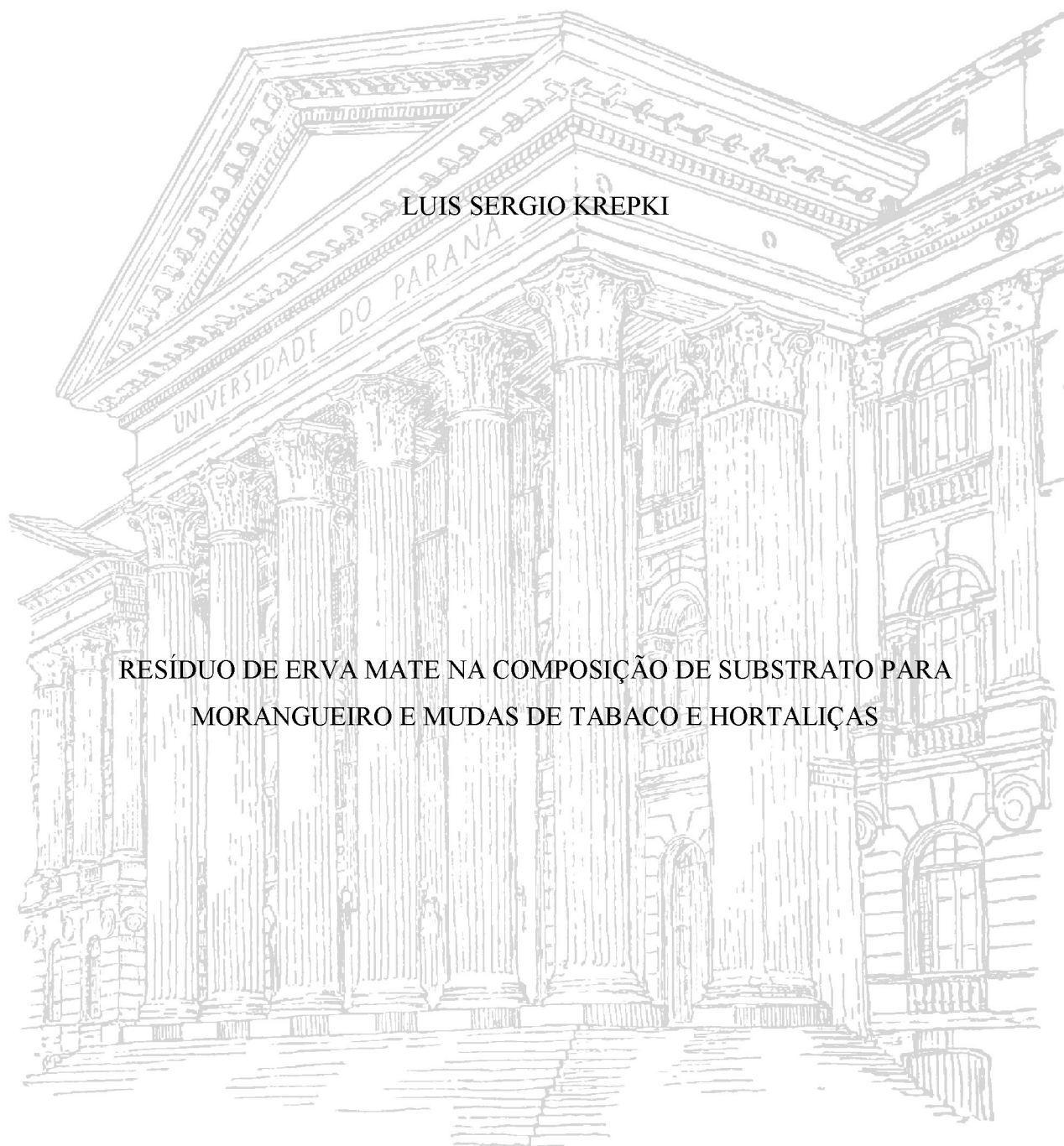


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ



LUIS SERGIO KREPKI

RESÍDUO DE ERVA MATE NA COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATO PARA  
MORANGUEIRO E MUDAS DE TABACO E HORTALIÇAS

CURITIBA

2018

LUIS SERGIO KREPKI

RESÍDUO DE ERVA MATE NA COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATO PARA  
MORANGUEIRO E MUDAS DE TABACO E HORTALIÇAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Área de Concentração Solo e Ambiente, do Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo.

Orientador: Prof. Dr. Volnei Pauletti

CURITIBA

2018

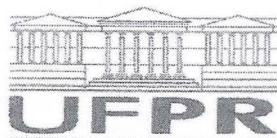
K92r      Krepki, Luis Sergio  
Resíduo de erva mate na composição de substrato para  
morangueiro e mudas de tabaco e hortaliças / Luis Sergio Krepki. -  
Curitiba, 2018.  
69 p.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Setor  
de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência do  
Solo.

Orientador: Volnei Pauletti

1. Erva-mate. 2. Morango - Nutrição. 3. Subprodutos. 4. Viveiros  
de mudas. I. Pauletti, Volnei. II. Título. III. Universidade Federal do  
Paraná.

CDU 633.77



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR SETOR DE CIÊNCIAS AGRARIAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIAS DO SOLO

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS DO SOLO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **LUIS SERGIO KREPKE** intitulada: **Resíduo de erva mate na composição de substrato para morangueiro e mudas de tabaco e hortaliças**, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua Aprovação no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 26 de Fevereiro de 2018.

VOLNEI PAULETTI

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

MARIA HELENA FERMINO

Avaliador Externo (DDPA/SEAPI)

RENATO MARQUES

Avaliador Interno (UFPR)

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais Valdomiro e Verônica Krepki, meus irmãos Ivone, Paulo e Élcio Krepki, maiores incentivadores da minha caminhada.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus pela vida, saúde e perseverança necessária para enfrentar as dificuldades.

Aos meus pais, Valdomiro e Verônica Krepki, por todo apoio e incentivo.

À minha irmã Ivone Krepki pelo apoio, dedicação e incentivo.

Aos meus irmãos Paulo e Élcio Krepki pelo companheirismo e apoio.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Volnei Pauletti por tudo que me ensinou, pela paciência, conselhos e amizade ao longo de dois anos de convivência. E por todas as oportunidades que me foram ofertadas.

Ao professor Dr. Renato Marques pelas valiosas sugestões e contribuição para o aprimoramento deste trabalho.

À professora da UFRGS Dra. Maria Helena Fermino pelo seu grande apoio durante ao longo de todo o projeto.

À funcionária dos Laboratórios de Física e Química do Solo, Fabiane e Josiane, pelo auxílio, dedicação e gentileza.

À secretária do PPGCS Denise De Conti, pela paciência, auxílio e disposição.

À Key Shimizu, da empresa Bioagro pela doação de mudas de morangueiro.

À Agrofior pelas mudas concedidas e acompanhamento técnico durante o experimento.

Ao meu primo Pedro Krepki e seu filho Donizete Krepki pelo acompanhamento do experimento e espaço cedido na propriedade.

Aos colegas Marcus Cremonesi e Fabiana Laís Rogiski, que de uma forma ou outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

À Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias e ao curso de Pós-graduação em Ciência do Solo, pela oportunidade da realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela bolsa concedida num período de quatro meses, para realização deste trabalho.

Aos demais professores e funcionários do programa de pós por todo o auxílio.

## RESUMO

Os resíduos gerados na indústria de alimentos tendem a se tornar um problema ambiental e têm sido usados como insumo para a agricultura, ou vão para aterros sanitários. A indústria de substratos para produção de mudas de hortaliças, flores e mudas florestais já incorporaram vários resíduos, entre eles a casca de pinus, a casca de arroz carbonizada e a fibra de coco. Este trabalho teve como objetivo a produção de substrato a partir do resíduo da indústria de chá mate, para o cultivo de morangos em sistema semi-hidropônico e produção de mudas de hortaliças e tabaco. Foram obtidos substratos da mistura de calcário, fosfato de rocha, vermiculita expandida, casca de arroz carbonizada (CAC) e resíduo de erva-mate (REM). Os tratamentos se constituíram de fração de REM no substrato equivalentes a 10, 20, 30, 50, 75, 95 e 100%, mais um substrato comercial que correspondeu a dose 0%. O cultivo de morangos foi realizado em casa de vegetação com slabs (bolsas que acomodam substratos), utilizando a cultivar Albion, sendo avaliado a incidência de frutos defeituosos, número, diâmetro, altura e peso dos frutos. Foram utilizadas bandejas de polipropileno de 200 células para produção de mudas de alface, tomate e tabaco e avaliados o índice de emergência, altura, número de folhas, peso fresco e seco da parte aérea e raiz das mudas. O uso de 25% de REM na composição do substrato favorece a produção de morangos em número e massa de frutos. Para o tabaco, a utilização de até 30% de REM na composição do substrato estimula maior produção de massa seca e altura de plântulas. Para a alface, o uso de 10% de REM na composição do substrato equiparou-se ao comercial em altura de plantas. Já o uso de REM não foi benéfico para o cultivo de mudas de tomateiro.

**Palavras-chave:** *Ilex paraguariensis*, Nutrição do morangueiro, Subprodutos, Viveiros de mudas.

## ABSTRACT

The wasting generated in the food industry tends to become an environment problem and has been used as feedstock to agriculture, or it goes to landfill. The substrate industry for vegetable seedlings production, flowers and seedlings have already incorporated a lot of residues, including them are the pine bark, carbonized rice bark and the coconut coir dusts. This work has the objective to produce substrate from mate herb residue, to produce the vegetable and tobacco seedlings and produce strawberry in a semi hydroponic system. Substrate were gotten from mixture of limestone, stone phosphate, expanded vermiculate, rice bark (RB) and mate herb residue (MHR). The treatments consisted of a fraction of MHR in the substrate equivalent to 10,20,30,50,75,95 and 100%, plus commercial substrate that corresponds to 0% dose. The cultivation of strawberry in slabs (bags that contain substrate) using Albion cultivation has been evaluated the defective fruits, number, diameter, height and weight of the fruits. . It was used polypropylene trays of 200 cells to produce lettuce, cauliflower, tomato and tobacco seedlings and they were evaluated the emergency index, height, number of leaves, weight of the dry and fresh air part and root of the seedlings. The using up to 25% of MHR in the substrate composition favors to strawberry production in number of fruit and mass. For tobacco, the using up to 30% of MHR in the substrate composition stimulates bigger production of dry mass and height of the plants. For lettuce, the using of 10% of MHR in the substrate composition equated to commercial only in plant height. Now the using of MHR wasn't benefic to the cultivation of tomato seedlings.

**Key-Words:** *Ilex paraguariensis*, Strawberry Nutrition, Subproducts, nursery seedlings.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição dos substratos de acordo com os tratamentos, para o cultivo de morangueiro em sistema semi-hidropônico em slab.	24
Tabela 2. Teor de elementos químicos dos diferentes substratos utilizados no experimento.	28
Tabela 3. Características físicas dos diferentes tratamentos utilizados para o cultivo de morango em sistema semi-hidropônico em slabs, em função da proporção de resíduo de erva-mate na composição do substrato.	29
Tabela 4. Altura da parte aérea, comprimento de raiz e massa seca da parte aérea, raiz e total de mudas de alface, em função da proporção de resíduo de erva mate adicionada ao substrato.	49

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Resíduo de erva-mate da indústria depositado no solo em Irati (2016).	24
Figura 2. Disposição dos slabs e do sistema de irrigação em estufa para condução do experimento com morango em sistema semi-hidropônico.	25
Figura 3. Slabs para morangos suspensos por estrutura de madeira.	25
Figura 4. Capacidade de retenção de água em função da porcentagem de resíduo de erva-mate na composição do substrato.	31
Figura 5. Porosidade total do substrato utilizado para o cultivo de morango em sistema semi-hidropônico em função da porcentagem de resíduo de erva-mate na composição do substrato.	32
Figura 6. Variação da altura e largura dos frutos de morangueiro cultivado em sistema semi-hidropônico, em função da porcentagem de resíduo de erva-mate na composição do substrato.	33
Figura 7. Correlação entre Capacidade de Retenção de Água e tamanho de frutos de morangueiro.	34
Figura 8. Correlação entre porosidade do substrato e tamanho de frutos de morangueiro.	35
Figura 9. Variação do número de frutos total (triângulo), perfeitos (●) e defeituosos (o) de morangueiro cultivado em sistema semi-hidropônico, em função da porcentagem de resíduo de erva-mate na composição do substrato.	36
Figura 10. Variação da massa fresca de frutos total (triângulo), perfeitos (●) e defeituosos (o) de morangueiro cultivado em sistema semi-hidropônico, em função da porcentagem de resíduo de erva-mate na composição do substrato.	37
Figura 11. Croqui de arranjo dos tratamentos de acordo com a espécie cultivada. T1: 100% de resíduo de erva mate (REM); T2: 95% de REM, 5% de CAL+FR+VE; T3: 75% de REM, 20% de CAC, 5% de CAL+FR+VE; T4: 50% de REM, 45% de CAC, 5% de CAL+FR+VE; T5: 30% de REM, 65% de CAC, 5% de CAL+FR+VE; T6: 20% de REM, 75% de CAC, 5% de CAL+FR+VE; T7: 10% de REM, 85% de CAC, 5% de CAL+FR+VE; T8: Substrato comercial.	46
Figura 12. Visualização dos tratamentos com diferentes substratos nas bandejas.	47
Figura 13. Mudanças de alfaca em função da quantidade de resíduo de erva mate no substrato. T4: 50% de resíduo de erva mate, 45% de casca de arroz carbonizada, 5%	50

de calcário+fosfato reativo+vermiculita; T5: 30% de resíduo de erva mate, 65% de casca de arroz carbonizada, 5% de calcário+fosfato reativo+vermiculita; T6: 20% de resíduo de erva mate, 75% de casca de arroz carbonizada, 5% de calcário+fosfato reativo+vermiculita; T7: 10% de resíduo de erva mate, 85% de casca de arroz carbonizada, 5% de calcário+fosfato reativo+vermiculita; T8: Substrato comercial.

Figura 14. Bandejas de polipropileno com tratamentos para mudas de alface. 51

Figura 15. Variação da altura e massa da matéria seca de mudas de alface em função de doses de resíduo de erva-mate no substrato. 52

Figura 16. Variação do comprimento e massa seca de raiz de mudas de alface em função de doses de resíduo de erva-mate no substrato. 53

Figura 17. Variação da massa de matéria seca de mudas de alface em função da proporção de resíduo de erva-mate no substrato. 54

Figura 18. Variação da altura de mudas de tabaco em função da proporção de resíduo de erva-mate no substrato. 55

Figura 19. Variação do comprimento de raiz de mudas de tabaco em função da proporção de resíduo de erva-mate no substrato. 56

Figura 20. Variação da massa seca de mudas de tabaco em função da proporção de resíduo de erva-mate no substrato. 57

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	13
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	17
<b>1. CAPÍTULO I. RESÍDUO DE ERVA MATE NA COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATO PARA MORANGUEIRO</b> .....	20
Resumo .....	20
Abstract .....	21
1.1. Introdução.....	22
1.2. Material e Métodos.....	23
1.2.1. Área de estudo e amostragem.....	23
1.2.2. Análises físicas e químicas.....	26
1.2.3. Análises estatísticas.....	26
1.3. Resultados e Discussão .....	27
1.3.1. Análises químicas do substrato.....	27
1.3.2. Análises físicas do substrato.....	29
1.3.3. Produção e características físicas do fruto do morangueiro.....	32
1.4. Conclusões .....	38
1.5. Literatura Citada.....	39
<b>2. CAPÍTULO II. RESÍDUO DE ERVA MATE NA COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATO PARA MUDAS DE TABACO E HORTALIÇAS</b> .....	42
Resumo .....	42
Abstract .....	43
2.1. Introdução .....	44
2.2. Material e Métodos .....	45
2.2.1. Área de estudo e amostragem.....	45
2.2.2. Análise estatística.....	48
2.3. Resultados e Discussão .....	48
2.3.1. Hortaliças.....	48
2.3.2. Tabaco.....	54
2.4. Conclusões .....	58
2.5. Literatura Citada.....	59
<b>CONCLUSÃO GERAL</b> .....	62

<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>63</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>64</b>

## INTRODUÇÃO GERAL

O crescimento da população mundial, juntamente com o aumento do poder de compra de grande parte desta resultam em maior demanda de alimentos. Segundo a FAO (2016)- Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, em 2050 a população do planeta deverá chegar em 9 bilhões. Para acompanhar a demanda, a produção de alimentos deverá crescer em até 70%. Outros desafios que a produção de alimentos enfrenta são a mudança climática e a restrição dos recursos naturais água e solo. A maioria dos alimentos chega pronto na mesa da população, necessitando para isso passar pelo processo de industrialização, onde são gerados cada vez mais resíduos sólidos de todos os tipos, em todas as regiões do globo.

Um grande desafio da atualidade é buscar formas de aplicar na produção de alimentos, os resíduos industriais que não são reaproveitados; e utilizá-los, procurando diminuir perdas ou o uso dos recursos naturais. Estes resíduos, ao serem destinados no ambiente, podem representar tanto um passivo ambiental quanto uma perda de seu potencial de uso.

