, F. A.; CAMPOS, M. S.; FREITAS, D. C. Teores foliares, acúmulo e partição de macronutrientes na cultura da abóbora irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 512-51, 2011.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.

CARRIJO, O. A.; VIDAL, M. C.; REIS, N. V. B.; SOUZA, R. B.; MAKISHIMA N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, v. 22, p. 5-9, 2004.

CASTRO, C. E. F. Cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 4, n. 1/2, p. 1-46, 1998.

CATI. Cultivo em Ambiente Protegido. Grupo de Trabalho – Plasticultura. Campinas, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, **Boletim Técnico**, 31p, n. 232, 1997.

CAVALCANTE, E. G. S.; ALVES, M. C.; SOUZA, Z. M.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 1329-1339, 2007.

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, f. H. L.; SANTOS, G. D. Micronutrient and sodium foliar contents of yellow passion fruit as a function of biofertilizers. **Fruits**, v. 63, n. 1, p. 27-36, 2008.

CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; CURVÊLO, C. R. C.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, Í. H. L. Estado nutricional de pinheira sob adubação orgânica do solo. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 3, p. 579-588, 2012.

CAVALCANTE, M. Z. B.; PIVETTA, K. F. L.; CAVALCANTE, I. H. L.; CAVALCANTE, L. F.; BELLINGIERI, P. A.; CAMPOS, M. C. C. Condutividade elétrica da solução nutritiva para o cultivo de crisântemo em vaso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 34, p. 747-756, 2010.

CAVINS, T. J.; WHIPKER, B. E.; FONTENO, W. C.; HARDEN, B.; McCALL, I.; GIBSON, J. L. Monitoring and managing pH and EC using the PourThru extraction method. Raleigh: **Horticulture Information**, v. 590, p. 1-17, 2000.

CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DO CEARÁ-S/A (CEASA). **Análise conjuntural**. 2016. Disponível em: <<http://www.ceasa-ce.com.br/index.php/analise-conjuntural>>. Acesso em 27/03/2016.

CHARLO, H. C. O. **Análise de crescimento e marcha de acúmulo de nutrientes na cultura do pimentão, cultivado em substrato**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 75 f, 2008.

CHEN, X., YUAN, H., CHEN, R., ZHU, L., DU, B., WENG, Q., HE, G. Isolation and characterization of triacontanol-regulated genes in rice (*Oryza sativa* L.): Possible role of triacontanol as a plant growth stimulator. **Plant and Cell Physiology**, v. 43, n. 8, p.869-876, 2002.

COELHO, L. C.; KAWAMOTO, L. S.; RODAS, C. L.; SOUZA, G. A. PINHO, P. J.; CARVALHO, J. G. Caracterização de sintomas visuais, parâmetros de crescimento e desenvolvimento de *Tagetes erecta* sob deficiências nutricionais. **Revista Agrarian Dourados**, v. 4, n. 12, p. 113-122, 2011.

COMITÉ EUROPEÉN DE NORMALISATION (CEN). **Norma EN 13039**. Mejoradores de suelo y sustratos de cultivo – Determinación del contenido en materia orgánica y de las cenizas. Bruxelles: Comité Europeén de Normalisation, 1999a.

COMITÉ EUROPEÉN DE NORMALISATION (CEN). **Norma EN 13041**. Mejoradores de suelo y sustratos de cultivo – Determinación Bragantia, Campinas T.Q. Zorzeto et al. de las propiedades físicas. Densidad aparente seca, volumen de aire, volumen de agua, valor de contracción y porosidad total. Bruxelles: Comité Europeén de Normalisation, 1999b.

CORRÊA, R. M.; PINTO, J. E. B. P.; REIS, E. S.; COSTA, L. C. B.; ALVES, P. B.; NICULAN, E. S.; BRANT, R. S. Adubação orgânica na produção de biomassa de plantas, teor e qualidade de óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) em cultivo protegido. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.12, n.1, p.80-89, 2010.

DANIEL, T.; HELMS, J.; BACKER, F. **Princípios de silvicultura**. 2ed. México: McGraw-Hill, 492p. 1982.

