



MOACIR ALVES ANDRINO

DESENVOLVIMENTO DE SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
HORTALIÇAS A PARTIR DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NO IFMG - CAMPUS BAMBUÍ

BAMBUÍ-MG
2018



MOACIR ALVES ANDRINO

DESENVOLVIMENTO DE SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE
HORTALIÇAS A PARTIR DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NO IFMG - CAMPUS BAMBUÍ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental.

Área de Concentração: Ciências Ambientais
Linha de Pesquisa: Ecologia Aplicada
Orientador: Dr. Ricardo Monteiro Corrêa
Coorientador: Dr. Luciano Donizete Gonçalves

BAMBUÍ-MG
2018



FICHA DE APROVAÇÃO

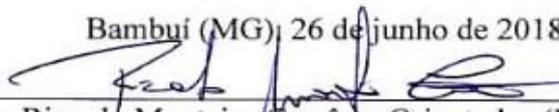
Dissertação de Mestrado, intitulada “**Uso de Resíduos Orgânicos na Composição de Substratos para Produção de Mudanças de Hortaliças no IFMG-BambuÍ**”, de autoria do mestrando em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental **Moacir Alves Andrino**, aprovado pela Banca Examinadora de Defesa, em 26/06/2018, com a média de pontuação de

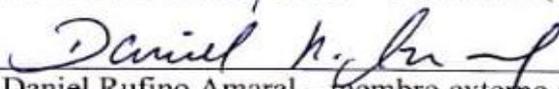
92.

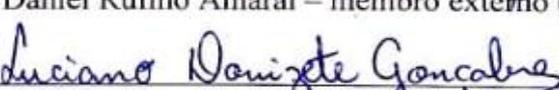
Título do Trabalho – houve alteração (X) Sim () Não

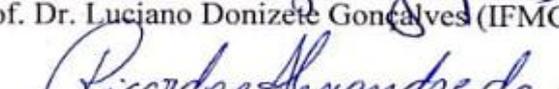
Se sim, qual o título Desenvolvimento de substrato para produção de mudas de hortaliças a partir de resíduos orgânicos no IFMG campus Bambuí.

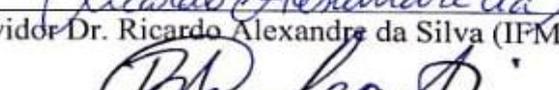
BambuÍ (MG), 26 de junho de 2018.

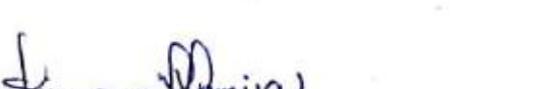

Prof. Dr. Ricardo Monteiro Corrêa – Orientador (IFMG/BambuÍ)


Prof. Dr. Daniel Rufino Amaral – membro externo (IFTM/Uberaba)


Prof. Dr. Luciano Donizete Gonçalves (IFMG/BambuÍ)


Servidor Dr. Ricardo Alexandre da Silva (IFMG/BambuÍ)


Prof. Dr. Ricardo Sousa Cavalcanti (IFMG/BambuÍ)


Prof.ª Dra. Simone Magela Moreira – (IFMG/BambuÍ)

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do IFMG – Campus Bambuí

A573d Andrino, Moacir Alves.

Desenvolvimento de substrato para produção de mudas de hortaliças a partir de resíduos orgânicos no IFMG - Campus Bambuí. / Moacir Alves Andrino. – 2018.

67 f.; il.; color.

Orientador: Dr. Ricardo Monteiro Corrêa.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, 2018.

1. Substratos alternativos. 2. Olerícolas. 3. Borra de café. I. Corrêa, Ricardo Monteiro. II. Título.

CDD 631.4

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre guiar meus passos.

Ao meu orientador, Ricardo Monteiro Corrêa, pela atenção, paciência, dedicação e sua disponibilidade para sempre me auxiliar.

Ao meu coorientador, Luciano Donizete Gonçalves, pelo incentivo, auxílio e direcionamentos.

Aos técnicos de laboratório, Fernanda, Lucas, Maísa, Nayara, Rafael e Tiago, pela disponibilidade e paciência em me auxiliar nas análises e preparo de reagentes.

Ao IFMG – Bambuí, por oferecer todo o suporte necessário para a realização dos trabalhos.

À minha família, por todo o apoio, esforço e sacrifício para me auxiliar na conclusão deste curso.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	8
ABSTRACT	9
1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 Substratos agrícolas	11
2.1.1 Tipos de substratos.....	13
2.1.1.1 Composto orgânico	14
2.1.1.2 Vermiculita.....	14
2.1.1.3 Borra de café	14
2.1.1.4 Serragem	15
2.1.2 Características dos substratos.....	15
2.1.2.1 Características biológicas.....	15
2.1.2.2 Características físicas.....	16
2.1.2.2.1 Densidade.....	16
2.1.2.2.2 Porosidade.....	17
2.1.2.2.3 Capacidade de retenção de água	18
2.1.2.3 Características químicas.....	18
2.1.2.3.1 Potencial hidrogeniônico (pH).....	18
2.1.2.3.2 Condutividade elétrica (CE)	19
2.2 Cultivo de hortaliças.....	20
2.2.1 Cultivo do tomateiro.....	21
2.2.2 Cultivo de alface	22
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
CAPÍTULO 1 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE E TOMATE	31

RESUMO	31
ABSTRACT	32
1 INTRODUÇÃO	33
2 METODOLOGIA	34
2.1 Local experimental	34
2.2 Preparo dos substratos	34
2.3 análises físico-químicas	35
2.4 Delineamento experimental	37
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4 CONCLUSÃO	47
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
CAPÍTULO 2 – INFLUÊNCIA DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS E TAMANHO DE BANDEJA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE E TOMATE	53
RESUMO	53
ABSTRACT	54
1 INTRODUÇÃO	55
2 METODOLOGIA	56
2.1 Local experimental	56
2.2 Delineamento experimental	56
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
4 CONCLUSÃO	66
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

RESUMO GERAL

Este trabalho teve como objetivo avaliar as características físico-químicas de materiais alternativos para compor substratos agrícolas para o cultivo de hortaliças. A caracterização física e química foi realizada no Laboratório de Biotecnologia e Cultura de Tecidos, e as avaliações do desempenho dos substratos ocorreram na Casa de Vegetação no IFMG - Campus Bambuí. Foram realizados dois experimentos utilizando duas hortaliças diferentes em cada (alface e tomate). No primeiro, empregou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, sendo 7 substratos (6 substratos alternativos e o substrato comercial) e quatro blocos. Avaliaram-se a densidade, a porosidade, a capacidade de retenção de água, o espaço de aeração, o pH e a condutividade elétrica. O cultivo foi realizado em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, para o tomate, e 200 células para a alface. Foram avaliados o índice de velocidade de emergência, a porcentagem de emergência, a estabilidade do torrão e o nitrogênio total. Os substratos S1, S2, S3 e Controle se destacaram para a maioria das variáveis analisadas. O segundo experimento analisou a influência de substratos e os tamanhos de bandeja na produção de mudas de alface e tomate. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 3x2, sendo 3 substratos e dois tamanhos de bandejas (128 e 200 células). Analisaram-se o índice de velocidade de emergência, a porcentagem de emergência, a altura das mudas, o número de folhas, a massa fresca e seca da raiz e parte aérea, o volume de raiz e o Nitrogênio total. Para as mudas de alface, houve interação apenas para NF, MFR, NT. Já para as mudas de tomate, a interação foi observada nas variáveis MFPA, MFR, MSR, NT.

Palavras-chave: Substratos alternativos, Olerícolas, Borra de café.

ABSTRACT

This work aimed to evaluate the physical and chemical characteristics of alternative materials to compose agricultural substrates for the cultivation of vegetables. The physical and chemical characterization was performed at the Biotechnology and Tissue Culture Laboratory, and the evaluation of the substrates performance occurred at the Vegetation House at the IFMG - Bambuí Campus. Two experiments were carried out using two different vegetables in each (lettuce and tomato). In the first, the experimental design was used in randomized blocks, with 7 substrates (6 alternative substrates and the commercial substrate) and 4 blocks. Density, porosity, water retention capacity, aeration space, pH and electrical conductivity were evaluated. The cultivation was carried out in expanded polystyrene trays of 128 cells for tomato and 200 cells for lettuce. The emergency speed index, the emergency percentage, the stability of the clod and the total nitrogen were evaluated. The substrates S1, S2, S3 and Control stood out for most of the analyzed variables. The second experiment analyzed the influence of substrates and tray sizes on lettuce and tomato seedlings production. The experimental design was a randomized complete block design in a 3x2 factorial scheme, three substrates and two tray sizes (128 and 200 cells). The emergence speed index, emergency percentage, seedling height, leaf number, fresh and dry mass of root and shoot, root volume and total Nitrogen were analyzed. For the lettuce seedlings, there was interaction only for NF, MFR, NT. As for tomato seedlings, the interaction was observed in the variables MFPA, MFR, MSR, NT.

Key words: Alternative substrates, Vegetables, Coffee bees.

1 INTRODUÇÃO

As hortaliças pertencem a um grupo de alimentos com grande importância na alimentação humana, tanto pela função que exercem no organismo quanto pelo sabor e riqueza de pratos na culinária brasileira, e também são fontes de vitaminas, sais minerais e fibras (NUNES; SANTOS, 2007). O seu cultivo possibilita a geração de empregos devido à elevada necessidade de mão de obra, desde a sementeira até a comercialização (MOURA *et al.*, 2014).

Uma das fases que exercem grande influência na produção de hortaliças é a formação de mudas, visto que estas impactam diretamente no desempenho e na produtividade da cultura a ser implantada (MACIEL *et al.*, 2017). A fase de produção de mudas é dependente do uso de substratos, os quais podem aumentar o custo de produção. Neste sentido, o uso dos resíduos orgânicos como fornecedores de nutrientes e suporte para compor substratos pode representar uma alternativa para a diminuição desses custos e ainda solucionar o problema dos resíduos lançados no ambiente (SILVA JÚNIOR *et al.*, 2014).

Sabendo-se que as atividades antrópicas são responsáveis pela geração de resíduos (BRITO, 2013), é uma questão de eficiência ecológica reciclar resíduos orgânicos, considerando-se que eles são enviados para aterros e lixões diariamente, sendo fontes de poluentes e causando sérias agressões ao ambiente (TEIXEIRA, 2004).

De acordo com o § 1º do Art. 1º da lei 12.305 de 2010, que Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, “todos os geradores diretos e indiretos de resíduos sólidos estão sob a observância desta lei” (BRASIL, 2010). Dessa forma, para estarem de acordo com a lei, os agricultores poderiam usar os resíduos orgânicos gerados em sua propriedade para compor substratos que, além de reduzirem custos com a aquisição de materiais fora da propriedade, ainda possuem como vantagem a produção de um substrato agroecológico que possibilita ao agricultor vislumbrar a possibilidade de agregar valor ao seu produto, adequando-se à legislação e começando a cumprir uma de suas exigências, que é a reciclagem de resíduos orgânicos. Além disso, há também a redução do emprego de recursos não renováveis, como pode ser visto no inciso VI do § 1º do artigo 1 da lei nº 10.831, de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, (BRASIL, 2003).

Costa *et al.* (2013) afirmam “que os materiais usados para compor substratos precisam ser de qualidade, estarem disponíveis na região e apresentarem baixo custo para sua aquisição”. Assim, ressalta-se a importância de se estudar as combinações de cada

componente disponível para a formulação do substrato, para que não ocorram danos ao desenvolvimento das mudas.

Para se obter substratos com qualidade adequada ao desenvolvimento das plantas, é imprescindível atentar para as propriedades físicas, químicas e biológicas desses materiais (ABREU *et al.*, 2002), bem como para a disponibilidade de aquisição na região, facilidade no transporte, baixo custo, ausência de patógenos e riqueza de nutrientes (SILVA; PEIXOTO; JUNQUEIRA, 2001 e KLEIN, 2015).

Segundo KAMPF (2008), as características físicas indispensáveis para a caracterização do material podem ser resumidas em: densidade volumétrica, porosidade e capacidade de retenção de água. No que se refere às características químicas e biológicas, podem-se destacar o pH, a condutividade elétrica e a presença de patógenos ou inibidores da germinação. A partir dessas propriedades, é possível indicar a qualidade e sugerir usos e limitações dos substratos.

Deulofeu e Aguila Vila (1983), citado por Klein (2015), afirmam que é difícil reproduzir um substrato com as mesmas propriedades físicas, químicas e biológicas em diferentes países, épocas do ano e, especialmente, com resíduos de culturas ou da agroindústria onde as matérias-primas são diferentes. Tal aspecto dificulta a extrapolação de resultados de outros pesquisadores. No Brasil, há vários materiais com potencial de uso como substratos; entretanto, a falta de testes e de informações limita a sua exploração (KLEIN, 2015).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi formular um substrato que não apresente restrições para seu uso na produção de mudas de forma agroecológica, usando resíduos disponíveis em abundância no IFMG-Campus Bambuí, como esterco de aves, aparas de grama, serragem e borra de café. Além disso, verificar o seu desempenho na produção de mudas de hortaliças e contribuir com o incremento de informações acerca das características de substratos com materiais alternativos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Substratos agrícolas

A produção de mudas de qualidade está diretamente ligada ao substrato, pois ele é o suporte na sua fase inicial de desenvolvimento (LUZ *et al.*, 2004). A principal função do substrato é sustentar a muda e proporcionar condições para seu desenvolvimento e

funcionamento do sistema radicular, assim como fornecer os nutrientes necessários ao desenvolvimento da planta, devendo estar livre da presença de sementes de plantas espontâneas, pragas e patógenos (KRATZ *et al.*, 2013).

Takane, Siqueira e Kämpf (2012) afirmam que, na atualidade, já se fala em “ciência do substrato” tamanhas são a “complexidade e as particularidades específicas do conhecimento envolvido nessa área”.

Andriolo *et al.* (1999) e Silva Júnior (2011) citam as vantagens apresentadas pelos substratos em relação ao cultivo no solo, listando-as como: manejo mais adequado da água, fornecimento de nutrientes em doses e épocas apropriadas, redução de problemas fitossanitários, entre outros fatores que afetam positivamente o rendimento e a qualidade dos produtos colhidos.

Quanto à origem, os substratos agrícolas podem ser classificados em naturais, sintéticos, minerais ou orgânicos (CAMPAGNOL, 2015) e podem ser constituídos por um ou mais materiais (TAKANE; SIQUEIRA; KÄMPF, 2012). Portanto, dentro da classe de origem vegetal, têm-se como exemplos o esfagno, a turfa, o carvão, a fibra de coco e os resíduos de beneficiamento, como tortas, bagaços e cascas; de origem mineral, a vermiculita, a perlita, o granito, o calcário, a areia e a cinasita; de origem sintética, a lã de rocha, a espuma fenólica e o isopor (FERRAZ; CENTURION; BEUTLER, 2005).

A utilização de resíduos na formulação de substratos contribui para a redução do impacto negativo que eles causam no ambiente e auxilia na diminuição dos custos, quando eles estão disponíveis na região de produção (COSTA *et al.*, 2009).

Difícilmente encontra-se um material para compor substratos com todas as características que atendam às condições necessárias para um ótimo crescimento e desenvolvimento das plantas (LACERDA *et al.*, 2006). Por este motivo, devem ser feitas misturas, melhorando suas propriedades físico-químicas (WENDLING; GUASTAL; DEDECEK, 2007). Para que essas misturas sejam eficientes, são necessários estudos que determinem o arranjo percentual desses componentes, já que eles poderão ser fonte de nutrientes e atuarão diretamente sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas (GUERRINI; TRIGUEIRO, 2004).

O cultivo de plantas por meio do uso de substratos é uma técnica muito empregada na maioria dos países. Trabalhos feitos por Farinacio e Godoy (2008); Bezerra, Silva e Ferreira (2009) e Silva *et al.* (2010) usando resíduos orgânicos regionais com potencial para serem utilizados na composição de substratos agrícolas na produção de hortaliças apontaram

resultados promissores desses materiais, mostrando que eles têm atuado na melhoria das propriedades desses substratos, apresentando, na maioria das vezes, qualidade igual ou superior à dos substratos comerciais.

Porém, para que o uso desses materiais regionais seja eficiente, é preciso caracterizá-los para que possam se tornar disponíveis como substratos agrícolas (SILVA JUNIOR, 2011).

Para a realização de estudos, Abad *et al.* (1993, *apud* ARAUJO, 2010) relatam sobre as etapas a serem seguidas, as quais descrevem como: a caracterização do material através da determinação de suas propriedades físicas, químicas e biológicas, comparando-as com as de um substrato já consagrado no mercado. Caso ocorram diferenças após essas comparações, torna-se necessário o seu melhoramento, e, por fim, a realização dos ensaios de crescimento vegetal.

Dentre as propriedades supracitadas, destacam-se primeiramente as físicas como sendo mais importantes que as químicas, tendo em vista que essas últimas podem ser corrigidas por meio do suprimento dos nutrientes via adubações (KRATZ, 2015).

Campanharo *et al.* (2006), Wendling *et al.* (2007) e Farias *et al.* (2012) citam a porosidade, a retenção da umidade do substrato e a densidade como sendo as principais características físicas envolvidas com o potencial de germinação das sementes.

Para as características químicas de um substrato, o destaque vai para: pH e condutividade elétrica. O pH deve estar dentro de uma faixa adequada para o cultivo das plantas, pois valores inadequados podem influenciar a disponibilidade de nutrientes e causar desequilíbrios fisiológicos (LACERDA *et al.*, 2006). A condutividade elétrica (CE) refere-se à concentração de sais ionizados na solução, fornece um parâmetro da estimativa da salinidade do substrato (KRATZ, 2015) e está relacionada à disponibilidade de nutrientes.

Já as características biológicas estão ligadas à presença de agentes que podem causar prejuízos ao desenvolvimento das plantas, como nematoides, ácaros e microrganismos fitopatogênicos (TAKANE; SIQUEIRA; KÄMPF, 2012).

Sendo o substrato um insumo que atrai o interesse de muitos pesquisadores, há décadas são desenvolvidas pesquisas de novos materiais e estudos de métodos para suas análises (FERMINO, 2003).

2.1.1 Tipos de substratos

Existem muitos tipos de substratos, e isso pode variar em função de uma infinidade de combinações possíveis entre os materiais; então, é possível a obtenção de um substrato sem a

utilização de solo. A turfa de origem vegetal e a vermiculita de origem mineral são muito utilizadas. Em substituição a esses materiais, há vários tipos de resíduos orgânicos, e, entre eles, podem-se citar o esterco de aves e bovino, a torta de filtro, o lodo de esgoto, a casca de arroz carbonizada, a fibra de coco, a casca de pinus e o carvão (HIGASHIKAWA, 2009).