Resíduos de todos os tipos são gerados diariamente em todas as regiões do globo. Alguns resíduos tóxicos devem ser estocados para a eternidade, outros são simplesmente despejados em aterros sanitários. Com o aumento da população a geração de resíduos está cada vez maior e o impacto ambiental gerado pela disposição incorreta desses rejeitos pode ser maior. Frente aos problemas globais referentes aos recursos naturais, as ações práticas de reduzir, reutilizar e reciclar, chamadas 3Rs, tem se tornado importantes.

A Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), capítulo II, Art. 3º e Inciso XI, define Gestão Integrada de Resíduos Sólidos como:

Conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

Os resíduos da agroindústria, se aproveitados de maneira eficaz, trazem muitos benefícios, como na composição de substratos orgânicos onde participam como um material alternativo, disponível, com custo baixo, reduzindo assim seu acúmulo no ambiente.

De acordo com dados do IBGE (2018), a extração de erva-mate verde foi de 346 mil toneladas em 2016. Apesar dos processos industriais serem eficientes na extração dos

compostos da erva mate para a produção de chás, o volume de folhas e ramos não se altera muito após a industrialização. Como esse resíduo não é perigoso ao ambiente, desde que descartado de forma adequada, está sendo devolvido ao solo como cobertura. Porém, o custo de transporte não permite que seja amplamente distribuído nas regiões de extração da erva mate.

Como um dos principais exemplos de uso de resíduos industriais agrícolas tem-se a casca de arroz. Este resíduo resultante do processamento dos grãos de arroz antes da comercialização era depositado no ambiente, a céu aberto. Atualmente, devido suas características físicas (Medeiros et al. 2008) pode ser amplamente empregado como componente na produção de substrato para plantas e para cultivo de morangos semi-hidropônicos.

O início da utilização de substratos como condicionadores de solos é bastante antiga (Kampf, 2004), com a primeira mistura que se tem conhecimento datada de 1838 na Inglaterra (Hartigal, 1975).

A primeira mistura comercial foi ofertada em 1942, para produtores de hortaliças, e anos mais tarde também para aqueles que se dedicavam ao cultivo de flores. Até esta data usavam-se misturas domésticas sem critério algum produzidas pelos próprios produtores (Boertje e Bik, 1975). Também foram utilizados outros componentes, entre eles o solo de jardim, o solo de floresta e folhas (Schmilewski, 1991). Atualmente vários resíduos como casca de arroz, bagaço de cana, casca de pinus, lixo urbano, resíduo de algodão proveniente do processamento da indústria têxtil, caroço de açaí, resíduo de chá preto, bagaço (composto) de uva são utilizados como substrato para mudas vegetais (Maas e Adamson, 1975; Schmilewski, 1991; Carmona et al., 2012; Lima et al., 2007; Neto et al., 2009).

Resíduos orgânicos se utilizados in natura podem causar fitotoxidez por substâncias orgânicas ou inorgânicas (Bunt, 1976). Processos como compostagem, misturas e fertilização são utilizados com o intuito de reduzir esse problema e viabilizar a utilização do resíduo para produção de mudas (Estaún, 1985). Entre os benefícios da utilização de resíduos na constituição de substratos estão o baixo custo e redução do seu acúmulo no ambiente.

No Brasil, a maioria das empresas de substratos se instalou próximo à Holambra - SP, principal pólo de produção de flores (Fermino, 2014). A matéria prima mais utilizada foi a casca de pinus, no início, e mais recentemente a fibra de coco que vêm dominando o mercado de substrato para flores.

Um dos resíduos vegetais mais comuns na produção de substrato é a casca de Pinus, que vem sendo utilizada em larga escala e distribuído para todo o Brasil, que é um resíduo da

indústria madeireira (Fermino, 2014). Em segundo lugar está a fibra de coco que vem ganhando espaço rapidamente no mercado, devido suas características físicas e alta produção de coco, cerca de 8,1 bilhões de unidades ao ano no Brasil, gerando uma elevada quantidade de resíduo (Carrijo et al., 2002). Este resíduo possui características favoráveis ao crescimento de plantas como elevada porosidade (64 a 98%) e capacidade de retenção de água de até 786 mL dm<sup>-3</sup> de substrato (Abad et al., 2005, Zorzeto et al., 2016). Paralelo a esses dois resíduos citados existe a casca de arroz, originada do beneficiamento do grão, aonde segundo a CONAB (2018) chegou a 11,6 milhões de toneladas do grão na safra de 2017/18. De acordo com Lorenzetti et al. (2012), aproximadamente 20% da produção total de arroz corresponde a casca de arroz. Esta casca é utilizada como fonte de calor para fazer a secagem dos grãos e devido ao alto teor de sílica, 92,15 % (Silva et al., 2012) sobra muita cinza ao final da queima, que pode ser incorporada nos substratos, melhorando as características físicas do mesmo devido a sua baixa densidade favorecendo a drenagem e aumentando a porosidade total (Couto et al., 2003; Kratz et al., 2012).

Gonçalves et al. (2007), realizando pesquisas sobre a produção de carvão a partir do resíduo da erva-mate, encontraram áreas superficiais específicas elevadas e boa microporosidade resultando em alta capacidade de adsorção para poluentes ambientais.

A erva-mate é uma espécie natural do sul do Brasil e utilizada para consumo como infusão em chimarrão, tererê ou chás. No Brasil foram produzidas em 2013 em ervais nativos e cultivados, 860 mil toneladas da erva verde, sendo o Paraná o maior produtor (52% do total) (SEAB, 2014). Segundo Marinhenski (2017), no município de Cruz Machado-PR, a produção de erva mate representa cerca de 15% do PIB anual, tendo importante participação na renda familiar. Acrescenta ainda que a produção do mate esteja ganhando interesse por parte dos produtores, pois vem sendo impulsionado pelo mercado econômico, com aumento do preço do produto.

Não se tem dados do volume de erva mate destinada ao processamento e produção de chá, se sabe apenas que a quantidade de resíduo em forma de pó é grande e está se tornando um passivo ambiental para as indústrias.

Um exemplo é o volume estimado de resíduo gerado em uma empresa situada em Fernandes Pinheiro - PR que é de aproximadamente 36.000 m<sup>3</sup> ao ano. Atualmente, a destinação do resíduo é a devolução aos produtores de erva-mate, e estes o distribuem aleatoriamente nos ervais ou simplesmente amontoam na propriedade.

Considerando o exposto, este trabalho teve como objetivo geral avaliar a viabilidade do uso de resíduo de erva-mate na produção de substratos para cultivo de plantas. Os

objetivos específicos foram verificar a eficiência do uso de resíduo de erva mate e determinar a sua quantidade a ser utilizada na produção de substrato para produção de mudas de hortaliças e tabaco e para o cultivo de morangos no sistema semi – hidropônico.

Para isso foi instalado experimento com cultivo de morangos no sistema semi-hidropônico em slabs, onde foram plantadas mudas certificadas de morangueiro da variedade ‘Albion’, espaçadas em 0,25 m entre plantas em sistemas quincôncio. Os tratamentos consistiram de sete substratos com diferentes doses de resíduo de erva-mate (REM) e casca de arroz carbonizada, adicionados de 5% da massa total de uma mistura igualitária de fosfato de rocha, vermiculita e calcário, e um tratamento utilizando-se substrato comercial específico para cada espécie. Também foram conduzidos experimentos com o cultivo do tabaco e hortaliças (alface e tomate) em estufa do tipo túnel baixo em sistema de floating sob solução nutritiva. Para a aplicação dos tratamentos, iguais aos utilizados para o cultivo do morango, foram utilizadas bandejas para a produção de mudas de 200 células, sendo cada bandeja considerada um bloco. Logo, cada tratamento contou com 25 células por bloco.

**LITERATURA CITADA**

ABAD, M.; FORNES, F.; GARRIÓN, C.; NOGUERA, V. Physical properties of various coconut coir dusts compared to peat. *HortScience*, 40: 2138-2144. 2005

BOERTJE, G. A.; BIK, R. A. potting substrates in the Netherlands. *Acta Horticulturae*, Wageningen, 50:135-142, 1975.

BUNT, A. C. *Modern Potting composts*. London: George Allen e Unwin, 1976. 277 p.

CARMONA, E.; MORENO M. T.; ORDOVÁS M. A. J. Use of grape marc compost as substrates for vegetables seedlings. *Scientia Horticulturae*, 137:69-74, 2012.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. fibra da casca de coco verde como substrato agrícola. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 20:533-535, 2002.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: Grãos. V. 5, n. 4, 2018.

COUTO, M.; WAGNER-JUNIOR, A.; QUEZADA, A. C. Efeito de diferentes substratos durante a aclimatização de plantas micropropagadas do porta-enxerto mirabolano 29c (*Prunus cerasifera* Ehrh.) em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Agrociência*, 9:125-128. 2003.

ESTAÚN, V. Chemical determination of fatty acids, organic acids and phenols, during olive marc composting process. *Acta Horticulturae*, The Hague, 172:263-270, 1985.

FERMINO, M. H. *Substratos: Composição, caracterização e métodos de análise*. Agro livros, Guaíba, 2014. 111p.

GONÇALVES, M.; GUERRREIRO, M. C.; BIANCHI, M. L.; OLIVEIRA, L. C. A.; PEREIRA, E. I.; DALLAGO, R. M. Produção de carvão a partir de resíduo de erva-mate para a remoção de contaminantes orgânicos de meio aquoso. *Ciênc. Agrotec. Lavras*, 31:1386-1391. 2007.

HARTIGAL, L. The preparation of artificial soils based on peat materials for growing under glass and plastics. *Acta horticulturae*, wageningen, 50:143-145, 1975.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura, 2016. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289#resultado>> Acesso em 26 de jan. de 2018.

KÄMPF, A. N. Evolução e perspectivas do crescimento do uso de substratos no Brasil. In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, M. A. N. (Ed.). Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato. Viçosa: UFV, 2004. p.3-10.

KRATZ D.; WENDLING I.; PIRES P.P. Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii* x *E. dunnii* em substratos à base de casca de arroz carbonizada. *Scientia Forestalis*, 40:547-556. 2012.

LIMA, J. D.; MORAES W. S.; MENDONÇA, J. C.; NOMURA, E. S. Resíduos da agroindústria de chá preto como substrato para produção de mudas de hortaliças. *Ciência Rural*, Santa Maria, 6:1609-1613, 2007.

LORENZETT, D. B.; NEUHAUS, M.; SCHWAB, N. T. Gestão de resíduos e a indústria de beneficiamento de arroz, 2012 in PIRES, T.C. et al. Produção de Papel Compósito com Casca de Arroz para Aproveitamento da Biomassa Residual. In: 17º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS (CBECIMat), 15 a 19 de Nov. 2006.

MAAS, E. F.; ADAMSON, R. M. Peat bark and sawdust mixtures for nursery substrates. *Acta Horticulturae*, Wageningen, 82:174-151, 1975.

MARINHENSKI, V. A produção de erva mate (*Ilex paraguariensis*) no contexto da agricultura familiar no município de Cruz Machado – PR. *Produção e Desenvolvimento*, 3:1-11, 2017.

MEDEIROS, C. A. B.; STRASSBURGER, A. S.; ANTUNES, L. E. C. Avaliação de substratos constituídos de casca de arroz no cultivo sem solo do morangueiro. *Horticultura brasileira*. *Horticultura Brasileira*, v. 26, n. 2, 2008.

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

SCHMILEWSKI, G. K. Quality control and use of composed organic wastes as component for growing media in the Federal Republic of Germany. *Acta Horticulturae*, Wageningen, 294:89-98, 1991.

SEAB - Secretaria de Estado e do Abastecimento. DERAL. Departamento de Economia Rural. *Produtos Florestais – Erva Mate*, 2014.

SILVA, M. M.; SILVA, V. J.; RODRIGUES, M. G. F. Caracterização da cinza da casca de arroz visando sua aplicação na adsorção de poluentes orgânicos. In: 2º Congresso Químico do Brasil, 2012, Natal. 2º Congresso Químico do Brasil, 2012.

ZORZETO, T. Q.; FERNANDES-JÚNIOR, F.; DECHEN, S. C. F. Substratos de fibra de coco granulada e casca de arroz para a produção do morangueiro ‘Oso Grande’. *Bragantia*, Campinas, 75:222-229. 2016.

## **CAPÍTULO 1. RESÍDUO DE ERVA MATE NA COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATO PARA MORANGUEIRO**

### **RESUMO**

A erva-mate (*Ilex paraguaiensis*) é uma planta de expressiva importância econômica na região Sul do Brasil e América Latina. Seu beneficiamento, entretanto, gera muitos resíduos, os quais, atualmente, são depositados diretamente no solo e expostos ao ambiente, mas que tem potencial para uso na produção de substratos para cultivo de plantas. Assim, objetivou-se determinar a dose ideal de resíduo de erva mate (REM) na composição de substratos para o cultivo de morangueiro em sistema semi-hidropônico de slabs (bolsas que acomodam substratos). Para tanto, realizou-se experimento em condição parcialmente controlada em casa de vegetação, entre os meses de julho e dezembro de 2017. O delineamento experimental em todos os experimentos foi o de blocos ao acaso com quatro repetições e oito tratamentos contendo diferentes doses de REM. As doses foram de zero, 10, 20, 30, 50, 75 e 100% de REM no substrato. Os tratamentos com 10 a 95% de REM receberam na mistura 5% de calcário + fosfato de rocha + vermiculita expandida e o restante de casca de arroz carbonizada (CA). O tratamento que não continha REM foi um substrato comercial. Foram avaliadas a incidência de frutos defeituosos e a produtividade através da análise de tamanho de frutos, número e massa de frutos por planta. Concluiu-se que o uso de 25% de REM na composição do substrato favorece a produção de morangos em número, tamanho e massa de frutos.

**Palavras-chave:** *Ilex paraguariensis*, Nutrição do morangueiro, Subprodutos.

## **CHAPTER 1. WASTE OF MATE HERB IN THE SUBSTRATE COMPOSITION FOR STRAWBERRY.**

### **ABSTRACT**

The mate herb (*Ilex paraguaiensis*) is a well-known plant in South Brazil and South America. Therefore, the processing generates a lot of waste which they are placed straight to the soil, and exposed to the environment, but it has a potential for using in the substrate production for the plant cultivation. In this way, it was determined an ideal dose of the Mate Herb Residue (MHR) in the substrate composition for strawberry cultivation Albion in slabs semi hydroponic system (bags that accommodate substrate). So it was made a controlled experience in green house between July and December of 2017. The experimental design was made by the group with four replicates and eight treatments containing different doses of MHR. The doses were from 0,10, 20, 30, 50, 75 and 100% MHR substrate. The treatments with 10 to 95 % of MHR got 5% of limestone + stone phosphate and expanded vermiculate and the rest with rice bark (RB). The treatment did not contain MHR, it was commercial substrate. The defective fruits and the production were evaluated through the analysis of size, number and mass of the fruit by every plant. It was concluded that the use of 25% of MHR in substrate composition favors the strawberry production in number, size and mass of the fruit.

**Key-words:** *Ilex Paraguariensis*, Nutrition of strawberry, Subproducts.

## 1.1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção de morango é feita de por diversas formas: no solo (com ou sem cobertura plástica), em túneis baixos, em estufas ou no sistema hidropônico, com substrato (semi-hidropônico) ou sem substrato (EMBRAPA, 2007).

A cultura do morango, de modo geral, é desenvolvida pela agricultura familiar, os quais possuem pequenas áreas para produção. Portanto, pelo fato da cultura do morango necessitar de rotação de áreas para seu cultivo, é indispensável desenvolver alternativas de produção. Uma opção é a produção através do sistema semi-hidropônico, que utiliza substrato artificial sem contaminação por fungos e com fertirrigação (EMBRAPA, 2007). Dias et al. (2015) analisando produtividade e qualidade do morangueiro sob dois ambientes, encontraram maior produtividade em condições de telado artesanal (construído com madeira de lei e tela de sombreamento a 50%) sem adubação comparado ao cultivo em campo aberto com dose de fertilizante de 794,96 ml planta<sup>-1</sup> semana<sup>-1</sup>. Apesar disso, as características de qualidade do fruto no ambiente campo aberto foram melhores.

A estrutura necessária para a produção de morangueiro em sistema semi-hidropônico resulta em elevado investimento inicial por necessitar de estrutura de apoio para acomodar os slabs. Lazzarotto e Fioravanço (2011), analisando a viabilidade financeira da produção de morango neste sistema no município de Vacaria – RS, encontraram dados que apresentaram níveis satisfatórios em relação à eficiência econômica e viabilidade financeira. Concluíram ainda que o sucesso do empreendimento pode ser comprometido quando mal conduzido, pois este sistema de produção requer diversas operações complexas, técnicas e comerciais e sua eficiência econômica é dependente dos preços pagos e recebidos, podendo oscilar de região para região.

São utilizados diversos tipos de compostos na formulação de substratos para o cultivo de morango no sistema semi-hidropônico, mas os que se destacam são a casca de arroz carbonizada, casca de arroz carbonizada + casca de pinus e casca de arroz carbonizada + turfa + vermiculita. Alguns materiais são orgânicos, como turfa e casca de arroz, e outros minerais, como vermiculita e perlita (EMBRAPA, 2007).