DAROLT, M. R.; BLANCO NETO, V.; ZAMBON, F. R. A. Cinza vegetal como fonte de nutrientes e corretivo de solo na cultura da alface. **Horticultura Brasileira**, Viçosa, MG, v.11, p. 38-40, 1993.

DECHEN, R. A.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.327-354, 2006.

DUARTE, A. S.; ROLIM, M. M.; SILVA, E. F. F.; PEDROSA, E. M. R.; ALBUQUERQUE, F. S.; MAGALHÃES, A. G. Alterações dos atributos físicos e químicos de um Neossolo após aplicação de doses de manipueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.17, n.9, p.938-946, 2013.

FAGERIA, N. K. Nutrient interactions in crop plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 24, p. 1269-1290, 2001.

FAIZI, S.; FAYYAZ, S.; BANO, S.; IQBAL, E. Y.; LUBNA, S. H.; NAZ, A. Isolation of nematicidal compounds from *Tagetes patula* L. yellow flowers: structure-activity relationship studies against cyst nematode *Heterodera zeae* infective stage larvae. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. n. 59, 2011.

FELTRIM, A. L. et al. Crescimento e acúmulo de macronutrientes em chicória coberta e não coberta com polipropileno. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 1, p. 50-55, 2008.

FERMINO, M. H. **Aproveitamento de resíduos industriais e agrícolas como alternativas de substratos hortícolas**. 1996. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Fitotecnia)–Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

FERNANDES, C.; CORÁ, J. E. **Substratos hortícolas**. **Revista Cultivar - HF**, Pelotas, v. 10, p. 32-34, 2001.

FERRAZ, M. V.; GODOY, L. J. G.; SILVA, L. Acúmulo de nutrientes em plantas ornamentais da região de registro: macronutrientes. 20º Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais. **Resumo**. Piracicaba, 2015.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 402p, 2000.

FURLAN, R. A. **Cultivo Protegido**. Fortaleza: Secretaria de Agricultura Irrigada do Ceará – SEAGRI. Agricultura Irrigada do Ceará, v.3, n.5, 38p, 2002.

FURTINI NETO, A. E.; TOKURA, A. M. **Fertilidade e adubação de plantas medicinais**. Lavras: Editora da Universidade Federal de Lavras, v.1, 81p, 2000.

GOMES, A. R. M. **Estimativa da evapotranspiração e coeficientes de cultivo da helicônia sob diferentes níveis de adubação e espaçamento na região de Paraipaba-CE**. 75f, 2004. Dissertação (Mestrado em Agronomia). UFC, Fortaleza, 2004.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substrato para a produção de mudas. In: SOLO-SUELO-CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13.,1996. Águas de Lindóia-SP. **Resumos expandidos**. 1CD. SLCS, SBCS, ESALQ/USP, CEA – SBM. 1996.

GOTO, R.; GUIMARAES, V. F.; ECHER, M. M. Aspectos fisiológicos e nutricionais no crescimento e desenvolvimento de plantas hortícolas. In: FOLEGATTI, M. V.; CASARINI, E.; BLANCO, F. F.; BRASIL, R. P. C.; RESENDE, R. S. (Coord.). **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças**. **Guaíba: Agropecuária**, v.2, p.241-268, 2001.

GRANGEIRO, L. C.; COSTA, K. R.; MEDEIROS, M. A.; SALVIANO, A. M.; NEGREIROS, M. Z.; BEZERRA NETO, F.; OLIVEIRA, S. L. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivadas em condições do Semi-Árido. **Horticultura Brasileira**. v. 24, p. 190-194, 2006.

GRIGATTI, M.; GIORGIONI, M. E.; CIAVATTA, C. Compost-based growing media: Influence on growth and nutrient use of bedding plants. **Bioresource Technology**, v. 98, n. 18, p. 3526-3534, 2007.

GUERRERO, A. C.; FERNANDES, D. M.; LUDWIG, F. Acúmulo de nutrientes em gérbera de vaso em função de fontes e doses de potássio. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 201-208, 2012.