2.1.1.1 Composto orgânico

Composto orgânico é um material formado a partir da decomposição de restos vegetais e/ou animais. O processo de compostagem consiste em amontoar esses resíduos e, por meio de tratamentos químicos ou não, acelerar sua decomposição, adotando o controle sistemático da temperatura e da umidade (REZENDE, 2010).

O uso de compostos orgânicos é muito vantajoso, pois apresentam propriedades biológicas interessantes para o substrato. Alguns estudos mostram que eles podem estimular a proliferação de antagonistas a fitopatógenos e auxiliar no controle de algumas doenças do sistema radicular (LEAL *et al.*, 2007).

2.1.1.2 Vermiculita

A vermiculita é um mineral na forma de mica, que se expande quando aquecida a temperaturas acima de 1000 °C, resultando em um material leve, macio e estéril, com uma quantidade interessante de magnésio e potássio, pH em água $\geq 6,5$, capacidade de troca catiônica (109 mmolc dm⁻³) e 160 Kg.m⁻³ de densidade (KRATZ, 2015).

Ela pode ser encontrada em diferentes tipos granulométricos (extrafina, fina, média e grossa), sendo considerada um bom agente de melhoria das condições físicas e também químicas (DUTRA *et al.*, 2017). A expansão através do processo térmico forma espaços vazios que aumentam a capacidade de absorção para quatro a cinco vezes o seu próprio peso em água (LUZ, 2004).

2.1.1.3 Borra de café

Em 2016, a produção de café no País foi de 51,4 milhões de sacas (ABIC, 2017). Sabendo-se que no processo de obtenção da bebida é gerado um resíduo - a borra - que tem sido um transtorno ambiental, a sua reutilização necessita ser priorizada por países produtores

de café, seja por razões agroecológicas, ambientais ou socioeconômicas. Tentativas de reciclagem desses resíduos estão sendo testadas na produção de fertilizantes orgânicos e na composição de substratos para produção de mudas (OLIVEIRA; COSTA; LIMA, 2014).

Adi e Noor (2009) relatam que a borra de café vem sendo usada na forma de vermicomposto e que ela se mostra com grande potencial para compor substratos pelo fato de apresentar teores consideráveis de nitrogênio e não possuir sementes de plantas espontâneas.

2.1.1.4 Serragem

O crescimento do setor florestal brasileiro teve como consequência a geração de um grande volume de subprodutos, dentre os quais se destaca a serragem gerada pela indústria madeireira (DUTRA *et al.*, 2017). A serragem, mesmo sendo utilizada como fonte energética e também na fabricação do MDF, não é totalmente aproveitada devido à grande quantidade gerada nos processos de serraria. Sua queima é uma prática comum, trazendo o problema da emissão de gases tóxicos na atmosfera, agravando o problema ambiental (MASSAD *et al.*, 2015).

A qualidade da serragem depende de vários fatores, como o tipo da madeira, o tempo e a condição de armazenamento. Os substratos com alto percentual de serragem em sua composição podem apresentar inconvenientes, como retenção de umidade em excesso. Para solucionar esse problema, podem ser realizadas misturas com materiais de maior diâmetro para otimizar a drenagem (LUZ *et al.*, 2013).

Muitos estudos vêm utilizando esse resíduo na formulação de substratos alternativos para produção de mudas, isoladamente ou misturado a outros materiais, como: cama de frango, casca de arroz carbonizada e casca de café decomposta (MARCON, 2017). Esta alternativa tem se mostrado viável, pois é capaz de melhorar a estrutura física do substrato, como o aumento da aeração e a diminuição da densidade (DUTRA *et al.*, 2017).

2.1.2 Características dos substratos

2.1.2.1 Características biológicas

O substrato orgânico pode ser um local onde se encontram microrganismos patogênicos, agentes supressivos de patógenos ou populações fúngicas simbiotes das

hortaliças, podendo haver também a presença de fitotoxinas que podem ser prejudiciais às plantas (WATHIER, 2014).

As características biológicas podem estar relacionadas também à presença de sementes ou propágulos de plantas daninhas, e, neste sentido, é necessário que o substrato seja isento de pragas e plantas daninhas, já que a produção de mudas saudáveis e livres de patógenos constitui um dos mais importantes métodos para produção de mudas de qualidade (BOARO, 2013).

2.1.2.2 Características físicas

A principal característica que difere o cultivo em substratos do cultivo em solo é o espaço limitado para o desenvolvimento das raízes. Essa limitação impõe que o substrato seja capaz de manter a água facilmente disponível à planta sem comprometer a oxigenação no meio (MILANI, 2012).

A fase sólida do substrato deve garantir a manutenção mecânica do sistema radicular, permitindo um balanço correto de água e ar. Na fase líquida, deve garantir o suprimento de água e nutrientes, e, na fase gasosa, o fornecimento de oxigênio e o transporte de dióxido de carbono entre as raízes e o ar externo (CAMPANHARO *et al.*, 2006).

Sendo assim, para que a produção agrícola seja eficiente, torna-se necessário o conhecimento das propriedades físicas do substrato, como densidade, porosidade e capacidade de retenção de água, entre outras, para que se possa realizar um manejo mais adequado, adaptando as condições do meio às limitações e aos aspectos positivos do substrato.

2.1.2.2.1 Densidade

É a relação entre a massa e o volume do substrato expressa em quilograma por metro cúbico (Kg/m^3). Altas densidades dificultam o cultivo em recipientes, seja por limitações no crescimento das plantas (substratos muito densos prejudicam a aeração, a distribuição de água e o crescimento das raízes) ou pela dificuldade no transporte dos vasos ou bandejas (MILANI, 2012).

A densidade é afetada pela origem dos materiais presentes na composição do substrato, ou seja, quanto maior o nível de matéria orgânica, menor a densidade se comparada à de materiais minerais. Juntamente com a origem, a proporção dos materiais também pode aumentar ou diminuir a densidade de um substrato formulado (KRATZ, 2011).

Fatores como pressão aplicada ao substrato no momento do preenchimento do recipiente, umidade e peso das partículas e até mesmo o efeito da irrigação podem alterar o valor da densidade (KRATZ, 2015; ZORZETO, 2011), e isso pode prejudicar o crescimento das raízes por meio do impedimento mecânico (KRATZ, 2015).

Não é desejável que substratos agrícolas apresentem densidades muito baixas ou muito altas. A densidade baixa pode acarretar o tombamento de recipientes, além de conferir pouco contato entre a semente ou a raiz da planta com o meio, o que dificulta a fixação e o desenvolvimento do sistema radicular. Já densidades muito elevadas prejudicam a penetração e o desenvolvimento do sistema radicular e reduzem o espaço poroso e o volume de poros ocupados por ar (KLEIN *et al.*, 2000). De acordo com Fermino (2003), de maneira geral, considera-se como referência de valores entre 400 e 500 Kg/m³ de densidade seca.

2.1.2.2.2 Porosidade

A porosidade total é definida como a diferença entre o volume total e o volume de sólidos de uma amostra. É uma característica que tende a sofrer modificações ao longo do cultivo pela acomodação das partículas. O valor de 85% (0,85 m³. m⁻³) para a porosidade total tornou-se referencial (de BOODT e VERDONCK, 1972 apud FERMINO, 2003) e está diretamente relacionado com a estrutura do substrato, influenciando, principalmente, a aeração e a retenção de água (MILANI, 2012).

A eficiência das trocas gasosas está diretamente ligada à porosidade de um substrato, o qual deve apresentar sua porosidade dentro de um nível aceitável, para que ocorra, de forma satisfatória, a oxigenação do sistema radicular e para que haja atividade dos microrganismos no meio (CONCEIÇÃO, 2013).

Fermino (2003) descreve sobre a importância do espaço poroso total, destacando que o tamanho e a forma dos poros são ainda mais importantes. Além disso, o volume de água e ar presente no substrato também é de grande relevância, sendo que a relação água/ar é determinada pelo tamanho e pela forma destes poros e de como eles se interligam.

Uma maior proporção de partículas grossas em relação a partículas finas favorece um maior espaço de aeração, enquanto uma menor proporção facilita a retenção de água, podendo acarretar falta de oxigenação para as plantas (CONCEIÇÃO, 2013).

Fermino (2003) classifica esses poros em macro e microporos. Os microporos, ou poros capilares, são aqueles de diâmetro inferior a 30 µm e que permanecem com água; os

macroporos são os que apresentam diâmetro acima de 30 μm e estão ocupados por ar, na capacidade de recipiente. Os macroporos são responsáveis pela infiltração e drenagem da água e pela aeração do meio, e os microporos, como espaços responsáveis pela retenção de água.

A porosidade ideal de um substrato deve estar acima de 85%; o espaço de aeração, entre 10 e 30%; e o teor de água, facilmente disponível de 20 a 30% (CARRIJO; LIZ; MAKISHIMA, 2002 e MILANI, 2012).

2.1.2.2.3 Capacidade de retenção de água

A capacidade de retenção de água, ou capacidade de recipiente, diz respeito ao volume de água que permanece retido no substrato após a sua saturação e livre drenagem, sem sofrer evaporação (FERMINO, 2003).

Em um substrato, a capacidade de retenção de água desejável deve estar entre 20 e 30% do seu volume. Quando o substrato apresenta baixa capacidade de retenção de água, é necessária uma maior aplicação em cada irrigação ou o aumento da frequência. No caso de uma maior capacidade de retenção de água, a irrigação deve ser feita de maneira mais rigorosa, para evitar encharcamento do substrato (KRATZ 2011).

2.1.2.3 Características químicas

As características químicas se relacionam com a capacidade do substrato de fornecer nutrientes às plantas. A caracterização química, tanto dos substratos quanto de suas matérias-primas, é fundamental para o conhecimento da formulação, da recomendação e do monitoramento de adubações, contribuindo para a qualidade dos substratos (SANTOS *et al.*, 2014).

2.1.2.3.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

Os diferentes materiais usados na composição de substratos apresentam muitas variações de pH, em uma escala que vai de 1 a 14, podendo ser baixos, como no caso das turfas, até altos, a exemplo da vermiculita. Diante disso, é importante que se realize a correção do pH do substrato de cultivo, seja para elevá-lo ou para reduzi-lo, o que pode ser feito por

meio de calcário, fertilizantes ácidos ou básicos, enxofre elementar ou condicionadores específicos (BOARO, 2013).

O pH possui papel fundamental, principalmente no crescimento da planta, devido ao seu efeito na disponibilidade de nutrientes, em especial de micronutrientes (GRUZINSKI 2002). Conforme Lacerda *et al.*, (2006), em substratos onde ocorre a predominância de matéria orgânica, a faixa de pH considerada ideal é de 5,0 a 5,8, e, quando for de base mineral, entre 6,0 e 6,5.

Em substratos com pH abaixo de 5,0, podem ser observados sintomas de deficiência de N, K, Ca, Mg e B; enquanto naqueles com pH acima de 6,5, podem ocorrer problemas com a disponibilidade de P, Fe, Mn, Zn e Cu. Entretanto, cada cultura tem suas particularidades e seus valores ideais de pH, e as respostas serão dependentes da cultura implantada (LUDWIG; GUERRERO; FERNANDES, 2014).

As particularidades de cada componente utilizado na formulação de um substrato podem fazer com que o pH seja alto ou baixo, justificando a mistura entre os componentes para a obtenção de um pH adequado (SANTOS *et al.*, 2014).

2.1.2.3.2 Condutividade elétrica (CE)

A condutividade elétrica é uma medida para avaliar a salinidade de um substrato. Quando seu valor está muito alto, pode ocorrer perda de água pelas raízes, podendo ocasionar manchas ou queima visíveis nas folhas (TAKANE, SIQUEIRA e KÄMPF, 2012). Em se tratando da utilização de materiais alternativos, em misturas não industrializadas, (GRUZINSKI, 2002), ressalta-se que é importante conhecer o nível de salinidade do substrato, a fim de evitar perdas na produção.

A tolerância das plantas em relação aos níveis de salinidade e estresse hídrico varia. A salinidade pode ser derivada da adubação de base ou do conteúdo natural de sais dos componentes utilizados na mistura (LACERDA *et al.*, 2006), e o excesso de sais pode prejudicar o crescimento das plantas, provocando a queima ou a necrose das raízes (FARIAS *et al.*, 2012).

Através da medida da condutividade elétrica (CE), que é expressa em dS/m, mS/cm ou μ S/cm, pode-se obter uma indicação aproximada da concentração total de íons dissolvidos no substrato. Nesta avaliação, levam-se em conta todos os íons, nutrientes e não nutrientes. A

sensibilidade à concentração de sais varia conforme a espécie e a idade da planta - quanto mais jovem, mais sensível (BOARO, 2013).

A seguir, é apresentada uma tabela com valores de condutividade elétrica em dS/m a 25 °C (CAVINS *et al.*, 2000):

TABELA 1: Valores de condutividade elétrica para substratos agrícolas

Método de extração Lixiviado (<i>pour through</i>)	Indicação
< 1 dS/m	Muito baixo – os nutrientes podem não suprir o rápido crescimento.
1 a 2,6 dS/m	Baixo – adequado para <i>seedlings</i> , forrações anuais e plantas sensíveis à salinidade.
2,6 a 4,6 dS/m	Normal – padrão para a maioria das plantas em crescimento.
4,6 a 6,5 dS/m	Alto – pode ocorrer a redução do crescimento e vigor, especialmente em épocas quentes.
6,6 a 7,8 dS/m	Muito alto – podem ocorrer danos devido à dificuldade de absorção de água; os sintomas incluem queima das bordas das folhas e murcha.
>7,8 dS/m	Extremo – a maioria dos cultivos sofrerá injúrias a esses níveis. A lixiviação imediata torna-se necessária.

Fonte: Adaptado de Takane, Siqueira e Kämpf (2012).

2.2 Cultivo de hortaliças

As hortaliças propiciam mais lucro por hectare quando comparadas com grãos e outras culturas, pois cada hectare cultivado pode gerar de três a seis oportunidades de emprego direto no campo. Ocupando uma área aproximada de 800 mil hectares, a atividade olerícola contribui com uma grande parcela de geração de emprego e renda, sendo a Região Sudeste a maior produtora do país (CARVALHO, 2016).

Tem se tornado cada vez maior a demanda por hortaliças de alta qualidade e que sejam ofertadas durante todo o ano. Isto tem incentivado o investimento em novos sistemas de cultivo que permitam a produção adaptada a diferentes regiões e condições adversas do ambiente, contribuindo para o aumento do interesse no cultivo de hortaliças em substratos por parte dos agricultores (FERNANDES; CORÁ; BRAZ, 2006).

A produção de mudas de hortaliças é uma etapa muito importante dentro do sistema produtivo, visto que o desempenho final das plantas é dependente desta fase, tanto do ponto de vista nutricional quanto do tempo necessário para a produção, que influencia diretamente no número de ciclos produtivos por ano. Os avanços nos sistemas de produção têm

contribuído com aumentos significativos na produção e na produtividade, e isso se deve, em grande parte, à substituição do uso de solo por substratos como meio de cultivo (MENEZES JÚNIOR *et al.*, 2000).

Produzir mudas em campo aberto é um sistema de pouca eficiência do ponto de vista fitossanitário. As sementes ficam em condições de desuniformidade, podendo comprometer sua germinação e emergência e fazer com que apresentem crescimento irregular, o que, conseqüentemente, levará à obtenção de estandes falhos e desuniformes. Já o sistema de bandejas multicelulares proporciona maior cuidado na fase de germinação e emergência, apresentando maior uniformidade e fazendo com que, na maioria das vezes, uma semente origine uma planta mais vigorosa, dentre outras vantagens, como economia de substratos e espaço dentro do viveiro. Além disso, por apresentar baixos danos às raízes no momento do transplante, gera um alto índice de pegamento da muda (MARQUES *et al.*, 2003).

2.2.1 Cultivo do tomateiro

O tomateiro tem como centro de origem a Região Andina, desde o Equador, passando pela Colômbia, Peru e Bolívia, até o norte do Chile. Nessa área, são observadas, crescendo espontaneamente, diversas espécies do gênero *Solanum* pertencente à família *Solanaceae*, sendo a espécie cultivada o *Solanum lycopersicum* L. (SANTOS 2009).

O tomate é uma das hortaliças de maior importância econômica e também uma das mais difundidas no mundo, devido a sua grande aceitabilidade e consumo (MACIEL *et al.*, 2017), sendo usado tanto para fins industriais quanto para o consumo *in natura* (SILVA JÚNIOR, 2011).

O tomateiro é uma planta arbustiva cultivada como planta anual. O ciclo de vida da espécie é variável, podendo produzir frutos maduros de 90 a 120 dias após a germinação. O seu sistema radicular possui raiz pivotante, raízes secundárias e raízes adventícias. A raiz pivotante pode atingir até 1,5 m de profundidade; porém, cerca de 70% das raízes são encontradas em torno de 20 cm da superfície do solo (BATISTELLA, 2017).

O plantio de tomates destinado à mesa e à indústria em 2016 manteve-se estável. As áreas pesquisadas nas principais regiões que produzem o fruto no país, totalizaram 37.398 mil hectares (CARVALHO, 2017).

A classificação é baseada nos grupos Santa Cruz, Salada ou Caqui, Italiano, Cereja e Agroindustrial. O seu cultivo, de modo geral, é dificultado em locais de clima tropical úmido,

pois a planta é muito exigente em termoperiodicidade diária, o que significa que requer temperaturas diurnas amenas e noturnas mais baixas, sendo que temperaturas elevadas constituem fator limitante na sua produção (FILGUEIRA, 2007).

O tomate cultivar Santa Cruz Kada Gigante possui hábito de crescimento indeterminado. Seus frutos podem pesar de 120 a 140 g e são usados tanto na indústria quanto para o consumo *in natura*, possui ampla adaptação climática e rusticidade (FELTRIN, 2018).

Na fase de formação da muda, é preciso evitar insetos vetores de doenças (PENTEADO, 2004). Em casas de vegetação, pode-se ter maior controle das condições agroclimáticas, favorecendo o controle fitossanitário, visto que o telado das laterais é um impedimento físico contra vetores de vírus e insetos mastigadores (FILGUEIRA, 2007).

2.2.2 Cultivo de alface

O centro de origem da alface é a região da Bacia do Mediterrâneo. Os primeiros registros do seu uso são datados de mais de 4.500 anos a.C. em pinturas nos túmulos do Egito. As partes mais valorizadas, durante a domesticação, foram as partes vegetativas da planta, que são as comestíveis (VIANA, 2012).

