

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM TECNOLOGIA
AMBIENTAL**

Jair Staub

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE SUBSTRATO PRODUZIDO A PARTIR DE
COMPOSTO ORGÂNICO E CASCA DE ARROZ CARBONIZADA PARA A
CULTURA DO MORANGO**

Santa Cruz do Sul

2016

Jair Staub

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE SUBSTRATO PRODUZIDO A PARTIR DE
COMPOSTO ORGÂNICO E CASCA DE ARROZ CARBONIZADA PARA A
CULTURA DO MORANGO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Tecnologia Ambiental da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia Ambiental como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia Ambiental.

Orientador: Drº Dionei Minuzzi Delavati

Co-orientador: Drº Eduardo Lobo Alcayaga

Santa Cruz do Sul

2016

Jair Staub

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE SUBSTRATO PRODUZIDO A PARTIR DE
COMPOSTO ORGÂNICO E CASCA DE ARROZ CARBONIZADA PARA A
CULTURA DO MORANGO.**

Esta Dissertação foi submetida ao Programa de Mestrado em Tecnologia Ambiental da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia Ambiental como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia Ambiental.

Dr. Dionei Minuzi Delavati

Professor Orientador - UNISC

Dr. Eduardo Lobo Alcayaga

Professor Co-orientador – UNISC

Dr. Ronaldo Guedes de Lima

Professor Examinador – IFPR

Dra. Michele Hoeltz

Professora Examinadora

Santa Cruz do Sul

2016

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de substratos produzidos a partir de composto orgânico de resíduos agroindustriais com diferentes composições de casca de arroz carbonizada para a cultura do morango. A pesquisa foi realizada no período de 26 de junho a 15 de novembro de 2015, numa propriedade rural localizada na comunidade Passo das Pedras, Município de Rio Pardo, RS, Brasil. A cultura do morango foi conduzida no sistema semi-hidropônico em ambiente protegido, utilizando fertilização de base orgânica (biofertilizante e húmus líquido de cama de aviário). Os tratamentos avaliados foram um substrato comercial e três substratos com as seguintes misturas: S1 (30% de composto e 70% de casca de arroz carbonizada), S2 (40% de composto e 60% de casca de arroz carbonizada) e S3 (50% de composto e 50% de casca de arroz carbonizada). As avaliações se basearam no número e o peso de frutos de cada substrato. Os resultados indicaram que os substratos com melhor desempenho foram o S2 e S3 ($p < 0.05$), que apresentaram uma média de frutos por planta igual a $10,3 \pm 2,0$ (CV: 19,3%) e $10,3 \pm 2,3$ (CV: 22,3%), respectivamente, e peso por planta igual a $180,1 \pm 38,6$ (CV: 21,4%) e $186,4 \pm 42,1$ (CV: 22,6%), respectivamente. Desta forma, estes substratos destacam-se como a melhor alternativa para a cultura do morango, e podem ser uma opção ao uso da turfa e vermiculita em cultivos que utilizam uma base orgânica para produção.

Palavras-Chave: Composto Orgânico, Casca de Arroz Carbonizada, Cultura do Morango.

ABSTRACT

This work aimed to evaluate the efficiency of substrates produced from organic compost of agro-industrial residues with different compositions of carbonized rice husk for strawberry crop. The research was conducted from June 26 to November 15 of 2015, in a rural propriety located in Passo das Pedras community, Rio Pardo County, RS. Brazil. The strawberry cultivation was done in a semi-hydroponic system using organic based fertilizer (bio-fertilizer and liquid poultry litter humus). The evaluated treatments were a commercial substrate and three substrates with the following blends: S1 (30% compost and 70% carbonized rice husk), S2 (40% compost and 60% carbonized rice husk) and S3 (50% compost and 50% carbonized rice husk). The evaluation was based on the number and weight of fruits of each substrate. The results indicated that the substrates with the best performance were the S2 and S3 ($p < 0.05$), which showed an average of fruit by plant equal to $10,3 \pm 2,0$ (CV: 19,3%) and $10,3 \pm 2,3$ (CV: 22,3%), respectively, and an average of weight by plant equal to $180,1 \pm 38,6$ (CV: 21,4%) and $186,4 \pm 42,1$ (CV: 22,6%), respectively. In this way, these substrates are highlighted as the best alternative for strawberry crop, and can be an option to the use of turf and vermiculite in cultures that utilize an organic base for production.

Keywords: Substrate, Organic compost, Carbonized rice husk, Strawberry crops.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores Dr. Dionei M. Delevati e Dr. Eduardo Lobo Alcayaga, pelas orientações, e ao Programa de Mestrado em Tecnologia Ambiental da Universidade de Santa Cruz do Sul. A todos os meus amigos queridos que fazem parte da minha vida e que me auxiliaram nesta jornada. Agradeço a minha família pela compreensão e apoio.

*Dedico esse trabalho a minha fiel companheira
Giovana Pereira Staub e aos meus filhos queridos
Fabrício P. Staub, Sofia Pereira Staub e Larissa P.
Staub e minha querida sogra Aureolita Pereira da
Cruz Pereira..*

*A ti, ó lavrador, tudo quanto é meu.
Teu arado, tua foice, teu machado.
O berço pequenino de teu filho.
O algodão de tua veste
e o pão de tua casa...*

Cora Coralina

LISTA DE FIGURAS

1. Produção de morango em estufa no sistema semi-hidropônico.....	27
2. Disposição das sacolas sobre as bancadas de madeira.....	28
3. Localização do município de Rio Pardo no contexto do Estado do Rio Grande do Sul.....	30
4. Formato da bancada para suporte das sacolas e o sistema de irrigação.....	32
5. Sistema de Irrigação.....	34
6. Valores de pH observados nos substratos no decorrer do desenvolvimento da cultura.....	37
7. Condutividade Elétrica dos substratos.....	39
8. Número de frutos.....	40
9. Peso de frutos.....	41

LISTA DE TABELAS

1. Classificação da condutividade elétrica.....	22
2. Teores adequados de nutrientes em folhas de morangueiro.....	29
3. Resultado dos parâmetros avaliados	39
4. Capacidade de Troca de Cátions dos substratos.....	44

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

CAC Casca de Arroz Carbonizada

CE Condutividade Elétrica

CTC Capacidade de Troca de Cátions

hPa Hectopascal

pH Potencial Hidrogeniônico

S0 Substrato Comercial

S1 Substrato nº 1

S2 Substrato nº 2

S3 Substrato nº 3

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
3 OBJETIVO.....	15
4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
5 REVISÃO DE LITERATURA	16
5.1 Substrato.....	16
5.1.1 Atributos Físicos dos substratos	18
5.1.1.1 Densidade	19
5.1.1.2 Porosidade	19
5.1.1.3 Capacidade de Retenção de água.....	20
5.1.2 Atributos Químicos	21
5.1.2.1 pH	21
5.1.2.1 Condutividade Elétrica	21
5.1.2.2 Capacidade de Troca de Cátions (CTC)	22
5.1.3 Materiais Utilizados em Substratos	23
5.1.3.1 Casca de Arroz Carbonizada – CAC	23
5.1.3.2 Turfa	24
5.1.3.3 Vermiculita.....	24
5.1.3.4 Fibra de Côco	25
5.1.3.5 Húmus de Minhoca.....	25
5.1.3.6 Perlita.....	26
5.1.3.7 Composto Orgânico.....	26
5.2 Cultura do Morango.....	27
5.2.1 Características da Planta	27
5.2.2 Cultivo em Ambiente Protegido.....	27
5.2.3 Cultivo do Morango em Sistema Semi-hidropônico.....	29
5.2.4 Plantio e Manejo da Cultura	30
6 MATERIAL E MÉTODOS	32
6.1. Período e Local do Experimento	32
6.2. Delineamento Experimental	33
6.3. Tratamentos e Condução.....	33
6.4. Tratos Culturais.....	33

6.5. Análise Estatística.....	37
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
7.1 Capacidade de Retenção de Água.....	39
7.2 Densidade.....	40
7.3 pH.....	41
7.4 Condutividade elétrica.....	42
7.2.3 Capacidade de troca de cátions.....	42
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS:	48

1. INTRODUÇÃO

Após o fim da segunda guerra mundial, vários países se engajaram em uma proposta produtivista para a agricultura. O objetivo era o aumento da produção em todos os setores da agricultura e pecuária e para isto foi incentivado o uso intensivo de agroquímicos e sementes melhoradas geneticamente, além da mecanização. O aumento da produção foi de fato alcançado, mas acompanhado de vários problemas ambientais. A manutenção deste sistema precisa ser repensada, devido aos limites em relação à sustentabilidade. A agricultura orgânica pode ser uma alternativa a produção e preservação dos recursos naturais com desenvolvimento de tecnologias que visam a produção em longo prazo (ALTIERI, 1998).

A lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003 que dispõe sobre as normas de produtos orgânicos vegetais e animais refere-se à produção orgânica.

“Todo aquele em que se adotam tecnologias que otimizem o uso de recursos naturais e sócio-econômicos, respeitando a integridade cultural e tendo por objetivo a auto-sustentação no tempo e no espaço, a maximização dos benefícios sociais, a minização da dependência de energias não renováveis e a eliminação do emprego de agrotóxicos e outros insumos artificiais tóxicos, organismos geneticamente modificados-OGM/transgênicos ou radiações ionizantes em qualquer fase do processo de produção, armazenamento e de consumo, e entre os mesmos, privilegiando a preservação da saúde ambiental e humana”. (Diário Oficial da União de 24/12/2003, Seção 1, Página 8). Acesso em 27 de junho de 2015.

Hoje já existem empresas especializadas na confecção de substratos, não especificamente para o mercado de orgânicos, porém os materiais comumente utilizados para a produção provêm de fontes não renováveis como, por exemplo, a turfa, a perlita e a vermiculita. Para diminuir o uso destes materiais, pesquisas têm sido realizadas para que os impactos ambientais sejam amenizados com sua extração. É possível a busca de alternativas sem perder a qualidade e também reduzir os custos (GONÇALVES, 1996; POGGIANI, 1996).

O desenvolvimento de alternativas a substituição destes produtos, está crescendo, devido ao fato de ser um produto de extração natural e que pode se exaurir (BAUMGARTEN, 2002). Os compostos orgânicos oriundos de reciclagem de material sólido podem ser alternativos, principalmente para atender a demanda de produtores que não podem fazer uso de fertilizantes sintéticos de elevada solubilidade.

A falta de conhecimento das características físico-químicas tem sido um entrave na utilização de substratos provenientes de compostagem de resíduos

agroindustriais. Sabe-se que este material pode conter quantidades pequenas de nutrientes. O quanto estes contribuem no desenvolvimento das mudas precisa ser estudado. Segundo Smiderle et al. (2000), os compostos orgânicos podem contribuir no fornecimento e viabilizar o uso deste em produção que utilizam os substratos como meio de desenvolvimento das plantas.

Na elaboração de substratos deve-se levar em consideração a matéria prima que deve ser facilmente disponível, com preço acessível e não ser poluente. Em trabalhos realizados por Gonçalves et al. (2000), na elaboração de substrato, relata que pode ser utilizado até 70% de um componente orgânico produzido a partir de esterco bovino, lixo urbano e húmus de minhoca, desde que se use 20 a 30 % de um material que proporcione porosidade como a casca de arroz carbonizada.

2. JUSTIFICATIVA

A utilização de materiais de origem natural na elaboração de substratos para produção de hortaliças, frutas, flores, etc. estão aumentando. Estes são finitos, o que pode comprometer a produção já existente, sendo necessário o desenvolvimento de novas alternativas de matéria prima na elaboração de substratos. Outra questão relevante se refere a logística de transporte das matérias primas, pois, são transportados a longas distâncias, o que dificulta o acesso e onera o preço de aquisição.