GUERRINI, I. A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 6, p. 1069-1076, 2004.

HIDALGO, P. R.; MATTA, F. B. HARKESS, R. L. Physical and chemical properties of substrates containing earthworm castings and effects on marigold growth. **HortScience**, v. 41, p. 1474-1476, 2006.

IBAM – INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, 2002.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 219 p.

ICHINOSE, J. G. S. **Desenvolvimento e acúmulo de nutrientes em duas espécies de orquídeas: Dendrobium nobile Lindl. e Miltonia flavescens Lindl. var. stellata Regel**. 75 f. 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

JAYASINGHEA, G.Y.; LIYANA ARACHCHI, I.D.; TOKASHIKI, Y. Evaluation of containerized substrates developed from cattle manure compost and synthetic aggregates for ornamental plant production as a peat alternative. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 54, p. 1412-1418, 2010.

KÄMPF, A. N., FERMINO, M. H. (Eds.) **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, 312p, 2000.

KÄMPF, E; BAJAK, E.; JANK, M. S. O Brasil no mercado internacional de flores e plantas ornamentais. **Informe GEP/DESR**, v.3, n.3, p.3-11, 1990.

KASAHARA, Y.; YASUKAWA, K.; KITANAKA, S.; KHAN, T. M.; EVANS, F. J. Effect of methanol extract from flower petals of *Tagetes patula* L. on acute and chronic inflammation model. **Phytotherapy Research**, v. 16, p. 217-222, 2002.

KIEHL, E. J. Conceitos sobre compostagem. In: **Manual de Compostagem**. Piracicaba,: E. J. Kiehl, 3a edição do autor, p. 01–03, 2002.

LATIMER, J. G. Container size and shape influence growth and landscape performance of marigold seedling. **HortScience**, v. 26, n. 2, p. 124-126, 1991.

LEE, J. Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. **Scientia Horticulturae**, v.124, p.299-305, 2010.

LONE, A. B.; BARBOSA, C. M.; TAKAHASHI, L. S. A.; FARIA, R. T. Aclimatização de *Cattleya* (Orchidaceae), em substratos alternativos ao xaxim e ao esfagno. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 4, p. 465-469, 2008.

LOUREIRO, D. C.; AQUINO, A. M.; ZONTA, E.; LIMA, E. Compostagem e vermicompostagem de resíduos domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** (online). Brasília, v. 42, n. 7, p. 1043-1048, 2007.

LUDWIG, F.; FERNANDES, D. M.; MOTA, P. R. A. Micronutrientes em cultivares de gérbera de vaso. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. v.18, n.2, p. 121-128, 2012.

LUDWIG, F.; FERNANDES, D. M.; MOTA, P. R. D.; VILLAS BÔAS, R. L. Macronutrientes em cultivares de gérbera sob dois níveis de fertirrigação. **Horticultura Brasileira**, v.26, p.68-73, 2008.

LUDWIG, F.; GUERRERO, A. C.; GONÇALVES, S. O.; FERNANDES, D. M.; VILLAS BÔAS, R. L. Lâminas de fertirrigação e substratos na produção e qualidade de gérbera de vaso. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 4, p. 635-646, 2013.

LUDWIG, F; FERNANDES, D. M.; GUERRERO, A. C.; VILLAS BÔAS, R. L.; Características dos substratos na absorção de nutrientes e na produção de gérbera de vaso. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p. 184-189, 2014.

MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C.; FILHO, F. Q. P.; GUEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. Teores foliares de nutrientes em meloeiro irrigado com águas de diferentes salinidades. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.292-295, 2005.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, p.638, 2006.

MARSCHNER, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3rd ed. New York, Academic Press, p.651, 2012.

MARTINEZ, P. F. Manejo de substratos para horticultura. In: FURLANI, A.M.C. (Ed.) Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas (**Documentos**). Campinas: IAC, p. 53-73, 2002.

MARULANDA, C. A. **Manual Técnico para horta hidropônica popular**. Santiago. FAO, 1995.

MASCARENHAS, G. C. C. Banana: comercialização e mercados. **Informe Agropecuário**, v.20, n. 196, p. 97-108, 1999.