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta anual, de clima temperado e está entre as hortaliças folhosas mais consumidas no mundo na forma de salada, tanto pelo seu sabor e qualidade nutricional quanto pelo seu baixo custo (SIMÕES *et al.*, 2015). No Brasil, está entre as 10 hortaliças mais consumidas *in natura* e é a mais importante em termos econômicos (MEDEIROS *et al.*, 2010).

A alface é uma planta de porte herbáceo, delicada, com caule diminuto, ao qual se prendem as folhas, que são amplas e crescem em roseta, em volta do caule, podendo ser lisas ou crespas, formando ou não uma cabeça, com coloração em vários tons de verde, ou roxo, conforme a cultivar. O seu sistema radicular é muito ramificado e superficial, explorando apenas os primeiros 0,25 m do solo. Quando a cultura é transplantada e a semeadura é realizada de forma direta, a raiz pivotante pode chegar a até 0,6 m de profundidade (VIANA, 2012).

O ciclo da alface é dividido em quatro fases: germinação, transplante, fase vegetativa - ou formação da cabeça - e fase reprodutiva, cuja duração é influenciada principalmente pelos fatores ambientais, radiação solar e temperatura. As mudas são produzidas em sementeiras ou bandejas e transplantadas após a formação de cinco folhas definitivas. A faixa de temperatura

ideal para o desenvolvimento da alface é entre 15,5 e 18,3°C, podendo tolerar temperaturas entre 26,6 e 29,4°C por alguns dias, desde que as temperaturas noturnas sejam baixas (TANAMATI, 2012).

A sua larga adaptação às condições climáticas, a possibilidade de cultivos sucessivos no mesmo ano, o baixo custo de produção, a pouca suscetibilidade a pragas e doenças e a comercialização segura fazem com que a alface seja a hortaliça preferida pelos pequenos produtores, o que lhe confere grande importância econômica e social, sendo fator significativo de agregação do homem no campo (COSTA, 2013).

As cultivares de alface são classificadas em cinco grupos comerciais, dependendo da formação da cabeça, da cor e da qualidade das folhas: “Crespa”, “Americana”, “Lisa”, “Mimosa” e “Romana”. Entre os grupos mais consumidos no País, o de folhas crespas vem crescendo consideravelmente (ZACHÉ, 2009). A cultivar Solaris apresenta folhas grandes e muito crespas, alta tolerância ao pendoamento precoce e pode ser plantada o ano todo; seu ciclo, em campo aberto, é de 70 a 75 dias, e de até 45 dias em hidroponia (HORTIBRÁS, 2017).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. Apud ARAÚJO, D. B. Produção de mudas de espécies ornamentais em substratos a Base de resíduos **agroindustriais e agropecuários**. 2010. 73f. Dissertação mestrado (Curso de Pós-Graduação em Agronomia/ Solos e Nutrição) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2010.

ABIC. Associação brasileira da indústria do café. Desempenho do setor cafeeiro. Disponível em: <<http://abic.com.br/estatisticas/desempenho-do-setor/>> Acesso em: 21 de março 2018.

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, 3. 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: IAC, 2002. p.17-28.

ADI, A.J.; NOOR, Z.M. Waste recycling utilization of coffee grounds and kitchen waste in vermicomposting. **Bioresource Technology**. Kuala Lumpur, Malaysia, v.100, p.1027-1030. 2009.

ANDRIOLO, J.L.; DUARTE, T.S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E.C. Caracterização e avaliação de substratos para o cultivo do tomateiro fora do solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 215-219, nov. 1999.

ARAÚJO, D. B. **Produção de mudas de espécies ornamentais em substratos à base de resíduos agroindustriais e agropecuários**. 2010. 72 f. Dissertação mestrado (Pós-Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Ciências do solo, Fortaleza, CE, 2010.

BATISTELLA, G. **Desempenho agrônômico e análise econômica do tomateiro sobre porta-enxertos, em dois sistemas de produção sob cultivo protegido**. 2017. 146 f. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2017.

BEZERRA, F.C.; SILVA, T. da C.; FERREIRA, F.V.M. Produção de mudas de pimentão em substratos à base de resíduos orgânicos. **Horticultura Brasileira** v. 27, n. 2, p. 1356-1360, ago. 2009.

BOARO, V. **Manejo do pH de substrato orgânico alcalino visando à produção de mudas cítricas**. 2013. 129 f. Dissertação mestrado (Pós-Graduação em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

BRASIL. Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003**. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências, 2003.

BRASIL. Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. 2010.

BRITO, A. D. de. **Caracterização química de resíduo de café (borra) e seu efeito em cafeeiro orgânico adensado e em plântulas de cafeeiro e tomateiro**. 2013. 122f. Tese de Doutorado (Doutorado em Agronomia) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília (DF), 2013.

CAMPAGNOL, R. **Nitrogênio e tipos de substratos no monitoramento nutricional, na produtividade e na qualidade do tomateiro cultivado em ambiente protegido climatizado**. 2015. 96f. Dissertação mestrado (Pós-Graduação em Fitotecnia) - Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2015.

CAMPANHARO, M.; RODRIGUES, J. J. V.; LIRA JUNIOR, M. de A.; ESPINDULA, M. C.; COSTA, J.V. T. da. Características físicas de diferentes substratos para produção de mudas de tomateiro. **Revista Caatinga**, Mossoro, v.19, n.2, p.140-145, abril/junho. 2006.

CARLOS DE MELO E SILVA NETO. **A importância das abelhas para a cultura do tomateiro**. 2016.113 f. Tese Doutorado (Pós-Graduação em Agronomia) - Universidade Federal De Goiás Escola De Agronomia, Goiânia, GO, 2016.

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, dezembro. 2002.

CARVALHO, C. de. **Anuário brasileiro das hortaliças**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 64 p.

CARVALHO, C. de. **Anuário brasileiro das hortaliças**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2017. 56p.

CAVINS, T.J.; WHIPKER, B.E.; FONTENO, W.C.; HARDEN, B.; McCALL, I.; GIBSON, J.L. **Monitoring and managing Ph and EC using the pour thru extraction method. Raleigh: horticulture information leaflet/ NCSU**. [2000]. Disponível em: <<https://content.ces.ncsu.edu/monitoring-and-managing-ph-and-ec-using-the-pourthru-extraction-method>> Acesso em: 26 de fevereiro de 2018.

CONCEIÇÃO, B.S. **Dinâmica de água e Potássio em substratos comerciais**. 2013. 94f. Dissertação (Pós-Graduação em recursos hídricos em sistemas agrícolas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2013.

COSTA, J. P. **Desempenho de mudas de alface (*Lactuca sativa*) sob diferentes doses de composto orgânico**. 2013. 22p. Monografia. (Licenciatura plena em ciências agrárias). Universidade Estadual da Paraíba. Catolé do Rocha. PB. 2013.

COSTA, L. A. de M.; COSTA, M. S. S.de M.; PEREIRA, D.C.; BERNARDI, F.H.; MACCARI, S. Avaliação de substratos para a produção de mudas de tomate e pepino. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n.5, p. 675-682, set/out, 2013.

COSTA, L. M.; ANDRADE, J. W.S.; ROCHA, A. C. da; SOUZA, L. de P.; FLÁVIO NETO, J.. Avaliação de diferentes substratos para o cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.). **Global Science and Technology**. v. 02, n. 02, p.21 - 26, mai/ago. 2009

De BOODT, M.; VERDONCK, O. The proprieties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulturae**. Wageningen, n.28.p.37-44, 1972. *Apud* FERMINO, M. H. **Métodos de análise para caracterização física de substratos para plantas**. 2003. 104f. Tese (doutorado em fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2003.

DEULOFEU, C.; AGUILA VILA, J. Fine bark as substrate for primula and petunia. **Acta Horticulturae**, Barcelona, n. 150, p. 183-288, 1983. *Apud* KLEIN, C. Utilização de substratos alternativos para produção de mudas. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.4, p. 43-63, 2015.

DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; MENEZES, E. S.; SANTOS, A.R. dos. Superação de dormência e substratos alternativos com serragem na germinação e crescimento inicial de mudas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. **ACSA- Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos-PB,v. 13, n.2, p. 113-120, Abr/Jun. 2017.

FARIAS, W. C. de; OLIVEIRA, L. L. de P.; OLIVEIRA, T. A. de; DANTAS, L. L. de G. R.; SILVA, T. A. G.; Caracterização física de substratos alternativos para produção de mudas. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande, PB, v.8, n.3, p.1-5, abr /jun, 2012.

FARINACIO, D.; GODOY, W.I. Avaliação de substratos alternativos para a produção de mudas de alface em bandejas com 128 células. **Horticultura Brasileira**, Pato Branco, v. 26, n. 2, p. 3904-3908, Jul/ago. 2008.

FELTRIN. Tomate Santa Cruz Kada Gigante. [2018]. Disponível em: <<https://www.sementesfeltrin.com.br/Produto/tomate-santa-cruz-kada-gigante>> acesso em : 07 de março 2018

FERMINO, M. H. **Métodos de análise para caracterização física de substratos para plantas**. 2003. 104f. Tese (doutorado em fitotecnia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2003.

FERNANDES, C.; CORÁ J.E; BRAZ, L.T. Alterações nas propriedades físicas de substratos para cultivo de tomate cereja, em função de sua reutilização. **Horticultura Brasileira**, Jaboticabal-SP, v. 24, n. 1, jan/mar. 2006.

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

FERREIRA, A. D. **Influência da borra de café no crescimento e nas propriedades químicas e biológicas de plantas de alface (*Lactuca sativa* L.)**. 2011. 95f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior Agrária de Bragança, Bragança, Portugal, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3ª edição. Viçosa, MG: Editora UFV. Universidade Federal de Viçosa, 2007. 421 p.

GRUSZYNSKI, C. **Resíduo Agro-industrial “Casca de tungue” como componente de substrato para plantas**. 2002. 115f. Dissertação (Mestrado Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002.

GUERRINI, I.A.; TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por bio-sólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Botucatu, v.28, p.1069-1076, out.2004.

HIGASHIKAWA, F.S. **Caracterização físico-química de substratos produzidos a partir de combinações de resíduos orgânicos**. 2009.42f. dissertação Mestrado (Pós-Graduação em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras MG, 2009.

HORTIBRÁS. Semente de Alface Solaris 5mx – Seminis. [2017]. Disponível em: <<http://www.hortibras.com.br/produto/semente-de-alface-solaris-5mx-seminis/>> acesso em: 07 de março 2018

KAMPF, A.N. Materiais regionais como alternativa ao substrato. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS - Materiais Regionais como substrato, 6, 2008, Fortaleza. **Anais eletrônicos...** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical.

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

KLEIN, V. A.; SIOTA, T. A.; ANESI, A. L.; BARBOZA, R. Propriedades físico-hídricas de substratos hortícolas comerciais. **Revista Brasileira de Agrociência**, Passo Fundo – RS, v.6 n.3, 218-221. Set/dez. 2000.

KRATZ, D. **Substratos para produção de mudas de *Eucalyptus benthamii*: formulação e estimativa de propriedades físico-químicas por meio da espectroscopia no infravermelho próximo (NIR)**. – 2015 111 f. Tese doutorado (Pós-Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

KRATZ, D. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage e *Mimosa scabrella* Benth**. 2011. 121 f. Dissertação mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; SOUZA, P. V. D. de. Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 4, p. 607-621, out./dez., 2013.

LACERDA, M.R.B.; PASSOS, M.A.A.; RODRIGUES, J. J. V.; BARRETO, L. P. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth), **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.2, p.163-170, 2006.

LEAL MAA; GUERRA JGM; PEIXOTO RTG; ALMEIDA DL. 2007. Utilização de compostos orgânicos como substratos na produção de mudas de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Seropédica, RJ, v. 25, n. 3, jul/set. 2007.

LIMA, C. J. G. S.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. C. T.; GALVÃO, D. C. Avaliação de diferentes bandejas e substratos orgânicos na produção de mudas de tomate cereja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 1, p. 123-128, 2009.

LUDWIG, F.; GUERRERO, A. C.; FERNANDES, D. M. Caracterização física e química de substratos formulados com casca de pinus e terra de Subsolo. **Cultivando o Saber**. V.7, n 2, p. 152 – 162, 2014.

LUZ, F. N. da; SANTOS, P. R. R, dos; DOURADO, D. P.; FERREIRA, C. C. B.; CONCEIÇÃO, W. S. S. da. MURAISHI, C, T. Uso de diferentes doses de serragem como fonte de substrato para a produção de mudas de quiabo. In: 34º Congresso Brasileiro de Ciência Do Solo, Florianópolis, 2013.

LUZ, J.M.Q.; BRANDÃO, F.D.; MARTINS, S.T.; MELO, B. Produtividade de cultivares de alface em função de mudas produzidas em diferentes substratos comerciais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.20, n.1, p61-65, jan/abr.2004.

MACIEL, T. C. M.; SILVA, T. I.; ALCANTARA, F. D. O.; MARCO, C. A.; NESS, R. L. L. Substrato à base de pequi (*Caryocar coriaceum*) na produção de mudas de tomate e pimentão. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, n. 2, p. 9-16, abr./jun. 2017.

MARCON, T. RE. **Atividade antioxidante na emergência e crescimento inicial de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan em substratos alternativos com diferentes**

fontes de carbono. 2017. 99f. Tese doutorado (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Cascavel - Universidade Estadual do Oeste Do Paraná – Unioeste *Campus* de Cascavel. 2017.

MARQUES, P.A.A.; BALDOTTO, P.V.; SANTOS, A.C.P.; OLIVEIRA, L. Qualidade de mudas de alface formadas em bandejas de isopor com diferentes números de células. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 649-651, out/dez. 2003.

MASSAD, M. D.; DUTRA, T. R.; SANTOS, T.B.; CARDOSO, R. L. R.; SARMENTO, M. F. Q. Substratos alternativos na produção de mudas de flamboyant e ipê-mirim. **Revista Verde**, Pombal, PB, v. 10, n.2, p. 251 - 256, abr/jun, 2015.

MEDEIROS, A. da S.; SILVA, E. G. da; LUISON, E. A.; ANDREANI JUNIOR, R.; KOUZSNY-ANDREANI, D. I. Utilização de compostos orgânicos para uso como substratos na produção de mudas de alface. **Revista Agrarian**. Dourados, v.3, n.10, p.261-266, 2010.

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

MILANI, M. **Crescimento e desenvolvimento de mudas de cravina de jardim com diferentes substratos.** 2012. 93 f. Dissertação (mestrado em Agrobiologia) Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Naturais e Exatas, Santa Maria, RS, 2012.

MOURA, R. dos S.; ALVES, A. U.; RIBEIRO, A. A.; SOARES, J. M.; ANJOS NETO, J. G. dos. Emergência e crescimento inicial de mudas de cultivares de alface em diferentes substratos. **Revista Verde**. Pombal, v.9, n. 4, p. 255 - 261, out-dez, 2014.

NUNES, M. U. C.; SANTOS, J. R. dos. Tecnologia para produção de mudas de hortaliças e plantas medicinais em sistema orgânico. **Circular Técnica 48**. Aracaju, SE, Dez., 2007.

OLIVEIRA, P. P.; COSTA, A. C.; LIMA, W. L. Utilização da borra de café na produção de mudas de chicória. **Cadernos de Agroecologia**, v. 09, p. 01-08, 2014.

PENTEADO, S. R. **Cultivo orgânico de tomate.** Viçosa, MG: Editora Aprenda Fácil. 2004. 240 p.

REZENDE, J.S. **Uso de resíduos orgânicos na composição de substratos alternativos para a produção de mudas.** 2010.69 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG, 2010.

SANTOS, F. F. B. dos. **Obtenção e seleção de híbridos de tomate visando à resistência ao *Tomato yellow vein streak virus* (ToYVSV).** 2009. 75f. Dissertação (Mestrado em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia) – Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas, SP, 2009.

SANTOS, F. E. V.; KUNZ, S. H.; CALDEIRA, M. V. W.; AZEVEDO, C.H. S.; RANGEL, O. J. P. Características químicas de substratos formulados com lodo de esgoto para produção de mudas florestais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.18, n.9, p.971–979, 2014.

SILVA JÚNIOR, J.V. da. **Substratos alternativos e adubação foliar na produção de Mudras de tomateiro** (*Lycopersicon esculentum* mill.), 2011. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal do Piauí Campus Professora Cinobelina Elvas, Bom Jesus, Piauí, 2011.

SILVA JÚNIOR, J.V. da; BECKMANN-CAVALCANTE, M.Z.; BRITO, L. P. da S.; AVELINO, R. C.; CAVALCANTE, I.H.L. Aproveitamento de materiais alternativos na produção de mudras de tomateiro sob adubação foliar. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 528-536, jul-set, 2014.

SILVA, G.O.; JERÔNIMO, C. E. Estudo de alternativas para o aproveitamento de resíduos sólidos da industrialização do coco. **Monografias ambientais**. v. 10, n. 10, p. 2193 - 2208, out-dez, 2012.

SILVA, P.S.; SOUZA, R.B.; TAKAMORI, L.M.; SOUZA, W.S.; SILVA, G.P.P.; SOUSA J.M.M. Produção de mudras de pimentão em substratos de coco verde fertirrigadas com biofertilizante em sistema orgânico. **Horticultura Brasileira**. Brasília, DF, v. 28, n. 2, p.2714-2720. Julho. 2010.

SILVA, R.P.; PEIXOTO, J.R.; JUNQUEIRA, N.T.V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudras de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis Sims flavicarpa* DEG). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.2, p.377-381. 2001.

SIMÕES A.C.; ALVES G.K.E.B.; FERREIRA R.L.F.; ARAUJO NETO S.E. Qualidade da muda e produtividade de alface orgânica com condicionadores de substrato. **Horticultura Brasileira** v. 33, n. 4, p.521-526, Out/ dez. 2015.

TAKANE, R.J.; SIQUEIRA, P.T.V. de; KÄMPF, A.N. **Técnicas de preparo de substratos para aplicação em horticultura** (olericultura e fruticultura). 2 ed. Brasília DF. LK editora, 2012. 100 p.il

TANAMATI, F. Y. **Fontes e doses de corretivos de acidez do solo na nutrição e produção de alface**. 2012. 73.p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio De Mesquita Filho" Faculdade de Ciências Agronômicas Campus de Botucatu. Botucatu, SP, 2012.