A produção de substratos a partir de composto orgânico e casca de arroz carbonizada pode ser uma alternativa para atender a demanda crescente e ser uma solução para que não venha ocorrer a falta deste produto no mercado, mas há necessidade de analisar o comportamento da cultura do morango quando da utilização destes dois componentes e que percentagem de cada é mais indicada.

A utilização de composto orgânico deverá contribuir para a condição física do substrato. O desenvolvimento radicular da cultura precisa encontrar um ambiente favorável e para isto o substrato precisa fornecer ar, água e nutriente nas proporções ideais para a cultura do morango.

Cabe destacar que a grande vantagem na utilização do composto está na facilidade da obtenção da matéria prima para elaboração do mesmo, visto que grandes quantidades de resíduos estão disponíveis na região para sua elaboração

e os custos para a obtenção como para a transformação são baixos. Em havendo melhorias na qualidade dos substratos com composto orgânico e casca de arroz carbonizada, então pode haver um esforço para diminuir a extração da turfa e contribuir para reduzir os depósitos de resíduos orgânicos nos aterros.

Neste contexto, a elaboração de substrato baseado no composto orgânico produzido pela Cooperativa dos Citricultores Ecológicos do Vale do Caí Ltda (Ecocitrus) em mistura com casca de arroz carbonizada e apresentando as condições físicas para o desenvolvimento da cultura do morango, pode ser uma alternativa ao uso de turfa e vermiculita, matérias primas esta que ao ser extraído do meio ambiente pode causar impactos na região de extração. Pode também contribuir para minimizar os impactos causados pelos resíduos gerados pela indústria de beneficiamento de arroz e material sólido gerado por empresas agroindustriais e outros setores, procurando oferecer para os agricultores uma alternativa baseada no uso de recursos renováveis na produção de morango.

A hipótese é de que os substratos elaborados a partir de composto orgânico de origem de processos agroindustriais mais casca de arroz carbonizada apresentam as condições para o desenvolvimento da cultura do morango. A escolha da cultura do morango é devida ser uma cultura exigente em práticas culturais que vai desde o plantio até pós-colheita (EMRAPA, 2006).

3. OBJETIVO

Avaliar o desenvolvimento da cultura do morango em substrato elaborado com composto orgânico e casca de arroz carbonizada, visando determinar a melhor proporção entre estas duas matérias primas.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Desenvolver a produção experimental da cultura do morango com composto orgânico e casca de arroz carbonizada;
- b) Avaliar as variáveis físicas e químicas dos substratos;
- c) Avaliar a produção do morango nas diferentes composições de composto orgânico e casca de arroz carbonizada;
- d) Subsidiar a produção mais limpa com uso de materiais regionais;

- e) Contribuir para a geração de tecnologia de fácil acesso.
- f) Proporcionar aos produtores a utilização de insumo de base orgânica.

5. REVISÃO DE LITERATURA

5.1. Substrato

O substrato utilizado para a produção de hortifrutigranjeiros é todo material sólido, natural, sintético, mineral ou orgânico, puro ou em mistura, que proporciona condições favoráveis para o desenvolvimento do sistema radicular (ABAD; NOGUERA, 1998). Substrato é o meio onde se desenvolvem as raízes das plantas cultivadas na ausência de solo (KÄMPF, 2000).

Em 1955 os substratos começaram a ser estudados (KÄMPF, 2006), já no Brasil as pesquisas tiveram início na década de 70 (MINAMI, 1995) e com o Decreto N° 4.954 de 14 de janeiro de 2002 passou a existir legalmente.

Na busca de alternativas ao uso da turfa, trabalhos tem sido realizados nos últimos anos utilizando composto orgânico, húmus de minhoca entre outros, no sentido de amenizar a utilização de matérias primas de fontes naturais, contribuindo para a manutenção destes recursos, que podem ser exauridos se alternativas renováveis não forem desenvolvidas, contribuindo assim para tecnologias mais sustentáveis (BRAGA et al, 2008).

Segundo Fermino (2002), o substrato exerce papel primordial no desenvolvimento inicial das plantas, pois o espaço fornecido pela embalagem para o desenvolvimento das raízes é limitado. Quando se utiliza recipientes, o material deve ser capaz de proporcionar fornecimento constante de água, oxigênio e nutrientes para as plantas.

Existem quatro fatores determinantes na elaboração em relação a conteúdo de ar e água nos recipientes: O primeiro diz respeito aos componentes, o segundo é o formato do recipiente, o terceiro são os procedimentos de manuseio e o quarto se refere a umidade. Cada um destes tem um efeito significativo no conteúdo de ar e água (FONTENO, 1996).

De acordo com Abreu (2012), diferentes matérias primas são utilizadas na elaboração de substratos e a classificação vai depender do material de origem utilizado na elaboração. Estas podem ser obtidas a partir de materiais de origem

vegetal (xaxim, esfagno, turfa, carvão, fibra de coco e resíduos de beneficiamento como tortas, bagaços e cascas); origem mineral (vermiculita, perlita, granito, calcário, areia, cinasita); origem sintética (lã de rocha, espuma fenólica e isopor) (GONÇALVES; POGGIANI, 1996).

Segundo Araujo Neto et al. (2009) é impossível encontrar substrato com todas as características desejáveis, há que se fazer as misturas com vários materiais para se chegar a um substrato ideal. Quando se trata de agricultura não orgânica, utilizam-se substratos comerciais à base de turfa, vermiculita, perlita que são inertes e para nutrição utilizam fertilizantes de alta solubilidade.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) regulamenta as especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem de substratos para as plantas. Em 17 de dezembro de 2004, foi publicada a primeira instrução normativa (IN nº 14) que trata das definições e normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos substratos para plantas (MAPA, 2004). Das especificações e garantias dos produtos a normativa estabelece.

¹Art. 1º. Os substratos para plantas deverão apresentar as garantias de condutividade elétrica (CE), potencial hidrogeniônico (pH), umidade máxima, densidade e capacidade de retenção de água (CRA) expressas da seguinte forma: I - condutividade elétrica (CE) em miliSiemens por centímetro (mS/cm), sendo admitida variação máxima de 0,3 (zero vírgula três) pontos para mais ou para menos; II - a densidade em kg/m³ (em base seca); III - potencial hidrogeniônico (pH) em água, sendo admitida variação máxima de 0,5 (zero vírgula cinco) pontos para mais ou para menos; IV - umidade máxima em percentual, em peso/peso; e V - capacidade de retenção de água (CRA) em percentual, em peso/peso. § 1º. Facultativamente, poderá ser oferecida garantia para capacidade de troca catiônica (CTC), expressa em mmol c/dm³ ou mmol c/kg. § 2º. Os valores para condutividade elétrica (CE) e potencial hidrogeniônico (pH) deverão ser expressos com a indicação do seu valor absoluto, acompanhado dos sinais de mais (+) e menos (-) e da indicação da variação admitida, conforme os seguintes exemplos: Ph 6 ± 0,5 e CE 1,3 ± 0,3 (Diário Oficial da União- Seção 1, n.º 242, 17 de dezembro de 2004).

De acordo com o Art. 2º sobre as definições e normas sobre as especificações e as garantias, os substratos para plantas serão caracterizados quanto à origem de suas matérias-primas como minerais, orgânicos, sintéticos ou mistos.

Parágrafo único. Define-se como substrato para plantas misto aquele constituído por duas ou mais matérias-primas que diferem quanto à sua origem.

¹ http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/in_14_04_anexo.pdf

No Art. 3º. Para produção de substratos para plantas, deverá ser observado, no que se refere às suas matérias-primas e componentes, o seguinte:

I - as matérias-primas não deverão conferir características indesejáveis ao produto, sejam estas físicas, químicas ou biológicas, de modo que prejudiquem sua qualidade a ponto de comprometer os fins a que se destinam;

II - as matérias-primas não deverão apresentar contaminação por agentes fitotóxicos, agentes patogênicos ao homem, animais e plantas, metais pesados tóxicos, pragas e ervas daninha além dos limites estabelecidos em lei, regulamentos ou atos administrativos próprios; e

III - na fabricação dos substratos para plantas, poderão ser adicionados aditivos com objetivo de melhorar os aspectos físicos, químicos ou biológicos do produto.

Parágrafo único. Para efeito desta Instrução Normativa, outros insumos adicionados ao produto, respeitados o disposto no inciso III deste artigo, serão considerados aditivos.

Para garantir plantas de qualidade os substratos precisam apresentar qualidade adequada ao desenvolvimento das mesmas, as propriedades físicas, químicas e biológicas do substrato são fundamentais (ABREU et al. 2012). Entre as características químicas, os valores de pH e condutividade elétrica são as mais significativas e entre as características físicas do substrato a porosidade, disponibilidade de água e de ar são as mais significativas, (KÄMPF, (2000).; FERRAZ et al. (2005).

Mundialmente os substratos têm sido caracterizados conforme as suas propriedades físico-químicas tais como: densidade, porosidade, espaço de aeração, retenção hídrica, potencial de hidrogênio (pH), a capacidade de troca de cátions (CTC), a salinidade, o teor de matéria orgânica (SCHMITZ et al. 2002).

5.1.1. Atributos Físicos dos substratos

O desenvolvimento da muda de morango envolve desde a iniciação radicular, formação do sistema radicular e desenvolvimento da parte aérea, que estão diretamente relacionados com características que definem o nível de eficiência dos substratos, tais como: aeração, drenagem, retenção de água e disponibilidade balanceada de nutrientes. As características dos substratos são altamente correlacionadas entre si: a macroporosidade com aeração e drenagem, e a microporosidade com a retenção de água e nutrientes (GONÇALVES; POGGIANI, 1996; CALDEIRA et al., 2008).

As diferentes exigências das plantas dificulta muitas vezes o estabelecimento de faixas ideais para as características físicas do substrato e o sistema de cultivo adotado pelo produtor (BELLÉ, 1990). Verdonck et al. (1988) afirmam que as características físicas são as mais importantes, devido às interações entre ar-água, os quais não podem sofrer mudanças durante o desenvolvimento da muda.

5.1.1.1. Densidade

Densidade é a relação entre massa e volume. Segundo Martínez (2002), a densidade é fator considerado importante na estabilidade das plantas, a proporção de cada material a ser utilizado na elaboração do substrato poderá influenciar na densidade. Os materiais minerais apresentam densidade em torno de $2,65\text{g cm}^{-3}$ e materiais orgânicos ao redor de $1,45\text{g cm}^{-3}$.

Para produção de mudas de hortaliças é a primeira propriedade física que se deve levar em consideração e vai depender do tamanho do recipiente, quanto menor mais baixa deve ser a densidade do substrato e pode variar de 0,1 a $0,8\text{g cm}^{-3}$. Substratos muito leves não apresentam um bom suporte para as plantas, assim como substratos muito densos podem impedir o crescimento radicular das mudas (FERMINO, 2002).

5.1.1.2. Porosidade

Porosidade são os espaços ocupados por água, ar e raízes. A sua quantidade é determinada pelo arranjo das partículas sólidas (CARNEIRO, 1995). O substrato deve ser poroso para permitir as trocas gasosas, evitar a falta de ar e assim não impedir a respiração das raízes e atividades de microorganismos (KÄMPF, 2006).

Segundo Gonçalves e Poggiani (1996), a porosidade total deve situar-se na faixa de 75 a 85 %.

Parte do volume de poros é de macroporos, não retém água sob força exercida pela gravidade e são responsáveis por proporcionar aeração às raízes, denominado porosidade de aeração (DRZAL et al. 1999). A porosidade de aeração é igual à diferença entre a porosidade total e o volume de água na tensão de 10

hPa. Uma das características importantes diz respeito à granulometria que indica a qualidade física do substrato o que influencia o volume do ar e da água retida pelo substrato (WALLER.; WILSON, 1984).

A proporção correta entre as fases sólida e líquida favorece a atividade fisiológica das raízes e evita o aparecimento de doenças radiculares, especialmente as podridões fúngicas e bacterianas (ANDRIOLO, 1999). Para a produção de mudas de maracujá, Almeida (2003) recomendou a aplicação de 0,7 dm³ de composto de lixo para cada dm³ de solo. Para a produção de mudas de aroeira-vermelha, Caldeira et al. (2008) recomendam para a formulação do substrato misturas de terra de subsolo e composto de lixo, na proporção de 40 e 60% (v/v).