A casca de arroz se destaca na utilização como substrato devido a sua característica química e física ser estável, sendo, portanto, mais resistente à decomposição. Assim, o substrato pode ser utilizado em dois anos consecutivos de produção. Outro fator importante é a elevada porosidade, porém, necessita do acréscimo de outros elementos para equilíbrio físico do substrato (EMBRAPA, 2007). A mistura de casca de arroz com outras substâncias como a casca de coco (Zorzeto et al., 2016) pode proporcionar melhores resultados no cultivo

de morango. Da mesma forma, a casca carbonizada pode ser melhor que in natura (Medeiros et al., 2008).

São muitas alternativas possíveis para a destinação de resíduos, como por exemplo a reciclagem agrícola, prática realizada no mundo todo principalmente visando a destinação de biossólidos (Barros et al., 2011). Resíduos de erva mate usados como condicionador do solo, por exemplo, podem contribuir para encerrar o ciclo dos nutrientes e consequentemente diminuir os problemas de destinação final deste resíduo (Sousa, 2013). Estes resíduos são produzidos em quantidades que podem chegar a 3600 t ano<sup>-1</sup> e não são encontrados trabalhos sobre seu potencial de seu reaproveitamento, como em substratos para cultivo de plantas.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência e definir a dose de resíduo de erva mate na composição de substratos para melhor produtividade de morangos no sistema semi-hidropônico em slabs, visando contribuir para a destinação correta dos resíduos de erva mate.

## **1.2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **1.2.1 ÁREA DE ESTUDO E AMOSTRAGEM**

O experimento foi realizado de junho de 2016 a janeiro de 2017 no Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná – Departamento de Solos e Engenharia Agrícola - situado no município de Curitiba, Paraná. As coordenadas do local são: 25.410727S 49.249137W. A estufa utilizada foi do tipo arco pampeana, de estrutura metálica coberta com filme agrícola difusor (ELVD), com espessura de 150 µm, apresentando as seguintes dimensões: 15 m de largura, 7 m de comprimento, e alturas mínima e máxima de 3 m (pé-direito) e 5,20 m (centro) respectivamente. O clima da região segundo Koeppen é classificado como Cfb.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com oito tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram em sete diferentes porcentagens de resíduo de erva mate (REM) (Figura 1) complementados com casca de arroz carbonizada, vermiculita, calcário tipo filler e fosfato de rocha reativo, estes três últimos em proporções iguais, e um tratamento controle utilizando-se substrato comercial, conforme descrito na Tabela 1.



Figura 1. Resíduo de erva-mate da indústria depositado no solo em Irati (2016).

Tabela 1. Composição dos substratos de acordo com os tratamentos, para o cultivo de morangueiro em sistema semi-hidropônico em slab.

Tratamentos	Resíduo de Erva-Mate (REM)	Casca de Arroz Carbonizada (CA)	Calcário + Fosfato reativo + Vermiculita
T1	100 %	0%	0%
T2	95 %	0%	5 %
T3	75 %	20 %	5 %
T4	50 %	45 %	5 %
T5	30 %	65 %	5 %
T6	20 %	75 %	5 %
T7	10 %	85 %	5 %
T8	SUBSTRATO COMERCIAL		

Os tratamentos foram acondicionados em recipientes plásticos tubulares de polietileno de baixa densidade (PEBD) de cor branca, denominados ‘slabs’, com dimensões de 1,3 m de comprimento por 0,30 m de largura, pelos quais foram inseridas fitas gotejadoras para solução nutritiva. Os slabs foram apoiados em estrutura de madeira com altura de 0,80 m (Figuras 2 e 3).

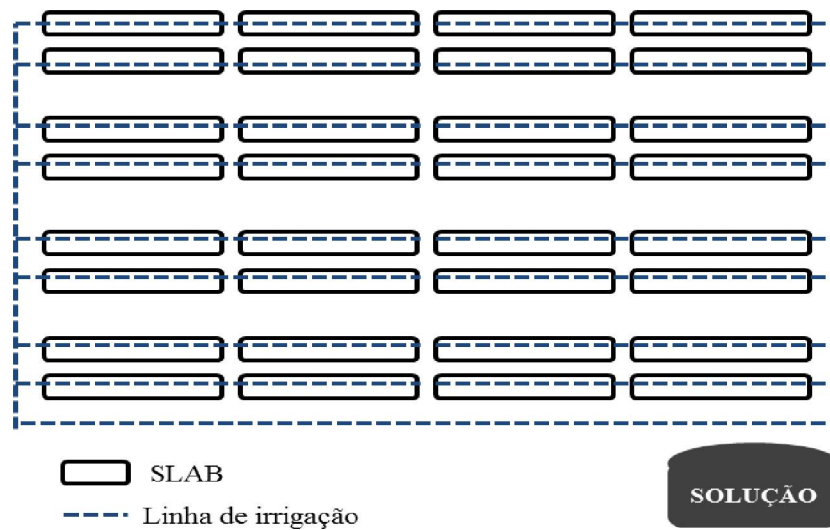


Figura 2. Disposição dos slabs e do sistema de irrigação em estufa para condução do experimento com morango em sistema semi-hidropônico.



Figura 3. Slabs para morangos suspensos por estrutura de madeira.

Em cada slab foram plantadas oito mudas certificadas de morangueiro da variedade 'Albion', espaçadas em 0,25 m entre plantas em sistemas quincôncio, totalizando 32 plantas por tratamento e 256 ao total.

A adubação seguiu-se via fertirrigação utilizando a recomendação para cultivo de morangueiro semi-hidropônico de Furlani & Fernandes Júnior (2004), para ambos os períodos

vegetativo e reprodutivo. A solução foi aplicada três vezes ao dia nos períodos mais quentes (verão) e duas vezes nos mais frios (inverno) e a quantidade aplicada variou de acordo com a capacidade de retenção de cada tratamento, evitando-se o encharcamento contínuo das raízes e condições de anaerobiose.

As plantas foram monitoradas durante o período vegetativo e ao iniciarem a produção, os frutos foram coletados, avaliando-se os seguintes parâmetros: número de frutos por planta, massa de frutos por planta, altura e largura de frutos e incidência de frutos perfeitos e defeituosos. Os dados foram coletados semanalmente durante cinco meses com início no segundo mês. Os equipamentos utilizados foram balança digital e paquímetro para análises de massa, altura e largura dos frutos, respectivamente. Semanalmente, durante 5 meses a partir de 2 meses, usando paquímetro, avaliando-se os frutos maduros, dos frutos perfeitos e defeituosos.

### 1.2.2. ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

Foram coletadas amostras de cada tratamento (substrato) para análise química de rotina de macro e micro nutrientes e física pelo método da proveta e mesa de tensão (Instrução Normativa nº 17, 2007) a fim de correlacionar as informações de produção com a qualidade dos substratos (tratamentos).

Foram determinadas as densidades dos diferentes tratamentos, por meio do método da proveta (IN nº 17, 2007), que consiste em uma alíquota de 300 ml de substrato à umidade atual em proveta, batido por 10 vezes a uma altura de 10 cm. Considerando-se o volume final atingido na proveta e sua massa, determina-se a densidade.

Para os demais atributos físicos avaliados (CRA a 10 cm, porosidade e etc) fez-se necessário o uso da mesa de tensão e anéis volumétricos, os quais foram preenchidos com massas distintas de substrato, em triplicata, de acordo com a altura de cada anel e a densidade previamente estabelecida para cada tratamento.

### 1.2.3. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A análise dos dados das variáveis foi feita considerando o delineamento experimental inteiramente casualizado. Os resultados obtidos foram submetidos à Análise de Variância – ANOVA e, quando significativos, ao teste de médias de Tukey ( $p < 0,05$ ) e análise de regressão.

### 1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 1.3.1. ANÁLISES QUÍMICAS DO SUBSTRATO

Os resultados da análise química dos diferentes substratos são apresentados na Tabela 2. Houve diferença para os teores de alumínio (Al) e macro e micronutrientes, exceto para potássio (K), cobre (Cu) e zinco (Zn). O substrato composto somente por REM continha menores teores de P, Ca e Mg em relação as demais substratos com as diferentes proporções deste material. Isso devido ao uso de fósforo e calcário nos demais tratamentos. Por outro lado, quanto maior a dose de REM no substrato, maior foi o teor de N, Al e Mn. A erva mate é rica nestes três elementos, sendo considerada uma espécie acumuladora de Al (Ducat e Quináia, 2003) o que justifica os valores encontrados. Para ser considerada espécie acumuladora o teor de Al na planta deve ser maior que  $1000 \text{ mg kg}^{-1}$  (Chenery, 1948; Chenery, 1976) e na erva mate foram encontrados teores de até  $752 \text{ mg kg}^{-1}$  (Tatsch et al., 2010) de Al e até  $2287 \text{ mg kg}^{-1}$  de Mn (Reissman et al., 1983).

Segundo Sousa (2013), o uso do resíduo de erva mate em altas doses, contribui para a manutenção dos teores de K no solo, e os teores de alumínio, fósforo, cálcio e magnésio permaneceram semelhantes aos encontrados no solo antes de resíduo de erva mate ser aplicada.

Tabela 2. Teor de elementos químicos dos diferentes substratos utilizados no experimento.

Trat	Al	N	P	K	Ca
	-----g kg <sup>-1</sup> -----				
1	0,111 b	3,363 a	0,062 c	0,062 ns	0,433 b
2	0,127 b	3,036 a	0,237 ab	0,065 ns	1,006 a
3	0,102 b	2,601 a	0,246 ab	0,086 ns	0,924 a
4	0,084 b	1,293 b	0,208 b	0,084 ns	0,713 ab
5	0,098 b	0,850 b	0,320 a	0,102 ns	0,873 ab
6	0,073 b	0,501 b	0,252 ab	0,090 ns	0,701 ab
7	0,076 b	0,152 b	0,232 ab	0,097 ns	0,580 ab
8	0,437 a	0,420 b	0,063 c	0,082 ns	0,425 b
CV %	22,86	37,78	22,16	22,53	27,07

Trat	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg <sup>-1</sup>	-----mg kg <sup>-1</sup> -----			
1	0,124 b	0,0010 ns	0,047 b	0,048 a	0,005 ns
2	0,220 ab	0,0008 ns	0,061 b	0,040 ab	0,004 ns
3	0,196 ab	0,0007 ns	0,063 b	0,041 ab	0,004 ns
4	0,172 ab	0,0006 ns	0,066 b	0,038 ab	0,004 ns
5	0,198 ab	0,0006 ns	0,084 b	0,029 ab	0,003 ns
6	0,172 ab	0,0006 ns	0,069 b	0,027 abc	0,002 ns
7	0,143 b	0,0005 ns	0,080 b	0,023 bc	0,002 ns
8	0,284 a	0,0006 ns	0,234 a	0,005 c	0,002 ns
CV %	26,39	42,05	22,72	31,17	37,68

T1: 100% de resíduo de erva mate (REM); T2: 95% de REM, 5% de CA+FR+VE; T3: 75% de REM, 20% de CA, 5% de CA+FR+VE; T4: 50% de REM, 45% de CA, 5% de CA+FR+VE; T5: 30% de REMe, 65% de CA, 5% de CA+FR+VE; T6: 20% de REM, 75% de CA, 5% de CA+FR+VE; T7: 10% de REM, 85% de CA, 5% de CA+FR+VE; T8: Substrato comercial; C.V. coeficiente de variação. Nas colunas, tratamentos com letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Os maiores teores de nitrogênio demonstram um potencial de mineralização maior do resíduo de erva mate comparado à casca de arroz carbonizada. O resíduo de erva mate não passou por nenhum processo de estabilização, diferentemente da casca de arroz que ao ser carbonizada perde grande parte do seu teor de nitrogênio (Souza, 1993).

### 1.3.2. ANÁLISES FÍSICAS DO SUBSTRATO

A densidade seca do substrato foi maior no tratamento comercial (T8) com 0% de REM, seguido de T6, T7 e T5 > T4 > T3 > T1 > T2 (Tabela 3). O tratamento 1 (100% REM) apresentou a maior porosidade total em relação aos demais tratamentos enquanto os maiores valores de água facilmente disponível (AFD) ocorreram nos tratamentos 7, 6 e 5 (5, 30 e 45% de REM). Para a água tamponante (AT) o T7 (5% REM) apresentou o maior valor, o mesmo foi observado para a água disponível (AD) que equivale a soma da AFD + AT.

Tabela 3. Características físicas dos diferentes tratamentos utilizados para o cultivo de morango em sistema semi-hidropônico em slabs, em função da proporção de resíduo de erva-mate (REM) na composição do substrato.

Tratamento	REM	DS	PT		AFD		AT		AD		
	%	kg m <sup>-3</sup>	----- % -----		----- % -----		----- % -----		----- % -----		
1	100	225,52	cde	90,74	a	18,60	d	2,24	e	20,84	e
2	95	207,48	f	82,56	b	14,89	e	2,77	e	17,66	f
3	75	216,60	ef	83,57	b	27,03	c	4,92	c	31,95	d
4	50	220,47	de	85,01	b	32,34	b	6,28	c	38,62	c
5	45	228,66	bcd	83,99	b	37,94	a	11,05	b	48,99	b
6	30	236,50	b	82,96	b	37,55	a	11,32	ab	48,87	b
7	5	233,52	bc	83,02	b	39,15	a	12,74	a	51,89	a
Comercial	0	266,78	a	84,40	b	7,96	f	1,59	e	9,55	g
CV		1,61		1,63		3,18		7,89		2,94	

T1: 100% de resíduo de erva mate (REM); T2: 95% de REM, 5% de calcário (CA) + fosfato natural (FR) + vermiculita (VE); T3: 75% de REM, 20% de CA, 5% de CA+FR+VE; T4: 50% de REM, 45% de CA, 5% de CA+FR+VE; T5: 30% de REMe, 65% de CA, 5% de CA+FR+VE; T6: 20% de REM, 75% de CA, 5% de CA+FR+VE; T7: 10% de REM, 85% de CA, 5% de CA+FR+VE; T8: Substrato comercial; C.V. coeficiente de variação. Nas colunas, tratamentos com letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Para a água disponível verificou-se que o substrato comercial (T8) diferiu dos demais tratamentos com o menor valor, bem como o T5, T6 e T7, com os maiores.

Os tratamentos com maiores dosagens de REM apresentam os menores valores de AD (Figura 4). A retenção de água é importante para o bom desenvolvimento de raízes, pois à medida que a água retida diminui ocorre o aumento da resistência à penetração e a absorção de nutrientes (via solução nutritiva). Também faz-se importante pois está diretamente relacionada à reserva de água disponível às plantas, sendo a CRA a 10 cm no substrato o equivalente à umidade na capacidade de campo. Entretanto o excesso de água também é prejudicial, visto que impede a respiração das raízes.

Doses intermediárias de 10 a 30 % de REM no substrato também proporcionaram altos valores de água disponível (Figura 4). Quando foi usado somente REM, obteve-se o menor valor dentre as demais composições dos tratamentos, exceto pelo comercial (0% REM).

De acordo com os resultados obtidos de produtividade para a cultura do morangueiro observou-se correlação positiva entre o tamanho e massa de frutos com a maior disponibilidade de água disponível (Figuras 6, 7, 8, 9 e 10). Logo, o tratamentos propostos que disponibilizaram os maiores valores de AD foram superiores em produtividade quando comparados ao tratamento comercial de referência.

Pode-se inferir que o resíduo de erva mate, possuindo estrutura mais grosseira, gera uma quantidade de poros de tamanho maior, diminuindo a quantidade de água retida pelo substrato. O inverso pode ser assumido para a casca de arroz, que ao ser carbonizada gera grânulos menores.