TEIXEIRA, L. B.; OLIVEIRA, R. F. de. FURLAN JÚNIOR, J. Processo de compostagem a partir de lixo orgânico urbano em leira estática com ventilação natural. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, Embrapa Amazônia Oriental. **Circular técnica**, Belém, n. 33, Out. 2004.

VIANA, E. P. T. **Desempenho de cultivares de alface em diferentes condições ambientais**. 2012. 69 f. Dissertação mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2012.

WATHIER, M. **Substratos orgânicos: caracterização, produção de mudras e desenvolvimento a campo de alface e beterraba e influência na atividade enzimática**. 2014.143 f. Dissertação mestrado (Fitotecnia/Horticultura) -. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2014.

WENDLING, I.; GUASTALA, D.; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.2, p.209-220, 2007.

ZACHÉ, B. **Manejo de biodiversidade em cultivo orgânico de alface (*Lactuca sativa*) através do uso de cravo-de-defunto (*Tagetes erecta*) como planta atrativa**. 2009. 72p. Dissertação mestrado (pos-graduação em agronomia/entomologia), Universidade Federal de Lavras. Lavras MG. 2009.

ZORZETO, T. Q. **Caracterização física e química de substratos para plantas e sua avaliação no rendimento do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.)** 2011. 110f. Dissertação mestrado (Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical). Instituto Agronômico. Campinas, SP, 2011.

CAPÍTULO 1 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE E TOMATE

RESUMO

O sucesso do cultivo de hortaliças começa pela produção de mudas, que são dependentes do uso de substratos. No entanto, esta etapa pode ficar limitada devido aos altos custos e à qualidade dos materiais. As combinações de resíduos orgânicos podem ser uma alternativa para resolver esse problema. Com o objetivo de conhecer as características físicas e químicas de substratos alternativos, foram realizadas análises físico-químicas entre os meses de agosto e outubro de 2017. Após encontrar 6 misturas com características favoráveis ao desenvolvimento vegetal, realizaram-se dois bioensaios utilizando tomate e alface, em experimento em delineamento estatístico de blocos ao acaso com 7 tratamentos e 4 blocos, sendo os tratamentos S1- 10% de composto orgânico, 15% de serragem, 0% de borra de café, 75% de vermiculita; S2- de 10% composto orgânico, 15% de serragem, 5% de borra de café, 70% de vermiculita; S3- 10% de composto orgânico, 15% de serragem, 10% de borra de café, 65% de vermiculita; S4- de 10% composto orgânico, 15% de serragem, 15% de borra de café, 60% de vermiculita; S5- 10% de composto orgânico, 15% de serragem, 20% de borra de café, 55% de vermiculita; S6- 10% de composto orgânico, 15% de serragem, 25% de borra de café, 50% de vermiculita; Substrato controle - substrato comercial. Para os substratos, analisaram-se a densidade, a porosidade, a capacidade de retenção de água, o espaço de aeração, o pH e a condutividade elétrica. O cultivo foi realizado em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, para o tomate, e de 200 células para a alface. Foram avaliados o índice de velocidade de emergência (IVE), a porcentagem de emergência (PE), a estabilidade do torrão (ET) e o Nitrogênio total (NT). Os tratamentos S1, S2, S3 apresentaram desempenhos semelhantes ao do substrato controle para o IVE e PE para ambas as hortaliças estudadas. Os substratos com maiores níveis de borra de café não demonstraram bom desempenho nas variáveis analisadas, recomendando-se o seu uso até a dose de 10% ou que seja realizado algum processo de tratamento de compostagem ou vermicompostagem, para seu posterior emprego em substratos.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum L.*, *Lactuca sativa L.*, Olerícolas.

CHAPTER 1 - PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERIZATION OF ALTERNATIVE SUBSTRATES IN THE SEEDLING PRODUCTION OF LETTUCE AND TOMATO

ABSTRACT

The success of the cultivation of vegetables begins with the production of seedlings, which are dependent on the use of substrates. However, this step may be limited due to the high costs and quality of the materials. Combinations of organic waste may be an alternative to solve this problem. In order to know the physical and chemical characteristics of alternative substrates, physicochemical analyzes were performed between August and October 2017. After finding 6 mixtures with characteristics favorable to plant development, two bioassays were performed using tomato and lettuce, in a randomized block experimental design with 7 treatments and 4 blocks, with the treatments S1- 10% organic compost, 15% sawdust, 0% coffee grounds, 75% vermiculite; S2- 10% organic compost, 15% sawdust, 5% coffee grounds, 70% vermiculite; 10% organic compost, 15% sawdust, 10% coffee grounds, 65% vermiculite; 10% organic compound, 15% sawdust, 15% coffee grounds, 60% vermiculite; S5- 10% organic compost, 15% sawdust, 20% coffee grounds, 55% vermiculite; S6- 10% organic compost, 15% sawdust, 25% coffee grounds, 50% vermiculite; Control- commercial substrate. For the substrates, the density, porosity, water retention capacity, aeration space, pH and electrical conductivity were analyzed. The cultivation was carried out in expanded polystyrene trays of 128 cells for tomato and 200 cells for lettuce. The emergence velocity index (IRS), the emergency percentage (PE), the stability of the clod (ET) and the total Nitrogen (NT) were evaluated. Treatments S1, S2, S3 presented similar performances to Control for IVE and PE for both vegetables studied. The substrates with higher levels of coffee grounds did not show good performance in the analyzed variables, recommending their use up to the 10% dose or that some composting or vermicomposting treatment process is performed, for their subsequent use in substrates.

Key words: *Solanum lycopersicum* L., *Lactuca sativa* L., Vegetables.

1 INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) está entre as hortaliças mais importantes no mundo, sendo mundialmente cultivado e consumido (OLIVERA *et al.*, 2011), juntamente com a alface (*Lactuca sativa* L.), que é uma das hortaliças folhosas mais produzidas (NASCIMENTO, 2016). A produção de mudas de hortaliças constitui uma das etapas mais importantes do sistema produtivo, visto que influencia diretamente no desempenho nutricional e produtivo das plantas (CAMPANHARO *et al.*, 2006).

A horticultura moderna tem como base a produção de mudas de qualidade, e, para a produção e o desenvolvimento em casas de vegetação e recipientes limitados. Para isso é muito comum a utilização ou desenvolvimento de substratos artificiais, através da combinação de materiais como turfa, composto orgânico, húmus de minhoca e casca de arroz (GOMES *et al.*, 2008). Além desses componentes, existem outros resíduos orgânicos regionais com potencial para compor substratos, gerando economia para os produtores e ainda reduzindo o descarte desses resíduos no ambiente. Porém, o uso de alguns resíduos fica limitado devido à falta de pesquisas que determinem proporções ideais para sua utilização como substrato.

Para produzir substratos com qualidade apropriada ao desenvolvimento das plantas, é necessário observar as propriedades físico-químicas dos materiais presentes na mistura. Dentre as propriedades químicas para a caracterização de um substrato, podem-se citar o pH e a condutividade elétrica; e, para as propriedades físicas, o destaque vai para a densidade, a porosidade, o espaço de aeração e a capacidade de retenção de água (SCHMITZ; SOUZA; KAMPF, 2002).

No IFMG – Campus Bambuí, existem resíduos orgânicos em abundância e com grande potencial a ser explorado em estudos que visem ao seu reaproveitamento. Dentre eles, estão os resíduos de poda, restos de alimentos, esterco provenientes dos setores de produção animal, as aparas de grama e também a borra de café, que é um resíduo que pode ser reaproveitado como composto orgânico ou substrato para produção de mudas, diminuindo o impacto ambiental gerado pelo seu descarte.

Há referências na literatura sobre o uso de diversos componentes em substratos, como esterco, maravalha, serragem (LUZ *et al.*, 2013; FERMINO *et al.*, 2014;), borra de café (DANTAS, 2011; WANGEN *et al.*, 2015) e composto orgânico (MONTEIRO *et al.*, 2009; ARAÚJO NETO *et al.*, 2009).

Estudos que determinem proporções ideais de componentes para formulação de substratos alternativos e que não apresentem restrições para a produção de mudas, de forma agroecológica, são fundamentais na geração de conhecimento acerca desse insumo.

O presente trabalho tem como objetivo a formulação e a caracterização de substratos alternativos para a produção de mudas de alface e tomate.

2 METODOLOGIA

2.1 Local experimental

O experimento foi conduzido na casa de vegetação para produção de mudas pertencente ao laboratório de Biotecnologia e Cultura de Tecidos no IFMG - Campus Bambuí, localizada sob as coordenadas geográficas 20°02'23.1"S e 46°00'41.0"W, possuindo 120 m² e cercada com tela antiáfideo. Segundo Köppen e Geiger, a classificação do clima nesta região é Cwa (clima subtropical de inverno seco).

2.2 Preparo dos substratos

Para a formulação dos substratos estudados neste trabalho, usaram-se componentes orgânicos de fácil obtenção existentes no IFMG – Campus Bambuí, como as aparas de grama, esterco de aves de postura, serragem e borra de café.

Foi produzido um composto orgânico, entre o dia 13 de março e 22 de julho de 2017, utilizando a mistura de aparas de gramas e esterco de poedeiras dos setores de Jardinagem e Avicultura respectivamente, que foram depositados alternadamente, totalizando 7 camadas. A pilha de composto orgânico possuía as dimensões de 1,5m de largura x 1m de altura. Os revolvimentos e o monitoramento da umidade da pilha de composto foram realizados semanalmente.

A borra de café foi recolhida diariamente durante o mês de abril de 2017, no restaurante universitário do campus. O processo de secagem foi realizado em local ventilado e sombreado, para seu posterior uso. A serragem foi obtida na marcenaria. Somado a esses componentes, usou-se também a vermiculita, que foi fornecida pela instituição.

Entre os meses de agosto e outubro de 2017, foram realizadas misturas entre os componentes estudados e realizou-se pré-testes para se encontrar misturas com características

favoráveis ao desenvolvimento vegetal, após esse procedimento realizou-se as análises físicas e químicas em triplicata, conforme a metodologia proposta por Takane, Siqueira e Kämpf (2012). Foram formulados seis substratos alternativos, por meio da combinação de composto orgânico, vermiculita, borra de café e serragem, que foram comparados com o substrato comercial utilizado pelo Setor de Olericultura para produção de mudas. As proporções dos componentes podem ser observadas na Tabela 2:

TABELA 2: Proporções de materiais utilizados na formulação de substratos alternativos

S	CO %	SE %	BC %	VE %
S1	10	15	0	75
S2	10	15	5	70
S3	10	15	10	65
S4	10	15	15	60
S5	10	15	20	55
S6	10	15	25	50
Controle	Substrato comercial*			

S- Substrato; CO – Composto orgânico; SE – Serragem; BC – Borra de café; VE – Vermiculita;

* composto por casca de pinus, cinzas, vermiculita, serragem, bioestabilizantes e aditivos (corretivos de acidez, fosfato natural e N-P-K).

2.3 análises físico-químicas

Para as análises físicas, avaliaram-se a densidade, o volume de sólidos e poros, a capacidade de retenção de água e o espaço de aeração. As amostras foram secas em local arejado por 24 horas e, em seguida, foram peneiradas, retirando-se 1 litro de cada amostra para cada análise.

A análise da densidade foi realizada em um recipiente com capacidade para 1 litro, cujo peso foi descontado previamente. A amostra depositada neste recipiente foi levada para uma balança analítica e seu peso foi anotado para posterior cálculo da densidade, sendo que o peso obtido foi dividido pelo volume, de acordo com a fórmula:

$$d=m/v$$

Onde:

d =densidade;

m = peso da amostra;

v = o volume ocupado pela amostra no recipiente.

Calculou-se o volume de poros e sólidos utilizando-se um litro de cada substrato, que foi depositado em um recipiente graduado com capacidade para dois litros. Em seguida, foi

vertido 1 litro de água até a imersão total da amostra, para se proceder com a leitura. O valor obtido foi utilizado para a realização dos cálculos, como proposto na Tabela 3.

TABELA 3: Cálculos para obtenção do volume de poros e sólidos

Amostra	Volume da amostra (a)	Volume inicial da água (i)	Volume final da água (f)	Volume dos sólidos (S)	Volume dos poros (P)
				$S=f-i$	$P= a-S$
Substrato testado	1000 mL	1000 mL	Volume encontrado após verter água no recipiente com o substrato	Volume calculado	Volume calculado

Fonte: Takane, Siqueira e Kämpf (2012).

No cálculo da capacidade de retenção de água, um litro da amostra de substrato foi depositado em um vaso, que foi pesado em balança analítica, anotando-se o resultado. A amostra foi saturada lentamente com água para que os poros do substrato fossem preenchidos. Em seguida, o vaso foi colocado em um local para drenar o excesso e, quando se observou que não havia mais água gotejando pelos furos, efetuou-se a pesagem da amostra. Para o cálculo da capacidade de retenção de água, usou-se a seguinte fórmula:

$$CRA=P2-P1$$

Onde:

CRA= Capacidade de retenção de água;

P1= amostra seca +vaso;

P2 = amostra+ vaso+ água.

O espaço de aeração é o volume de poros ocupados por ar quando o substrato está na sua máxima capacidade de retenção de água (CRA). Seu cálculo foi realizado de acordo com a seguinte fórmula:

$$EA= P - CRA$$

Onde:

EA = Espaço de aeração;

P = Volume de poros da amostra;

CRA= Capacidade de retenção de água.

A análise das propriedades químicas (pH e condutividade elétrica) foi realizada pelo método lixiviado (*pour through*), depositando-se a amostra de substrato em um vaso, o qual foi colocado dentro de um recipiente maior, que, por sua vez, foi preenchido com água, a fim de saturar a amostra, que permaneceu imersa por 24 horas. Após este procedimento, drenou-se o excesso de água. O vaso foi colocado sobre um recipiente e verteu-se uma quantidade de 100 mL de água sobre o substrato. Após a drenagem da água, procedeu-se à leitura do pH e da condutividade elétrica.

2.4 Delineamento experimental

Foram realizados 2 ensaios, sendo 1 com alface, cultivar Solaris e outro com tomate, cultivar Santa Cruz Kada gigante. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados (DBC), contendo 7 tratamentos e 4 repetições. Para o ensaio de alface, foi utilizada a bandeja de 200 células e a parcela experimental foi composta por 30 plantas, e, para o tomate, o semeio foi realizado em bandeja de 128 células, sendo cada parcela formada por 32 plantas. A parcela útil para ambas foi constituída pelas 8 plantas centrais.

A semeadura ocorreu no dia 7 de novembro de 2017, colocando-se uma semente por célula, para alface, e 3 sementes por célula para o tomate. Aos 12 dias após a semeadura (DAS), foi feito o desbaste nas plantas de tomate, deixando apenas uma planta por célula, e a irrigação foi realizada de forma manual duas vezes por dia.

Aos 15 dias após a semeadura (DAS), realizaram-se as análises não destrutivas nas plântulas para as variáveis de emergência, como: índice de velocidade de emergência (IVE) e porcentagem de emergência (PE). Estes dados foram determinados registrando-se diariamente o número de plântulas emergidas, sendo consideradas como emergidas as plântulas que apresentavam os cotilédones erguidos acima do substrato.

O cálculo do IVE foi realizado pela fórmula proposta por Maguire (1962, *apud* Demontiezo *et al.*, 2016):

$$IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots En/Nn$$

Onde:

IVE = índice de velocidade de emergência;

E1, E2, ... En = número de plântulas normais computadas na primeira, segunda e última contagem;

N1, N2, ... Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

A porcentagem de emergência (PE) foi calculada de acordo com Labouriau e Valadares (1976, *apud* Souza *et al.*, 2013), conforme equação a seguir:

$$PE = (N/A) \times 100$$

Em que:

PE - porcentagem de emergência;

N - número total de sementes emergidas;

A - número total de sementes plantadas.

A análise de estabilidade do torrão foi realizada avaliando-se 4 mudas por parcela. A avaliação ocorreu conforme a escala de notas proposta por Gruszynski (2002), onde:

Nota 1) mais de 50% do torrão ficou retido no recipiente;

Nota 3) o torrão se destacou do recipiente, mas não permaneceu coeso e;

Nota 5) todo o torrão foi destacado do recipiente e mais de 90% dele permaneceu coeso.

O Nitrogênio total foi determinado pela metodologia Kjeldahl. Para essa análise, foram utilizadas as folhas secas em estufa com ventilação de ar forçada, a 65 °C, até atingirem peso constante. Na sequência, foram trituradas em almofariz, realizou-se a digestão das amostras, e, posteriormente, os procedimentos de extração da solução.

As análises estatísticas foram realizadas por meio do Software SISVAR (FERREIRA, 2011) e GENES (CRUZ, 2013). Para comparação das médias dos tratamentos, empregou-se o teste de Scott-Knott com nível de significância de 5%.

Foram realizadas análises de correlação entre as características do substrato que não se encontravam com o padrão para verificar a sua interferência no desempenho das plântulas em relação ao IVE. Os resultados da porcentagem de emergência foram submetidos à análise de regressão (p. 0,05) para comparar os efeitos das doses de borra de café sobre esta característica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo do tipo de substrato para todas as características físicas e químicas (Tabela 4).

TABELA 4: Valores médios para características químicas e físicas dos substratos alternativos para produção de mudas de alface e tomate.

S	D	P	CRA	EA	pH	CE
	Kg/m ³		%			dS/m
S1	187,43 f	69,96 b	59,94 a	7,71 b	6,8 a	0,8 b
S2	198,84 e	69,49 b	58,99 a	10,16 a	6,6 a	0,72 b
S3	213,06 d	73,43 a	56,97 b	11,42 a	6,5 a	1,183a
S4	223,66 c	68,68 b	57,42 b	6,45 b	6,4 a	1,380a
S5	251,55 b	64,08 c	57,69 b	3,87 c	6,5 a	1,426a
S6	254,59 b	61,40 c	54,65 c	1,94 d	6,2 a	1,593a
Controle	405,52 a	69,41 b	42,59 d	3,15 c	5,3 b	0,68 b
CV (%)	1,35	2,34	1,95	12,51	4,66	27,53

D- densidade; P – porosidade; CRA – Capacidade de Retenção de Água; EA – Espaço de Aeração; pH- potencial de Hidrogeniônico; CE – Condutividade Elétrica; Médias com a mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para a variável densidade, as médias foram diferentes entre si na maioria dos substratos, exceto para S5 e S6 (Tabela 4). De acordo com Bunt (1973), citado por Fermino (2003), as referências de densidades favoráveis ao desenvolvimento vegetal, de um modo geral, estão situadas entre 400 e 500 kg/m³.