MATOS, A. T. Tratamento de resíduos agroindustriais. In: curso sobre tratamento de resíduos agroindustriais, 2005, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Fundação Estadual do Meio Ambiente, p.1-34, 2005.

MELO, D. M. **Crescimento e acúmulo de nutrientes do meloeiro rendilhado cultivado em substrato**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Jaboticabal, 85p, 2011.

MENDONÇA, V. MELO, J, K, H. MENDONÇA, L. F. M. LEITE, G. A. PEREIRA, E. C. Avaliação de diferentes substratos na produção de porta enxertos de tamarindeiro. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 1, 2014.

MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em Horticultura**. São Paulo: Agronômica Ceres, 357 p. 1995.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Instrução Normativa SDA N.º 17. Diário Oficial da União- Seção 1, n.º 99, 24 de maio de 2007. **Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos para Plantas e Condicionadores de Solo**. Brasília, 2007.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília. 2011. Disponível em: <www.mma.gov.br/estruturas/253/_arquivos/versao_preliminar_pnrs_wm_253.pdf>. Acesso em: 13/09/2011.

MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M.; TAKAKI, M. Produção de mudas de seis espécies arbóreas, que ocorrem nos domínios da floresta atlântica, com diferentes substratos de cultivo e níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, v. 25, p. 277-287, 2001.

MOTA, P. R. D.; BOAS, R. L. V.; SOUSA, V. F.; RIBEIRO, V. Q. Desenvolvimento de plantas de crisântemo cultivadas em vaso em resposta a níveis de condutividade elétrica. **Engenharia Agrícola**, v.27, p.164-171, 2007.

MOTA, P. R. D; FIORIM, A. C. R. F.; BÔAS, R. L. V.; FOLEGATTI, M. V; LUDWIG, F.; SILVA, M. E. A. Condutividade elétrica da solução nutritiva e acúmulo de macro e micronutrientes no cultivo de crisântemo. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 1, p.81-89, 2013.

NACHTIGALL, G. R.; ROBERTA C. NOGUEIRO, R. C.; ALLEONI, L. R. F. Extração sequencial de Mn e Zn em solos em função do pH e adição de cama-de-frango. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.13, n.3, p.240–249, 2009.

NASCIMENTO, J. T.; OLIVEIRA, A. P.; SOUZA, A. P.; SILVA, I. F.; ALVES, A. U. Rendimento de palmito de pupunheira em função da aplicação de esterco bovino e adubação química. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.19-21, 2005.

NAU, J. **Ball RedBook: Crop Production**. Ball Publishing. 2011. 800 p.

NOVAIS, R. F; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 205-274, 2007.

OLIVEIRA, A. A. P.; BRAINER, M. S. **Documentos**, n.16, Floricultura: Caracterização e mercado, Banco do Nordeste do Brasil. Fortaleza, 180 p, 2007.

OLIVEIRA, A. B.; MARTINS FILHO, S. M.; BEZERRA, A. M. E.; BRUNO, R. L. A. Emergência de plântulas de *Copernicia Hospita Martius* em função do tamanho da semente,

do substrato e ambiente. Londrina. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 281-287, 2009.

OLIVEIRA, A. M. G.; NATALE, W. Teores foliares de macro e micronutrientes no abacaxizeiro 'Imperial' em função de doses de nitrogênio e potássio. *In: XXXIV Congresso Brasileiro Ciência do Solo*, Florianópolis. **Resumos expandidos**. 2013. Disponível em:< <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/88517/1/Teores-foliares-de-macro-ARLENE.pdf>>. Acesso em: 05 Dez. 2015.

OLIVEIRA, B. L. **Caderno Técnico da Escola de Veterinária**. UFMG, v. 17, p. 5-10, 1996.

OZORES-HAMPTON, M.; VAVRINA, C. S.; OBREZA, T. A. Yard trimming-biosolids compost: Possible alternative to sphagnum peat moss in tomato transplant production. **Compost Science & Utilization**, v. 7, n. 4, p. 42-49, 1999.