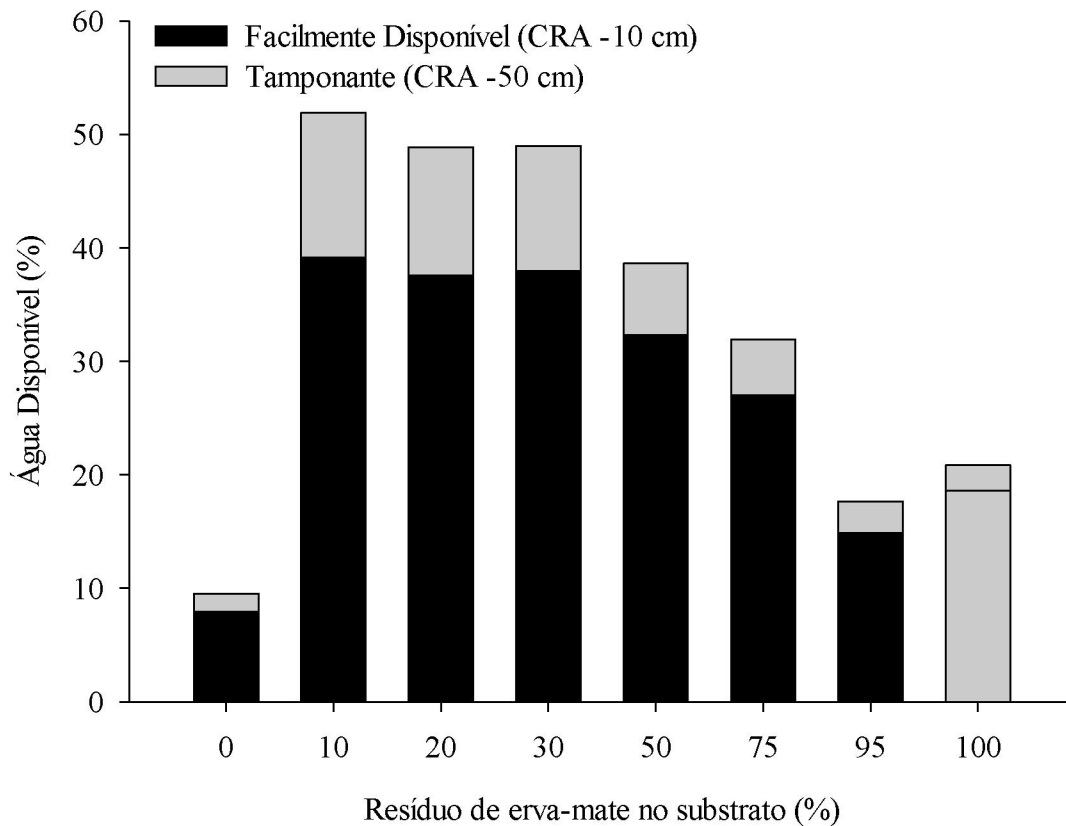


Figura 4. Água disponível em função da porcentagem de resíduo de erva-mate na composição do substrato.

Substratos apresentam maior retenção de água quando a granulometria destes está distribuída de forma homogênea entre as frações (Zorzeto et al. 2014). Freitas et. al. (2013), analisando diferentes proporções de casca de arroz carbonizada em misturas com substratos comerciais, concluíram que em proporções crescentes de casca de arroz o substrato não resultou em aumento da capacidade de retenção de água, que ficou em média em  $0,6 \text{ kg kg}^{-1}$  (equivalente umidade). Da mesma forma, Zorzeto et al. (2014) observaram que a casca de arroz apresentou menor retenção de água em comparação à fibra de coco granulada e à casca de pinus; e, quando na forma de mistura, a casca de arroz reduziu a retenção de água desses materiais.

A porosidade total do substrato (Figura 5), manteve-se semelhante para todos os tratamentos avaliados, sendo maior apenas para o T1 (100% REM), já a água disponível, diminuiu expressivamente com a dosagem de 95 e 100 % de REM e no substrato comercial (0% REM). Isto pode ter ocorrido devido a quantidade de macroporos ter aumentado em função do aumento da quantidade de REM. A porosidade total é uma das principais

características físicas avaliadas em um substrato (Fermino, 2014), pois influencia nas trocas gasosas do substrato entre o meio externo e também na temperatura interna.

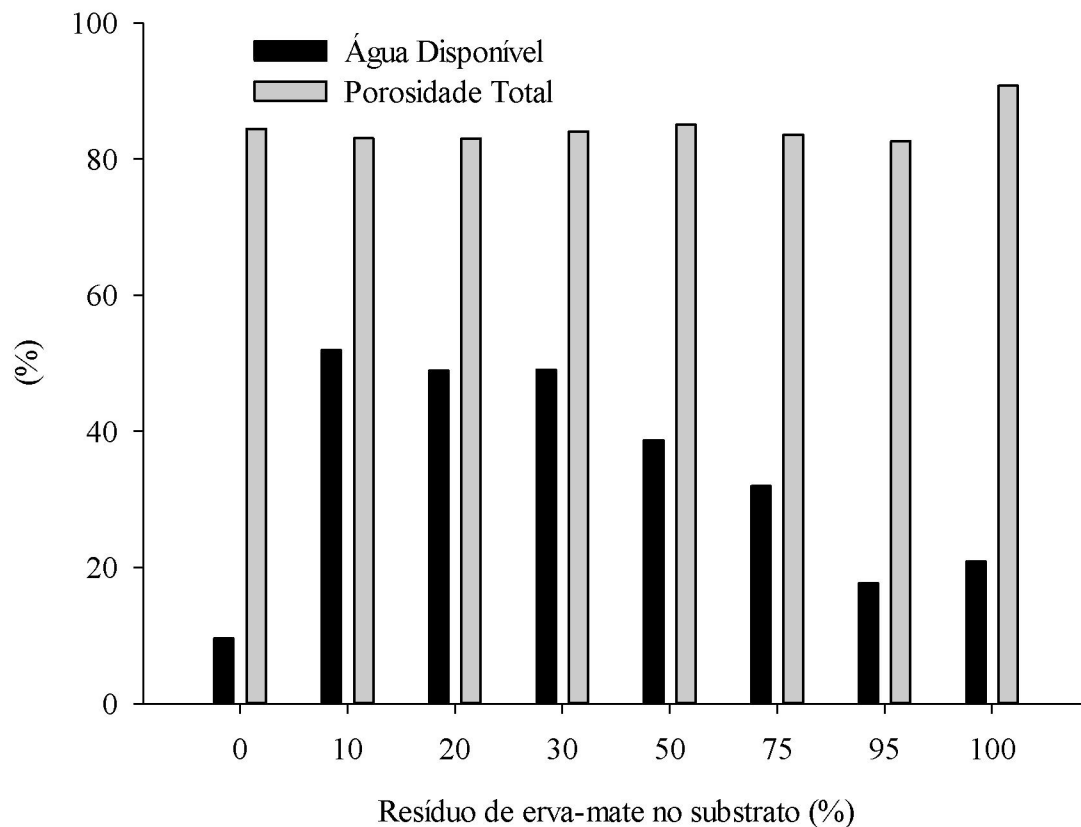


Figura 5. Porosidade total do substrato utilizado para o cultivo de morango em sistema semi-hidropônico em função da porcentagem de resíduo de erva-mate na composição do substrato.

### 1.3.3. PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO FRUTO DO MORANGUEIRO

As doses de REM no substrato que proporcionaram maior altura e largura de frutos (Figura 6) foram estimadas em 30 e 23 %, respectivamente. Frutos mais largos e altos, ou seja, de maior tamanho, têm melhor aceitação no mercado consumidor, porém seu preço fica condicionado aos meses de maior produção, concentrados entre junho a novembro (Antunes e Reisser Jr, 2007). Frutos com diâmetro de 15 mm até 35 mm são classificados como categoria

I da classe 15 e frutos com diâmetro maiores que 35 mm classe 35 (MAPA, 2017) e os morangos classificados na categoria extra alcançam os melhores preços.

A quantidade de resíduo no substrato que proporcionou maior tamanho dos frutos foi próxima a que resultou em maior retenção de água e porosidade no substrato (Figuras 7 e 8), o que pode ser a principal causa deste resultado observado nos frutos, como demonstram as Figuras 4 e 5, que apresentam correlações significativas entre os parâmetros físicos dos substratos e o tamanho de frutos. Observa-se que o tamanho de frutos aumenta à medida que a CRA a 10 cm e a porosidade dos substratos aumenta, ou seja, o aumento da porosidade é responsável pelo aumento da capacidade de retenção de água pelo substrato de modo que o aumento da porosidade não necessariamente facilita a drenagem, pois a relação do tamanho de poros compensa esta possível drenagem excessiva.

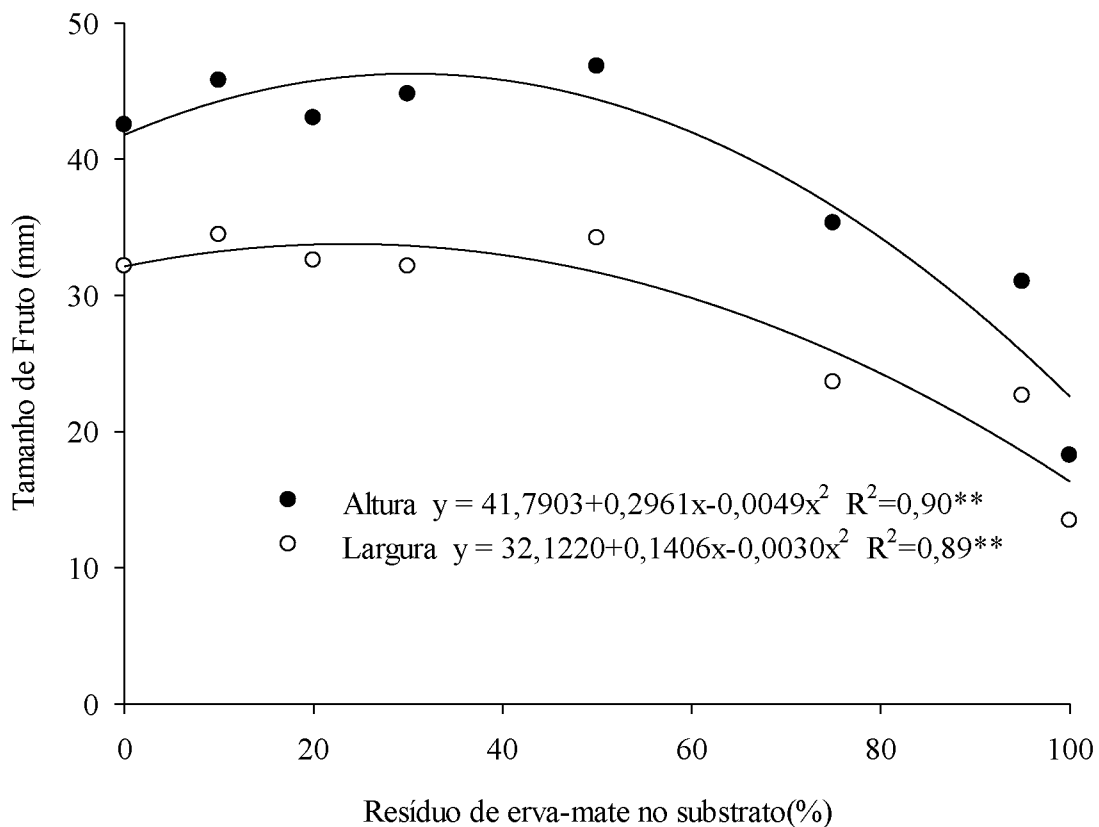


Figura 6. Variação da altura e largura dos frutos de morangueiro cultivado em sistema semi-hidropônico, em função da porcentagem de resíduo de erva-mate na composição do substrato.

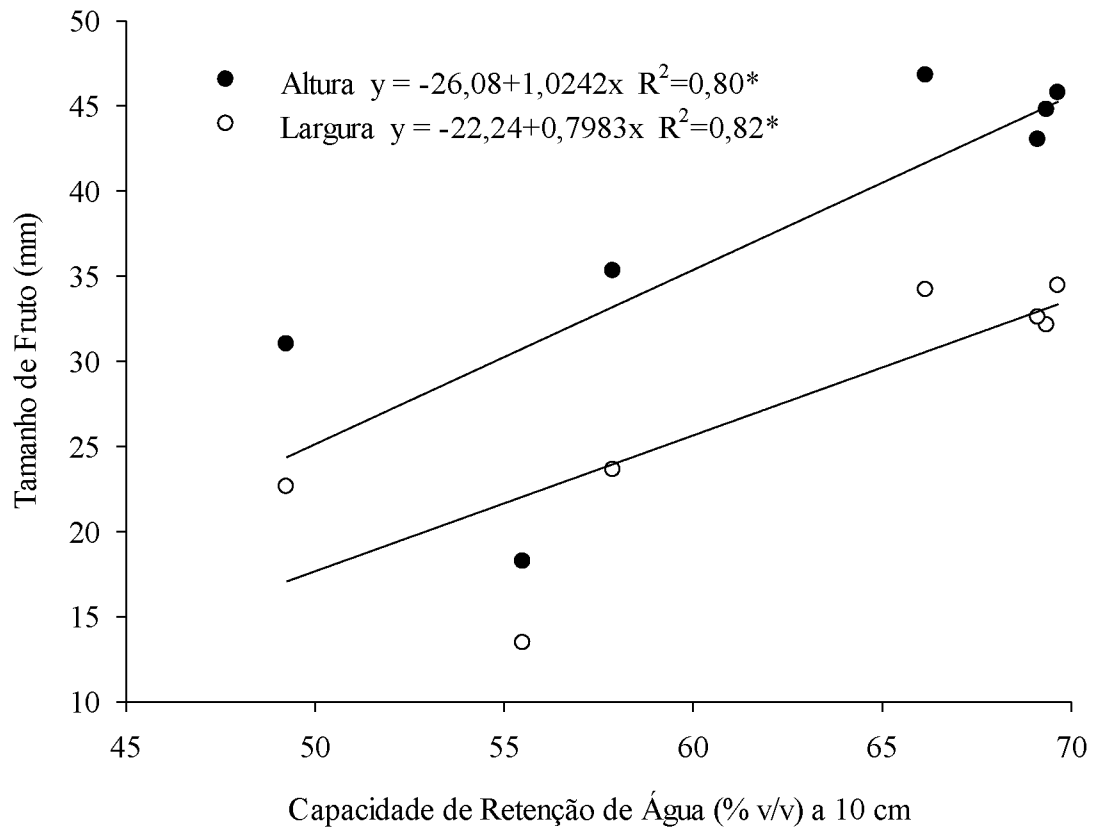


Figura 7. Correlação entre Capacidade de Retenção de Água e tamanho de frutos de morangueiro.

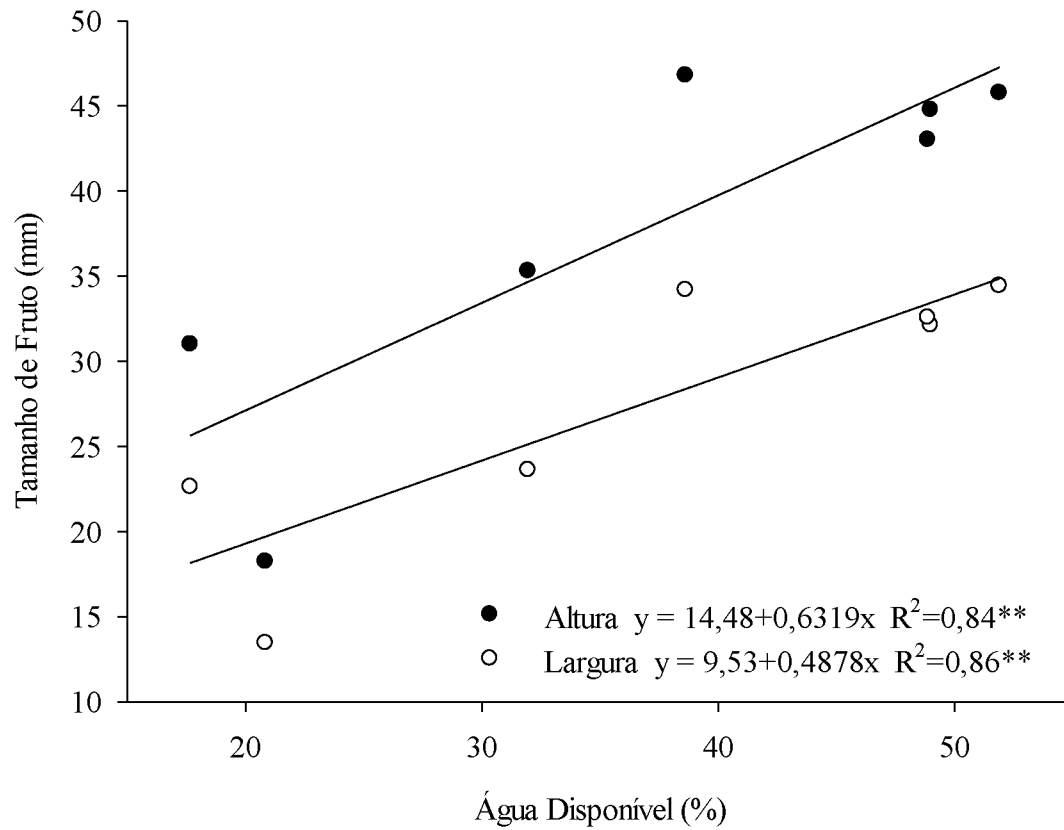


Figura 8. Correlação entre água disponível do substrato e tamanho de frutos de morangoiro.

A maior quantidade de frutos foi obtida com 50 % do substrato sendo constituído por REM (Figura 9). Entretanto, para a obtenção do maior número de frutos perfeitos, a máxima dose de REM encontrada foi de 40 % e para os frutos defeituosos de 30 %. O mesmo foi observado para a massa de frutos (Figura 10).