Neste trabalho, as densidades dos substratos alternativos variaram de 187,43 a 254,59 kg/m³. Esses valores estão em um intervalo próximo ao encontrado por Higashikawa (2009), que, em seu trabalho, objetivava a produção de substratos a partir de combinações de resíduos orgânicos. Observou-se que, à medida que se diminuiu a proporção de vermiculita e aumentou-se o volume de borra, os substratos se tornaram mais densos, evidenciando que maiores doses de borra de café em substratos são responsáveis pelo aumento na sua densidade.

Substratos com altas densidades podem representar maior resistência ao crescimento das raízes (SCHWAB *et al.*, 2010); já baixas densidades podem causar problemas de fixação e tombamento de recipientes, se estes forem altos (SCHMITZ; SOUZA; KAMPF, 2002). No caso de bandejas de mudas de hortaliças, é desejável que os substratos tenham uma densidade entre 100 e 300 kg/m³ (LIZ, 2006). Desta forma, notou-se que todos os substratos alternativos estavam dentro desses intervalos, como pode ser visto na Tabela 4.

A maior porosidade foi encontrada no substrato S3, com o valor de 73,43%, apresentando diferença significativa em relação aos demais (Tabela 4). Na produção de mudas de hortaliças em bandejas, quando o substrato não possui uma porosidade acima de 85 %, pode haver problemas no que diz respeito à drenagem, que pode não ocorrer de forma satisfatória (LIZ, 2006).

A porosidade dos substratos variou de 61,40 a 73,43%, e observou-se que as maiores proporções de borra de café na composição do substrato afetaram negativamente a porosidade total. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Duarte; Paglia e Fernandes (2006), que, estudando formulações para substratos orgânicos, encontraram resultados de porosidade entre 64,5 e 75 %. Os resultados se mostraram abaixo dos níveis recomendados; contudo, apenas os substratos S5 e S6 apresentaram problemas para drenagem da água de irrigação, pois, tendo menor porosidade, a água tende a se acumular mais (Figura 1).

Figura 1 – Substratos com drenagem deficiente



Fonte: O autor (2017).

Os substratos S1 e S2 revelaram as melhores médias para a capacidade de retenção de água - 59,94 e 58,99% - e foram estatisticamente diferentes dos demais (Tabela 4). Esses resultados se encontram dentro faixa de valores verificados por Araújo Neto *et al.* (2009), onde observou-se variação de 36 a 70%.

Para Kratz (2011), a capacidade de retenção de água entre 20 e 30% pode ser considerada ótima, classificando o substrato como bom, para esta característica. Como pode ser observado na Tabela 4, todos os substratos apresentaram médias acima destes valores, os quais, dessa forma, acredita-se que sejam apropriados.

Para a variável EA, os maiores resultados foram identificados para os substratos S2 e S3, sendo superiores aos demais, apresentando os valores de 10,16 e 11,42% (Tabela 4). Esses valores ficaram acima dos encontrados por Campanharo *et al.* (2006), que, estudando misturas de pó de coco, composto orgânico e substrato comercial para produção de mudas de tomateiro, encontraram valores de EA variando de 3 a 7%.

Observando-se a Tabela 4, é possível verificar que estes valores são muito inferiores ao ideal proposto por Penningsfeld (1983 *apud* FERRAZ *et al.*, 2005), que é de até 30% do volume do substrato, ou entre 10 e 30% do volume (CARRIJO; LIZ; MAKISHIMA, 2002 e MILANI, 2012).

Os valores de pH dos substratos alternativos variaram de 6,2 a 6,8, ficando abaixo dos encontrados por Krause *et al.*, (2017), em seu trabalho usando resíduos agrícolas para compor substratos alternativos. O substrato Controle foi o único que apresentou diferença significativa em relação aos demais (Tabela 4). Nota-se que, nos substratos de S1 a S6, mesmo não havendo diferenças significativas, à medida que as doses de borra de café foram aumentadas, ocorreu uma leve redução do pH.

Conforme Lacerda *et al.* (2006), em substratos à base de materiais orgânicos, o nível ideal de pH deve estar numa faixa situada entre 5,0 e 5,8, ficando os substratos formulados neste experimento acima da faixa considerada ideal. O pH é um fator de grande relevância para o crescimento da planta, pois interfere na disponibilidade de nutrientes, principalmente no tocante aos micronutrientes (BAILEY *et al.*, 2000).

A condutividade elétrica (CE) é um parâmetro para estimar a quantidade de sais presentes na solução do substrato - quanto maior a salinidade, maior será o valor da CE (OLIVEIRA, 2011). Para esta variável, foi observada uma variação significativa em função do nível de borra de café no substrato, sendo que os valores registrados variaram de 0,683 a 1,593 dS/m. Os substratos S1 e S2 foram semelhantes ao substrato Controle (Tabela 4), com o valor dentro da faixa considerada muito baixa. Já os demais substratos situaram-se na faixa considerada baixa, de acordo com os valores sugeridos por Cavins *et al.*, (2000).

Para a produção de mudas de hortaliças Guzinski (2002), recomenda-se que a condutividade elétrica esteja abaixo de 2 dS/m, o que foi obtido em todos os substratos.

O aumento da salinidade não é desejável, pois a alta concentração de sais é um fator de estresse para as plantas, pois reduz o potencial osmótico, além de haver ação dos íons sobre o protoplasma das células vegetais (REZENDE, 2010).

No bioensaio com as hortaliças, observou-se, no experimento com alface, que houve efeito dos substratos para todas as variáveis, exceto teor de N ($p < 0,05$). Já no experimento com tomate, notou-se efeito significativo do substrato apenas para IVE e PE, sendo que, para ET e N, não houve efeito ($p < 0,05$) (Tabela 5).

TABELA 5: Valores médios para Índice de Velocidade de Emergência (IVE), Porcentagem de Emergência (PE), Estabilidade do Torrão (ET) e porcentagem de Nitrogênio, (%N) em substratos alternativos para produção de mudas de alface e tomate.

Experimento com Alface				
TRATAMENTOS	IVE	PE	ET	N g/Kg
S1	11,18 a	100 a	3,87 a	6,5a
S2	10,13 b	96,87 a	3,75 a	9,1a
S3	10,39 b	100 a	3,12 a	9,4a
S4	8,72 b	90,62 b	1,87 b	11,4a
S5	7,41 c	87,50 b	1,37 b	10,4a
S6	6,90 c	84,37 b	1,75 b	8,9a
Controle	11,51 a	100 a	3,62 a	10,1a
CV (%)	5,14	4,26	14,53	39,28
Experimento com tomate				
S1	15,40 a	100 a	3,75 a	9,3a
S2	14,34 b	100 a	2,75 a	7,4a
S3	12,50 c	100 a	3,00 a	6,5a
S4	9,25 d	91,66 b	2,37 a	4,7a
S5	8,07 d	89,59 b	1,87 a	7,8a
S6	4,83 e	68,73 c	1,37 a	6,9a
Controle	16,69 a	97,91 a	3,75 a	8,8a
CV (%)	7,58	6,57	49	27,5

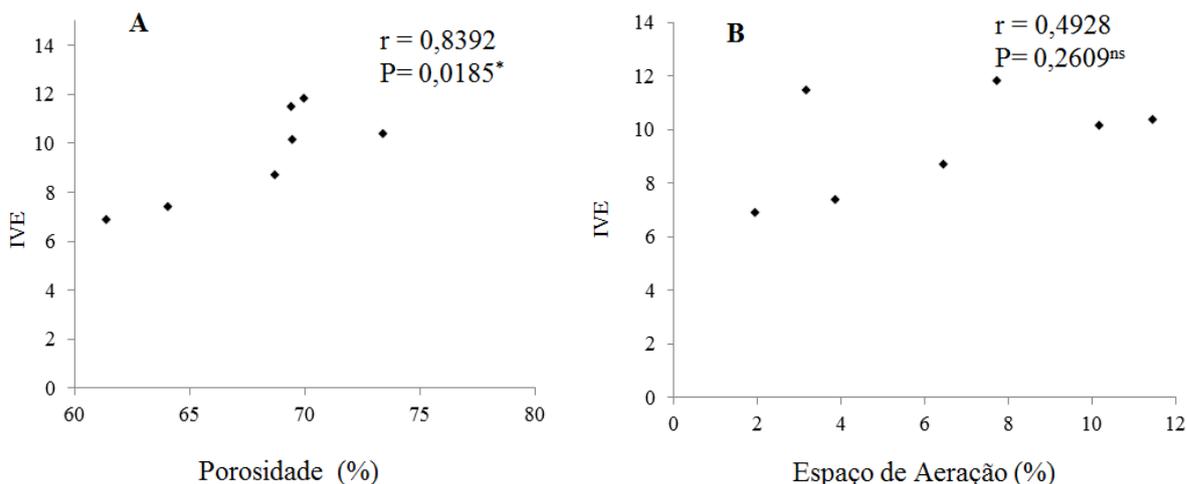
Médias com a mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Maiores valores de IVE, no ensaio com alface e com tomate, foram obtidos quando utilizados os substratos S1 e Controle, não diferindo entre si as médias. Os substratos S5 e S6 não proporcionaram bons índices de velocidade de emergência.

Correlacionando os atributos físicos que não se apresentaram dentro do padrão recomendado (porosidade e espaço de aeração) com o índice de velocidade de emergência, pôde-se observar que, tanto para a alface quanto para o tomate (Figuras 2 e 3), apenas a

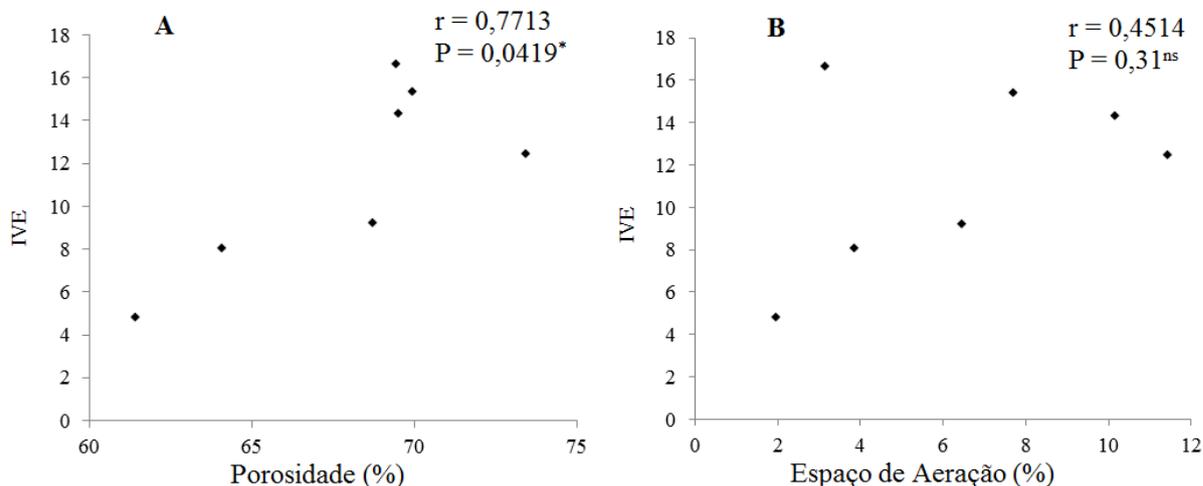
porosidade interferiu de forma significativa no IVE (Figuras 2A e 3A). A porosidade apresentou correlação positiva com o IVE, evidenciando que, para estas formulações de substrato, quanto maior a porosidade, maior será o IVE.

Figura 2- Correlação de índice de velocidade de emergência (IVE) em alface (*Lactuca sativa* L.) cultivar Solaris com características físicas dos substratos alternativos.



* - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t; ^{ns} - Não significativo. Porosidade (2A); Espaço de aeração (2B);

Figura 3 - Correlação de índice de velocidade de emergência (IVE) em tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivar Santa Cruz kada gigante, com características físicas dos substratos alternativos.



* - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t; ^{ns} - Não significativo. Porosidade (3A); Espaço de aeração (3B);

Os tratamentos S5 e S6, além de se mostrarem muito inferiores no tocante ao índice de velocidade de emergência, nos dois experimentos, também apresentaram uma deficiência quanto à sua drenagem, o que pode ter ocorrido devido aos níveis elevados de borra de café usados para compor os seus substratos (20 e 25%). A borra é um material de partículas muito

finas, e isso pode acarretar a diminuição da porosidade e menor espaço de aeração, ocasionando problemas de drenagem.

Vigardt (2012), estudando vermicomposto de borra de café na composição de substratos para espinafre e pimentão, observou uma interferência negativa na estrutura física do meio de crescimento, demonstrando dificuldade para drenar o excesso de água dos recipientes nos tratamentos onde a dosagem foi maior.

Bicca *et al.* (2011) e Luz *et al.* (2000) relatam que uma menor quantidade de vermiculita no substrato também dificulta a drenagem do excesso de água, levando a um menor rendimento nas mudas.

A utilização de resíduos orgânicos para compor substratos para o cultivo de mudas promove a aeração, a capacidade de retenção de água e a formação de uma estrutura física própria ao desenvolvimento das raízes, além de fornecer nutrientes (SILVA *et al.*, 2008). No entanto, na medida em que a presença dos componentes orgânicos, na forma de borra de café, foi sendo aumentada nos substratos avaliados neste trabalho, percebeu-se a redução do IVE das plântulas, em comparação aos substratos com menores teores de borra de café.

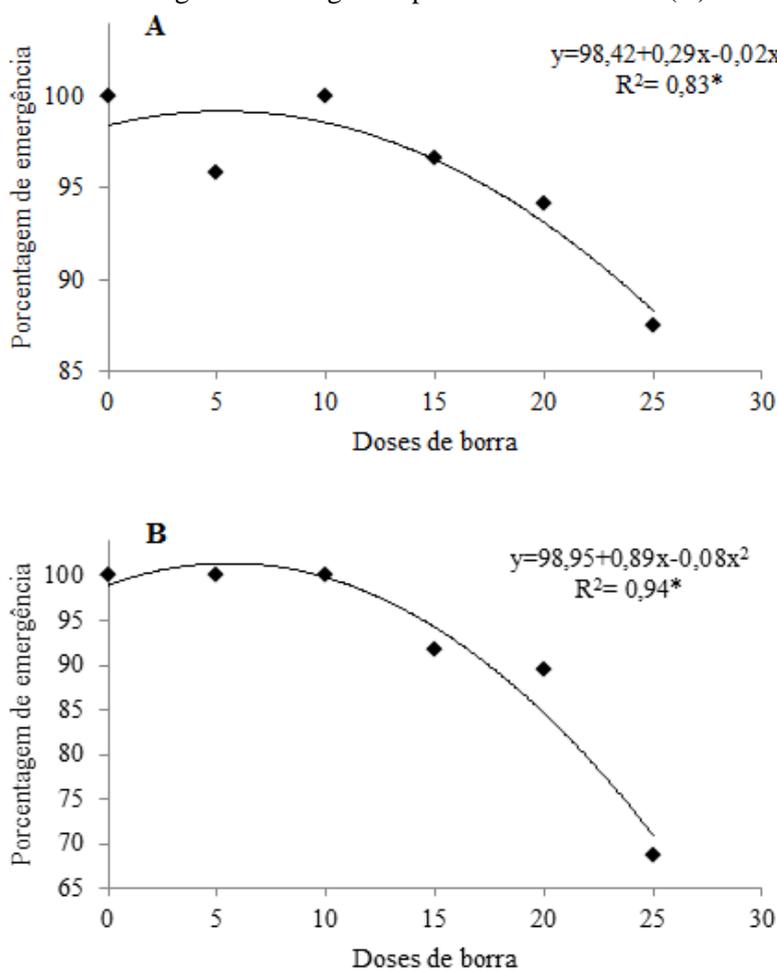
Quanto à porcentagem de emergência, os substratos S1, S2e S3 foram semelhantes ao substrato Controle, e apresentaram desempenho melhor em relação aos demais, para esta variável, no experimento com alface (Tabela 5).

De acordo com a equação da figura 4A, observa-se que a máxima dosagem de borra de café foi de 7,25% obtendo-se a germinação de 99,47% para alface. Para o tomate a dosagem máxima foi de 5,56% de borra de café, e obteve 100% de germinação como pode ser observado na figura 4B.

A equação quadrática foi a que melhor se ajustou aos dados de porcentagem de emergência para alface (Figura 4 A) e para tomate (Figura 4B), tendo a dose de 25 % de borra contribuído para a menor porcentagem de emergência para as mudas de alface e também para as de tomate.

Brito (2013), analisando doses crescentes de borra de café, no intervalo de 0 a 100%, em substratos alternativos para tomate, obteve resultados de porcentagem de emergência muito semelhantes aos do presente trabalho até as doses de 25 % de borra.

Figura 4 - Porcentagem de emergência para mudas de alface (A) e tomate (B).



Significativo ao nível de 5% pelo teste F

Como pôde ser observado, as maiores dosagens de borra de café resultaram em menores valores, tanto para o IVE quanto para a PE. Torres *et al.* (2012), estudando o efeito da borra de café em substratos para plântulas de cafeeiro, constataram que a emergência ocorreu somente aos 120 DAS (dias após a semeadura). Esses autores atribuem o ocorrido à presença de alcaloides inibidores de germinação.

Quanto à estabilidade do torrão, todos os tratamentos usados no experimento com tomate mostraram dificuldade para serem retirados do recipiente com o torrão inteiro e coeso. Para a alface, apenas os tratamentos S1, S2, S3 e substrato Controle (Tabela 5) apresentaram mais facilidade para serem removidos do recipiente, com o torrão revelando maior nível de coesão.

Essa baixa estabilidade “pode ser considerada uma desvantagem, pois um torrão coeso pode promover o melhor pegamento da muda no campo após o transplante” (SCHMIDT *et al.*, 2012).

Provavelmente, o espaço de aeração muito baixo dos substratos, proporcionado pela predominância de partículas finas, como no caso da borra de café, pode ter prejudicado o desenvolvimento radicular por dificultar a difusão de oxigênio às raízes. Esse baixo desenvolvimento radicular dificultou a retirada da muda com torrão inteiro nos tratamentos com maiores dosagens de borra. O sistema radicular pouco desenvolvido certamente provocou o baixo desenvolvimento do sistema aéreo das plantas, como pode ser visualizado nas Figuras 5A e 5B, exibindo as mudas com desenvolvimento insatisfatório aos 25 DAS.

Esses dados assemelham-se aos encontrados por Menezes Junior *et al.*, (2000), que relatam a influência do espaço de aeração e os efeitos prejudiciais causados pelos valores abaixo do recomendado.