PEREIRA NETO, J.T. **On the treatment of municipal refuse and sewage sludge using aerated static pile composting: a low technology approach**. Tese (Doutorado em Agronomia). 276f. 1987. Leeds, Universidade de Leeds, 1987.

PORTELA, I. P.; PEIL, R. M. N.; ROMBALDI, C. V. Efeito da concentração de nutrientes no crescimento, produtividade e qualidade de morangos em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 266-273, jun. 2012.

POZZA, A. A. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; POZZA, E. A.; CARVALHO, J. G.; MONTANARI, M.; SOUZA, R. F. Effects of substrate type and supplementary fertilization on vegetative growth, mineral nutrition, production costs, and brown eye spot of coffee seedlings in stiff plastic containers. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 685-692, 2007.

PRADO, R. M. **Nutrição de Plantas**, São Paulo: Editora Unesp, 2008. 407 p.

RAMOS, L.; NANNETTI, D. C.; CARMO, D. L. Efeito da adição do gesso agrícola em substrato no desenvolvimento de mudas de cafeeiro. **Revista Agrogeoambiental**, v. 2, p. 97-103, 2010.

REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; VINNE, J. van der. Efeito da densidade de mudas por célula e do volume da célula na produção de mudas e cultivo da rúcula. **Ciência e Agroecologia**, Lavras, v. 28, n. 2, p. 287-295, 2004.

ROE, N. E. Compost utilization for vegetable and fruit crops. **HortScience**, Alexandria, v. 33, n. 6. p.934-937, 1998.

ROSA. M. F.; SANTOS. F. J. S.; MONTENEGRO. A. A. T.; ABREU. F. A. P.; CORREIA. D.; ARAÚJO. F. B. S.; NORÕES. E. R. V. Caracterização do pó da casca do coco verde usado como substrato agrícola. **Comunicado técnico**, n.54, 6p, 2001.

ROZANE, D. E.; PRADO, R. M.; NATALE, W.; ROMUALDO, L. M.; FRANCO, C. F. Caracterização biométrica e acúmulo de nutrientes em porta-enxertos de caramboleira cultivada em solução nutritiva. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 3, p. 426-436, 2013.

SANTOS, A. T. L.; HENRIQUE, N. S.; SHHLINDWEIN, J. A.; FERREIRA, E.; STACHIW, R. Aproveitamento da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos para produção de composto orgânico. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, v. 3, p. 15-28, 2014.

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

SENTELHAS, P. C.; SANTOS, A. O. Cultivo protegido: aspectos microclimáticos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 1, n.2, p. 108-115, 1995.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). Flores e plantas ornamentais do Brasil: v. 2 - **Série estudos mercadológicos**. Brasília, DF: SEBRAE, 2015. Estudos Mercadológicos. Disponível em:<http://www.hortica.com.br/artigos/2015/FPO_BR_Estudos_Mercadologicos_2015_Vol2.pdf>. Acesso em: 29 Nov. 2015.

SFREDO, G. J.; LANTMANN, A. F. Enxofre nutriente necessário para maiores rendimentos da soja. Londrina: Embrapa Soja. **Circular técnica**, n.53, 6.p, 2007.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2ª ed. rev. Ampl. 627 p, 2009.

SILVA, F. C.; COSTA, F. O.; ZUTIN, R.; RODRIGUES, L. H.; BERTON, R. S.; SILVA, A. E. A. da; Sistema Especialista para Aplicação do Composto de Lixo Urbano na Agricultura: recomendações técnicas. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária. **Circular Técnica**. 2002.

SILVA, F. S. C.; SILVA, S. P. C. O substrato na cultura das orquídeas, sua importância, seu envelhecimento. **Revista Oficial da Orquidário**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p. 3-10, 1997.

SILVEIRA, E. B.; RODRIGUES, V. J. L. B.; GOMES, A. M. A.; MARIANO, R. L. R.; MESQUITA, J. C. P. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**. v.20, p. 211-216, 2002.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos** - 2013. Disponível em:<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2013>. Acesso em 16/01/2016.