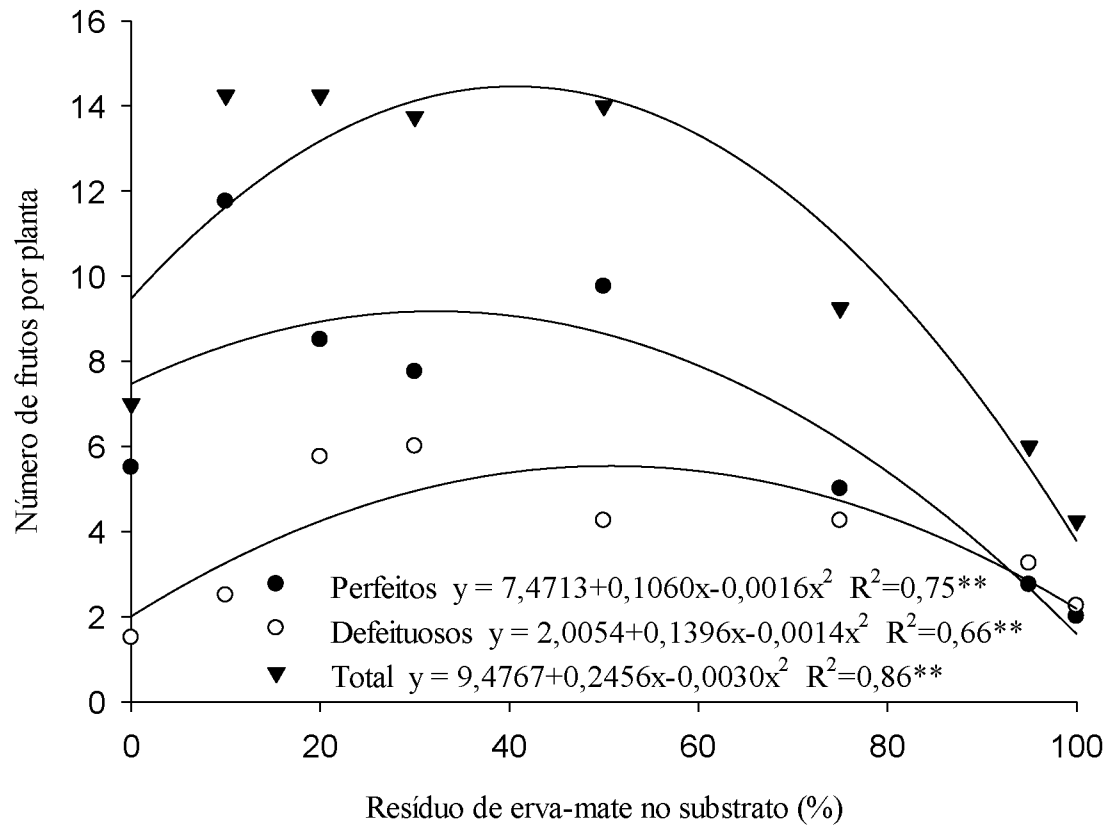


Figura 9. Variação do número de frutos total (triângulo), perfeitos (●) e defeituosos (○) de morangueiro cultivado em sistema semi-hidropônico, em função da porcentagem de resíduo de erva-mate na composição do substrato.

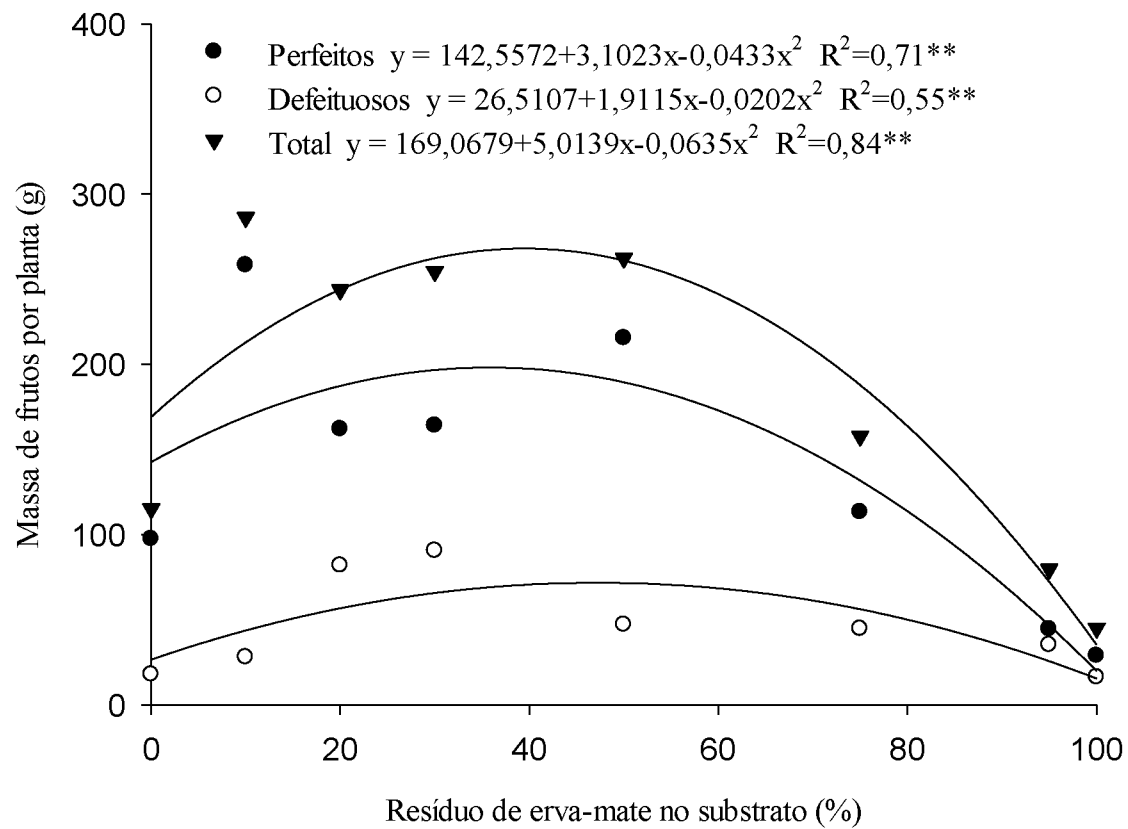


Figura 10. Variação da massa fresca de frutos total, perfeitos e defeituosos de morangueiro cultivado em sistema semi-hidropônico, em função da porcentagem de resíduo de erva-mate na composição do substrato.

Para todos os parâmetros avaliados, o substrato composto por elevadas porcentagens (95 e 100%) de REM resultou em menores valores para os frutos, indicando que não pode ser utilizado isoladamente. Esse efeito negativo provavelmente se deve mais a sua baixa CRA (Figura 7). Outros fatores como os elevados teores de Al e Mn em sua composição (Tabela 2), também podem ter influenciado em menor grau, pois são elementos tóxicos às plantas quando em elevada disponibilidade.

#### **1.4. CONCLUSÕES**

Resíduo de erva mate proveniente da produção de chás pode ser utilizado na produção de substrato para cultivo de morangos em sistema semi-hidropônico, mas não isoladamente.

A dose de REM na proporção de 40% do substrato resultou em melhores produção de massa e número de frutos de morango por planta.

## 1.5. LITERATURA CITADA

BARROS, I. T.; ANDREOLI, C. V.; SOUZA JR. I. G.; COSTA, A. C. S. Avaliação agronômica de biossólidos tratados por diferentes métodos químicos para aplicação na cultura do milho. Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental. Campina Grande, v. 15, n. 6, June 2011 .

CHENERY, E. M. Aluminium in the plant world. Kew Bulletin, p.173-183, 1948.

CHENERY, ERNEST M.; SPORNE, KENNETH R. A note on the evolutionary status of aluminium-accumulators among Dicotyledons. New Phytologist, 76:551-554, 1976.

DIAS, C. N.; MARINHO, A. B.; ARRUDA, R. S.; SILVA, M. J. P.; PEREIRA, E. D.; FERNANDES, C. N. V. Produtividade e qualidade do morangueiro sob dois ambientes e doses de fertilizante. Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental. V. 19, n. 10, p.961-966, 2015.

DUCAT, G.; QUINÁIA, S. P. Avaliação do teor de minerais da *Ilex paraguariensis* da região Centro-Oeste do Estado do Paraná. Unicentro - Guarapuava, 2003.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Circular Técnica Nº 62. Produção de morangos no sistema semi-hidropônico. Bento Gonçalves, 2007.

FERMINO, M. H. Substratos: composição, caracterização e métodos de análise. Guaíba, 2014.

FREITAS, G. A.; SILVA, R. R.; BARROS, H. B.; VAZ-DE-MELO, A.; ABRAHÃO, W. A. P. Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos. Ciência Agronômica, 44:159-166. 2013a.

FURLANI, P. R.; FERNANDEZ JÚNIOR, F. Cultivo hidropônico de morango em ambiente protegido. In: II Simpósio Nacional do Morango & Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul. Embrapa, Pelotas, p. 102-115, 2004 (Documentos 124).

INSTRUÇÃO NORMATIVA SDA nº 17, de 21 de maio de 2007. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2007.

LAZZAROTTO, J. J.; FIORAVANÇO, J. C. Produção de morango em sistema semi-hidropônico: estudo de caso para avaliar indicadores econômico-financeiros e riscos associados. VIII Congresso Virtual Brasileiro de Administração - Convibra Administração, 2011.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Normas Técnicas, 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/producao-integrada/normas-tecnicas>>. Acesso em: 17 de fev. de 2018.

MEDEIROS, C. A. B.; STRASSBURGER, A. S.; ANTUNES, L. E. C. Avaliação de substratos constituídos de casca de arroz no cultivo sem solo de morangueiro. Horticultura Brasileira, v. 26, nº 2, 2008.

REISSMANN, C. B., DA ROCHA, H. O., KOEHLER, C. W., DE LIMA, R., CALDAS, S., & HILDEBRAND, E. E. Bio-elementos em folhas e hastes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) sobre cambissolos na região de Mandirituba. Floresta, 14:49-54, 1983.

SOUSA, A. P. Avaliação do uso da borra de erva-mate para recuperação do solo de plantio de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St Hil.). Dissertação, UFPR - Curitiba, 2013.

SOUZA, F. X. Casca de arroz carbonizada: um substrato para a propagação de plantas. Rev. Lavoura Arrozeira. V. 46, nº 206, p. 11, 1993.

TATSCH, FERNANDA ROBERTA PEREIRA; GONÇALVES, VERIDIANA CARDOZO; MEURER, Egon José. Alumínio total e solúvel em amostras de erva-mate comercializadas no Rio Grande do Sul. Scientia Agraria, 11:083-086, 2010.

ZORZETO, T. Q.; DECHEN, S. C. F.; ABREU, M. F.; FERNANDES JÚNIOR, F. Caracterização física de substratos para plantas. Bragantia, v. 73, n. 3, p. 300-311, 2014.

ZORZETO, T. Q.; FERNANDES JÚNIOR, F.; DECHEN, S. C. F. Substratos de fibra de coco granulada e casca de arroz para a produção do morangueiro ‘Oso Grande’. Revista Scielo, v.75, n. 2, p. 222-229, 2016.

## **CAPÍTULO 2. RESÍDUO DE ERVA MATE NA COMPOSIÇÃO DE SUBSTRATO PARA MUDAS DE TABACO E HORTALIÇAS**

### **RESUMO**

O desenvolvimento industrial resultou em um volume maior de resíduos gerados todos os dias ao redor do planeta, muitos dos quais podem ser reutilizados. Este trabalho teve por objetivo determinar a viabilidade e a dose de resíduo de erva mate (REM) na composição de substratos para o cultivo de mudas de hortaliças (alface e tomate) e tabaco. Foram conduzidos experimentos em condições semi controladas em casas de vegetação, nos Municípios de Colombo (hortaliças) e Irati (tabaco), estado do Paraná, sul do Brasil. O delineamento experimental em todos os experimentos foi o de blocos ao acaso com quatro repetições e oito tratamentos contendo diferentes doses de REM. As doses foram de zero, 10, 20, 30, 50, 75 e 100% de REM no substrato. Os tratamentos com 10 a 95% de REM receberam na mistura 5% de calcário + fosfato de rocha + vermiculita expandida e o restante de casca de arroz carbonizada (CA). O tratamento que não continha REM foi um substrato comercial. Foram avaliados o desenvolvimento das plântulas, altura, massa seca e comprimento de raiz, e ainda, para as hortaliças avaliado o número de folhas. Os experimentos foram conduzidos em bandejas de polipropileno no período de junho a agosto de 2017 para o tabaco e de outubro a novembro de 2017 para as hortaliças entre. O uso do REM não foi apropriado para o cultivo de mudas de tomateiro. Verificou-se que o uso de 10% de REM na composição do substrato equiparou-se ao comercial em altura de plantas de alface e de até 30% favorece a produção de massa seca e altura de plântulas de tabaco.

**Palavras-Chave:** *Ilex paraguariensis*, Substratos para mudas, Subprodutos.

## **CHAPTER 2. THE WASTING OF MATE HERB IN SUBSTRATE COMPOSITION FOR TOBACCO AND VEGETABLE SEEDLINGS.**

### **ABSTRACT**

The Industrial development got a bigger volume of effluents generated around the world every day that a lot of them can be reused. This work has the objective to determine an ideal dose of Mate Herb Residue (MHR) in substrate composition for the production of vegetable seedlings (lettuce and tomato) and tobacco. It was made an experience in semi controlled experiment in green house in Colombo (vegetable) and Irati Tobacco state of Parana, south of Brazil. The experimental design was the group with four repetition and eight treatment getting different doses of MHR. The treatment with 10 to 95% of MHR got a mixture of 5% of limestone + stone phosphate + expanded vermiculate and the rest with rice bark (RB). The treatment that didn't contain MHR was a commercial substrate. It evaluated the height, dry mass and the size of the root of the developed plant and yet, the number of leaves of the vegetable. The experiments were put in polypropylene trays between the period of June to August of 2017 for tobacco and October to November for vegetable. The use of MHR wasn't appropriated for the cultivation of tomato seedlings. It was verified that the use of 10% of MHR in the substrate composition was equivalent to the commercial in height of the lettuce plant and up to 30 % favored to the dry mass and height of tobacco production.

**Key-Words:** *Ilex paraguariensis*, Substrate for Seedlings, Subproducts.

## 2.1. INTRODUÇÃO

A produção de alimentos é uma necessidade básica para sobrevivência do ser humano. Para produzir qualquer tipo de alimento, é necessário seguir corretamente as etapas de que cada planta necessita. Grande parte das hortaliças é cultivada primeiramente em locais apropriados até o desenvolvimento da plântula. Quando atingem o tamanho e vigor ideal, são transplantadas no local onde permanecerão até o final do ciclo. Nesta primeira etapa utiliza-se de substratos com características ideais que promovam com eficiência o desenvolvimento da plântula.

No cultivo da alface é necessário cuidados ao manuseio por ser uma cultura frágil. Além disso, é muito sensível às condições climáticas (luminosidade, temperatura, entre outros). Seu plantio é realizado em sementeiras por permitir controle sanitário mais eficiente e escolha das mudas mais vigorosas para transplante (Maldonade et al., 2014). A alface é considerada a folhosa mais consumida no Brasil. Dados do Deral/Seab (2017) mostram que o Paraná produziu cerca de 133,8 mil toneladas da cultura em 2016, ocupando o 6º lugar na produção de olericulturas produzidas no estado.

O tomate, fruto usado como legume, mais importante e consumido do mundo e é implantado no campo a partir de mudas produzidas em viveiros. É indicado para uma dieta saudável, pois possui propriedades como vitamina B, vitamina C, minerais, ferro, fósforo, fibras dietéticas, aminoácidos essenciais e açúcares (Naika et al., 2006). Segundo dados do Deral/Seab (2017), em 2016 a produção de tomate no estado do Paraná foi de 263,9 mil toneladas.

Assim como as culturas da alface e tomate, o cultivo do tabaco tem início com a semeadura para produção de mudas e possui papel fundamental na economia da região Sul do Brasil. É a principal renda dos pequenos agricultores da região (Redin e Redin, 2012). De acordo com Silveira (2015), no ano de 2015, distribuídas em cerca de 700 municípios da região Sul do Brasil, haviam aproximadamente 180 mil famílias envolvidas com o cultivo do tabaco. Segundo dados da AFUBRA (2018), a safra 2016/2017 de tabaco gerou mais de 2,1 milhões de empregos no país, nas atividades lavoura, indústria, entre outros. Apesar da evolução da tecnologia, pouca publicação científica é voltada ao cultivo do tabaco no Brasil.

São utilizados diversos tipos de substratos com variadas composições para a produção de mudas. O substrato pode ser produzido na propriedade ou adquirido comercialmente, porém quando formulado na propriedade é preciso ter cautela com a proporção dos ingredientes. Materiais como vermiculita expandida, casca de pinus,

fertilizantes e casca de arroz carbonizada são os ingredientes mais comuns usados na composição de substratos para produção de mudas (EMBRAPA, 2006).

Diversos estudos tem sido realizados a fim de buscar usos alternativos para resíduos da indústria, aproveitando seu baixo custo e disponibilidade (Souza Sobrinho, 2007; Fermino et al. 2010; Zanello e Cardoso, 2016). Fernandes et. al (2002) avaliaram quatro diferentes substratos, areia fina, 50% areia fina + 50% bagaço de cana-de-açúcar, 50% areia fina + 50% casca de amendoim e a mistura dos 3 materiais em quantidades iguais para a produção de tomate em cultivo protegido. Estes autores observaram que com exceção do substrato composto por areia fina + bagaço de cana-de-açúcar, os demais apresentaram potencial de uso para a cultura do tomateiro.