5.1.1.3. Capacidade de Retenção de água

A máxima quantidade de água que o substrato consegue reter após drenagem é definida como a capacidade de retenção de água (SUGUINO, 2006).

A água é utilizada para o transporte de solutos na elaboração dos metabólitos e na estrutura dos órgãos, representa cerca de 80% do constituinte vegetal. A planta de morangueiro é sensível tanto ao excesso como a déficit de água. A irrigação é uma prática que merece cuidado especial, o excesso pode causar o aparecimento de patógenos bem como lixiviar os nutrientes (PIRES et al., 1999). Já o déficit pode comprometer o desenvolvimento da planta devido ao acúmulo de açúcar, deficiência de nutrientes por não conseguir absorvê-los (GOTO.; FILHO, 1999).

A capacidade de retenção de água é determinada pelo teor, quantidade e características dos componentes do substrato, principalmente a matéria orgânica e alguns tipos de material inerte. A capacidade de retenção de água entre 20 e 30 % do seu volume pode ser considerada ótima para ser classificado como um bom substrato (Martinez, 2002).

A capacidade de retenção de água divide-se entre água facilmente disponível (água liberada entre 10 hPa e 50 hPa de tensão), água tamponante (água liberada entre 50 hPa e 100 hPa de tensão) e água remanescente (água que permanece no substrato após aplicação de 100 de hPa de tensão) (DE BOOT.; VERDONCK, 1972).

5.1.2. Atributos Químicos

As características químicas de um substrato são influenciadas pela disponibilidade de nutrientes minerais presentes, os quais influenciam no crescimento das mudas (CARNEIRO, 1995).

Os valores de pH e da condutividade elétrica devem ser adequados quando se trata de substratos. Estes podem afetar a disponibilidade de nutrientes para as plantas, pois altos teores de sais pode provocar a queima e necrose nas raízes e o pH em desequilíbrio pode afetar a absorção de nutrientes provocando o desequilíbrio fisiológico (BACKES et al., 1991; CARNEIRO, 1995).

5.1.2.1. pH

O pH do substrato interfere no nível de absorção de nutrientes, isto dificulta o desenvolvimento da planta. Segundo Kämpf (2000), o pH e a CTC são as características químicas mais importantes do substrato.

De acordo com Santos et al. (2000), o pH do substrato é um dos problemas mais comuns e interfere na produção. O valor adequado de pH para substrato está na faixa de 5,5 a 6,5. Em substratos com pH abaixo de 5 podem aparecer sintomas de deficiência de nitrogênio, potássio, Cálcio, Magnésio e Boro, enquanto problemas com disponibilidade de fósforo e micronutrientes (Ferro, Manganês, Zinco e Cobre) são esperados em pH superiores a 6,5 (WENDLING.; GATTO (2002)

5.1.2.2. Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica (CE) indica a concentração de sais ionizados na solução e fornece um parâmetro da estimativa da salinidade do substrato (KÄMPF, 2005). A CE é expressa em microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$) ou milisiemens por centímetro (mS/cm^{-1}). Segundo Fermio (2002) a salinidade de substratos é expressa como o teor total de sais solúveis (TTSS), que expressa à concentração de sais em determinado volume de substrato. A condutividade elétrica tem uma classificação conforme a tabela 1.

Não basta apenas observar a condutividade elétrica, é importante considerar a densidade do material (FERMINO, 2002). Para o mesmo valor de condutividade elétrica, maior será a salinidade, quanto maior for a densidade do material. O teor de sais pode afetar as plantas negativamente, estes devem ficar em níveis de 1,0 mS/cm⁻¹. (FERMINO, 2002). O monitoramento é fator essencial para manter a condutividade dentro da faixa ideal.

Os valores considerados ideais à produtividade e qualidade do morango são de 1,4 a 1,8 mS/cm⁻¹ (Giménez et al., 2008). De acordo com Furlan (2001) a condutividade elétrica (CE) para o morango deve situar-se entre 1,4 -1,5 mS/cm⁻¹. Andriolo et. al (2009) em trabalho com morango em substrato obteve maior crescimento com CE de 1,4 mS/cm⁻¹ e maior produtividade para CE de 0,9 mS/cm⁻¹

Tabela 1. Classificação da Condutividade Elétrica (KÄMPF, 2005).

Salinidade mS/cm ⁻¹	Classificação
Menor que 1,0	Baixa
1,0 a 2,0	Média
2,0 a 4,0	Alta
4,0 a 5,0	Muito Alta
5,0 a 7,0	Extremamente Alta
Acima de 7,0	Tóxica

5.1.2.3. Capacidade de Troca de Cátions (CTC)

Cargas eletrostáticas de superfície carregadas negativamente de um substrato são denominadas de CTC. Estas são balanceadas por cátions (cargas positivas) que estão retidos e são trocáveis em equilíbrio dinâmico com a solução (Handreck & Black, 1999; Fonteno, 1996).

A CTC deve estar entre 5 e 10 meq 100mL⁻¹ (Handreck & Black, 1999). Já Fonteno (1996), afirma que a CTC deve se situar entre 6 e 15 meq 100 mL⁻¹, para que ocorra boa reserva de nutrientes disponível as plantas. Fermino (1996) relaciona a redução de cátions por lixiviação a capacidade de tamponamento do substrato, que é a resistência do meio a variação do pH.

5.1.3. Materiais Utilizados em Substratos

Na elaboração de substratos existem vários tipos de compostos que podem ser utilizados e são classificados de acordo com a origem. Os de origem vegetal é a casca de arroz carbonizada, fibra de coco, casca de pinus, turfa e os de origem mineral são a vermiculita, perlita, calcário (ABREU et al. 2012).

5.1.3.1. Casca de Arroz Carbonizada – CAC

No processamento do arroz para obtenção do arroz branco, faz-se a separação da casca do grão, obtendo-se desta maneira a sobra da casca que não tem valor comercial. A casca é um produto que se destaca no Rio Grande do Sul como matéria prima no aproveitamento de inúmeros subprodutos por ser abundante no Estado. São gerados anualmente no Rio Grande do Sul em torno de 1,3 milhão de toneladas (IRGA, 2016).

Segundo Ferreira (2005), a casca de arroz apresenta um teor de cinzas de 11,4% e, essas cinzas geralmente contêm 80-90% de SiO₂, 5% de K₂O, 4% de P₂O₅ e 1-2% de CaO e traços de Mg, Fe e Na. Depois de carbonizadas podem ser usadas na elaboração de substratos e formação de mudas de vegetais superiores, estas apresentam as seguintes características físicas e químicas: densidade seca de 150g/l, capacidade de retenção de água de 53,9%, capacidade de troca de cátions de 5,5 meq/dl, pH em água de 7,4. teor de sais solúveis de 0,7 g/l, 0,7% de nitrogênio, 0,2% de fósforo e 0,32% de potássio (XAVIER, 1993).

Após serem carbonizadas permite a penetração e a troca de ar na base das raízes, é suficientemente firme e densa para fixar a semente ou estaca, é leve e porosa, permitindo boa aeração e drenagem, tem volume constante seja seca ou úmida, é livre de plantas daninhas, nematóides e patógenos não necessitam de tratamento químico para esterilização, em razão de ter sido esterilizada com a carbonização (XAVIER, 1993).

Klein et al. (2002), ao avaliar substratos comerciais em mistura com a casca de arroz carbonizada em diferentes proporções, avaliaram que esta pode ser utilizada com objetivo de proporcionar as características desejáveis ao substrato, principalmente ao que se refere a porosidade. Guerrini e Trigueiro (2004), na

elaboração de substrato contendo biossólido e 40 a 70% de casca de arroz carbonizada, avaliaram como os melhores resultados no desenvolvimento das mudas de espécies florestais, por apresentarem equilíbrio no que se refere a densidade, capacidade de retenção de água e porosidade. A casca de arroz em mistura com outros componentes na elaboração de substrato torna-se eficaz, possibilitando resultados estatisticamente semelhantes àqueles comercialmente estabelecidos (ZORZETO, 2011).

5.1.3.2. Turfa

A turfa é um material de origem vegetal da decomposição lenta do musgo, líquens, arbustos em condições de umidade excessiva e constitui-se de 80 a 90% de água que se acumula nas regiões pantanosas. A sua retirada interfere nos ecossistemas. É utilizada na agricultura onde é misturada com outros materiais, como a casca de arroz na elaboração de substrato na produção de mudas (AGUIAR, 1987).

Segundo Gruszynski (2002) a substituição deste material por outros materiais orgânicos é importante, pois, não colocarão em risco as reservas naturais.

5.1.3.3. Vermiculita

A vermiculita pertence ao grupo dos filossilicatos. É constituída de alumínio, silício, ferro, magnésio e água. Quando submetida a temperatura de 900 0C a água se transforma em vapor que é expulsa de forma irreversível, resultando um material em forma de flocos (CASTRO, 1996). Tem pH em água $\geq 6,5$, média CTC (109 mmolc dm⁻³) e 160 Kg m⁻³ de densidade (GONÇALVES; POGGIANI, 1996).

A vermiculita foi descoberta nos Estados Unidos a quase um século. Poucas regiões no mundo exploram a vermiculita em nível industrial. No mundo, destacam-se os depósitos de Libby (Estados Unidos), sendo o maior do mundo, e o de Palabora (África do Sul). É um mineral hidratado, produto da alteração de micas, mais comumente a biotita (VALDIVIEZO et al. 2002). No Brasil a vermiculita foi identificada pela primeira vez em 1942, em Liberdade, MG. Em 1949 iniciaram-se as primeiras pesquisas em Congonhal, Tatuí, (SP). Posteriormente surgiram as

instalações para exploração nas regiões de Brumado (BA), de Sanclerlândia (GO), de São Luiz de Montes Belos (GO), em Paulistana (PI) e em Santa Luzia (PB). Na década de 1980, uma importante jazida foi identificada no complexo ultramáfico de Catalão, localizada no atual município de Ouvidor (GO) considerada atualmente, como a maior reserva do país. (SZNELWAR; SCALABRIN, 2009).

5.1.3.4. Fibra de Côco

A fibra de côco é oriunda do processamento da casca de côco. É um material leve e poroso e retêm muito bem a água. As características químicas são: pH de 4,8 a 5,2, nitrogênio com 6,52%, fósforo com 1,42%, potássio com 11,5%, cálcio com 6,80%, zinco com 31,8 (valores em mg [kg.sup.-1]) e densidade de 150 gramas/L (ROSA et al. 2002).

Este material está sendo indicado, pois apresenta estrutura física ideal, assim proporcionando porosidade, retenção de umidade e tem a vantagem de ser biodegradável, sendo assim é indicado para elaboração de substratos em cultivos de flores, hortaliças por ser 100 % natural (ROSA et al., 2002).

5.1.3.5. Húmus de Minhoca

Apresenta teor nutricional 70% acima de outros materiais convencionais, o pH varia de 7,11 a 7,54, a densidade seca vai de 650 a 850 Kg/m³ (KAMPF, 2000). Apresenta nitrogênio de 1,66 a 1,32%, fósforo de 1,42 a 3,82, potássio de 1,44 a 2,23%, cálcio de 5,44 a 7,26%, magnésio de 0,88 a 1,32%, mineralização lenta e alta retenção de água. (LONGO, 1987). MARIANI, A. et al. (2014) em estudo com substratos alternativos à base de húmus de minhoca elaborado com 60% de bagaço de cana e 40% de conteúdo ruminal de frigorífico de bovinos foi eficiente para a produção de mudas de chicória. Silva et al. (2012) ao avaliar substratos com 90% de húmus de minhoca + 10% de casca de arroz carbonizada, obteve maiores índices de qualidade em mudas de mamoeiro produzidas.

