

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO DO AGRONEGÓCIO

MARIE PROENÇA DE ABREU

USO DO FRASS COMO COMPONENTE DE SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE
MUDAS DE RABANETE

Lages

Fevereiro de 2025

MARIE PROENÇA DE ABREU

USO DO FRASS COMO COMPONENTE DE SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE
MUDAS DE RABANETE

Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Gestão do Agronegócio, Câmpus Lages, do Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do diploma de Tecnólogo em Gestão do Agronegócio

Orientadora: Luciane Costa de Oliveira, Dra.

Lages

Fevereiro de 2025



DE ABREU, MARIE PROENÇA

Uso do FRASS como componente de Substrato para produção de mudas de Rabanete / MARIE PROENÇA DE ABREU ; orientador, LUCIANE COSTA DE OLIVEIRA, 2025.

43 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Lages, Graduação em Gestão do agronegócio, Lages, 2025.

Inclui referências.

1. Gestão do agronegócio. 2. Ciências Agrárias. 3. FRASS de inseto. 4. Bioinsumo. 5. Economia Circular. I. DE OLIVEIRA, LUCIANE COSTA. II. Instituto Federal de Santa Catarina. Graduação em Gestão do agronegócio. III. Título.

USO DO FRASS COMO COMPONENTE DE SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE
MUDAS DE RABANETE

MARIE PROENÇA DE ABREU

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão do Agronegócio, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Lages, 10 de Fevereiro de 2025.

Prof. Luciane Costa de Oliveira, Dra. Orientadora
Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Lages

Prof. Fernando Domingos Zinger, Dr. em Produção Vegetal
Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Lages

Prof. Gesieli Priscila Buba, Dra. em Produção Vegetal
UDESC, Centro de Ciências Agroveterinárias, Câmpus Lages

Dedico este artigo, este estudo a Arlindo Rodrigo Varela, biólogo, pai; dedico também a Cláudia Silva Proença, Pedagoga e mãe; e a José Vieira Proença, o homem mais inteligente que já conheci, e vô. Minhas fontes de inspiração.

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho não teria sido possível sem o apoio de muitas pessoas que, com dedicação e generosidade, contribuíram para a realização deste projeto.

Primeiramente, a meus pais, Cláudia Silva Proença e Arlindo Rodrigo Varela, pelo apoio e incentivo desde sempre.

Um agradecimento em especial a minha Orientadora deste trabalho, Luciane Costa de Oliveira, por me orientar, dar sugestões e incentivo constante, que foram fundamentais para a conclusão do projeto.

Também agradeço aos professores Fernando Domingos Zinger e Gesieli Priscila Buba, por aceitarem meu convite para compor a minha banca.

Agradeço imensamente ao Lindomar Fagundes Júnior, pela disposição e dedicação ao me ajudar com os experimentos, juntamente com Rute Gonzalez Ribaya e Wallace Tafarel de Souza, colegas da Gestão do Agronegócio e também, a nossa queridíssima Janaína Muniz que é Técnica Agrícola, que está sempre querendo nos ajudar de alguma forma.

Por último, quero agradecer a professora Joelma Kremer e Suellen Borges de Lannes por toda a orientação e dicas de elaboração de Trabalho de Conclusão de Curso.

“Alimente o solo e deixe que o solo alimente as plantas.”

(William A. Albrecht, Ph.D., 2015)