Um dos substratos comerciais mais analisados atualmente na produção de mudas de alface, composto por casca de pinus carbonizada e vermiculita, é o Plantmax®. Em grande parte dos trabalhos, o substrato Plantmax demonstrou ser mais eficiente na produção de mudas de alface comparado a outros substratos comerciais (Lopes et al., 2007; Trani et al., 2007; Freitas et al., 2013b). Por outro lado, substratos compostos por resíduos orgânicos, como o esterco bovino + húmus de minhoca podem proporcionar maior acúmulo de massa seca em plântulas de alface (Silva et al. 2008). Isso demonstra a importância da pesquisa direcionada a compostos e resíduos para formulações de novos substratos de propriedades desejáveis ao cultivo de hortaliças.

Para Buso (2008), o uso de substratos para o cultivo de mudas e hortaliças está em constante desenvolvimento e atualização. Klein (2015) afirma que é muito importante a busca de alternativas de novos substratos que considerem seus aspectos físicos e químicos, juntamente com os parâmetros de desenvolvimento das plantas, analisando também a adaptação das culturas no substrato. Este autor reforça ainda que cada região poderia utilizar suas próprias matérias-primas, como rejeitos de indústrias e da agricultura, por exemplo.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência e doses de resíduo de erva mate na composição de substratos para o cultivo de mudas de hortaliças (alface e tomate) e tabaco, visando contribuir para a destinação correta dos resíduos de erva mate.

## **2.2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.2.1. ÁREA DE ESTUDO E AMOSTRAGEM**

O experimento foi realizado de junho a agosto de 2017 para tabaco e entre outubro e novembro de 2017 para hortaliças, em delineamento de blocos ao acaso com 8 tratamentos. Os tratamentos, para todas as culturas avaliadas, consistiram de oito substratos, sendo sete originados de diferentes proporções de resíduo de erva-mate (REM) (5, 10, 20, 30, 50, 75 e 100%) misturadas a uma proporção fixa de 5% da massa total de uma mistura igualitária (com exceção da proporção 100%) de fosfato de rocha (Fosfato Natural Reativo de Bayóvar), vermiculita e calcário (Filler com PRNT 100%), e um tratamento utilizando-se substrato comercial específico para cada espécie, conforme descrito na Tabela 1. Foram utilizadas sementes de tabaco da variedade Virginia-BR12, de alface da variedade Verônica e de tomate da variedade Saladete. Na Figura 11 é possível observar o arranjo espacial dos tratamentos para as três culturas analisadas.

TOMATE				ALFACE				TABACO			
T1	T3	T5	T8	T3	T4	T8	T1	T1	T3	T5	T8
T4	T2	T7	T6	T5	T2	T6	T7	T4	T2	T7	T6
T3	T6	T2	T5	T1	T3	T5	T8	T3	T4	T8	T1
T8	T4	T1	T8	T4	T2	T7	T6	T5	T2	T6	T7
T3	T4	T8	T1	T3	T4	T8	T1	T2	T6	T8	T7
T5	T2	T6	T7	T5	T2	T6	T7	T5	T3	T1	T4
T2	T6	T8	T7	T3	T6	T2	T5	T3	T6	T2	T5
T5	T3	T1	T4	T8	T4	T1	T8	T8	T4	T1	T8

Figura 11. Croqui de arranjo dos tratamentos de acordo com a espécie cultivada. T1: 100% de resíduo de erva mate (REM); T2: 95% de REM, 5% de calcário (CAL) + fosfato natural (FR) + vermiculita (VE); T3: 75% de REM, 20% de CAC, 5% de CAL+FR+VE; T4: 50% de REM, 45% de CAC, 5% de CAL+FR+VE; T5: 30% de REM, 65% de CAC, 5% de CAL+FR+VE; T6: 20% de REM, 75% de CAC, 5% de CAL+FR+VE; T7: 10% de REM, 85% de CAC, 5% de CAL+FR+VE; T8: Substrato comercial.

O experimento com mudas de tabaco foi instalado na cidade de Irati-PR. em estufa do tipo túnel baixo em sistema de floating sob solução nutritiva. Os experimentos com mudas de alface e tomate foram instalados na empresa produtora de mudas Agrofiori, no município de

Colombo – PR, nas coordenadas 25.291008S 49.226645W em estufa arco-pampeana com aspersão de solução nutritiva.

Para os experimentos foram utilizadas bandejas de polipropileno para hortaliças e bandejas de poliestireno para tabaco, com produção de mudas de 200 células, sendo cada bandeja considerada um bloco. Logo, cada tratamento contou com 25 células por bloco (Figura 12), considerando-se como unidade amostral apenas as nove células centrais, assumindo-se as 16 células laterais como bordaduras.

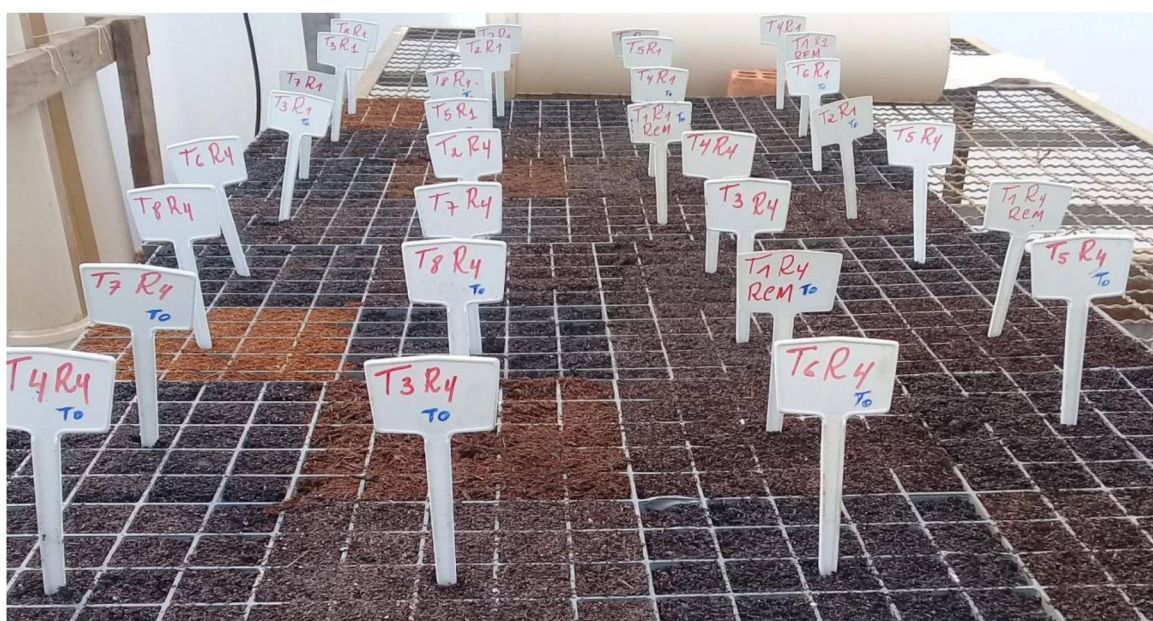


Figura 12. Visualização dos tratamentos com diferentes substratos nas bandejas.

Para cada célula, foram semeadas de 1 a 3 sementes de tabaco peletizadas com índice de germinação de 99% com auxílio de semeadora específica, havendo necessidade de fazer a repicagem após emergência das plântulas com 20 dias, deixando apenas uma muda por célula. As mudas de tabaco permaneceram por 56 dias em sistema floating até atingirem a altura comercial, sendo realizadas neste período duas podas foliares, tais como as realizadas pelo produtor, nos períodos de 14 de junho a 14 agosto de 2017.

A semeadura da alface e tomate foram feitas manualmente, consistindo em uma semente por célula com índice de germinação de 99%. Para quebra de dormência das sementes de tomate foi utilizado o método de estratificação, onde as bandejas foram colocadas em câmara fria durante 3 dias a 3 °C e após acondicionadas em estufa arco-pampeana para crescimento das mudas permanecendo por 42 dias.

Aos 20 dias depois da semeadura das hortaliças, foram coletados dados da germinação e aos 42 dias, momento ideal para transplante, as mudas de hortaliças e tabaco foram avaliadas quanto às seguintes variáveis: altura de plantas, comprimento de raiz e massa da matéria seca da parte aérea e da raiz.

Para análise de massa da matéria seca, após a coleta da parte aérea e da raiz e separação das raízes do substrato, utilizando água corrente, o material foi colocado em estufa a 50 °C até atingir massa constante. Após este período, realizou-se a pesagem em balança digital.

A altura de plantas e o comprimento de raiz foram determinados antes da secagem do material, utilizando régua milimetrada, considerando-se a ponta distal da folha mais longa.

Para a avaliação da altura de mudas de tabaco, mediu-se com régua milimetrada a distância entre a interseção da planta com o substrato e o ápice meristemático apical da muda. A altura de mudas de alface foi avaliada entre a base da inserção no substrato e a altura máxima atingida pela ponta da maior folha.

### 2.2.2. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Bartlett e os resultados obtidos foram submetidos ao teste F, e quando este foi significativo ( $p < 0,05$ ), as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) utilizando o software estatístico SISVAR e por análise de regressão utilizando o software gráfico SigmaPlot.

## 2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.3.1 HORTALIÇAS

As mudas de tomateiro apresentaram 99% de germinação, porém a adição de REM no substrato foi prejudicial à produção de mudas de tomate e respondeu positivamente apenas ao substrato comercial. Dessa forma, não foi possível avaliar nenhum dos parâmetros para as mudas de tomateiro.

Observou-se que após a germinação apenas o substrato comercial permitiu o crescimento e desenvolvimento das mudas, sendo que nos demais tratamentos as plântulas permaneceram com apenas as folhas cotiledonares. Sabe-se que a liberação de algumas substâncias como ácidos orgânicos oriundos da mineralização podem restringir ou mesmo

inviabilizar o crescimento de algumas espécies (Souza et al., 2003). Faz-se necessária a realização de mais estudos para compreender este fenômeno no tomateiro, mas infere-se que este seja o motivo para a inibição do crescimento desta espécie nos substratos com REM.

As mudas de alface foram prejudicadas nos tratamentos contendo maiores doses de REM, enquanto que nas doses menores foram similares ao substrato comercial (Tabela 2). A diferença entre os tratamentos foi visivelmente clara e pode ser observada na Figura 13.

Da mesma forma que o tomateiro, os tratamentos T1: 100% de REM, T2: 95% de REM e T3: 75% de REM das mudas de alface não estão descritos por não apresentarem desenvolvimento de plântulas, apenas germinação. Lima et al. (2007), avaliando resíduo de chá preto, concluíram que o processo de decomposição o torna viável na utilização como substrato na produção de hortaliças, por outro lado, o resíduo bruto, não decomposto, foi fitotóxico prejudicando a germinação de alface, tomate e pepino. Esta pode ter sido a razão dos tratamentos com mais de 50% de REM no substrato terem sido prejudiciais à germinação e crescimento das plântulas.

Tabela 4. Altura da parte aérea, comprimento de raiz e massa seca da parte aérea, na raiz e total de mudas de alface, em função da proporção de resíduo de erva mate adicionada ao substrato.

Tratamentos	Parte Aérea		Raiz		Muda
	Altura (cm)	Massa seca (mg planta <sup>-1</sup> )	Comprimento (cm)	Massa seca (mg <sup>-1</sup> )	Massa seca (mg <sup>-1</sup> )
<b>T4</b>	2,56 c	13,52 d	6,14 ns	12,34 b	25,86 c
<b>T5</b>	3,72 bc	26,61 cd	6,20 ns	20,43 b	47,03 bc
<b>T6</b>	4,15 b	34,18 c	7,42 ns	31,18 b	65,36 bc
<b>T7</b>	6,05 a	58,09 b	7,39 ns	46,87 b	104,96 b
<b>T8</b>	7,26 a	87,07 a	7,44 ns	135,38 a	222,45 a

T4: 50% de resíduo de erva mate (REM), 45% de casca de arroz carbonizada (CAC), 5% de calcário (CAL) + fosfato reativo (FR) + vermiculita (VE); T5: 30% de REM, 65% de CAC, 5% de CAL+FR+VE; T6: 20% de REM, 75% de CAC, 5% de CAL+FR+VE; T7: 10% de REM, 85% de CAC, 5% de CAL+FR+VE; T8: Substrato comercial.

Foram observadas diferenças entre os tratamentos com 50% e 20% de REM nos parâmetros altura e massa seca da parte aérea da muda de alface. Ainda, para os mesmos parâmetros, 50% de REM diferenciou-se dos tratamentos com 10% de REM e substrato comercial (Tabela 4).

No comprimento das raízes não foram observadas diferenças entre os tratamentos. Já para a massa seca destas, o tratamento com 50% de REM diferenciou-se do substrato comercial. Para o parâmetro massa seca da plântula, diferenças foram observadas entre os tratamentos 50% de REM, 10% de REM e substrato comercial.

Na Figura 13 observa-se visualmente o efeito dos tratamentos nas mudas de alface, que respondem melhor aos tratamentos onde a dose de REM no substrato é mais baixa. O tratamento composto por 10% de REM (T7) é o qual mais se aproximou em termos de desenvolvimento do tratamento com substrato comercial (T8). À medida que a dose de REM aumenta, dificulta o desenvolvimento da muda de alface.



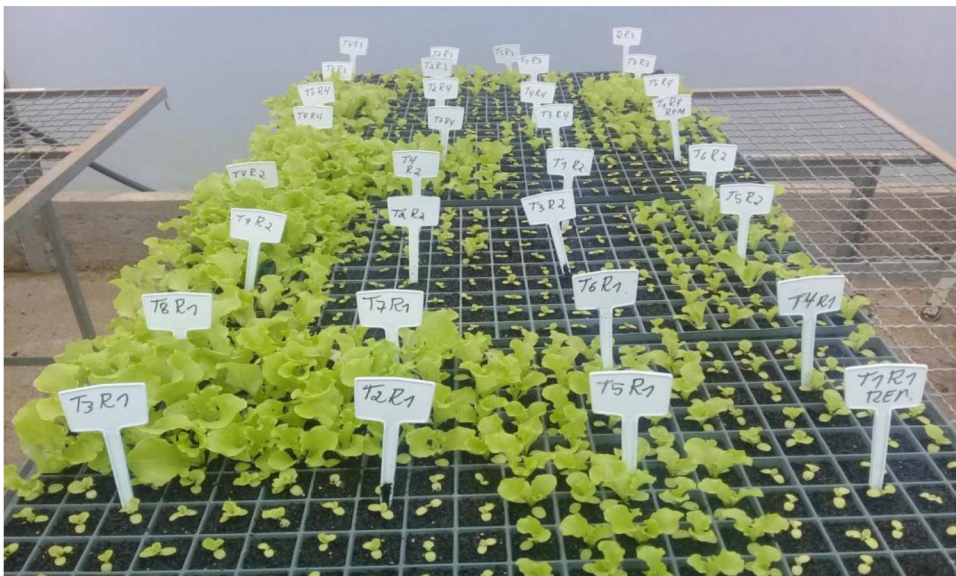
Figura 13. Mudas de alface em função da quantidade de resíduo de erva mate no substrato. T4: 50% de resíduo de erva mate, 45% de casca de arroz carbonizada, 5% de calcário+fosfato reativo+vermiculita; T5: 30% de resíduo de erva mate, 65% de casca de arroz carbonizada, 5% de calcário+fosfato reativo+vermiculita; T6: 20% de resíduo de erva mate, 75% de casca de arroz carbonizada, 5% de calcário+fosfato reativo+vermiculita; T7: 10% de resíduo de erva mate, 85% de casca de arroz carbonizada, 5% de calcário+fosfato reativo+vermiculita; T8: Substrato comercial.

Observando a curva da relação entre altura de plantas de mudas de alface e dosagem de REM (Figura 15), é possível constatar que doses menores de REM, tratamentos com 10% a 30% de REM, favorecem o crescimento das mudas de alface e se assemelham aos resultados encontrados no substrato comercial.

Semelhante aos resultados encontrados em altura de plantas (Figura 16), o comprimento das raízes foi maior nos tratamentos com doses menores de REM, entre 10% e 20% de REM.

Para o parâmetro massa seca de mudas de alface (Figura 17), também ocorreram os melhores resultados quando em menores doses de REM, equivalentes a 10% de REM.

Portanto, para todos os parâmetros avaliados, a adição de REM no substrato para produção de mudas de alface não pode ser superior a 20%, de maneira proporcionar crescimento de mudas semelhantes ao substrato já comercializado.