5.1.3.6. Perlita

É um material obtido do tratamento térmico que se aplica à rocha de origem vulcânica (grupo das riolitas). Tem alta porosidade e retém água em até cinco vezes o valor do seu peso, pH entre 7,0 e 7,5. É utilizado na composição de substratos por apresentar boa retenção de água, ser leve e de fácil manuseio (BORTOLOZZO, et al. 2007).

5.1.3.7. Composto Orgânico

O composto orgânico tem sua origem através da decomposição da matéria orgânica realizada por microorganismos. Para que seja utilizada na agricultura não deve apresentar em sua constituição metais pesados além das concentrações ou níveis exigidos legalmente (KIEHL, 1998).

O composto tem como uma das vantagens, proporcionar bom desenvolvimento radicular, as raízes se agregam ao substrato, outra vantagem da utilização de composto na elaboração de substratos é o seu baixo custo (GONÇALVES; POGGIANI, 1996). O composto orgânico proporciona efeito direto e indireto na fertilidade, pois em sua composição apresenta nutrientes que são liberados para as plantas (MEURER, 2007). O composto orgânico pode estimular a proliferação de antagonistas a microorganismos fitopatogênicos, contribuindo para controlar algumas doenças que possam ocorrer no sistema radicular. Estudos têm sido realizados no controle do fungo *Pythium ultimum* presente nos solos e que causa problemas em várias culturas (Brito et al., 2002).

Os compostos orgânicos podem ser utilizados na formulação de substratos, sendo uma opção para aumentar o teor de nutrientes nos substratos formulados com materiais inertes (ARAÚJO, 2010). Leal et al. (2007) também observaram melhores resultados na produção de mudas de hortaliças utilizando compostos orgânicos em comparação com substrato comercial. Em trabalhos realizados por Bezerra et al. (2004), Bezerra et al. (2006) e Araújo et al. (2009), o composto orgânico pode ser utilizado na composição de substrato.

5.2. Cultura do Morango

5.2.1. Características da Planta

O morangueiro pertence à família Rosaceae, subfamília Rosoideae, tribo Potentilleae, gênero *Fragaria L.* e várias espécies, (SILVA, 2007). É originário da América do Norte e do Chile. É caracterizada por Filgueira (2003), como uma planta herbácea, rasteira, perene com cultivo anual. Apresenta sistema radicular fasciculado, sendo que a maior parte das raízes se concentra nos primeiros cinco centímetros de solo.

A parte da planta que se desenvolve acima do solo é denominada de coroa que origina o eixo caulinar. A formação das folhas ocorre com o desenvolvimento da coroa. As gemas se originam nas axilas das folhas que também podem originar novas mudas e inflorescência, isto se dá em função do fotoperíodo. A folha do morangueiro pode ser constituída de três, quatro e cinco folíolos. As flores se agrupam em inflorescências e estas são extremamente dependentes dos fatores climáticos. Dias longos e temperatura elevada favorecem a formação de estolões e de folhas, já a indução floral é favorecida com temperatura baixa e dias curtos e a frutificação em dias longos e temperaturas amenas. A polinização é realizada por insetos e pelo vento. Os morangos são frutos falsos sobre os quais se encontram os aquênios que são os frutos verdadeiros (BORTOLOZZO, et al, 2007).

5.2.2. Cultivo em Ambiente Protegido

O cultivo pode ser realizado de várias formas. O cultivo tradicional é realizado no solo usando como cobertura o plástico. As formas podem ser em túneis baixo, em estufas e nos sistemas hidropônico e semi-hidropônico usando como leito o substrato (figura 1). Novas tecnologias adotadas pelos agricultores com produção em estufas no sistema semi-hidropônico e importação de mudas, tem contribuído para amenizar os problemas ocasionados pelo clima (BORTOLOZZO, 2007).



Figura 1. Produção de morango orgânico em estufa no sistema semi-hidropônico.

A cultura do morango é produzida principalmente em pequenas áreas por agricultores familiares. A busca por tecnologias que contribua para a redução no uso de agrotóxicos o que é possível em ambiente protegidos onde se reduz a incidência de insetos e doenças (HOFMANN, 2006). Os ambientes protegidos propiciam um microclima próximo ao adequado para as culturas. A cultura do morango é exigente em vários aspectos, dentro destes aspectos têm destaque às questões edafoclimáticas que tem importante influência na produtividade e conseqüentemente influencia as questões econômicas. Esta variabilidade faz com que as exigências nutricionais entre os diferentes sistemas e entre diferentes regiões, levam a determinar a fórmula para atender as exigências nutricionais para um determinado número de fruto produzido. As exigências nutricionais no sistema de cultivo a campo é bem flexível quanto a fonte e ao método de aplicação do fertilizante. Para cultivo em sistema hidropônico e semi-hidropônico há um maior grau de exigência para o ajuste da fertirrigação. Para auxiliar no monitoramento da nutrição recomenda-se realizar análise foliar antes do início da florada (PASSOS; TRANI, 2013). Os teores adequados de nutrientes são apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Teores adequados de nutrientes em folhas de morangueiro.

Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
g/Kg					
15-25	2-4	20-40	10-25	6 -10	1-5
Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Molibdênio	Zinco
mg/Kg					
35-100	5-20	50-300	30-300	0,5-1,0	20-50

Fonte: Instituto Agrônomo, Centro de Horticultura, Campinas (SP)

5.2.3. Cultivo do Morango em Sistema Semi-hidropônico

O sistema hidropônico com utilização de substrato é conhecido como semi-hidropônico. Neste sistema a cultura é conduzida sobre bancadas construídas a 1,0 metro do solo, podendo estas ser em níveis ou em diferentes níveis, o que fica a critério do agricultor. Sobre estas bancadas são colocadas as embalagens denominadas de sacolas (figura 2). Deve-se deixar um espaço entre as bancadas de pelo menos 0,80m, para que sejam feitos tratos culturais e a colheita. O sistema de bancada permite uma melhor distribuição da luz no ambiente, o que leva ao melhor desenvolvimento das plantas e sabor das frutas. As mudas são conduzidas em substratos acondicionados nos sacolas de plástico confeccionado para esta atividade. Após a colocação das sacolas sobre as bancadas instala-se o sistema de irrigação (BORTOLOZO, 2007).

As vantagens deste sistema é que o manejo e a colheita podem ser realizados em pé, não há necessidade de fazer rotação com outras culturas, diminuição da ocorrência de doenças, protege das chuvas, frutos com melhor qualidade (BORTOLOZZO A.; BERNARDI J.; SANHUEZA R.; 2006).



Figura 2. Disposição das sacolas sobre as bancadas de madeira.

5.2.4. Plantio e Manejo da Cultura

Na produção orgânica o sistema de manejo da unidade de produção deve obedecer ao enfoque do manejo sustentável que privilegia a preservação ambiental e a qualidade de vida humana. O manejo orgânico deve fazer uso da melhor maneira dos recursos naturais renováveis e uso eficiente dos recursos naturais não renováveis (BORTOLOZO, 2006).

O plantio e manejo da cultura devem ser realizados de tal forma que propicie as melhores condições de desenvolvimento da cultura. Para a produção de morango orgânico no sistema semi-hidropônico algumas técnicas devem ser seguidas. Antes de se colocar a muda no local definitivo deve-se proceder a limpeza da mesma, ou seja, deve-se proceder a retirada das folhas e o corte das raízes, deixando-as com 4 cm de comprimento. No plantio das mudas deve-se saturar o substrato e ter o cuidado para não dobrar as raízes. O espaçamento deve ser de 0,30 x 0,30 metros. Após a realização do plantio procede-se a drenagem abrindo orifícios no substrato na parte de baixo (BORTOLOZO, 2007).

Ao se observar as primeiras flores, o que pode ocorrer aos 20 dias após o plantio, estas devem ser retiradas até que as plantas apresentem cinco folhas, permitindo um bom desenvolvimento da planta. Durante o ciclo da planta o excesso de folhas deve ser retirado. A irrigação é realizada pelo sistema de gotejamento

que apresenta como vantagens aplicar água próxima às raízes, economia de água, de energia e permite a colocação de nutrientes pelo sistema conhecido como fertirrigação.

No sistema semi-hidropônico se usa um tempo ao redor de 5 minutos para efetuar a irrigação. A quantidade de água por sacola vai depender do tamanho, quantidade de muda por sacola e da época do ano (BORTOLOZO, 2007).

.Em relação ao aspecto fitossanitário atenção especial deve ser dada a presença de ácaro rajado (*Tetranychus urticae*), pulgões (*Capitophorus fragaefolli*), Tripes (*Frankliniella occidentalis*), Besouros e Lagartas de diferentes espécies. As doenças de maior ocorrência são as causadas pelos fungos de solo, *Verticillium spp.*, *Phytophthora spp.*, *Fusarium spp.*, *Pythium spp.* e *Rhizoctonia spp.* A doença que causa mais danos a cultura é *Botrytis cinerea* que ataca folhas, flores e frutos (REIS; COSTA, 2011). Para o controle faz-se uso de produtos naturais preparados na propriedade ou adquirido no comércio. Fazem parte desta lista os biofertilizantes, caldas (bordalesa, sulfocálcica, viçosa) e extratos.

6. MATERIAL E MÉTODOS

6.1. Período e Local do Experimento

O experimento foi realizado no período de 26 de junho a 15 de novembro de 2015 e desenvolvido na propriedade localizada na comunidade Arroio das Pedras no município de Rio Pardo, RS (latitude: S, longitude: °W, altitude: 95m) (figura 3). Apresenta dois tipos climáticos distintos: Cfa (subtropical com precipitações durante todo o ano) e Cfb (temperado com precipitações durante todo o ano). Ainda segundo Koppen, o clima da região é o mesotérmico brando, superúmido, sem período seco (PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO PARDO, 2015).

PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO PARDO. Dados sobre o Município de Rio Pardo. Disponível em <<http://www.riopardo.rs.gov.br/site/home/pagina/id/109/?Dados.html>>. Acesso em: 22 de Ago. 2015.