No caso do experimento com o tomateiro, a situação supracitada ainda aliou-se ao tamanho da célula da bandeja. Monteiro (2013) informa que esta variável é influenciada pela área útil das células. Por isso, as mudas de tomateiro podem ter apresentado um resultado insatisfatório, devido ao fato de terem sido semeadas em uma bandeja que apresentava célula com maior volume, como é o caso da bandeja de 128 células, gerando uma menor ocupação das raízes e, conseqüentemente, uma menor estabilidade do torrão (Figura 5C).

Figura 5 – Mudanças de alface e tomate com desenvolvimento insatisfatório aos 25 DAS e baixa estabilidade do torrão em muda de tomate.



Fonte: O autor (2016).

Para a variável porcentagem de Nitrogênio, não houve diferenças para nenhum dos substratos nos bioensaios com alface e com tomate, conforme a Tabela 5. As médias variaram de 6,5 a 11,4 g/kg, para a alface, e de 4,7 a 9,3 g/kg para o tomate. Trani (2007) informa que os valores de Nitrogênio foliar devem estar entre 30 e 50 g/kg, para alface, e de 40 a 60 g/kg para tomate, ficando os valores encontrados no presente trabalho muito inferiores ao ideal. Essa análise da folha pode ser uma ferramenta importante para avaliar se o substrato está nutrindo a planta satisfatoriamente, pois, na folha, ocorrem os principais processos metabólicos, portanto, é o órgão que melhor representa o estado nutricional da planta (FAQUIN, 2002).

Esses resultados insatisfatórios para o nível de Nitrogênio foliar indicam que é necessária a suplementação desse nutriente por meio de adubações de cobertura.

4 CONCLUSÃO

O uso de resíduos orgânicos na composição de substratos é uma alternativa viável para a sua reciclagem e redução do descarte no ambiente.

De forma geral, pôde-se verificar que os substratos alternativos S1 (10%CO+15%SE+0%BC+75%VE), S2 (10%CO+15%SE+5%BC+70%VE) e S3 (10%CO+15%SE+10%BC+65%VE) apresentaram características físico-químicas que os fizeram se destacar em relação aos demais e mostrar resultados semelhantes ao do substrato Controle, frente às variáveis relacionadas ao processo de emergência das mudas, demonstrando que essas misturas apresentam potencial para serem usados na produção de mudas de alface e tomate.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO NETO, S. E. de; AZEVEDO, J. M. A. de; GALVÃO, R. de O.; OLIVEIRA, E. B. de L.; FERREIRA, R. L. F. Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.39, n.5, p.1408-1413, ago, 2009.

BAILEY, D. A.; NELSON, P. V.; FONTENO W.C. **Substrates pH and water quality**. Raleigh: North Carolina State University, 2000. Disponível em: <<http://www.nurserycropscience.info/water/sourcewaterquality/otherreferences/substrate-ph-and-water-quality.pdf/view>> Acesso em: 27/02/2018.

BASSO, S. M. S. **Caracterização morfológica e fixação biológica de nitrogênio de espécies de Adesmia DC. E Lotus L.** 1999. 268 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) -

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999. *Apud* SILVA JÚNIOR, J. V. da. **Substratos alternativos e adubação foliar na produção de mudas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**. 2011. 82 f. Dissertação mestrado (Pós- Graduação em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, Bom Jesus – PI, 2011.

BICCA, A. M. O.; PIMENTEL, E.; SUÑE, L.; MORSELLI, T. B. G.; BERBIGIER, P. Substratos na produção de mudas de couve híbrida. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.18, n. 1, p. 136-142. 2011

BRITO, A. D. de. **Caracterização química de resíduo de café (borra) e seu efeito em cafeeiro orgânico adensado e em plântulas de cafeeiro e tomateiro**. 2013. 122f. Tese de Doutorado (Doutorado em Agronomia) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília (DF), 2013.

BUNT, A.C. Some physical and chemical characteristics of loamless pot-plant substrates and their relation to plant growth. **Plant and soil**, the Hague, v. 28, p.1954-1954, 1973. *Apud* FERMINO, M.H. **Métodos de análise para caracterização física de substratos para plantas**. 2003. 104f. Tese de Doutorado (Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ Faculdade de Agronomia, Porto Alegre (RS), 2003.

CAMPANHARO, M.; RODRIGUES, J. J. V.; LIRA JUNIOR, M. de A.; ESPINDULA, M. C.; COSTA, J. V. T. da. Características físicas de diferentes substratos para produção de mudas de Tomateiro. **Caatinga**, Mossoró, v.19, n.2, p.140-145, abr./jun. 2006.

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, dez. 2002.

CAVINS, T.J.;WHIPKER, B.E.;FONTENO, W.C.; HARDEN, B.; McCALL, I.; GIBSON, J.L. **Monitoring and managing Ph and EC using the pour thru extraction method. Raleigh: horticulture information leaflet/ NCSU**. [2000]. Disponível em <<https://content.ces.ncsu.edu/monitoring-and-managing-ph-and-ec-using-the-pourthru-extraction-method>> Acesso em: 26 de fevereiro de 2018.

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v. 35, n.3, p.271-276, 2013.

DANTAS, A.M. **Materiais orgânicos e produção de alface americana**. 2011, 38f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina veterinária. Brasília, 2011.

DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**. v.36 p.10-13. 1960. *Apud* SIMÕES, A.C.; ALVES, G.K.E.B.; FERREIRA, R.L.F.; ARAUJO NETO, S.E. Qualidade da muda e produtividade de alface orgânica com condicionadores de substrato. **Horticultura Brasileira**. v. 33, n. 4, p. 521-526, out./dez. 2015

DUARTE, T. da S.; PAGLIA, A. G.; FERNANDES, H. S. Formulação de substratos orgânicos para produção de mudas de tomateiro. In: 1º Congresso Brasileiro de Agroecologia,

1, 2006. Disponível em: <http://www.agroecologiaemrede.org.br/upload/arquivos/P295_2005-08_09_155028_415.pdf> Acesso em: 27/02/2018.

FAQUIN, V. **Diagnose do estado nutricional das plantas**. 2002. 77 p. Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas no Agronegócio. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002.

FERMINO, M.H; GONÇALVES, R.S.; SILVEIRA, J.R.P; BATISTIN, A.; TREVISAN, M; BUSNELLO, A. C. Fibra de palmeira como substrato para hortaliças. **Horticultura brasileira**. v. 32, n. 4, out/dez, 2014.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GOMES, L.A.A.; RODRIGUES, A.C.; COLLIER, L.S.; FEITOSA, S.S. Produção de mudas de alface em substrato alternativo com adubação. **Horticultura Brasileira**. v. 26, n. 3, p. 359-363 jul./set. 2008.

GRUSZYNSKI, C. **Resíduo Agro-industrial “Casca de tungue” como componente de substrato para plantas**. 2002. 115f. Dissertação (Mestrado Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002.

HIGASHIKAWA, F.S. **Caracterização físico-química de substratos produzidos a partir de combinações de resíduos orgânicos**. 2009. 54 f. Dissertação mestrado (Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras MG, 2009.

KRATZ, D. **Substratos para produção de mudas de *Eucalyptus benthamii*: formulação e estimativa de propriedades físico-químicas por meio da espectroscopia no infravermelho próximo (NIR)**. – 2015. 111 f. Tese doutorado (Pós-Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

KRATZ, D. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage e *Mimosa scabrella* Benth**. 2011. 121 f. Dissertação mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

KRAUSE, M.R.; Lo MONACO, P.A.V.; HADDADE, I.R.; MENEGHELLI, L.A.M.; SOUZA, T.D. Aproveitamento de resíduos agrícolas na composição de substratos para produção de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v35, n.2, Apr. - Jun. 2017

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, São Paulo, v.48, p.174-186. 1976. *apud* SOUZA, E. G. F.; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVEIRA, L. M. da. CALADO, T. B.; SOBREIRA, A. M. Produção de mudas de alface babá de verão com substratos à base de esterco ovino. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 4, p. 63 – 68. Out/dez. 2013.

LACERDA, M.R.B.; PASSOS, M.A.A.; RODRIGUES, J. J. V.; BARRETO, L. P. Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth), **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.2, p.163-170, 2006.

LIZ, R.S. **Análises físicas e químicas de substrato à base de coco verde para produção de mudas de hortaliças**. 2006. 69f. Dissertação mestrado (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade de Brasília/ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília – DF, 2006.

LUZ, F. N. da; SANTOS, P. R. R. dos; DOURADO, D. P.; FERREIRA, C. C. B.; CONCEIÇÃO, W. S. S. da; MURAIISHI, C. T. Uso de diferentes doses de serragem como fonte de substrato para a produção de mudas de quiabo. IN: Congresso Brasileiro de Ciência do solo. 34. 2013. Florianópolis, Santa Catarina.

LUZ, J.M.Q.; BRANDÃO, F.D.; MARTINS, S.T.; MELO, B. Produtividade de cultivares de alface em função de mudas produzidas em diferentes substratos comerciais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.20, n.1, p61-65, jan/abr.2004.

LUZ, J.M.Q.; PAULA, E.C.; GUIMARÃES T.G. Produção de mudas de alface, tomateiro e couve- flor em diferentes substratos comerciais. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v.18, p.579-581, jul. 2000.

MAGUIRE. J. D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**. Madison, v. 2, p. 176-177. 1962. *Apud* DEMONTIEZO, F. L. L.; ARAGÃO, M. F.; VALNIR JUNIOR, M.; MOREIRA, F. J. C.; PAIVA, P. V. V.; LIMA, S. C. R. V. Emergência e crescimento inicial de tomate ‘santa clara’ em Função da salinidade e condições de preparo das sementes. **Irriga**. Botucatu, v.1, p. 81-92. 2016.

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

MONTEIRO, G.C.; CARON, B. O.; SOUZA, V. Q. de. ELOY, E.; ELLI, E. F. Avaliação de diferentes tipos de bandejas e substratos Alternativos na produção de mudas de *Lactuca sativa* L. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.9, n.16, p. 377 – 390, 2013.

MONTEIRO, V. H.; PEREIRA, D. C.; SOUZA, C. H. W.; MOREIRA, S.; SOARES, L. R.; COSTA, L. A. de M.; COSTA, M.S. S. de M. Utilização de Composto Orgânico como Substrato na Produção de Mudas de Tomate. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4 n.2, nov. 2009.

NASCIMENTO, G. R. do. **Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de genótipos de alface (*Lactuca sativa* L.) em diferentes épocas e condições de cultivo**.2016.61f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2016.

OLIVEIRA, E. A. G. de. **Desenvolvimento de substratos orgânicos, com base na vermicompostagem, para produção de mudas de hortaliças em cultivo protegido**. 2011. 65f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

OLIVEIRA, G. H. de; CASAROLI, D.; FAGAN, E. B.; SILVA, J. O. da; SOARES, L. H.; SOUSA, M. C. Avaliação do crescimento de mudas de tomate em diferentes tipos de bandejas

comerciais. **Revista do Centro Universitário de Patos de Minas**. Patos de Minas, v.2, p. 84-90, set. 2011.

PENNINGSFELD, F. Kultursubstrate fur den gartenbau, besonders in Deutschland: ein kritischer Überblick. **Plant Soil**, The Hague, v. 75, p. 269-281, 1983 *apud* ARAÚJO, D. B. **Produção de mudas de espécies ornamentais em substratos a Base de resíduos agroindustriais e agropecuários**. 2010. 73f. Dissertação mestrado (Curso de Pós-Graduação em Agronomia/ Solos e Nutrição) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2010.

PENNINGSFELD, F. Kultursubstrate fur den gartenbau, besonders in Deutschland: ein kritischer Überblick. **Plant Soil**, The Hague, v. 75, p. 269-281, 1983 *apud* FERRAZ, M. V.; CENTURION, J. F.; BEUTLER, A. N. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 27, n. 2, p. 209-214, Abr./Jun. 2005.

REZENDE, J.S. **uso de resíduos orgânicos na composição de substratos alternativos para produção de mudas**. 2010. 69f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

SANTOS, F. F. B. dos. **Obtenção e seleção de híbridos de tomate visando à resistência ao Tomato yellow vein streak virus (ToYVSV)**. 2009. 75f. Dissertação (Mestrado em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia) – Instituto Agrônômico de Campinas. Campinas, SP, 2009.

SCHMIDT, M. A. H.; ECHER, M. de M.; GUIMARÃES, V. F.; TIAGO LUAN HACHMANN. Efeito do substrato e do biofertilizante na produção de mudas de *Brassica oleraceae* var. *Acephala*. **Cultivando o Saber**. Cascavel, v.5, n.2, p.1-8, 2012.

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**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p.937-944. 2002.

SCHWAB, N. T.; PEITER, M. X.; SOUZA, A. R. C. de; FERRAZ, R. C.; NEUHAUS, M.; GIRARDI, L. B.; ROBAINA, A. D.; RODRIGUES, M. A. Caracterização física de substratos empregados no cultivo de mudas de forrações anuais e perenes. In: Encontro Nacional de Substratos para Plantas, 7, Goiânia. 2010. Disponível em: <https://portais.ufg.br/up/68/o/CARACTERIZACAO_FISICA_DE_SUBSTRATOS_EMPREGADOS_NO_CULTIVO_DE_MUDAS_DE_FORRAGES_ANUAIS_E_PERENES.pdf>. Acesso em: 07 de março de 2018.

SILVA JÚNIOR, J. V. da. **Substratos alternativos e adubação foliar na produção de mudas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**. 2011. 82 f. Dissertação mestrado (Pós- Graduação em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, Bom Jesus – PI, 2011.

SILVA, E. A. da; MENDONÇA, V; TOSTA, M. da S; OLIVEIRA, A. C. de; REIS, L. L. dos; BARDIVIESSO, D M. Germinação da semente e produção de mudas de cultivares de alface em diferentes substratos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 245-254, abr./jun. 2008

SIMON, E. D. T.; SILVA, M.T. da; TATTO, F. R.; ANTUNES, W. R.; LEMOES, L. S.; SILVA, S. D. dos A. Efeito de substratos regionais na produção de mudas de tomate. IN: Simpósio de propagação de plantas e produção de mudas. Inovações em busca da qualidade.1. 2017. Ribeirão Preto. **Resumo dos trabalhos**. 2017.

TORRES, A. J.; BREGAGNOLI, M.; MONTEIRO, J. M. C.; CARVALHO, C. A. M. Emergência de plântulas de cafeeiro em substratos de borra de café. **Revista Agrogeoambiental**. v.4, n.3.dez. 2012.

TRANI, P.E. Calagem e adubação para hortaliças sob cultivo protegido. 2007. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/cp/index.htm>. Acesso em: 11/4/2018

VIGARDT, A. L. **Influence of coffee vermicompost on growth and nutrient quality of greenhouse spinach and field grown green bell peppers**. 2012.61p. Dissertação (Plant, Soil And Agricultural Systems) -Southern Illinois University Carbondale, Illinois – USA, 2012.

WANGEN, D. R. B.; CARDOSO, M. T. R.; FREITAS, R. O.; FERNANDES, E. F.; DUARTE, G. M.; PINTO, A. F. de J. Borra de café na produção de mudas de alface, *Lactuca sativa* L. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.22; p. 518 – 524, 2015.

CAPÍTULO 2 – INFLUÊNCIA DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS E TAMANHO DE BANDEJA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE E TOMATE

RESUMO

Um dos avanços no cultivo de hortaliças foi o uso de substratos e bandejas multicelulares para a produção de mudas, trazendo muitas vantagens, como a retirada das mudas da condição de campo aberto, melhorando sua qualidade, diminuindo falhas no estande, facilitando o controle fitossanitário e economizando espaço. Pontos importantes a serem observados nesse aspecto são o tipo de substrato e o tamanho do recipiente utilizado. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes substratos e tamanhos de bandejas multicelulares para produção de mudas de tomate e alface. O experimento foi realizado em casa de vegetação, e o delineamento estatístico foi o de blocos ao acaso distribuídos em esquema fatorial 3x2, sendo 3 tipos de substratos (S1- 10% de composto orgânico, 15% de serragem, 0% de borra de café, 75% de vermiculita; S2- 10% de composto orgânico, 15% de serragem, 5% de borra de café, 70% de vermiculita; e substrato Controle) e dois tamanhos de bandejas (128 e 200 células). As variáveis analisadas foram o índice de velocidade de emergência (IVE), a porcentagem de emergência (PE), a altura das mudas (AL), o número de folhas (NF), a massa fresca da raiz (MFR) massa seca da raiz (MSR), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFPA), o volume de raiz (VR) e o Nitrogênio total (NT). Para as mudas de alface, houve interação apenas para NF, MFR, NT. Já para as mudas de tomate, a interação foi observada nas variáveis MFPA, MFR, MSR, NT.

Palavras-chave: Substratos agroecológicos, Tamanho de recipiente, Hortaliças.

CHAPTER 2 - SUBSTRATE INFLUENCE OF ALTERNATIVE AND SIZE EXPANDED POLYSTYRENE TRAY IN SEEDLING PRODUCTION LETTUCE AND TOMATO.

ABSTRACT

One of the advances in the cultivation of vegetables was the use of substrates and multicellular trays for the production of seedlings, bringing many advantages, such as the removal of the seedlings from the open field condition, improving its quality, reducing faults in the stand, facilitating phytosanitary control and saving space. Important points to note in this regard are the type of substrate and the size of the container used. Therefore, the present work had the objective of evaluating the influence of different substrates and sizes of multicellular trays for the production of tomato and lettuce seedlings. The experiment was carried out in a greenhouse, and the statistical design was a randomized block design in a 3x2 factorial scheme, three types of substrates (S1- 10% organic compost, 15% sawdust, 0% coffee grounds , 75% vermiculite, 10% organic compost, 15% sawdust, 5% coffee grounds, 70% vermiculite, and control substrate) and two tray sizes (128 and 200 cells). The variables analyzed were the emergence speed index (IVE), the emergence percentage (PE), the height of the seedlings (LA), the number of leaves (NF), the fresh root mass (MFR) (MSR), fresh shoot mass (MFPA), fresh root mass (MFPA), root volume (VR) and total Nitrogen (NT). For the lettuce seedlings, there was interaction only for NF, MFR, NT. As for tomato seedlings, the interaction was observed in the variables MFPA, MFR, MSR, NT.

Keywords: Agro-ecological substrates, Container size, Vegetables.

1 INTRODUÇÃO

Até a década de 1980, era muito comum a formação de mudas de hortaliças em sementeiras em condições de campo aberto, que, posteriormente, eram transplantadas com raiz nua. No entanto, esta prática causava danos ao sistema radicular e facilitava a incidência de doenças na planta (SILVA; QUEIROZ, 2014).