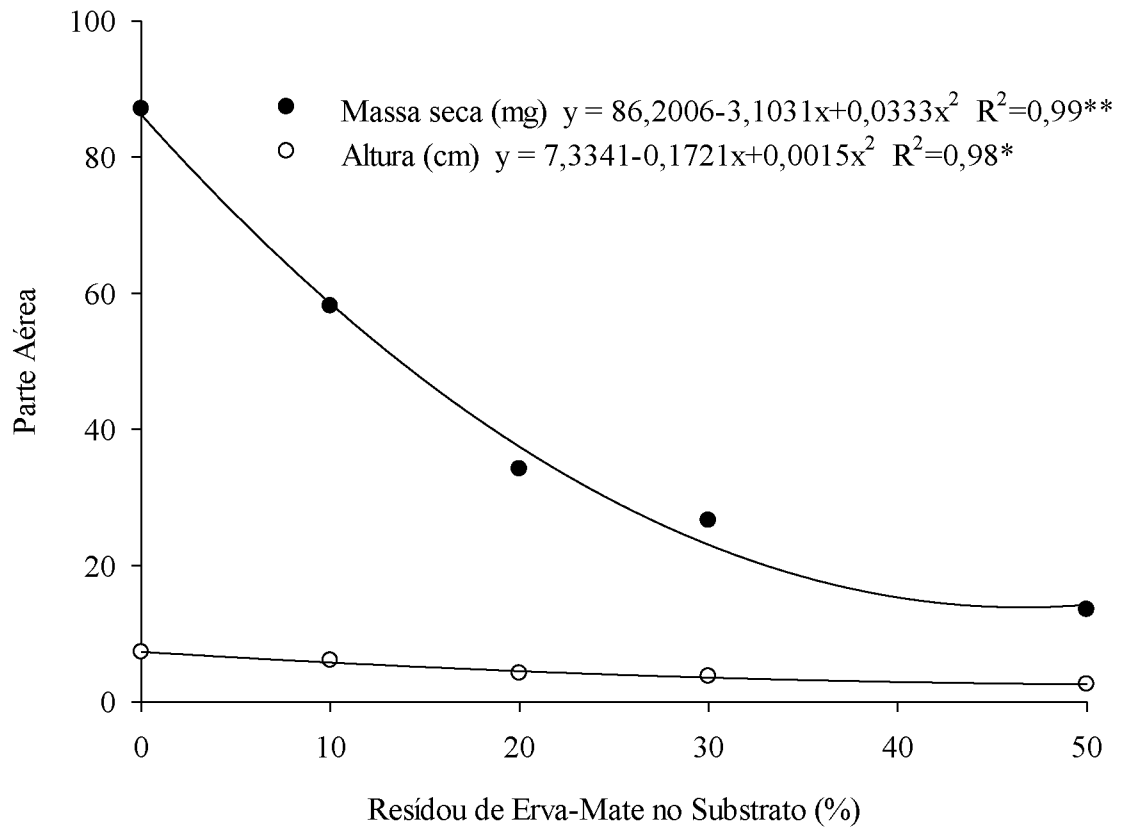


Figura 15. Variação da altura e massa da matéria seca de mudas de alface em função de doses de resíduos de erva-mate no substrato.

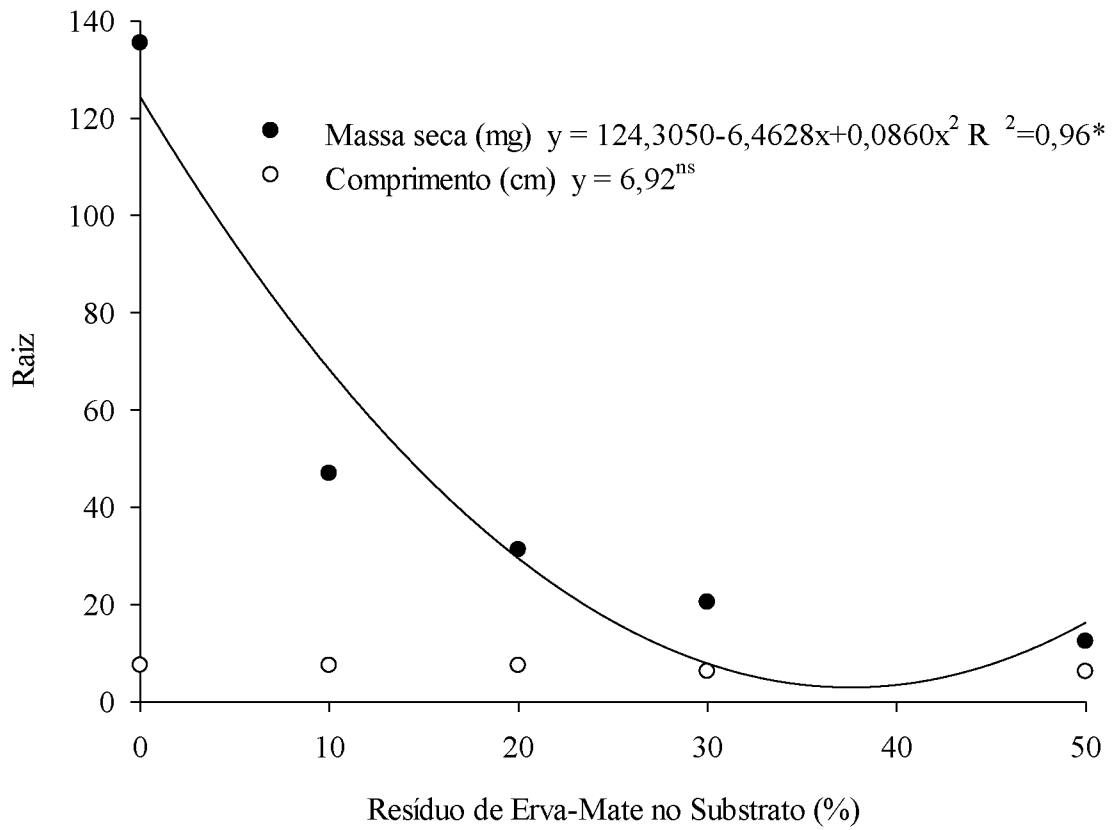


Figura 16. Variação do comprimento e massa seca de raiz de mudas de alface em função de doses de resíduo de erva-mate no substrato.

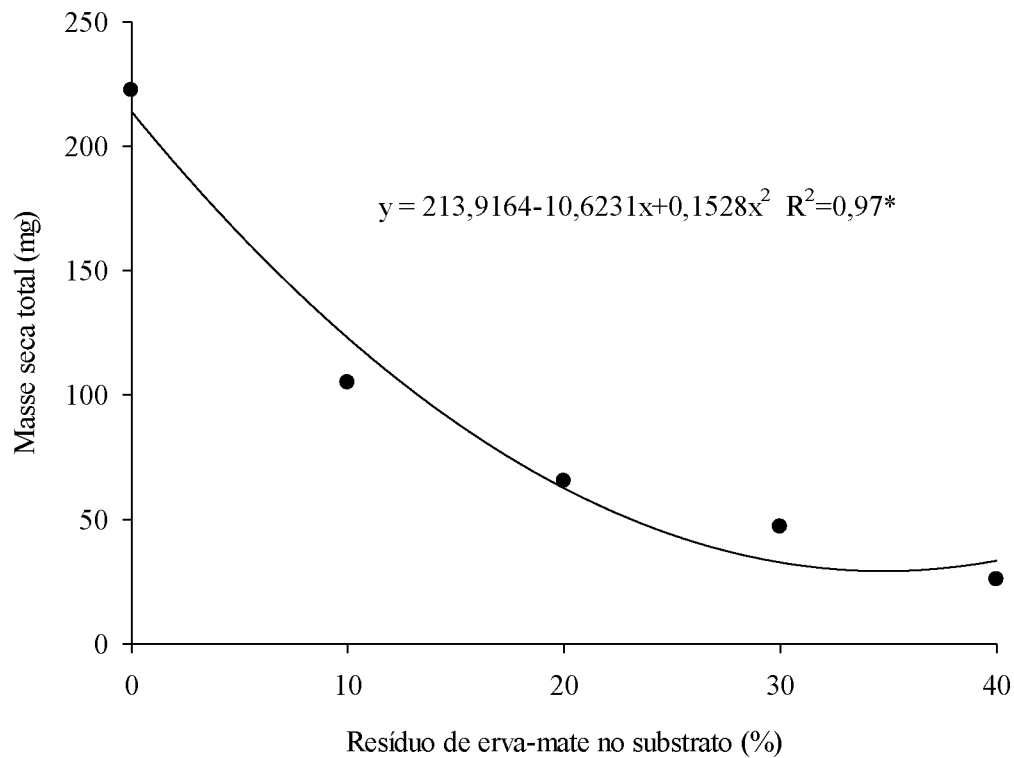


Figura 17. Variação da massa de matéria seca de mudas de alface em função de doses de resíduo de erva-mate no substrato.

### 2.3.2. TABACO

Os resultados obtidos com as mudas de tabaco foram semelhantes aos dados obtidos com as mudas de alface, onde doses maiores de REM prejudicam o desenvolvimento das mudas (Figura 18). Doses menores de REM no substrato proporcionaram melhores resultados, correspondendo aos tratamentos entre 10% e 30% de REM.

O comprimento de raiz também diminuiu a medida que aumentou a dose de REM (Figura 19). De acordo com a curva, o substrato comercial, correspondente a 0% de REM, com a dose de até 10% de REM sendo semelhante. A massa seca da raiz (Figura 20), segue a mesma tendência do comprimento da raiz, onde os melhores resultados são encontrados em doses menores de REM, entre 10% e 30% de REM.

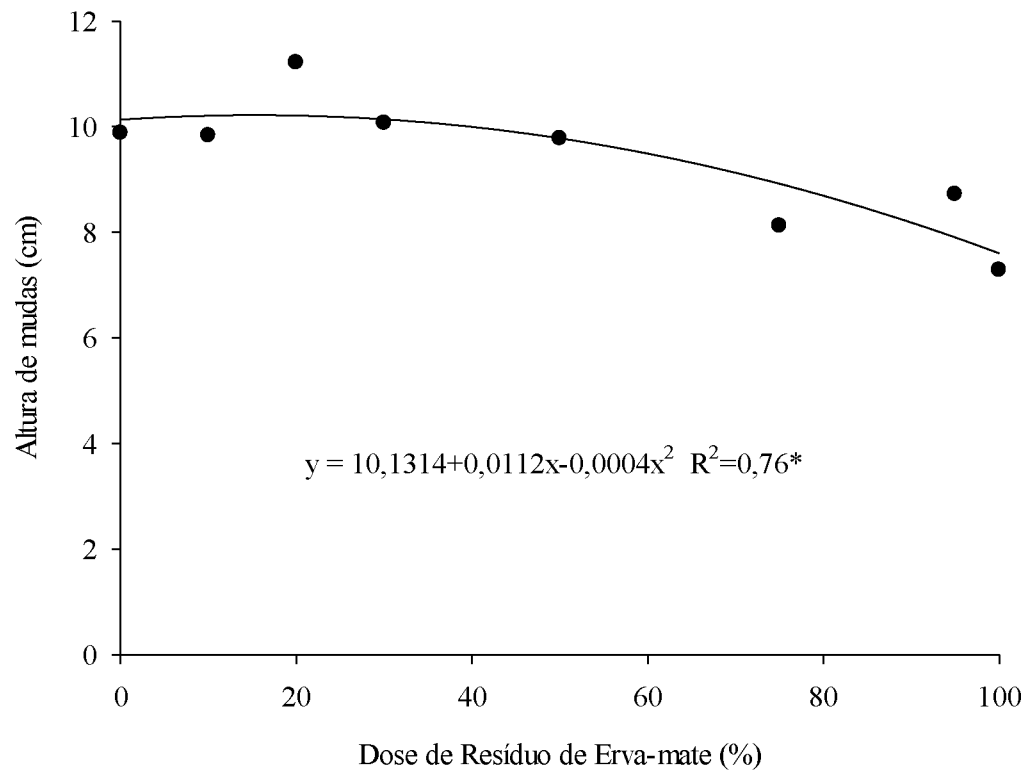


Figura 18. Variação da altura de mudas de tabaco em função da proporção de resíduo de erva-mate no substrato.

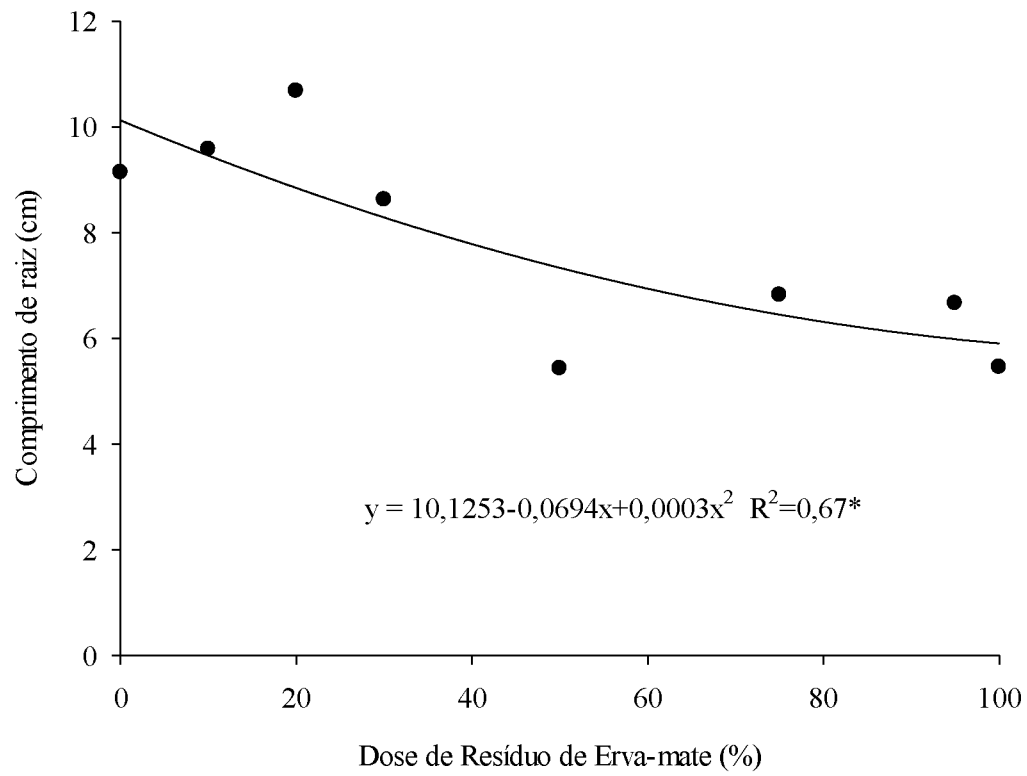


Figura 19. Variação do comprimento de raiz de mudas de tabaco em função de doses de resíduo de erva-mate no substrato.

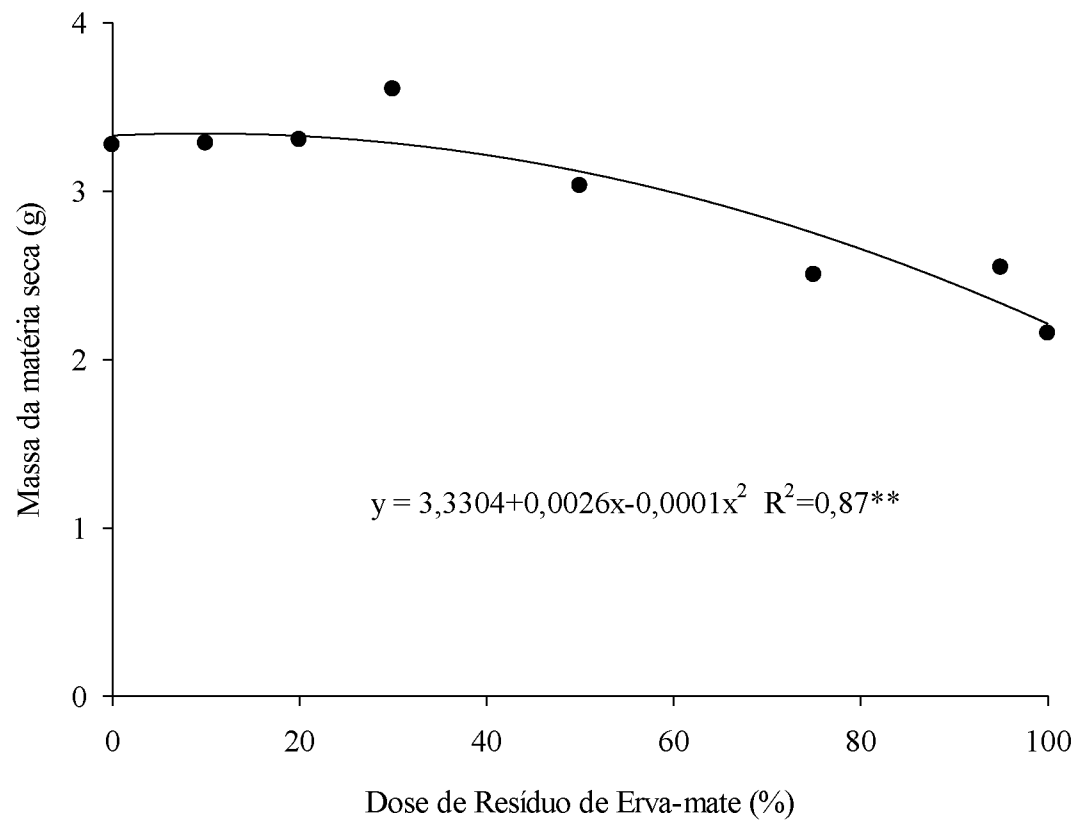


Figura 20. Variação da massa seca de mudas de tabaco em função de doses de resíduo de erva-mate no substrato.