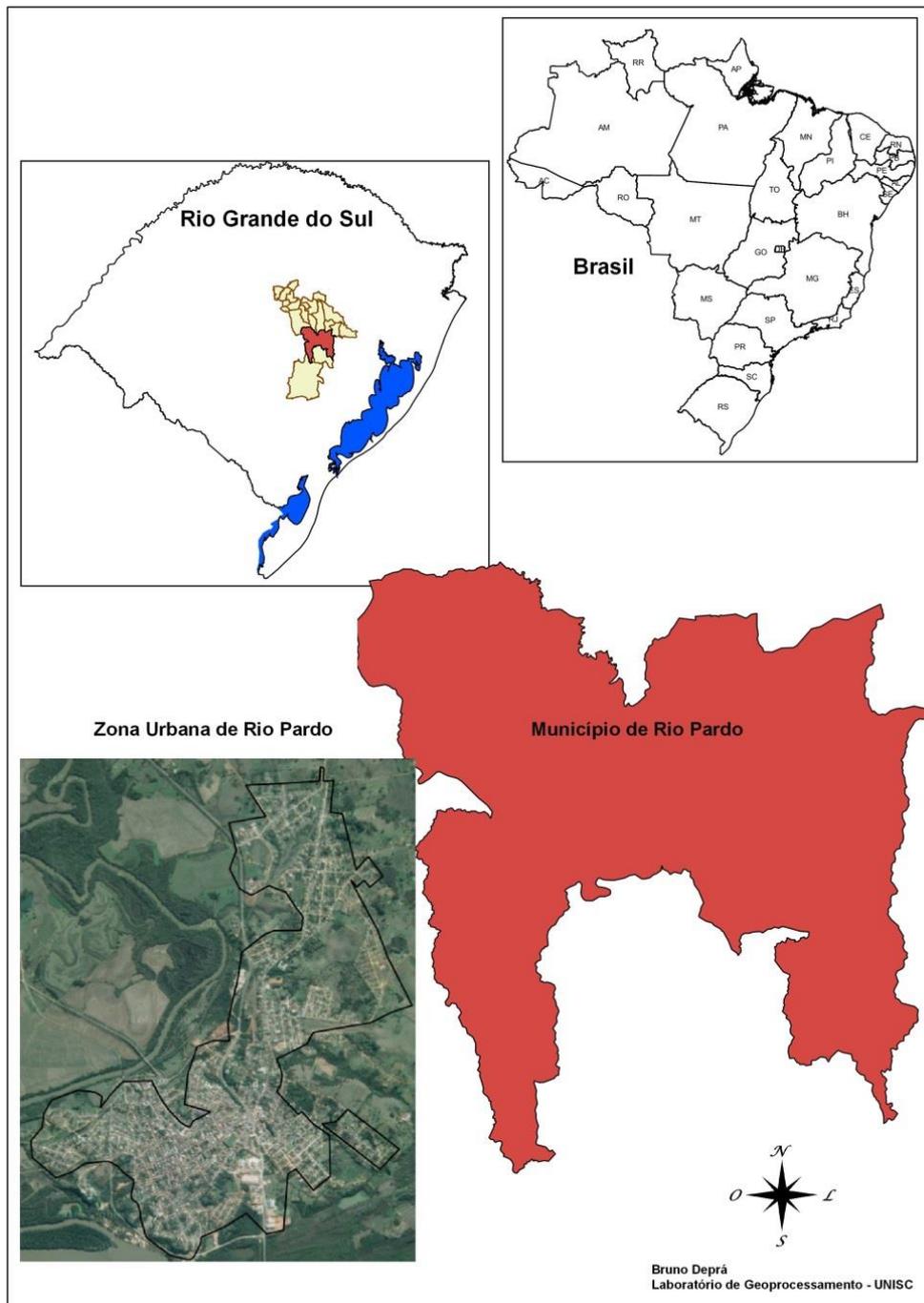


Figura 3. Localização do Município de Rio Pardo no Contexto do Estado do Rio Grande do Sul.

6.2. Delineamento Experimental

O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de um substrato comercial a base de turfa, vermiculita e casca de arroz carbonizada que foi utilizado como testemunha e três elaborados com composto orgânico produzido pela Ecocitrus em mistura com casca de arroz carbonizada, sendo esta adquirida junto a um produtor rural que realiza a carbonização das cascas para fins comerciais, localizado no município de Lajeado.

A Ecocitrus é a Cooperativa dos Citricultores Ecológicos do Vale do Caí Ltda, localizada no município de Montenegro. É constituída por produtores de citros que trabalham visando promover qualidade de vida através da prática da agricultura orgânica e à prestação de serviços ambientais. A Cooperativa exerce um papel social importante contribuindo para manter as famílias no campo. Possui uma usina de compostagem que está localizada no Passo da Serra, quinto distrito de Montenegro, zona rural do município, no Km 10 da rodovia RST 287. A usina recebe resíduos sólidos de classe II oriundos das agroindústrias da região, transformando estes através da compostagem em um produto denominado composto orgânico. Entre os resíduos agroindustriais utilizado na usina de compostagem estão a casca de madeira, podas de árvores e aparas de jardim, sobras de alimentos, polpa, bagaço e suco de frutas cítricas, resíduos de incubatórios, varrição, pó de fumo, cinzas, carvão, entre outros resíduos não perigosos, como pode ser observado no anexo A, (SANTAREM, 2011).

6.3. Tratamentos e Condução

Foram realizadas misturas nas proporções de 30, 40 e 50% de composto orgânico com casca de arroz carbonizada na proporção de 70, 60 e 50%.

Cada mistura compôs um tratamento com 8 sacolas e 8 plantas:

- S1: 30% Composto + 70% casca de arroz carbonizada;
- S2: 40% composto + 60% casca de arroz carbonizada;
- S3: 50% composto + 50% casca de arroz carbonizada.

Estes tratamentos foram comparados com o substrato comercial (S0) constituído de turfa, vermiculita e casca de arroz carbonizada.

As misturas do composto orgânico e casca de arroz carbonizada foram realizadas manualmente em base volumétrica e homogêneas. Antes de colocar nas sacolas, a umidade foi corrigida para 50%, umedecendo o substrato com água. Para saber se está com umidade adequada, uma amostra foi comprimida entre os dedos, se não liberar água, estará com a umidade ideal. Em seguida foi colocado nas sacolas que é um filme tubular leitoso com as dimensões de 1,0 metro de comprimento por 0,33m de largura e 200 micra. Foram separados 3 litros de cada mistura foi separada e enviada para análise química e física no laboratório da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Quando do enchimento da sacola, foi verificado o volume e peso que compõe cada mistura.

O experimento foi conduzido em estufa com as dimensões de 30m x 5,0m e coberta com filme plástico de 150 micras com posicionamento leste/oeste. As sacolas foram colocadas sobre bancadas construídas com madeira a 0,80 metros de altura. Após a colocação nas bancadas foi instalado o sistema de irrigação por gotejamento com gotejadores distanciados a 10 cm (figura 4). Antes do plantio verificou-se a condutividade elétrica, para a devida correção desta, através da lavagem do substrato com água até atingir os níveis adequados que deve ficar entre 0,6 e 0,8 mS/cm⁻¹.



Figura 4. Formato da bancada para suporte das sacolas e o sistema de irrigação.

Em cada sacola foram colocadas oito plantas compondo duas linhas com as plantas intercaladas. Aos trinta dias após plantio foi feita contagem para ver o número de plantas por substrato. O S0 apresentou 40 plantas viáveis, S1 com 32 plantas viáveis, S2 com 32 plantas viáveis e S3 com 31 plantas viáveis.

A cultura avaliada foi o morango, cultivar Albion, provenientes da Patagônia, adquiridas através da empresa importadora Maximudas do Município de Feliz do Estado do Rio Grande do Sul. O plantio foi realizado em junho de 2015. A cultivar Albion é neutro ao fotoperíodo, porte aberto e ereto, muito produtiva, apresenta frutos padronizados quanto à forma e tamanho, coloração vermelha escura (SANTOS, 2014).

O fornecimento de água foi através do sistema de irrigação por gotejamento conforme a necessidade de cada amostra. A umidade a campo foi avaliada levando-se em consideração a umidade aparente, ou seja, a capacidade de campo que é a umidade retida no substrato após drenagem do excesso (REICHARDT, 1988). Para o monitoramento da umidade retirava-se uma pequena amostra de cada substrato e apertava-se entre os dedos, a medida que os substratos apresentavam umidade considerado abaixo da ideal procedia-se a irrigação.

A nutrição para as plantas foi fornecida através de biofertilizante e húmus líquido obtido através da cama de aviário fervida, sendo estes preparados no local do experimento. Semanalmente foi feito complemento com pulverizações foliares com o mesmo biofertilizante. O Biofertilizante é um fertilizante obtido da mistura de nutrientes (macro e micronutrientes) com esterco bovino que fornece os microorganismos. Após passar por um período de fermentação, está pronto para uso em diluição com água na percentagem e condutividade elétrica indicada para cada cultura (ILHA, 2012). O teor de nutrientes não foi avaliado em laboratório, é realizado somente quando houver interesse ou necessidade de quantificar os elementos presentes (KÄMPF, 2000).

Após diluição do biofertilizante e húmus líquido na água, a condutividade elétrica era ajustada para 1,2 a 1,4 mS/cm e injetada no sistema de irrigação para que procede-se a fertirrigação da cultura. A condutividade foi verificada com condutímetro digital portátil marca INSTRUTHERM, escala: 0~19,99mS/cm e resolução: 0,01mS/cm.

O sistema é constituído por um caixa de mistura onde se coloca a solução nutritiva e através de uma motobomba conduz-se a solução ao sistema de gotejo

(figura 5). A frequência da fertirrigação (biofertilizante mais húmus líquido), foi baseada na condutividade elétrica de cada substrato, que foi verificada a cada dois dias, toda vez que baixava para 0,8 mS/cm era feita a adubação. A fertirrigação foi iniciada no dia 06 de julho de 2015 em todos os tratamentos. O início da fertirrigação foi igual para todos os tratamentos para comparar o efeito do composto orgânico no desenvolvimento da cultura com a testemunha.

6.4. Tratos Culturais

Os tratos culturais realizados resumem-se em retirada das folhas mais velhas bem como as que apresentavam sintomas de doença e frutos com problemas de doença. As avaliações foram realizadas diariamente em todas as plantas para prevenir a ocorrência de doenças e insetos.

Para prevenir a disseminação de doenças foi realizada a retirada das folhas e dos frutos atacados e aplicação com produto à base de cobre a cada 15 dias.



Figura 5. Sistema de irrigação com depósito de água e caixa de mistura do biofertilizante. Caixa de mistura (A), depósito de água (B, C, D, E).

Para a determinação das características físicas e químicas, os substratos foram analisados em laboratório para a determinação da umidade em percentagem, a densidade em Kg/m³, a capacidade de retenção de água em percentagem (v/v), a

condutividade elétrica em dS/m. Estas avaliações foram realizadas pelo laboratório da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Para avaliação do desempenho da cultura foi avaliado o número de frutos e gramas de fruto por planta. As avaliações foram realizadas semanalmente até 15 de novembro de 2015.

6.5. Análise Estatística

Os três tratamentos (S1, S2, S3) foram comparados com a testemunha (S0, substrato comercial), utilizando a prova estatística paramétrica ANOVA seguido do teste de comparações múltiplas de Tukey, com $\alpha = 5\%$ (0,05), usando o programa estatístico PAST versão 2.15 (HAMMER et. Al, 2001). Os requisitos para aplicação do teste ANOVA, quais sejam, a homogeneidade das variâncias e normalidade das observações foi provada.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1. Capacidade de Retenção de Água

Os substratos foram submetidos à análise no laboratório da Universidade federal do Rio Grande do Sul para análise do teor de umidade. Observa-se que, à medida que se aumenta a percentagem de composto orgânico a umidade também se eleva.

Tabela 3. Resultado dos parâmetros avaliados

Amostra	Umidade (% (m/m))	pH	Densidade (kg/m ³)	Cond. Elétrica (dS/m)	CTC (mmol/kg)	CRA (%)
S1	28	8,2	312	1,40	197	21
S2	33	8,2	404	2,12	242	25
S3	37	8,2	435	2,52	282	27

O substrato S1 apresentou sempre as menores umidades, sendo necessárias irrigações mais frequentes de 2 a 3 irrigações por dia para manter a umidade ideal e não ocorrer o stress hídrico e não prejudicar o desenvolvimento da cultura. Não retém água suficiente por possuir em sua composição 70% de casca de arroz carbonizada. Conforme Fermino e Bellé (2008), a casca de arroz carbonizada apresenta baixa retenção de água. Enquanto que os substratos S2 e S3 mantinham a umidade por mais tempo.

Esta necessidade de irrigação mais frequente, quando se utilizou casca de arroz, foi avaliada por Bortolozzo et al. (2007), onde houve a necessidade de irrigar 4 vezes ao dia para obtenção da maior média de frutos. Em estudos realizados por Guerrini e Trigueiro (2004), avaliando atributos físicos e químicos de substratos, o aumento da casca de arroz carbonizada aumentou a porosidade o que provocou a redução da capacidade de retenção de água no substrato.

Pode-se observar entre os tratamentos, que as plantas no S1 e S0 apresentavam menor desenvolvimento, avaliação esta realizada visualmente, quando comparadas com os tratamentos S2 e S3, isto se deve a contração das raízes e do substrato quando há o secamento, reduzindo o contato das raízes com

o substrato. O ajuste da umidade antes do enchimento das sacolas é fundamental para que ocorra a distribuição das partículas e melhore o espaço poroso (BAILEY et al. 2015). Segundo Handreck & Black (1999), a dimensão dos poros é que vai regular o fornecimento de água e ar as plantas.