Um dos avanços no cultivo de hortaliças foi a produção de mudas utilizando bandejas celulares com substratos. Essa técnica promoveu um maior controle nutricional e fitossanitário, garantindo qualidade e diminuição de custos (BALAN *et al.*, 2015).

O tipo do substrato e o tamanho do recipiente são os primeiros pontos a serem considerados para garantir a produção de mudas de qualidade superior, visto que o primeiro afeta o estado nutricional das plantas e o seu crescimento (SILVA JÚNIOR, 2011), e o segundo influencia diretamente o desenvolvimento e a arquitetura do sistema radicular (SANTOS *et al.*, 2013).

Um bom substrato deve oferecer boas condições de umidade, disponibilidade de nutrientes e de água, porosidade e boa agregação às raízes. Dificilmente se encontra um substrato com todos esses aspectos favoráveis, carecendo de pesquisas com diferentes tipos de componentes e substratos para o conhecimento das características presentes e do potencial de cada um para as culturas a serem implantadas (ANDRADE *et al.*, 2014).

Os recipientes utilizados são as bandejas de plástico ou isopor (poliestireno expandido), com diferentes dimensões das células, como 288, 200 e 128 células, dentre outras (BALAN *et al.*, 2015). Santos *et al.* (2013) relatam que bandejas com tamanho maior de células mostraram desenvolvimento mais expressivo, promovendo precocidade e rendimento superior da planta na colheita.

Observa-se que há uma tendência de os produtores usarem bandejas com células de menor volume, já que, quanto menor o volume, mais células caberão na bandeja, maior será o número de mudas que podem ser produzidas por área, além da redução da quantidade de substrato, resultando na diminuição do custo da produção final. Porém, esta economia pode ser prejudicial à produção final, pois as células de menor volume podem ser insuficientes para atender todas as necessidades das plantas, reduzindo a produtividade e a qualidade do produto final (ECHER, *et al.*, 2007).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes substratos alternativos compostos por materiais orgânicos disponíveis no IFMG – Campus Bambuí, acondicionados em dois tipos de bandejas (200 e 128 células), e verificar seu comportamento para a produção de mudas de alface e tomate, apontando qual apresentará o melhor desempenho agrônômico para as culturas em estudo.

2 METODOLOGIA

2.1 Local experimental

O experimento foi conduzido na casa de vegetação para produção de mudas pertencente ao Laboratório de Biotecnologia e Cultura de Tecidos do IFMG – Campus Bambuí, localizada sob as coordenadas geográficas 20°02'23.1"S e 46°00'41.0"W, possuindo 120 m² e cercada com tela antiafídeo. Segundo Köppen e Geiger, a classificação do clima nesta região é Cwa (clima subtropical de inverno seco).

2.2 Delineamento experimental

Para este experimento, foram montados dois ensaios em blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 2, sendo o primeiro fator constituído por três tipos de substrato (Tabela 6), e o segundo, por dois tamanhos de bandejas de poliestireno expandido (200 e 128 células). As espécies de hortaliças utilizadas nos ensaios foram alface cultivar Solaris (*Lactuca sativa* L.) e tomate cultivar Santa Cruz Kada Gigante (*Solanum lycopersicum* L.).

TABELA 6: Proporções de materiais utilizados na formulação de substratos alternativos.

S	CO %	SE %	BC %	VE %
S1	10	15	0	75
S2	10	15	5	70
S3	Substrato comercial*			

S- Substrato; CO – Composto orgânico; SE – Serragem; BC – Borra de café; VE – Vermiculita;

* composto por casca de pinus, cinzas, vermiculita, serragem, bioestabilizantes e aditivos (corretivos de acidez, fosfato natural e N-P-K).

As análises físicas e químicas dos materiais utilizados como substratos para a produção de mudas foram conduzidas no Laboratório de Biotecnologia e Cultura de Tecidos

do IFMG – Campus Bambuí, conforme a metodologia proposta por Takane, Siqueira e Kämpf (2012).

Para as características químicas, analisaram-se: pH e condutividade elétrica (CE); e, para as físicas: densidade, porosidade, espaço de aeração e capacidade de retenção de água (Tabela 7).

TABELA 7: Caracterização física e química para substratos alternativos e substrato comercial.

S	D	P	CRA	EA	pH	CE
	Kg/m ³		%			dS/m
S1	187,43	69,96	59,94	7,71	6,8	0,8
S2	198,84	69,49	58,99	10,16	6,6	0,72
Controle	405,52	69,41	42,59	3,15	5,3	0,68
CV (%)	1,35	2,34	1,95	12,51	4,66	27,53

D (Densidade); P (Porosidade); CRA (Capacidade de retenção de água); EA (espaço de aeração); pH (Potencial de Hidrogênionico); CE (Condutividade elétrica); S1- 10%CO+15%SE+0%BC+75%VE; S2 - 10%CO+15%SE+5%BC+7%VE; S3 – Substrato comercial

A semeadura ocorreu no dia 22 de janeiro de 2018 colocando-se uma semente por célula, para a alface, e 3 sementes por célula para o tomate. Aos 12 DAS, foi realizado o desbaste nas plantas de tomate, deixando apenas uma planta por célula. A irrigação foi realizada duas vezes ao dia, e as adubações de cobertura com biofertilizante, uma vez por semana.

O biofertilizante foi preparado utilizando-se 10 kg de esterco de vaca, 3 kg de esterco de galinha, 0,5 kg de açúcar e 20 litros de água. Os componentes foram misturados e deixados em um recipiente aberto onde permaneceram por 5 dias, sendo mexidos 3 vezes diariamente. Para a adubação de cobertura, o biofertilizante foi utilizado na diluição de 5%.

Para a avaliação da emergência, a unidade experimental útil foi constituída por 8 plantas centrais, sendo avaliadas as seguintes características: IVE (Índice de Velocidade de Emergência), que foi determinado registrando-se diariamente o número de plântulas emergidas até 15 DAS, sendo o índice calculado conforme a fórmula proposta por Maguire (1962, *apud* Demontiezo *et al.*, 2016):

$$IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots En/Nn$$

Onde:

IVE = índice de velocidade de emergência;

E1, E2, ... En = número de plântulas normais computadas na primeira, na segunda e na última contagem;

N1, N2, ... Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

A PE (Porcentagem de Emergência) foi calculada aos 15 DAS, conforme Labouriau e Valadares (1976, *apud* Souza *et al.*, 2013), de acordo com a fórmula a seguir:

$$PE = (N/A) \times 100$$

Em que:

PE - porcentagem de emergência;

N - número total de sementes emergidas;

A - número total de sementes plantadas.

As avaliações quanto à formação e desenvolvimento das mudas foram realizadas aos 25 DAS em 8 plantas de cada parcela, onde se avaliaram:

- Altura das mudas: determinada com o auxílio de uma régua graduada, medindo-se a partir do colo. A altura da muda foi considerada pela distância entre o colo da planta e a gema apical, no caso do tomate; e, para a alface, entre o colo até a extremidade da última folha.

- Número de folhas: obtido através da contagem direta das folhas definitivas.

- Análise de estabilidade do torrão: foi realizada avaliando-se 4 mudas por parcela. Ocorreu conforme a escala de notas proposta por Gruszynski (2002), onde: 1) mais de 50% do torrão ficaram retidos no recipiente; 3) o torrão se destacou do recipiente, mas não permaneceu coeso e; 5) todo o torrão foi destacado do recipiente e mais de 90% permaneceram coesos.

- MFPA (massa fresca de parte aérea): as plantas foram seccionadas na altura do colo, sendo separadas da parte radicular; em seguida, foi obtida a massa da parte aérea em gramas.

- MFR (massa fresca da raiz): as raízes foram lavadas e mantidas em temperatura ambiente até eliminarem o excesso de água, para se proceder com a pesagem.

- MSPA (massa seca de parte aérea) e MSR (massa seca de raiz): as plantas utilizadas na determinação de MFPA e MFR foram levadas para estufa a 65 °C, onde permaneceram por aproximadamente 48 horas até atingirem peso constante. Em seguida, foram pesadas em balança de precisão, gerando os resultados em g/planta.

- Volume de raiz: expresso em cm³ e realizado pela medição do deslocamento da coluna de água em proveta graduada, após a lavagem das raízes, que foram colocadas em uma

proveta contendo um volume conhecido de água. Pela diferença, obteve-se a resposta direta do volume de raízes, pela equivalência de unidades ($1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$), de acordo com a metodologia descrita por Basso (1999), *apud* Silva Junior, 2011).

- Teor de Nitrogênio foliar: foi determinado pelo método Kjeldahl. Para essa análise, utilizaram-se as folhas secas em estufa, com ventilação de ar forçada a $65 \text{ }^\circ\text{C}$ até atingirem peso constante. Em seguida, foram trituradas em almofariz e realizou-se a digestão das amostras, e, posteriormente, os procedimentos de extração da solução.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o Software SISVAR (FERREIRA, 2011); e, para a comparação das médias dos tratamentos, empregou-se o teste Scott-Knott com nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pôde-se verificar que houve efeito significativo da interação entre o tipo de substrato e o tamanho da bandeja apenas para as variáveis NF, MFR e NT, para as mudas de alface (*Lactuca sativa* L.). No caso das mudas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), a análise de variância permitiu observar que, para a interação substrato x bandeja, somente as variáveis MFPA, MFR, MSR e NT apresentaram interação significativa.

Pelo desdobramento da interação, verificou-se que, para as mudas de alface, o substrato Controle, seguido pelo substrato S1, apresentou os melhores resultados, combinados com a bandeja de 128 células para todas as variáveis.

Em plantas de alface as maiores médias observadas para a variável NF foram obtidas nas plantas desenvolvidas nos substratos S1 e substrato Controle, sendo estes semelhantes e se destacando na bandeja de 128 células, apresentando 3,89 e 3,92 folhas, respectivamente, aos 25 DAS, como pode ser observado na Figura 6A. Leal *et al.* (2007), utilizando substratos alternativos à base de composto orgânico para produzir mudas de hortaliças, encontraram valores entre 2,9 e 8,5 folhas para alface aos 33 DAS.

O número de folhas nas mudas de alface observado no presente trabalho aos 25 DAS ainda não permite o transplântio, pois a muda deve apresentar mais de 4 folhas definitivas (FILGUEIRA, 2007).

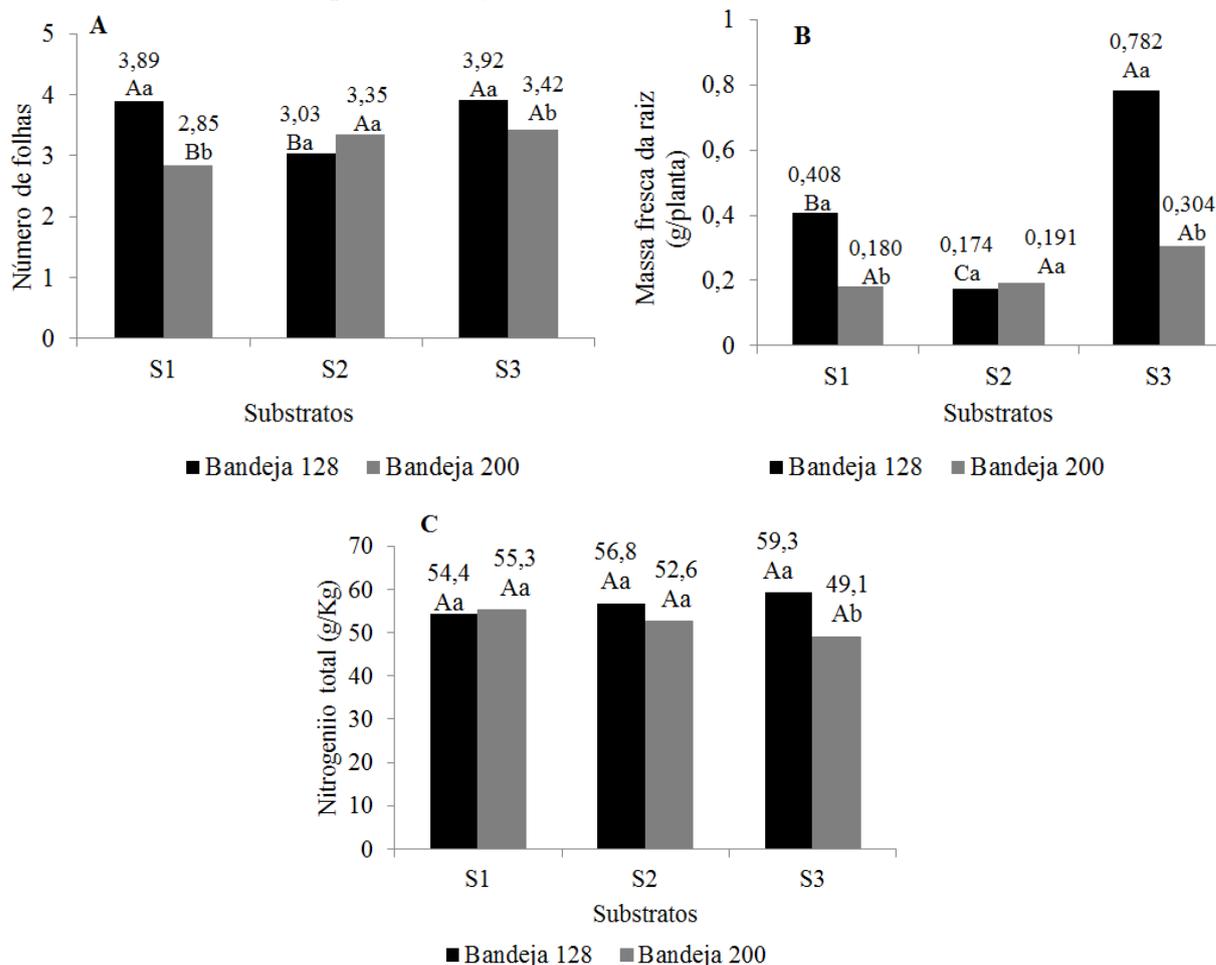
Para a variável MFR, as plantas de alface desenvolvidas no substrato S3 revelaram médias superiores aos demais na bandeja de 128 células. Os valores de MFR variaram de 0,174 a 0,782 g/planta (Figura 6B), mostrando-se inferiores aos encontrados por Gazola *et al.* (2015) em seu trabalho, que objetivava avaliar substratos alternativos para produzir mudas de alface, onde encontraram valores entre 0,99 e 2,51g/planta aos 30 DAS.

Apenas as plantas desenvolvidas no substrato S2 não apresentaram diferença significativa entre os tipos de bandejas; já as mudas desenvolvidas nos substratos S1 e substrato Controle, utilizando as bandejas de 128 células tiveram melhor resultado.

Constatou-se, para a variável NT, que as plantas desenvolvidas nos diferentes substratos, não diferiram entre si, nos diferentes tipos de bandejas, provavelmente pelas condições físico-químicas semelhantes dos substratos. Porém, utilizando o substrato S3, as plantas desenvolvidas em células maiores obtiveram maior acúmulo de NT nos tecidos vegetais. Os resultados variaram de 49,1 a 59,3g/kg (Figura 6 C) e se encontram dentro do valor esperado, que, de acordo com Trani (2007), deve estar entre 30 e 50 g/Kg.

Os resultados observados permitem inferir que as mudas desenvolvidas nos recipientes de 128 células apresentaram as melhores médias, provavelmente por proporcionar à muda um maior volume de substrato a ser explorado, fornecendo assim, maiores quantidades de nutrientes disponíveis, permitindo um maior desenvolvimento das mudas. Essas observações corroboram com as observações feitas por Resende *et al.*, (2003), estudando tipos de bandeja para a cultura de alface.

Figura 6 – Número de folhas (A), Massa seca da raiz (B) e Nitrogênio total (C), em plantas de alface sob diferentes substratos e tipos de bandejas.



Médias seguidas por uma mesma não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; letra maiúscula compara os substratos, e minúscula compara tipos de bandeja. Bandeja 128 e 200: refere-se a bandejas de poliestireno expandido de 128 e 200 células, respectivamente.

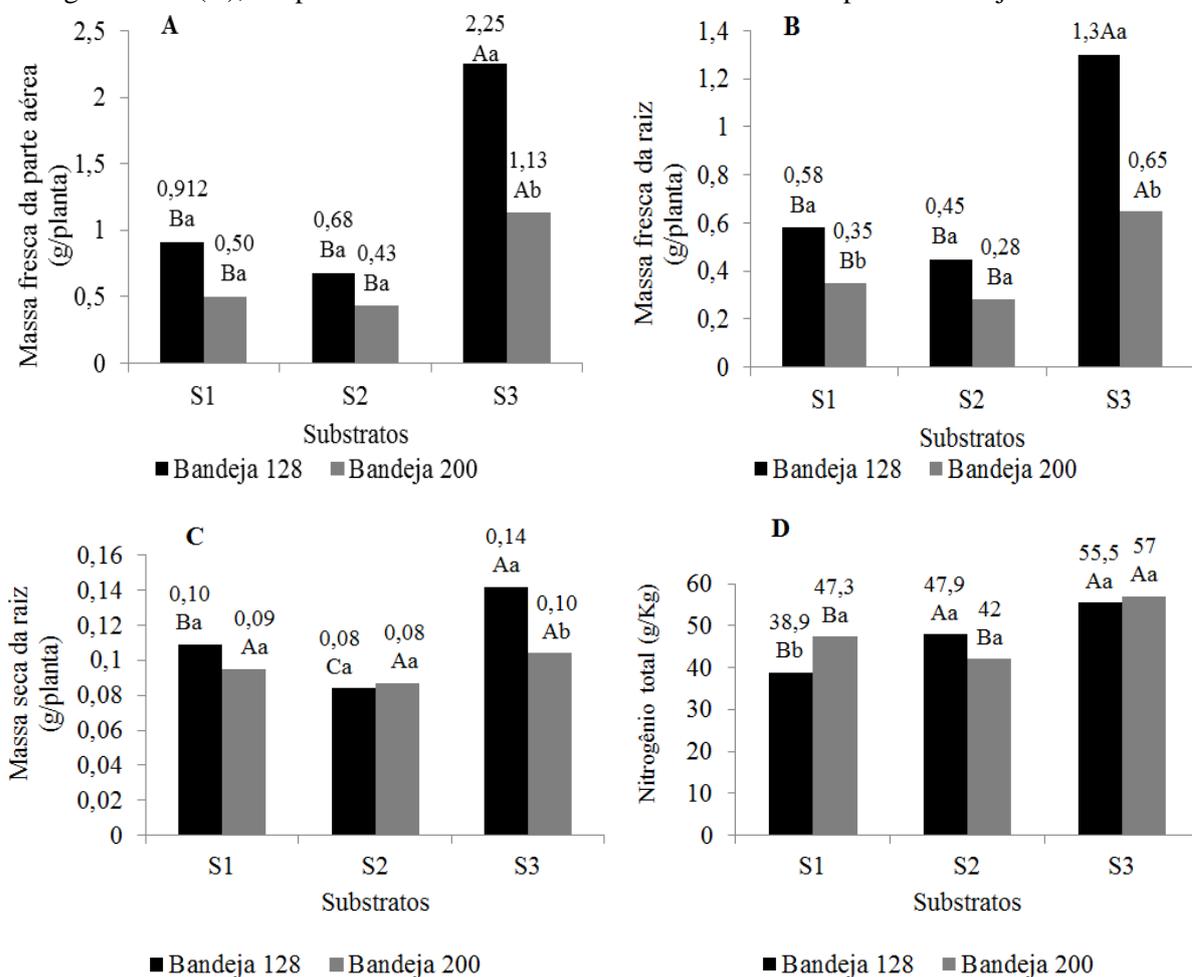
No bioensaio com mudas de tomate, o desdobramento da interação substrato x bandeja (Figura 7) indicou que as plantas desenvolvidas no substrato Controle, de modo geral, se destacaram para a maioria das variáveis, isso quando utilizado as bandejas de 128 células.