## **2.4. CONCLUSÕES**

Verificou-se que o uso de até 30% de REM na composição do substrato favorece a produção de massa seca e altura de plântulas de tabaco.

Para a alface, o uso de 10% de REM na composição do substrato equiparou-se ao comercial apenas em altura de plantas.

O uso de REM não foi apropriado para a produção de mudas de tomateiro.

## 2.5 LITERATURA CITADA

AFUBRA – Associação dos Fumicultores do Brasil. Fumicultura no Brasil, . Disponível em: <<https://afubra.com.br/fumicultura-brasil.html>> Acesso em 08 de fev. de 2018.

BUSO, J. A. in LIZ, R. S.; CARRIJO, O. A. Substratos para Produção de Mudanças e Cultivos de Hortaliças. Embrapa. Brasília-DF, 2008.

DERAL – Departamento de Economia Rural e SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Olericultura – Análise da Conjuntura Agropecuária, Nov. 2017.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Cultivo de tomate para industrialização. Embrapa Hortaliças, 2006.

FERMINO, M. H.; GONÇALVES, R. S.; BATTISTIN, A.; SILVEIRA, J. R. P.; BUSNELLO, A. C.; TREVISAM, M. Aproveitamento dos resíduos da produção de palmito como substrato para plantas. Horticultura brasileira, 28:282-286, 2010.

FERNANDES, C.; ARAÚJO, J. A. C.; CORÁ, J. E. Impacto de quatro substratos e parcelamento de fertirrigação na produção de tomate sob cultivo protegido. Horticultura Brasileira, Brasília, 20:559-563, 2002.

FREITAS, G. A.; SILVA, R. R.; BARROS, H. B.; VAZ-DE-MELO, A.; ABRAHÃO, W. A. P. Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos. Ciência Agronômica, 44:159-166. 2013a.

FREITAS, D. A.; ANDREANI JR, R.; KOZUSNY-ANDREANI, D. I. Utilização de substratos alternativos na produção de mudas de alface. Cultivando o saber, 6:1-9. 2013b.

KLEIN, C. Utilização de substratos alternativos para produção de mudas. Energias Renováveis, 4:43-63, 2015.

LIMA, J. D.; MORAES, W. S.; MENDONÇA, J. C.; NOMURA, E. S. Resíduos da agroindústria de chá preto como substrato para produção de mudas de hortaliças. *Ciência Rural*, Santa Maria. 37:1609-1613, 2007.

LOPES, J. L. W.; BOARO, C. S. F.; PERES, M. R.; GUIMARÃES, V. F. Crescimento de mudas de alface em diferentes substratos. *Biotemas*, p. 19-25, 2007.

MALDONADE, I. R.; MATTOS, L. M.; MORETTI, C. L. Manual de boas práticas agrícolas na produção de alface. Embrapa Hortaliças. Brasília-DF, 2014.

NAIKA, S.; JEUDE, J. V. L.; GOFFAU, M.; HILMI, M.; DAM, B. V. A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização. Wageningen, 2006.

REDIN, C. J.; REDIN, E. A cadeia produtiva do Tabaco em Arroio do Tigre/RS. 2012.

SILVA, E. A.; MENDONÇA, V.; TOSTA, M. S.; OLIVEIRA, A. C.; REIS, L. L.; BARDIVIESSO, D. M. Germinação de semente e produção de mudas de cultivares de alface em diferentes substratos. *Ciências Agrárias*, 29:245-254. 2008.

SILVEIRA, R. L. L. A cultura do tabaco na Região Sul do Brasil: dinâmica de produção, organização espacial e características socioeconômicas. *Geografia Ensino & Pesquisa*, 19:23-40, 2015.

SOUZA, L. S.; VELINI, E. D.; MAIOMONI-RODELLA, R. C. S. Efeito alelopático de plantas daninhas e concentrações de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial de eucalipto (*Eucalyptus grandis*). *Planta daninha*, 21:343-354, 2003.

SOUZA SOBRINHO, H. B. Utilização de resíduos industriais como substratos de baixo custo para a produção de biossufactante por *Candida sphaerica*. Recife, 2007.

TRANI, P. E.; FELTRIN, D. M.; POTT, C. A.; SCHWINGEL, M. Avaliação de substratos para produção de mudas de alface. *Horticultura Brasileira*, p. 256-260. 2007.

ZANELLO, C. A.; CARDOSO, J. C. Resíduos compostados como substrato para produção de petúnia x hybrida. Rev. Bras. De Agropecuária Sustentável. 6:46-53. 2016.

## **CONCLUSÃO GERAL**

Substrato composto apenas por resíduos de erva mate é ineficiente para a produção de mudas de tabaco, alface, tomate e para o cultivo de morangos em sistema semi-hidropônico.

A dosagem do substrato composto por 25% de resíduo de erva-mate, 70% casca de arroz carbonizada e 5% calcário + fosfato de rocha + vermiculita apresenta melhores resultados para a variável produção de morangos e para o tabaco maior massa seca e altura de plântulas, superando o substrato comercial.

Foi observada dificuldade no desenvolvimento de mudas de tomateiro em todos os tratamentos contendo substrato com resíduos de erva mate.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Como considerações finais recomendam-se estudar o comportamento desse passivo ambiental num período maior de tempo, observando as alterações físicas e químicas do substrato.

Analisar a viabilidade da utilização do substrato para cultivos de plantas ornamentais e outras quais possam minimizar o custo de produção.

Explorar diferentes complementos ao resíduo de erva mate para otimizar o substrato.

Avaliar as diferenças entre as espécies de tabaco, tomate, alface e morango quanto à sensibilidade ao REM.

## REFERÊNCIAS

ABAD, M.; FORNES, F.; GARRIÓN, C.; NOGUERA, V. Physical properties of various coconut coir dusts compared to peat. *HortScience*, 40: 2138-2144. 2005

AFUBRA – Associação dos Fumicultores do Brasil. Fumicultura no Brasil. Disponível em: <<https://afubra.com.br/fumicultura-brasil.html>> Acesso em 08 de fev. de 2018.

BARROS, I. T.; ANDREOLI, C. V; SOUZA JR. I. G.; COSTA, A. C. S. Avaliação agronômica de bio sólidos tratados por diferentes métodos químicos para aplicação na cultura do milho. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental*. Campina Grande, v. 15, n. 6, June 2011 .

BOERTJE, G. A.; BIK, R. A. potting substrates in the Netherlands. *Acta Horticulturae*, Wageningen, 50:135-142, 1975.

BUNT, A. C. *Modern Potting composts*. London: George Allen e Unwin, 1976. 277 p.

BUSO, J. A. in LIZ, R. S.; CARRIJO, O. A. *Substratos para Produção de Mudanças e Cultivos de Hortaliças*. Embrapa. Brasília-DF, 2008.

CARMONA, E.; MORENO M. T.; ORDOVÁS M. A. J. Use of grape marc compost as substrates for vegetables seedlings. *Scientia Horticulturae*, 137:69-74, 2012.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. fibra da casca de coco verde como substrato agrícola. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 20:533-535, 2002.

CHENERY, E. M. Aluminium in the plant world. *Kew Bulletin*, p.173-183, 1948.

CHENERY, ERNEST M.; SPORNE, KENNETH R. A note on the evolutionary status of aluminium-accumulators among Dicotyledons. *New Phytologist*, 76:551-554, 1976.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: Grãos. V. 5, n. 4, 2018.

COUTO, M.; WAGNER-JUNIOR, A.; QUEZADA, A. C. Efeito de diferentes substratos durante a aclimatização de plantas micropropagadas do porta-enxerto mirabolano 29c (*Prunus cerasifera* Ehrh.) em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Agrociência*, 9:125-128. 2003.

DERAL – Departamento de Economia Rural e SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Olericultura – Análise da Conjuntura Agropecuária, Nov. 2017.

DIAS, C. N.; MARINHO, A. B.; ARRUDA, R. S.; SILVA, M. J. P.; PEREIRA, E. D.; FERNANDES, C. N. V. Produtividade e qualidade do morangueiro sob dois ambientes e doses de fertilizante. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental*. V. 19, n. 10, p.961-966, 2015.

DUCAT, G.; QUINÁIA, S. P. Avaliação do teor de minerais da *Ilex paraguariensis* da região Centro-Oeste do Estado do Paraná. Unicentro - Guarapuava, 2003.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Circular Técnica Nº 62. Produção de morangos no sistema semi-hidropônico. Bento Gonçalves, 2007.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Cultivo de tomate para industrialização. Embrapa Hortaliças, 2006.

ESTAÚN, V. Chemical determination of fatty acids, organic acids and phenols, during olive marc composting process. *Acta Horticulturae*, The Hague, 172:263-270, 1985.

FERMINO, M. H. Substratos: composição, caracterização e métodos de análise. Guaíba, 2014.

FERMINO, M. H.; GONÇALVES, R. S.; BATTISTIN, A.; SILVEIRA, J. R. P.; BUSNELLO, A. C.; TREVISAM, M. Aproveitamento dos resíduos da produção de palmito como substrato para plantas. *Horticultura brasileira*, 28:282-286, 2010.

FERNANDES, C.; ARAÚJO, J. A. C.; CORÁ, J. E. Impacto de quatro substratos e parcelamento de fertirrigação na produção de tomate sob cultivo protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 20:559-563, 2002.

FREITAS, D. A.; ANDREANI JR, R.; KOZUSNY-ANDREANI, D. I. Utilização de substratos alternativos na produção de mudas de alface. *Cultivando o saber*, 6:1-9. 2013b.

FREITAS, G. A.; SILVA, R. R.; BARROS, H. B.; VAZ-DE-MELO, A.; ABRAHÃO, W. A. P. Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos. *Ciência Agronômica*, 44:159-166. 2013a.

FURLANI, P. R.; FERNANDEZ JÚNIOR, F. Cultivo hidropônico de morango em ambiente protegido. In: II Simpósio Nacional do Morango & Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul. Embrapa, Pelotas, p. 102-115, 2004 (Documentos 124).

GONÇALVES, M.; GUERRREIRO, M. C.; BIANCHI, M. L.; OLIVEIRA, L. C. A.; PEREIRA, E. I.; DALLAGO, R. M. Produção de carvão a partir de resíduo de erva-mate para a remoção de contaminantes orgânicos de meio aquoso. *Ciênc. Agrotec. Lavras*, 31:1386-1391. 2007.

HARTIGAL, L. The preparation of artificial soils based on peat materials for growing under glass and plastics. *Acta horticulturae*, wageningen, 50:143-145, 1975.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura, 2016. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289#resultado>> Acesso em 26 de jan. de 2018.

INSTRUÇÃO NORMATIVA SDA nº 17, de 21 de maio de 2007. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2007.

KÄMPF, A. N. Evolução e perspectivas do crescimento do uso de substratos no Brasil. In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, M. A. N. (Ed.). *Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato*. Viçosa: UFV, 2004. p.3-10.

KLEIN, C. Utilização de substratos alternativos para produção de mudas. *Energias Renováveis*, 4:43-63, 2015.

KRATZ D.; WENDLING I.; PIRES P.P. Miniestquia de *Eucalyptus benthamii* x *E. dunnii* em substratos à base de casca de arroz carbonizada. *Scientia Forestalis*, 40:547-556. 2012.

LAZZAROTTO, J. J.; FIORAVANÇO, J. C. Produção de morango em sistema semi-hidropônico: estudo de caso para avaliar indicadores econômico-financeiros e riscos associados. VIII Congresso Virtual Brasileiro de Administração - Convibra Administração, 2011.

LIMA, J. D.; MORAES W. S.; MENDONÇA, J. C.; NOMURA, E. S. Resíduos da agroindústria de chá preto como substrato para produção de mudas de hortaliças. *Ciência Rural*, Santa Maria, 6:1609-1613, 2007.

LOPES, J. L. W.; BOARO, C. S. F.; PERES, M. R.; GUIMARÃES, V. F. Crescimento de mudas de alface em diferentes substratos. *Biotemas*, p. 19-25, 2007.

LORENZETT, D. B.; NEUHAUS, M.; SCHWAB, N. T. Gestão de resíduos e a indústria de beneficiamento de arroz, 2012 in PIRES, T.C. et al. Produção de Papel Compósito com Casca de Arroz para Aproveitamento da Biomassa Residual. In: 17º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS (CBECIMat), 15 a 19 de Nov. 2006.

MAAS, E. F.; ADAMSON, R. M. Peat bark and sawdust mixtures for nursery substrates. *Acta Horticulturae*, Wageningen, 82:174-151, 1975.

MALDONADE, I. R.; MATTOS, L. M.; MORETTI, C. L. Manual de boas práticas agrícolas na produção de alface. Embrapa Hortaliças. Brasília-DF, 2014.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Normas Técnicas, 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/producao-integrada/normas-tecnicas>>. Acesso em: 17 de fev. de 2018.

MARINHENSKI, V. A produção de erva mate (*Ilex paraguariensis*) no contexto da agricultura familiar no município de Cruz Machado – PR. *Produção e Desenvolvimento*, 3:1-11, 2017.

MEDEIROS, C. A. B.; STRASSBURGER, A. S.; ANTUNES, L. E. C. Avaliação de substratos constituídos de casca de arroz no cultivo sem solo de morangueiro. *Horticultura Brasileira*, v. 26, nº 2, 2008.

NAIKA, S.; JEUDE, J. V. L.; GOFFAU, M.; HILMI, M.; DAM, B. V. A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização. Wageningen, 2006.

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

REDIN, C. J.; REDIN, E. A cadeia produtiva do Tabaco em Arroio do Tigre/RS. 2012.

REISSMANN, C. B., DA ROCHA, H. O., KOEHLER, C. W., DE LIMA, R., CALDAS, S., & HILDEBRAND, E. E. Bio-elementos em folhas e hastes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) sobre cambissolos na região de Mandirituba. *Floresta*, 14:49-54, 1983.

SCHMILEWSKI, G. K. Quality control and use of composed organic wastes as component for growing media in the Federal Republic of Germany. *Acta Horticulturae*, Wageningen, 294:89-98, 1991.

SEAB - Secretaria de Estado e do Abastecimento. DERAL. Departamento de Economia Rural. Produtos Florestais – Erva Mate, 2014.

SILVA, E. A.; MENDONÇA, V.; TOSTA, M. S.; OLIVEIRA, A. C.; REIS, L. L.; BARDIVIESSO, D. M. Germinação de semente e produção de mudas de cultivares de alface em diferentes substratos. *Ciências Agrárias*, 29:245-254. 2008.

SILVA, M. M.; SILVA, V. J.; RODRIGUES, M. G. F. Caracterização da cinza da casca de arroz visando sua aplicação na adsorção de poluentes orgânicos. In: 2º Congresso Químico do Brasil, 2012, Natal. 2º Congresso Químico do Brasil, 2012.

SILVEIRA, R. L. L. A cultura do tabaco na Região Sul do Brasil: dinâmica de produção, organização espacial e características socioeconômicas. *Geografia Ensino & Pesquisa*, 19:23-40, 2015.

SOUSA, A. P. Avaliação do uso da borra de erva-mate para recuperação do solo de plantio de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St Hil.). Dissertação, UFPR - Curitiba, 2013.

SOUZA SOBRINHO, H. B. Utilização de resíduos industriais como substratos de baixo custo para a produção de biossurfactante por *Candida sphaerica*. Recife, 2007.

SOUZA, F. X. Casca de arroz carbonizada: um substrato para a propagação de plantas. *Rev. Lavoura Arrozeira*. V. 46, nº 206, p. 11, 1993.

SOUZA, L. S.; VELINI, E. D.; MAIOMONI-RODELLA, R. C. S. Efeito alelopático de plantas daninhas e concentrações de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial de eucalipto (*Eucalyptus grandis*). *Planta daninha*, 21:343-354, 2003.

TATSCH, FERNANDA ROBERTA PEREIRA; GONÇALVES, VERIDIANA CARDOZO; MEURER, Egon José. Alumínio total e solúvel em amostras de erva-mate comercializadas no Rio Grande do Sul. *Scientia Agraria*, 11:083-086, 2010.

TRANI, P. E.; FELTRIN, D. M.; POTT, C. A.; SCHWINGEL, M. Avaliação de substratos para produção de mudas de alface. *Horticultura Brasileira*, p. 256-260. 2007.

ZANELLO, C. A.; CARDOSO, J. C. Resíduos compostados como substrato para produção de petúnia x híbrida. *Rev. Bras. De Agropecuária Sustentável*. 6:46-53. 2016.

ZORZETO, T. Q.; DECHEN, S. C. F.; ABREU, M. F.; FERNANDES JÚNIOR, F. Caracterização física de substratos para plantas. *Bragantia*, v. 73, n. 3, p. 300-311, 2014.

ZORZETO, T. Q.; FERNANDES JÚNIOR, F.; DECHEN, S. C. F. Substratos de fibra de coco granulada e casca de arroz para a produção do morangueiro 'Oso Grande'. Revista Scielo, v.75, n. 2, p. 222-229, 2016.