A utilização de composto orgânico nas percentagens de 40% e 50% proporcionaram melhores resultados no desenvolvimento da cultura devido à manutenção da umidade dentro das condições ideais e maior fluxo de água, isto foi possível constatar pela menor frequência de irrigação, não mais do que uma irrigação por dia no período de inverno. Em dias mais quentes foi necessário até duas irrigações diárias. Segundo Kramer e Boyer (1995), o volume de água e de nutrientes a disposição das plantas, dependem fundamentalmente do fluxo de umidade do substrato do que da quantidade de água no meio.

7.2. Densidade

Os substratos apresentaram diferenças em relação à densidade. O substrato S1 apresentou densidade de 312 Kg/m³, o S2 de 404 Kg/m³ e o S3 de 435 Kg/m³. A densidade do substrato é a relação entre massa e volume, devendo ser suficiente para dar sustentação às plantas (FERMINO, 2002). Segundo Abad et al. (1993), um substrato ideal deve apresentar densidade volumétrica inferior a 400 kg/m³, nessa condição apenas o substrato S1 (30% de composto e 70% de CAC) apresentou-se nesse intervalo.

Os substratos S2 e S3 mesmo apresentando valores acima da recomendada proporcionaram desenvolvimento satisfatório das plantas, possivelmente não causou restrição mecânica ao crescimento radicular das mesmas. Esta situação poderia ser explicada considerando que no substrato S1 com 70% de casca carbonizada e 30% de composto orgânico e que apresentou densidade abaixo de 400 Kg/m³, ocorreu maior lixiviação dos nutrientes devido a maior frequência de irrigação, o que prejudicou o desenvolvimento da cultura. Isto é possível verificar através da figura 7, onde a condutividade elétrica do substrato S1 sempre se apresentou abaixo dos demais (S2 e S3).

7.3. pH

Para a variável pH não ocorreu diferença entre os substratos elaborados, ficando o pH em 8,2. Este valor não é indicado no cultivo de plantas, portanto houve a necessidade de baixar o valor. O que foi possível chegar a 7,2. Para isto foi utilizado um fermentado acético de álcool (vinagre) com acidez de 4,2%. A diluição foi feita na proporção de 1,5 ml por litro de água e assim foi possível ajustar o pH para 7,2. Os valores de pH dos substratos devem se encontrar na faixa de 6,0 a 7,0 para disponibilidade dos nutrientes, (KAMPF, 2000; SCHMITZ et al., 2002).

Nos substratos S1, S2 e S3 o pH se estabilizou em 7,5 (figura 6). Isto se deve ao poder tampão do composto orgânico, ou seja, a resistência que o material tem de mudança do pH (SKOOG et al., 1996). A deficiência de nutrientes não foi observada visualmente, mesmo o pH estando acima do recomendado.

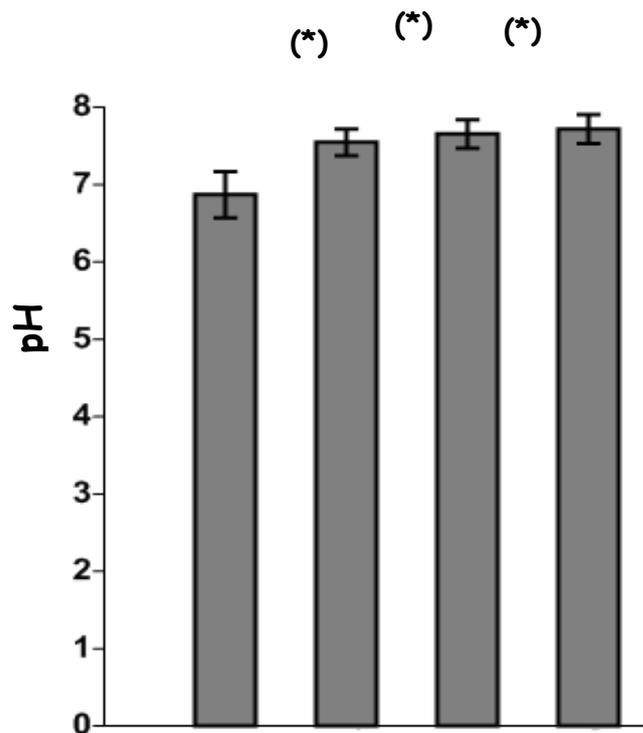


Figura 6. pH (média \pm desvio-padrão) do cultivo experimental de morango (06/15 a 11/15) em diferentes misturas de substratos (S0: substrato comercial, S1: 30% composto + 70% de CAC (casca de arroz carbonizada), S2: 40% de composto + 60% de CAC, S3: 50% de composto + 50% de CAC). (*) diferença significativa exclusivamente em relação ao S0 ($p < 0.05$).

7.4. Condutividade elétrica

Em relação à condutividade elétrica, houve diferença significativa dos substratos S2 e S3 comparativamente a S0 e S1 ($p < 0.05$), conforme pode se verificar na figura 7. Isto pode ser explicado considerando a quantidade de composto orgânico, pois à medida que aumenta conseqüentemente a condutividade também aumenta. A condutividade elétrica tem efeito significativo no crescimento e produtividade da cultura do morango (ANDRIOLO et al. 2002). A absorção de água e nutrientes provavelmente sofreu alterações devido a variações na condutividade elétrica do meio nutritivo. Isto foi observado no S0 e S1 que apresentaram menor área foliar quando comparados com S2 e S3. A diminuição na área foliar leva a uma menor taxa fotossintética. Isto foi constatado por Li, (2000), que a condutividade pode alterar a fisiologia da planta como abertura dos estômatos e em relação ao tamanho da área foliar, o que está intimamente relacionada com eficiência fotossintética, o que leva a planta a maior ou menor produção de matéria seca.

Nos tratamentos S0 e S1 houve necessidade de se fazer aplicações diárias do biofertilizante, devido a variação da condutividade que sempre se apresentava abaixo de 0,8 mS/cm (figura 7). Já para os S2 e S3 a condutividade ficava abaixo de 1,0, mas acima 0,8 mS/cm, após 3 a 4 dias, o que é positivo, possibilitando o espaçamento na fertirrigação. Nota-se que os substratos com mais composto mantêm por mais tempo a condutividade elétrica, conseqüentemente menos nutrientes são lixiviados. A condutividade considerada ideal para substrato em que se pretende cultivar morango está na faixa de 1,2 a 1,5 mS/cm (Portela et al., 2012), sendo estes considerados os mais favoráveis à produtividade e à qualidade das frutas. Altas concentrações de sais solúveis pode provocar a queima das raízes (BACKES et al., 1991; CARNEIRO, 1995).

7.5. Capacidade de troca de cátions

Com relação à troca de cátions, os substratos com maior percentagem de composto orgânico apresentam maior CTC (tabela 3). Esta maior percentagem influenciou no espaçamento da fertirrigação, por estes substratos reterem mais nutrientes. Segundo Martínez (2002), quando a capacidade de troca de cátions é

mais elevada, pode-se espaçar mais o fornecimento de nutrientes, possibilitando a retenção dos nutrientes no substrato e a sua liberação gradativa às plantas e quando a capacidade de troca de cátions é muito baixa, a frequência de aplicação dos nutrientes deve ser aumentada. A capacidade de troca de cátions está diretamente relacionada à disponibilidade de nutrientes. A CTC elevada é importante em cultivos que usam irrigação com frequência. Valores de 6 cmolc L^{-1} a 15 cmolc L^{-1} são recomendados por Fonteno (1996) e 20 cmolc L^{-1} por Martinez (2002).

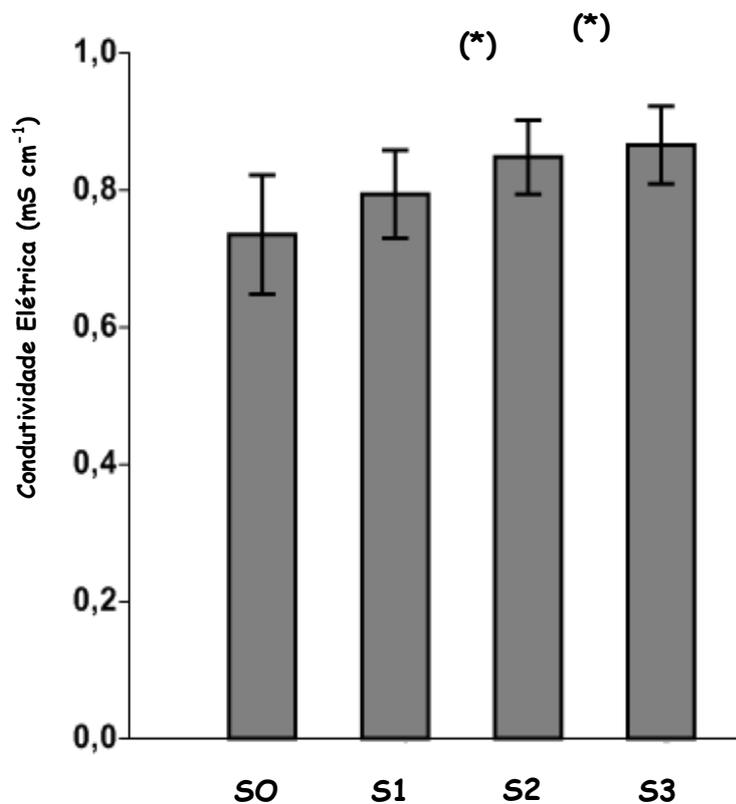


Figura 7. Condutividade Elétrica, (mS cm^{-1}) (média \pm desvio-padrão) do cultivo experimental de morango (06/15 a 11/15) em diferentes misturas de substratos (S0: substrato comercial, S1: 30% composto + 70% de CAC (casca de arroz carbonizada), S2: 40% de composto + 60% de CAC, S3: 50% de composto + 50% de CAC). (*) diferença significativa exclusivamente em relação a S0 e S1 ($p < 0.05$).

Tabela 4. Capacidade de Troca de Cátions dos substratos (UFRGS, 2014)

Substrato	CTC - mmol/kg
S0	-
S1	197
S2	242
S3	282

7.6. Número de Frutos

Em relação ao número de frutos, houve diferença significativa dos substratos S2 e S3 comparativamente a S0 e S1 ($p < 0.05$), conforme pode se verificar na figura 8, apresentando valores médios de $10,3 \pm 2,0$ frutos (CV: 19,3%) e $10,3 \pm 2,3$ frutos (CV: 22,3%), respectivamente. Estima-se que o melhor rendimento observado foi devido ao fato de que nestas amostras houve maior retenção de umidade e maior capacidade de troca catiônica. O S1 o composto está em 30% da mistura, o que leva a maior porosidade e retenção de água deficiente.

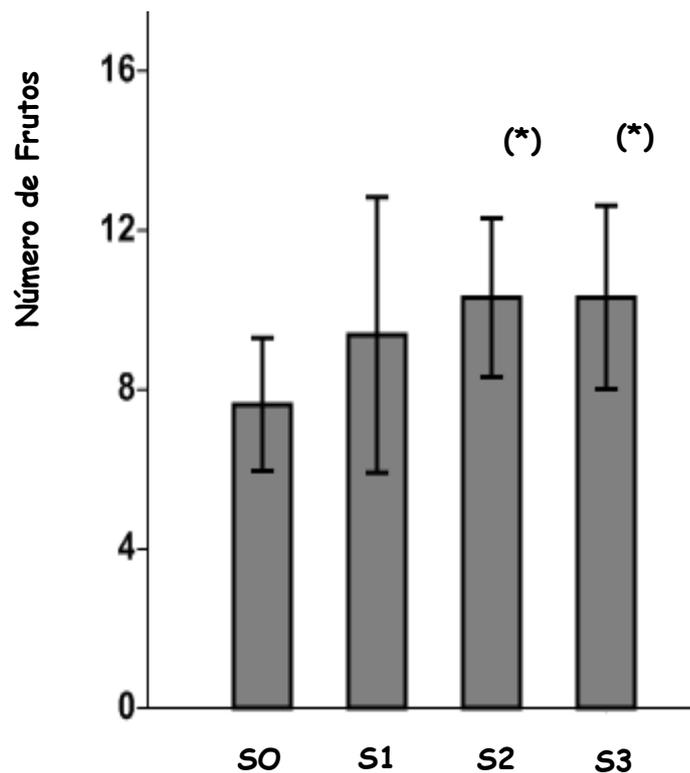


Figura 8. Número de frutos (média \pm desvio-padrão) do cultivo experimental de morango (06/15 a 11/15) em diferentes misturas de substratos (S0: substrato comercial, S1: 30% composto + 70% de CAC (casca de arroz carbonizada), S2: 40% de composto + 60% de CAC, S3: 50% de composto + 50% de CAC). (*) diferença significativa exclusivamente em relação ao S0 ($p < 0.05$).