RESUMO

A produção de mudas é uma das etapas mais importantes no cultivo de espécies hortícolas. O substrato assume uma importância crucial na produção de mudas de qualidade, onde componentes alternativos para uso como substrato - disponíveis em quantidade e a pouca distância dos centros produtores - são constantemente avaliados para diminuir os custos. No câmpus Lages há uma biofábrica, cujo propósito é testar a biodegradação de resíduos agroindustriais por insetos (mosca soldado negra), tendo como subproduto o FRASS (excreta dos insetos), com potencial de utilização como componente de substratos. O objetivo foi avaliar parâmetros físicos e químicos de substratos hortícolas preparados com diferentes proporções de dois tipos de FRASS, em misturas com substrato comercial, na germinação e crescimento de plantas de rabanete. Quanto à caracterização física e química, ambos os FRASS utilizados como componentes nas misturas, apresentaram valores de densidade, pH e CE dentro dos valores aceitáveis para produção de mudas em recipientes. No crescimento das plantas, o uso de FRASS 1, oriundo da compostagem da agroindústria, apresentou resultados significativamente superiores ou iguais ao do FRASS 2, apresentando-se como uma alternativa viável para compor misturas em substratos para produção de mudas.

Palavras-Chave: biodegradação; mosca soldado; bioinsumo.

ABSTRACT

Seedling production is one of the most important stages in the cultivation of horticultural species. The substrate assumes a crucial importance in the production of quality seedlings, where alternative components for use as substrate - available in quantity and within walking distance of production centers - are constantly evaluated to reduce costs. On the Lages campus there is a biofactory, whose purpose is to test the biodegradation of agro-industrial waste by insects (black soldier fly), with FRASS (insect excreta) as a by-product, with the potential for use as a component of substrates. The objective was to evaluate physical and chemical parameters of horticultural substrates prepared with different proportions of two types of FRASS, in mixtures with commercial substrate, on the germination and growth of radish plants. Regarding physical and chemical characterization, both FRASS used as components in the mixtures presented density, pH and EC values within acceptable values for seedling production in containers. In plant growth, the use of FRASS 1, originating from agro-industry composting, showed results significantly superior to or equal to those of FRASS 2, presenting itself as a viable alternative for composing mixtures in substrates for seedling production.

Keywords: biodegradation; soldier fly; bioinsumo.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ciclo de vida da Mosca Soldado.....	20
Figura 2 - Larvas de Mosca Soldado Negro produzindo FRASS.....	24
Figura 3 - Germinação, emergência dos cotilédones e abertura das folhas verdadeiras.....	27
Figura 4 - Comprimento de raiz, largura e comprimento de folha e altura de parte aérea.....	28
Figura 5 - Diâmetro do colo das plantas.....	29
Figura 6 - Peso fresco e peso seco de raiz e parte aérea.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Densidade úmida (DU), densidade seca (DS), pH e condutividade elétrica (CE), dos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1, FRASS 2 e substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 01.....	25
Tabela 2 - Densidade úmida (DU), densidade seca (DS), pH e condutividade elétrica (CE), dos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1, FRASS 2 e substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 02.....	30
Tabela 3 - Comprimento de raiz (g), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 01. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas.....	31
Tabela 4 - Altura de parte aérea, das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 01.....	31
Tabela 5 - Diâmetro de colo (cm), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 01. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas.....	32
Tabela 6 - Diâmetro de colo (cm), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 01. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas.....	32
Tabela 7 - Comprimento de folha (cm), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 01. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas.....	33
Tabela 8 - Largura de folha (cm), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 01. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas.....	33
Tabela 9 - Peso fresco de raiz (g), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 01. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas.....	34
Tabela 10 - Peso fresco de parte aérea (g), das plantas cultivadas nos substratos	

obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 01. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas..... 34

Tabela 11 - Comprimento de raiz (cm), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 02. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas..... 35

Tabela 12 - Comprimento de raiz (cm), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 02. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas..... 35

Tabela 13 - Altura de parte aérea (cm), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 02. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas..... 35

Tabela 14 - Comprimento de folha (cm), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 02. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas..... 36

Tabela 15 - Largura de folha (cm), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 02. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas..... 36

Tabela 16 - Peso fresco de raiz (g), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 02. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas..... 37

Tabela 17 - Peso fresco de parte aérea (g), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 02. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas..... 37

Tabela 18 - Diâmetro de colo (cm), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 02. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas..... 38

Tabela 19 - Diâmetro de colo (cm), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 02. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas..... 38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CE - Condutividade Elétrica