SITINJAK, R. R., PANDIANGAN, D. The effect of plant growth regulator triacontanol to the growth of cação seedlings (*Theobroma cacao* L.). **Agrivita**, v. 36, n. 3, p. 260-267, 2014.

SOUSA, H. H. F.; BEZERRA, F. C.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; FERREIRA, F. V. M.; SILVA, T. C.; CRISÓSTOMO, L. A. Produção de mudas de *Zínia elegans* em substratos à base de resíduos agroindustriais e agropecuários em diferentes tamanhos de recipientes. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. v. 17, p. 115-120, 2011.

SOUZA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. **Acidez do solo e sua correção**. In: NOVAIS, R. F.; AALVAREZ V.; V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Fertilidade do solo, Viçosa: SBCS, Cap.5, p.205-275, 2007.

SOUZA, F. X. Materiais para formulação de substratos na produção de mudas e no cultivo de plantas envasadas. Fortaleza: Embrapa- CNPAT. **Documentos**, n.43, p.21, 2001.

SOUZA, J. A.; LÉDO, F. J.; SILVA, M. R. Produção de mudas de hortaliças em recipientes. Rio Branco: Embrapa CPAF/AC, (Embrapa-CPAF/AC. **Circular Técnica**, 19p, n.19, 1997.

SOUZA, M. Muito além do xaxim. **Natureza**, São Paulo, n. 2, p. 32-37, 2003.

STRINGHETA, A. C. O.; RODRIGUES, L. A.; FONTTES, L. E. F.; COSTA, C. A. Caracterização física de substratos contendo composto de lixo urbano e casca de arroz carbonizada como condicionadores. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 21:155-159, 1997.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 918p. 2013.

TAVEIRA, J. A. Substratos – cuidados na escolha do tipo mais adequado. **Boletim Informativo**, n.13, 2p, 1996.

TERRA, S. B.; FERREIRA, A. A. F.; PEIL, R. N.; STUMPF, E, R, T.; CAVALCANTE, M. Z. B.; CAVALCANTE, I, H. L. Alternative substrates for growth and production of potted chrysanthemum (cv. Funny). **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 33, p. 465-471, 2011.

THEMELIS, N. J.; ULLOA, P. A. Methane generation in landfills. **Renewable Energy** v. 32, p.1243–1257, 2007.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M. V. W.; COLOMBI, R.; PERONI, L.; GODINHO, T. O. Estercos de origem animal em substratos para a produção de mudas florestais: atributos físicos e químicos. **Scientia. Forestalis.**, Piracicaba, v. 40, n. 96, p. 455-462, dez. 2012.

TRIBUNA DO CEARÁ. **Ação voluntária promove limpeza da Praia do Futuro**. 2013. Disponível em:<<http://tribunadoceara.uol.com.br/noticias/fortaleza/acao-voluntaria-promove-limpeza-da-praia-do-futuro/>>. Acesso em 22/05/2016.

TZORTZAKIS, N.; GOUMA, S.; PATERAKIS, C.; MANIOS, T. Deployment of municipal solid wastes as a substitute growing medium component in marigold and basil seedlings production. **The Scientific World Journal**, 6 p, 2011.

VASUDEVAN, P.; KASHYAP, S. SHARMA, S. Tagetes: a multipurpose plant. **Bioresource Technology**, v.62, p.29-35, 1997.

VIDALIE, H. Producción de flores y plantas ornamentales. 3a ed. **Mundi-Prensa**, Madrid, España. 2001.

WALDEMAR, C. C. A experiência do DMLU como fornecedor de resíduos úteis na composição de substratos para plantas. In: KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. (Ed.)

Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: **Gênese**, p.171-176, 2000.

WELBANK, P. J. The effects of competition with *Agropyron repens* and of nitrogen and water supply on the nitrogen content of *Impatiens parviflora*. **Annals of Botany**, v. 26, n. 103, p. 361-373, 1962.

WELLS, C.; BERTSCH, W. PERICH, M. Insecticidal volatiles from the marigold plant (genus *Tagetes*). Effect of species and sample manipulation. **Chromatographia**, v.35, p.209-215, 1993.