7.7. Peso de Frutos

Em relação ao peso dos frutos, houve diferença significativa dos substratos S1, S2 e S3 comparativamente a S0 ($p < 0.05$), conforme pode se verificar na figura 9, apresentando valores médios de $150,6 \pm 61,5$ gramas (CV: 40,8%), $180,1 \pm 38,6$ (CV: 21,4%) e $186,4 \pm 42,1$ gramas (CV: 22,6%), respectivamente. Os substratos S2 e S3 apresentam maior percentagem de composto, sendo assim, reterão mais umidade e maior troca de cátions, ou seja, apresentam as melhores condições físicas e químicas para o desenvolvimento da cultura. Estas condições permitem uma avaliação do desenvolvimento das plantas em diferentes substratos (BELLÉ; KÄMPF, 1994; SANTOS et al., 2002).

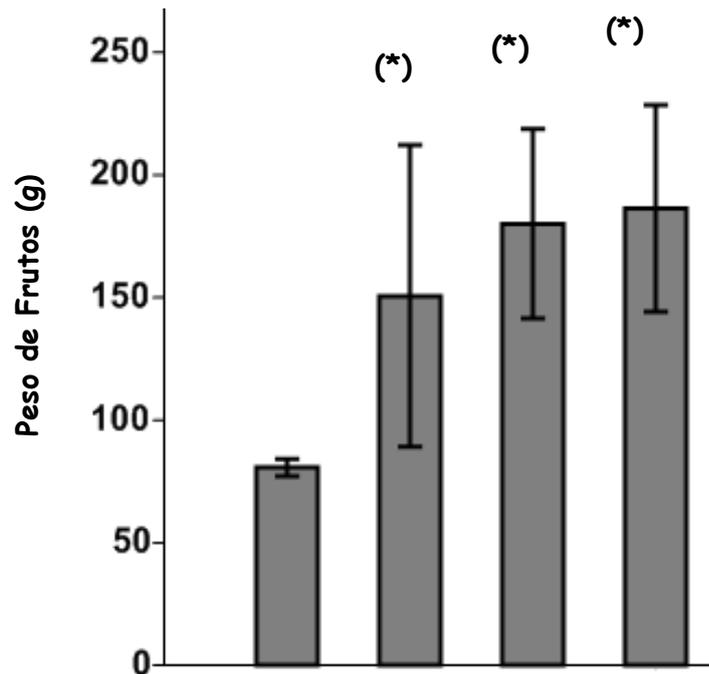


Figura 9. Peso de frutos (gramas (g), média \pm desvio-padrão) do cultivo experimental de morango (06/15 a 11/15) em diferentes misturas de substratos (S0: substrato comercial, S1: 30% composto + 70% de CAC (casca de arroz carbonizada), S2: 40% de composto + 60% de CAC, S3: 50% de composto + 50% de CAC). (*) diferença significativa exclusivamente em relação ao S0 ($p < 0.05$).

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicaram que os substratos com melhor desempenho para a cultura do morango foram o S2 e S3 ($p < 0.05$), que apresentaram uma média de frutos por planta igual a $10,3 \pm 2,0$ (CV: 19,3%) e $10,3 \pm 2,3$ (CV: 22,3%), respectivamente, e peso por planta igual a $180,1 \pm 38,6$ (CV: 21,4%) e $186,4 \pm 42,1$ (CV: 22,6%), respectivamente. Desta forma, estes substratos destacam-se como a melhor alternativa para a cultura do morango em sistema de cultivo semi-hidropônico orgânico, e podem ser uma opção ao uso da turfa e vermiculita em cultivos que utilizam uma base orgânica para produção.

Nestes substratos houve menor frequência na irrigação e fornecimento de nutrientes. Provando que ao aumentar a porcentagem de composto orgânico se tem maior retenção de água e de nutrientes. Isto evitou o stress hídrico e melhorou

a absorção de nutrientes possibilitando a planta um equilíbrio entre água e nutrientes, conseqüentemente a um maior número de flores e maior peso de frutos.

A experiência conduzida em condições de campo, utilizando composto orgânico mais casca de arroz carbonizada pode ser uma alternativa viável à produção de morango no sistema semi-hidropônico. Os substratos S2 e S3 por apresentarem melhores propriedades físicas interferiram positivamente no desenvolvimento da cultura do morango.

Na utilização de substratos contendo composto orgânico, atenção especial deve ser dada ao pH e a condutividade elétrica inicial, que devem ser ajustados aos níveis indicados para a cultura que irá ser cultivada.

REFERÊNCIAS:

ABAD, M.; MARTINEZ, P. F.; MARTINEZ, J. **Evaluación agrónomica de los substratos de cultivo.** Actas de Horticultura, Villaviciosa, Espanha, 1993.

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

ABREU, F. M. et al. **Reavaliação dos critérios constantes na legislação brasileira para análises de substratos,** Bragantia, Campinas, 2012).

AGUIAR, S. Catão. **Fontes energéticas Brasileiras – inventário/tecnologia:** Turfa. CHESF, Vol. I e II, Rio de Janeiro, 1987.

ALMEIDA, A. **Composto de lixo urbano na composição química do solo e seus efeitos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro amarelo** (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa* L.). Revista de Biociência, 2003.

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável.** Ed. Universidade/UFRGS, 1998.

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, 1999.

ANDRIOLO, J. L.; BONINI, J. V. BOEMO, M. P. **Acumulação de matéria seca e rendimento de frutos de morangueiro cultivado em substrato com diferentes soluções nutritivas.** Horticultura Brasileira, Brasília, 2002.

ANDRIOLO J. L; JANISCH D. I; SHIMITT O. J; VAZ MAB; CARDOSO F. L; ERPEN L.. **Concentração da solução nutritiva no crescimento da planta, na produtividade e na qualidade de frutos do morangueiro.** Ciência Rural 39, 2009.

ARAÚJO. D. B.; BEZERRA. F. C.; FERREIRA. F. V. M.; SILVA. T. C.; SOUSA. H. H. F. **Utilização de substratos à base de resíduos orgânicos agroindustriais e agropecuários na produção de mudas de Vinca (*Catharanthus roseus*)**. Vitória-ES, 2009.

ARAÚJO, Daniel Barbosa. **Produção de mudas de espécies ornamentais em substratos a base de resíduos agroindustriais e agropecuários**. 2010. 32 f. Dissertação (Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2010.

BACKES, M. A.; KÄMPF, A.N. **Substrato à base de composto de lixo urbano para a produção de plantas ornamentais**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 1991.

BAILEY, D. A.; FONTENO W. C.; NELSON, P. V. **Greenhouse substrates and fertilization**. Raleigh: North Carolina State University, 2000. Disponível <<http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/floriculture/plugs/ghsubfert.pdf>>. Acesso em: 23 de nov. 2015.

BAUMGARTEN A. **Methods of chemical and physical evaluation of substrate for plants** In: FURLANI AMC. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, (IAC. Documentos 70), 2002.

BELLÉ S. **Uso da turfa “Lagoa dos Patos” (Viamão – RS) como substrato hortícola**. Porto Alegre: UFRGS, (Dissertação mestrado), 1990.

BELLÉ, S.; KÄMPF, A.N. **Utilização de casca de arroz carbonizada como condicionador hortícola para um solo orgânico**. Pesq. Agropecu. Bras., Brasília, 1994.

BEZERRA, A. M. E.; MOMENTÉ, V. G.; MEDEIROS FILHO, S. **Germinação desementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera*)**

Lam.) **emfunção do peso da semente e do tipo de substrato.** Horticultura Brasileira, Brasília, 2004.

BEZERRA, F. C.; LIMA, A. V. R.; ARAÚJO, D. B.; CAVALCANTI JÚNIOR, A. T. **Produção de mudas de Tagetes erecta em substratos à base de casca de coco verde.** In: Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas, Ilhéus/BA, Anais... Ilhéus, 2006.

BORTOLOZZO, R. A.; BERNARDI, J.; SANHUEZA, V. M. R. **Produção de Morangos no Sistema Semi-Hidropônico.** EMBRAPA UVA E VINHO, 2006.

BORTOLOZZO, R. A. et al. **Produção de morangos no sistema semihidropônico,** Circular Técnica 62, EMBRAPA, Bento Gonçalves, RS, 2007.

BRAGA, M.M.; CÔRREA, M. C. M.; OLIVEIRA, C. H. A.; OLIVEIRA, O. R.; PINTO, C. M. **Propriedades químicas de substrato produzido com resíduo orgânico da indústria processadora de caju.** In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 6., Resumos... Fortaleza: EMBRAPA AT, SEBRAE/CE e UFC, 2008.

BRITO, L. M., SOUSA, H., MOURÃO, I. M. **A utilização de compostos de resíduos orgânicos na supressão de Pythium ultimum.** Revista de Ciências Agrárias, 2002.

CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G. N.; FENILLT, T. A. B.; HARBS, R. M. P. **Composto orgânico na produção de mudas de aroeira vermelha.** Scientia Agrária, 2008.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais.** Curitiba: FUPEF, 1995.

CASTRO, O. G. **A vermiculita e suas aplicações.** Relatório Técnico: Aporte Consultores e Associados Ltda., São Paulo, Brasil, 1996.

DE BOODT, M.; VERDONCK, O. **The physical properties of the substrat.** In: DE BOODT, M.; VERDONCK, O. **The physical properties of the the substrate in horticulture.** Acta Horticulturae, Wageningen, 1972.

De BRITO AMA; GAGNE S. **Effect of Compost on Rhizosphere Microflora of the Tomato and on the Incidence of Plant Growth- Promoting Rhizobacteria.** **Applied and Environmental Microbiology**, 1995.

DRZAL, M. S.; CASSEL, D. K.; FONTENO, W. C. **Pore fraction analysis: a new tool for substrate testing.** Acta Horticulturae, Wageningen, 1999.

FERRAZ, M. V; CENTURION J. F; BEUTLER A. N. **Caracterização física e química de alguns substratos comerciais.** Acta Scientia Agronomica, 2005.

FERMINO, M. H. **Aproveitamento de Resíduos Industriais e Agrícolas como Alternativas de Substratos Hortícolas**, 90 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

FERMINO, M. H. **O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos.** In: Anais do II Encontro Nacional de Substratos para Plantas, 2002, Campinas: IAC, 2002.

FERMINO, M. H.; BELLÉ, S. Substratos hortícolas. In: PETRY, C. (Org.) **Plantas ornamentais, aspectos para a produção.** Passo Fundo: UPF, 2008.

FERREIRA, C. S. **Desenvolvimento do processo de obtenção de filme polimérico a partir de cinza de casca de arroz.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), UFSC, 2005.

FILGUEIRA R. A. F. **Novo manual de olericultura; Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**, 2003.

FONTENO, W. C. **Growing media: types and physical/chemical properties.** In: REED, D. W. (ed.) *A Growers Guide to Water, Media, and Nutrition for Greenhouse Crops.* Batavia: Ball, 1996.

FURLAN, R. P. IAC – Centro de Solos e Recursos Ambientais. *O Agrônomo,* Campinas, 2001.