A MFPA, MFR e MSR das plantas de tomate mostraram os melhores resultados quando desenvolvidas no substrato Controle e em bandejas de 128 células. Isto ocorreu, provavelmente, devido à maior disponibilidade de fatores de crescimento, como: nutrientes, água, espaço físico e luminosidade.

Os valores de MSPA coincidem com os resultados obtidos por Gouzalez *et al.*(2005) em substratos alternativos contendo torta de mamona, onde foram encontrados valores de MSPA maiores no substrato comercial. Já a MSR corrobora com os estudos de Simon *et al.* (2017), que observaram que o substrato comercial apresentou médias superiores em relação à maioria dos substratos para esta variável.

Na variável NT, a interação substrato x bandeja foi observada no tratamento que utilizou o substrato S1, apresentando a melhor média para a variável que utilizou bandejas de 200 células. Porém, as mudas de tomate desenvolvidas no substrato Controle exibiram as melhores médias, independentemente do tipo de bandeja utilizada, como pode ser visto na Figura 7 D. Apenas plantas submetidas ao substrato S1 na bandeja de 128 células ficaram abaixo dos valores de referência do nitrogênio total, que de acordo com Trani (2007), deve ficar entre 40 e 60 g/kg para tomate.

Figura 7 – Massa fresca da parte aérea (A), Massa fresca da raiz (B), Massa seca da raiz (C) e Nitrogênio total (D), em plantas de tomate sob diferentes substratos e tipos de bandejas.



Médias seguidas por uma mesma não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; letra maiúscula compara os substratos, e minúscula compara tipos de bandeja. Bandeja 128 e 200: refere-se a bandejas de poliestireno expandido de 128 e 200 células, respectivamente.

Para a variável IVE e PE, no experimento com alface, não foram observadas diferenças significativas (Tabela 8). Como as características físico-químicas dos substratos foram semelhantes, esperava-se esse resultado, porém isso evidencia que o tamanho da célula

também não influenciou nesta variável. Esses resultados assemelham-se aos obtidos por Wangen *et al.*, (2015) que encontraram valores semelhantes para PE em mudas de alface até a dose de 10% de borra de café.

TABELA 8: Índice de velocidade de Emergência (IVE); Porcentagem de Emergência (PE); Altura da muda (AL); Estabilidade do torrão (ET); Massa fresca de parte aérea (MFPA); Massa seca da parte aérea (MSPA); Massa seca da raiz (MSR); Volume de raiz (VR) para mudas de alface.

Substrato	IVE	PE	AL	ET	MFPA	MSPA	MSR	VR
	-	%	cm	-	g/planta			cm ³
S1	10,83a	93,87a	4,19b	3,04a	0,78b	0,13b	0,08a	0,35a
S2	11,05a	96,87a	3,31b	1,43b	0,46c	0,10c	0,07a	0,14b
S3	11,56a	95,87a	7,10a	3,75a	1,53a	0,15a	0,08a	0,52a
Bandeja								
128	10,80a	93,87a	5,34a	3,04a	1,04a	0,13a	0,08a	0,46a
200	11,49a	96,87a	4,4b	3,08a	0,80b	0,12a	0,07a	0,22b

Médias seguidas por uma mesma na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Verificou-se que a AL de alface alcançadas, no substrato Controle, 7,10 cm, e foi superior aos demais, e que a bandeja de 128 células apresentou plantas com a maior AL, obtendo 5,34 cm (Tabela 8). Nota-se, com esses valores, que apenas o substrato Controle e o recipiente de 128 células exibiram médias de AL dentro do padrão desejado, visto que, para serem transplantadas (após 20 - 25 DAS), as mudas devem estar com aproximadamente 5 cm de altura (TRANI *et al.*, 2004).

Os valores identificados para AL no presente trabalho são superiores aos encontrados por Calado *et al.* (2011), que variaram de 1,77 a 2,47 cm, mas não coincidem com os resultados do estudo, onde se constatou que os substratos de materiais orgânicos apresentaram melhor desempenho em relação ao substrato comercial.

Em relação ao tamanho do recipiente, os resultados deste trabalho concordam com os obtidos por Seabra Júnior *et al.* (2004), que, estudando a produção de mudas de pepino em diferentes recipientes, verificaram que a altura de planta foi maior para aquelas produzidas em bandejas com o volume maior da célula, como é o caso da bandeja de 128 células.

Para a ET, o tipo de bandeja não influenciou nessa variável. No entanto, entre os substratos, o as plantas desenvolvidas no substrato S2 demonstraram maior dificuldade para serem retiradas do recipiente com o torrão inteiro e coeso. Isso indica que os substratos S1 e substrato Controle possuem uma composição favorável à estabilidade do torrão no ato da retirada das mudas, o que facilita o processo de transplante e o pegamento das mudas, favorecendo a produção.

As mudas desenvolvidas no substrato Controle apresentaram as melhores médias para MFPA e MSPA, e, para MSR, foi estatisticamente igual ao substrato S1. Em relação à MSPA, os resultados diferem de Brito *et al.*, (2017), que identificaram valores maiores de MSPA para alface em substratos à base de resíduos orgânicos em relação ao substrato comercial.

As mudas desenvolvidas no recipiente de 128 células se destacaram em relação às desenvolvidas no recipiente de 200 apenas para a variável MFPA; para MSPA e MSR, não houveram diferenças significativas. Esse resultado provavelmente ocorreu devido ao maior volume de célula desse recipiente, proporcionando uma quantidade maior de água para a planta. Esses resultados coincidem com os obtidos por Machado *et al.* (2008), que verificaram, em seu trabalho, um maior incremento de massa fresca de parte aérea para alface em bandejas de 128 células.

O volume de raiz exibiu as melhores médias nas plantas desenvolvidas nos substratos S1 e substrato Controle, sendo semelhantes, quando utilizado a bandeja de 128 células. O volume de raízes é um fator importante, visto que, quanto maior, maior será a quantidade de nutrientes disponíveis no intervalo entre o transplante e a formação de novas raízes (ECHER *et al.*, 2007).

De acordo com a Tabela 9, o IVE e a PE, para as mudas de tomate, obtiveram resultados iguais estatisticamente nos substratos S1 e substrato Controle. Havendo diferença nos tipos de bandejas utilizadas, onde, as com 128 células obtiveram o maior IVE, não havendo diferenças significativas entre bandejas para a PE. O IVE e a PE inferiores, observados nas plantas desenvolvidas no substrato S2, podem estar relacionados à presença da borra de café neste substrato. Torres *et al.* (2012) notaram que, misturando borra de café em substratos, reduz-se a taxa de germinação em mudas de café, atribuindo-se este fato à presença de substâncias que dificultam os processos de germinação.

A variável AL exibiu os melhores resultados nas mudas desenvolvidas na bandeja de 128 células e no Substrato Controle, sendo este diferente dos demais. Os valores observados estavam no intervalo de 6 a 9,96 cm, como pode ser visto na Tabela 9. Esses dados contradizem os obtidos em estudos conduzidos por Monteiro *et al.* (2009), que, utilizando composto orgânico como substrato, constataram que, nos tratamentos com maiores doses de resíduos orgânicos, houve incremento na altura de mudas de tomate.

TABELA 9: Índice de velocidade de Emergência (IVE); Porcentagem de Emergência (PE); Altura da muda (AL); Número de folhas (NF); Estabilidade do torrão (ET); Massa seca da parte aérea (MSPA); Volume de raiz (VR) para mudas de tomate.

Substrato	IVE	PE	AL	NF	ET	MSPA	VR
	-	-	cm	-	-	g/planta	cm ³
S1	7,70a	100a	6,86b	2,95b	3,62b	0,13b	0,49b
S2	5,8b	89,18b	6c	2,56c	1,5c	0,10b	0,43b
S3	8,21a	100a	9,96a	3,64a	4,37a	0,21a	0,9a
Bandeja							
128	7,67a	96,91a	8,47a	3,37a	3a	0,18a	0,79a
200	6,64b	95,87a	6,74b	2,73b	3,33a	0,11b	0,42b

Médias seguidas por uma mesma na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Quanto ao número de folhas, para as mudas de tomate, notou-se que os substratos foram diferentes entre si, sendo a maior média observada nas plantas desenvolvidas no Substrato Controle. Entre as bandejas, observou-se que as mudas no recipiente de 128 células foram superiores (Tabela 9). Porém, nenhum dos substratos ou bandejas apresentou plantas com número de folhas definitivas que conferisse aptidão ao transplântio da muda, que é de 4 folhas, de acordo com Filgueira (2007).

O tipo de bandeja não apresentou diferença para a variável ET, mas, para os substratos, notou-se que todas as mudas apresentaram diferenças estatísticas entre si, ficando as mudas desenvolvidas no substrato Controle com a melhor média, sendo o mais indicado a promover um torrão coeso no momento da retirada da bandeja para o transplântio.

Percebeu-se que as plantas desenvolvidas no substrato Controle e na bandeja de 128 células exibiram as melhores médias para a MSPA e para o VR. O volume radicular é uma variável muito importante, pois as mudas com sistema radicular pouco desenvolvido, quando são transplantadas, demonstram dificuldade para compensar a evapotranspiração, mesmo se bem irrigadas após o transplante (SEABRA JUNIOR *et al.*, 2004). Esses resultados assemelham-se aos encontrados por Andrade *et al.* (2014), que identificaram melhores médias em substratos comerciais para essas variáveis.

4 CONCLUSÃO

Os recipientes influenciaram a produção de mudas de tomate e alface, sendo observada a superioridade para a bandeja de 128 células.

Para a produção de mudas de alface, os substratos Controle e S1 exibiram desempenhos iguais para as variáveis IVE, PE, NF, NT, ET, MSR, VR.

Para a produção de mudas de tomate, o substrato comercial influenciou na maioria das variáveis analisadas, sendo seguido pelo substrato S1.

Pôde-se observar que o substrato S1 tem potencial para ser utilizado na produção de mudas de hortaliças, sendo também uma alternativa para reaproveitamento de resíduos orgânicos.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, C.A.O.; CARNEIRO, J.S.S.; FREITAS, G.A.; LEITE, R.C.; SANDI, F.; MACIEL, C.J.; CERQUEIRA, F.B. Produção de mudas de tomate cv. Santa cruz sob diferentes substratos. In: Encontro de Ciência do Solo da Amazônia Oriental, 2014, Gurupitoto. **Anais... Trabalhos completos**. Gurupi-TO: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Amazônia Oriental, 2014.

BALAN, J. A. O.; OIKAWA, S. M.; VERNILO, G. C.; PRADELA, V. A. Comparação de quatro tipos de bandejas visando à produção de mudas de alface. **Colloquium Agrariae**, vol. 11, n. Especial, p. 23-29, jul/dez. 2015.

BRITO, L. P. da S.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; AMARAL, G. C.; SILVA, A. A.; AVELINO, R. C. Reutilização de resíduos regionais como substratos na produção de mudas de cultivares de alface a partir de sementes com e sem peletização. **Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata** Vol. 116 n. 1, p. 51-61, Jul. 2017.

CALADO, T.B.; BARROS, A.P.; SILVEIRA, L.M.; ROCHA, A.T.; FERRAZ, A.P.F.; SOUZA, E.G.F.; SÁ, A.C.L. Avaliação do desenvolvimento de mudas de alface cultivar Babá de Verão em diferentes substratos formulados com esterco ovino. **Horticultura Brasileira**, v.29, n. 2, jul.2011.

ECHER, M. de M.; GUIMARÃES, V. F.; ARANDA, A. N.; BORTOLAZZO, E. D.; JULIANA SOUZA BRAGA. Avaliação de mudas de beterraba em função do substrato e do tipo de bandeja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 1, p. 45-50, jan./mar. 2007.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFPA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3ª edição. Viçosa, MG: Editora UFV. Universidade Federal de Viçosa, 2007. 421 p.

FREITAS, G. A. de. **Avaliação de substratos e proporção de casca de arroz carbonizada para produção de mudas de alface**. **Dissertação**. 2010. 68f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Fundação Universidade Federal do Tocantins Campus Universitário de Gurupi, Gurupi, 2010.

GAZOLA, T.; GUALBERTO, R.; DIAS, M. F.; CIPOLA FILHO, M. L. BELAPART, D.; CASTRO, E. B. de. Avaliação de substratos alternativos na produção de mudas e desenvolvimento de plantas de alface. **Unimar Ciências**, Marília/SP, V. 24, p. 33-39, 2015.

GOUZALEZ, R. G.; GOMES, L. A. A.; FRAGA, A. C.; NETO, P. C. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel Desenvolvimento de mudas de tomate em substrato contendo torta de mamona, 2, 2005. Lavras. Disponível em: <http://oleo.ufla.br/anais_02/artigos/t171.pdf>. Acesso em: 12/04/2018.

GRUSZYNSKI, C. **Resíduo Agro-industrial “Casca de tungue” como componente de substrato para plantas**. 2002. 115f. Dissertação (Mestrado Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, São Paulo, v.48, p.174-186. 1976. *apud* SOUZA, E. G. F.; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVEIRA, L. M. da. CALADO, T. B.; SOBREIRA, A. M. Produção de mudas de alface babá de verão com substratos à base de esterco ovino. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 4, p. 63 – 68, out./dez.2013.

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

MACHADO, A.Q.; NETO, R.H.B.; MACHADO, A.Q.; COELHO, L.C. Produção de mudas de alface crespa em diferentes tipos de bandejas, em Várzea Grande-MT. **Horticultura Brasileira**. v. 26, n. 2, jul./ago. 2008.

MAGUIRE, J. D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**. Madison, v. 2, p. 176-177. 1962. *Apud* DEMONTIEZO, F. L. L.; ARAGÃO, M. F.; VALNIR JUNIOR, M.; MOREIRA, F. J. C.; PAIVA, P. V. V.; LIMA, S. C. R. V. Emergência e crescimento inicial de tomate ‘santa clara’ em Função da salinidade e condições de preparo das sementes. **Irriga**. Botucatu, v.1, p. 81-92. 2016.

MONTEIRO, V. H.; PEREIRA, D. C.; SOUZA, C. H. W.; MOREIRA, S.; SOARES, L. R.; COSTA, L. A. de M.; COSTA, M.S. S. de M. Utilização de Composto Orgânico como Substrato na Produção de Mudanças de Tomate. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4 n.2, nov. 2009.

RESENDE, G.M.; YURI, J.E.; MOTA, J.H.; SOUZA, R.J.; FREITAS, S.A.C.; RODRIGUES JUNIOR, J.C. Efeitos de tipos de bandejas e idade de transplante de mudas sobre o desenvolvimento e produtividade de alface americana. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 558-563, jul/set. 2003.

SANTOS, R. A. dos; MONÇÃO, O. P.; SILVA, B. S. O.; SANTOS, J.J. X. dos; BARROS, B. C. de; SOUZA, A. X. de. Influência de substratos e bandejas para produção de mudas de tomate rasteiro. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v.6, n.1, p.95-102, 2013.

SEABRA JÚNIOR, S.; GADUN, J.; CARDOSO, A.I.I. Produção de pepino em função da idade das mudas produzidas em recipientes com diferentes volumes de substrato. **Horticultura Brasileira**, 22:610-613, 2004.

SILVA JÚNIOR, J.V. da. **Substratos alternativos e adubação foliar na produção de Mudas de tomateiro** (*Lycopersicon esculentum* mill.), 2011. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal do Piauí Campus Professora Cinobelina Elvas, Bom Jesus, Piauí, 2011.

SILVA, E. C. da; QUEIROZ, R. L. Formação de mudas de alface em bandejas preenchidas com Diferentes substratos. **Bioscience. Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 3, p. 725-729, Mai./Jun. 2014.

SIMON, E. D. T.; SILVA, M.T. da; TATTO, F. R.; ANTUNES, W. R.; LEMOES, L. S.; SILVA, S. D. dos A. Efeito de substratos regionais na produção de mudas de tomate. IN: Simpósio de propagação de plantas e produção de mudas. Inovações em busca da qualidade.1. 2017. Ribeirão Preto. **Resumo dos trabalhos**. 2017.

TAKANE, R.J.; SIQUEIRA, P.T.V. de; KÄMPF, A.N. **Técnicas de preparo de substratos para aplicação em horticultura** (olericultura e fruticultura). 2 ed. Brasília DF. LK editora, 2012. 100 p.il

TORRES, A. J.; BREGAGNOLI, M.; MONTEIRO, J. M. C.; CARVALHO, C. A. M. Emergência de plântulas de cafeeiro em substratos de borra de café. **Revista Agrogeoambiental**, v. 4, n. 3, p. 1-7, 2012.

TRANI, P.E.; NOVO, M.C.S.S.; CAVALLARO JÚNIOR, M.L.; TELLES, L.M.G. Produção de mudas de alface em bandejas e substratos comerciais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.290-294, abr./jun. 2004.

WANGEN, D. R. B.; CARDOSO, M. T. R.; FREITAS, R. O.; FERNANDES, E. F.; DUARTE, G. M.; PINTO, A. F. de J. Borra de café na produção de mudas de alface, *Lactuca sativa* L. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.22; p. 518 – 524, 2015.