GIMÉNEZ G; ANDRIOLO J. L; GODOI R. **Cultivo sem solo do morangueiro.** *Ciência Rural* 38, 2008.

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,* Campinas, 2004.

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

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETO, S. P; MANARA, M. P. **Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização.** In: GONÇALVES, J. L. M; BENEDETTI, V., eds. *Nutrição e fertilização florestal.* Piracicaba, IPEF, 2000.

GOTO, R.; DUARTE FILHO, J. **Utilização de plástico na cultura do morangueiro.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 1999.

GRUSZYNSKI C. **Resíduo agro-industrial “casca de tungue” como componente de substrato para plantas.** Porto Alegre: 100 p. (Dissertação mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontologia Electronica,* 4(1), 2001.

HANDRECK, K.; BLACK, N. **Growing media for ornamental plants and turf.** Sydney: University of New South Wales Press, 1999.

HOFMANN A. **Produção de Morangos no Sistema Semi-Hidropônico,** 2006.

ILHA, L. L. H. Húmus líquido: **a utilização de esterco fervido na adubação de hortaliças.** Livro de resumos, II Reunião Sul-Brasileira sobre Agricultura Sustentável e IV Encontro Caxiense para Desenvolvimento da Agricultura Orgânica Sustentável. Caxias do Sul, 2012.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais.** Guaíba: Agropecuária, 2000.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais.** 2 ed. Guaíba: Agrolivros, 2005.

KÄMPF, A. N. **O estado da arte na pesquisa sobre substrato para plantas.** In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS, 5., 2006, Ilhéus, BA. **Anais...** Ilhéus, BA, 2006.

KIEHL, Edmar José. **Manual de Compostagem.** Piracicaba: Rural, 1998.

KLEIN, V. A.; CAMARA, R. K.; SIMON, M. A.; DIAS, S. T. **Casca de arroz carbonizada como condicionador de substrato.** In: FURLANI, A. M. C. Caracterização, manejo e qualidade de substrato para produção de plantas. Campinas: Instituto Agronômico, (Documentos IAC, n. 70), 2002.

KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. **Water Relations of Plants and Soils.** San Diego: Academic Press, 1995.

LI YL. **Analisis of greenhouse tomato production in relation to salinity and shoot environment.** Wageningen: Wageningen University. 96p. (Tese doutorado), 2000.

LONGO, A .D. **Minhoca: de fertilizadora do solo a fonte alimentar**. Sao Paulo: Icone, 1987.

MANDELBAUM R; HADAR Y. **Methods for determining Pythium suppression in container media**. Compost Science and Utilization, 1997.

MARIANI, A. et al. **Substratos Alternativos com Húmus de Minhoca na Produção de Mudas de Chicória**. Mato Grosso, 2014.

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

MADAIL, M. C. J. et al. Comunicado Técnico. **Avaliação Econômica dos Sistemas de Produção de Morango: Convencional, Integrado e Orgânico**. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2007.

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

MEURER, E. J. **Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento de plantas**. In: NOVAIS,R.F. et al. Fertilidade do solo. Viçosa, SBCS, 2007.

MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade**. São Paulo: T. A. Queiroz, 1995.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA), Instrução Normativa SARC N.º 14. Diário Oficial da União- Seção 1, n.º 242, 17 de dezembro de 2004. **Definições e normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos substratos para plantas**. Brasília, 2004.

PASSOS A. F.; TRANI E. P. **Calagem e adubação do morangueiro**, Instituto Agronômico, Centro de Horticultura, Campinas (SP), 2013.

PIRES, R. C. M.; PASSOS, F. A.; TANAKA, M. A. de S. **Irrigação no morangueiro**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 1999.

REICHARDT, K. **Capacidade de campo**. Campinas, R. bras. Ci. Solo, 1988.

REIS. A.; COSTA. H. **Principais doenças do morangueiro no Brasil e seu controle**. Circular Técnica, 96, EMBRAPA, BRASÍLIA, DF, Dezembro, 2011.

RICCI. F. S. M. et al. **Cultivo do café orgânico. Sistemas de Produção**, 2 - 2ª Edição ISSN 1806-2830, Versão Eletrônica, Dez./2006.

ROSA, M. F.; SANTOS, F. J. S.; MONTENEGRO, A. A. T.; ABREU, F. A. P.; **Utilização da Casca de Coco como Substrato Agrícola**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002.

SANTAREM, B. **Importância do controle da qualidade dos processos de compostagem de resíduos agroindustriais**. 2011 f. (trabalho de conclusão do estágio supervisionado do curso de Técnico em Química) – Escola Estadual Técnica São João Batista, 2011.

SANTOS, HS. **Fertirrigação de mudas de beterraba produzidas em bandejas**, Horticultura Brasileira, 2000.

SANTOS, F. R. P. et al. **Caracterização físico-química de sete componentes de substratos recomendados para uso em floricultura**. Cult. Agron., Ilha Solteira, 2002.

SANTOS M. A.; MEDEIROS M. R. A. EMBRAPA Clima Temperado. **Sistemas de Produção do Morango**, 5 ISSN 1806-9207 Versão Eletrônica Nov./2005.

SANTOS, S. L. **Qualidade de morangos produzidos sob sistemas convencional e orgânico.** Vale do Ipojuca - PE. 2014.

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

SILVA, A.F.; DIAS, M.S.C.; MARO, L.A.C. **Botânica e fisiologia do morangueiro.** Belo Horizonte:EPAMIG, Informe Agropecuário, jan./fev. 2007.

SILVA, F. M.; MOTTA, I. S.; PADOVAN, M. P.; CARNEIRO, L. F.; NASCIMENTO, J. S.; COLOMBRO, L. R. **Avaliação de substratos a base de húmus de minhoca e casca de arroz carbonizada para produção de mudas de mamoeiro.** Cadernos de Agroecologia. Cruz Alta. RS. v. 7, n. 2, dezembro. 2012.

SISTEMAS E TECNOLGIA. Solicitação de catálogos e outros materiais [Mensagem institucional]. Mensagem recebida por <assessoria-comunicacao@irga.rs.gov.br> em 14 abr. 2016.

SKOOG, D. A.; WEST, D.M. e HOLLER, F.J. **Fundamentals of analytical chemistry.** 7ª ed. Fort Worth: Saunders College, 1996.

SMIRDERLE, C.; SALIBE, A.B.; HAYASHI, A.H.; PACHECO, O.J.; MINAMI, K. **Produção de mudas de alface, pepino e pimentão desenvolvida em quatro substratos.** Horticultura Brasileira, v.18, 2000.

SUGUINO, E. **Influencia do substrato no desenvolvimento de mudas de plantas frutíferas.** Piracicaba: ESALQ, 2006, 82 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2006.

SZNELWAR, J. J.; SCALABRIN, R. **Desenvolvimento de estudos para elaboração do plano duodecenal (2010 - 2030) de geologia, mineração e**

transformação mineral. Relatório Técnico 48. Perfil da Vermiculita. Ministério de Minas e Energia – MME, 2009.

VALDIVIEZO, E. V.; SOUZA, M. M.; LEITÃO, T. J. V.; GUERARA, E. A. **Caracterização e esfoliação térmica de vermiculitas dos estados da Paraíba e do Piauí.** Anais do XIX Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa, v.1, Recife, Brasil, 2002.

VERDONCK, O; GABRIELS, R. **Substrate requirements for plants.** Acta Horticultura, Wageningen, v.21, 1988.

WALLER, P. L. & WILSON, F. N. **Evaluation of growing media for consumer use.** Acta Horticulturae, v.150, 1984.

WENDLING, I.; GATO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas.** Viçosa: Aprenda Fácil, 2002.

XAVIER, S. FRANCISCO, **Casca de arroz carbonizada: um substrato para a propagação de plantas.** Retirado de Publicação na Revista Lavoura Arrozeira V. 46 nº. 406 jan./fev), 1993.

ZORZETO, Thais Queiroz. **Caracterização física e química de substratos para plantas e sua avaliação no rendimento do morangueiro** (Fragaria x ananassa Duch.). 2011. 85 f. Dissertação (Curso de Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, SP, 2011.

ANEXOS

ANEXO A - Laudo de Análise do composto

LAUDO DE ANÁLISES

NOME: ECOCITRUS

MUN.: MONTENEGRO

Data de entrada: 17/07/14

EST.: RS

Data de expedição: 15/09/14

Nº DE REG.: R-198/2014

MATERIAL: FERTILIZANTE ORGÂNICO COMPOSTO - CLASSE B - LOTE 3714B

Determinações	Amostra 02	Metodologia aplicada / Limite de detecção
Umidade - % (m/m)	41	gravimetria / -
pH	8,9	relação amostra:água 1:5/potenciometria
Densidade - kg/m ³	601	-
Cond. Elétrica - dS/m	2,02	condutivimetria
Carbono orgânico - % (m/m)	20	combustão úmida/Walkey Black / 0,01%
Nitrogênio (TKN) - % (m/m)	1,5	Kjeldahl / 0,01 %
Fósforo total - % (m/m)	0,53	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,01 %
Potássio total - % (m/m)	0,77	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,01 %
Cálcio total - % (m/m)	8,1	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,01 %
Magnésio total - % (m/m)	0,47	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,01 %
Enxofre total - % (m/m)	0,25	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,01 %
Cobre total - mg/kg	46	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,6 mg/kg
Zinco total - mg/kg	106	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 2 mg/kg
Ferro total - % (m/m)	0,96	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 4 mg/kg
Manganês total - mg/kg	411	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 4 mg/kg
Sódio total - % (m/m)	0,25	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 10 mg/kg
Cádmio total - mg/kg	0,3	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,2 mg/kg
Cromo total - mg/kg	49	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,4 mg/kg
Cromo hexavalente - mg/kg	< 1	digestão básica/ EAM, difenilcarbazida/ 1 mg/kg
Cromo trivalente - mg/kg	49	cálculo
Níquel total - mg/kg	17	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,4 mg/kg
Chumbo total - mg/kg	6	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 2 mg/kg
Molibdênio total - mg/kg	1	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,2 mg/kg
Vanádio total - mg/kg	24	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,2 mg/kg
Arsênio total - mg/kg	< 2	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 2 mg/kg
Selênio - mg/kg	< 4	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 4 mg/kg
Bário total - mg/kg	18	digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 1 mg/kg
Boro total - mg/kg	25	digestão seca/ ICP-OES / 1 mg/kg
Merúrio - mg/kg	0,02	digestão úmida EPA 7471 A/vapor frio / 0,01 mg/kg
CTC - mmol/kg	356	instrução normativa/MAPA nº 28 de 27/07/2007
Poder de neutralização - % (m/m)	28	volumetria de neutralização / 1 %

Obs.: Resultados expressos na amostra seca a 65% com exceção do pH e densidade.

Obs.: Média de 2 determinações.

Eng. Agr. Clesio Gianello, Ph.D.
CREA 8a. Reg. 25.642
Responsável pelo Laboratório de Análises

ANEXO B - Lista dos Resíduos Destinados à Usina de Compostagem recebe.

Carcaça	Lodo e Fibra de Tanino
Lodo de ETE não Tóxico	Carvão
Cinza de Caldeira	Lodo de ETA
Varredura de Pátio	Casca de Acácia Negra
Pó de Café	Terra de Branqueamento
Pele de Amendoim	Leite
Limpeza de Evaporador	Levedura
Balas, Gomas e Outros	Ovos não Eclodidos
Sobras de Restaurantes	Pó de Base
Esterco	Creme de Leite
Cascas de Ovos	Terra Diatomática
Pó de Fumo	Caixas de Areia
Aves Mortas	Cascas, Grãos e Pó de Maltaria
Polpa Líquida	Têxteis (Tecidos e Panos)
Bagaço de Frutas	Alimentos Vencidos
Vísceras	Lama Bentonítica
Varredura de Rações	Água de Lavagem de Reatores
Gorduras	Varredura de Construção Civil
Aparas de Jardim	Sais Orgânicos 193