DE - Densidade Seca

DU - Densidade Úmida

ETE - Estação de Tratamento de Efluentes

MAPA - Ministério da Agricultura e Agropecuária

SC - Santa Catarina

SC - Substrato Comercial

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Objetivos.....	14
1.1.1 Objetivo geral.....	14
1.1.2 Objetivos específicos.....	15
2 DESENVOLVIMENTO.....	15
2.1 FRASS de inseto.....	15
2.1.1 Biotransformação do FRASS.....	15
2.2 O uso do FRASS na agricultura.....	16
2.3 Mosca Soldado.....	17
2.3.1 Ciclo de Vida da Mosca Soldado.....	18
2.4 Caracterização de substratos para o desenvolvimento de mudas hortícolas.....	19
2.5 Economia circular no agronegócio.....	21
3 METODOLOGIA.....	22
3.1 Experimento 1.....	24
3.2 Experimento 2.....	29
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	30
5 CONCLUSÃO.....	39
REFERÊNCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

A produção de mudas é uma das etapas mais importantes no cultivo de espécies hortícolas. O substrato assume uma importância crucial na produção de mudas de qualidade, onde componentes alternativos para uso como substrato - disponíveis em quantidade e a pouca distância dos centros produtores - são constantemente avaliados para diminuir os custos. O alto custo dos insumos na agricultura tem levado a constantes buscas por menor dependência externa, uso de produtos mais sustentáveis e soluções de problemas da propriedade dentro dela mesmo (Scremin-Dias et al., 2006).

Do ponto de vista agrônomo, o trabalho teve o objetivo de avaliar o desenvolvimento e a produtividade de plantas utilizando o FRASS como componente do substrato. Do ponto de vista ambiental, teve o objetivo de utilizar um rejeito agroindustrial - potencialmente poluidor - como bioinsumo na produção de plantas. Do ponto de vista econômico, o trabalho teve o propósito de transformar um “problema” em “solução”, gerando um produto que circule novamente no setor produtivo, gerando renda.

No câmpus Lages do IFSC foi implantada uma biofábrica, cujo propósito é testar a biodegradação de resíduos agroindustriais por insetos. Como produto dessa biodegradação obtém-se o FRASS (excreta dos insetos), que possui potencial como bioinsumo. A fim de caracterizar e testar o FRASS na produção de plantas, diferentes proporções do mesmo foram adicionadas em misturas com substrato comercial.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Caracterizar física e quimicamente dois tipos de FRASS e avaliar diferentes proporções deles adicionados em misturas com substrato comercial, na produção de plantas de rabanete.

1.1.2 Objetivos específicos

- Desenvolver fundamentação teórica sobre o tema de pesquisa;
- Avaliar o crescimento de plantas de rabanete em dois tipos diferentes de FRASS;
- Testar diferentes proporções de FRASS na composição de substratos para produção de mudas de rabanete;
- Avaliar o pH e a condutividade elétrica de cada componente do substrato e das misturas de ambos; e
- Avaliar a porcentagem de germinação, a altura, o diâmetro do colo, o número de folhas, o comprimento de raiz, o peso fresco e o peso seco de raiz e parte aérea de plantas de rabanete.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 FRASS de inseto

FRASS é um termo utilizado para descrever o material de excreta de insetos, que é utilizado na agricultura como um fertilizante biológico por conta de seu valor nutricional alto para o contribuir com o desenvolvimento de plantas. Sua composição contém nutrientes como: nitrogênio, fósforo, potássio - em comparação com o esterco que é utilizado como fertilizante de forma tradicional -, considerados todos fundamentais para um desenvolvimento e crescimento adequado de plantas (Freitas et al., 2023).

2.1.1 Biotransformação do FRASS

O excremento de inseto é composto por uma mistura de fezes de inseto, ingredientes alimentares em decomposição e ovos mortos. Seu processo biológico inicia-se na criação dos insetos que vão se alimentar dos resíduos orgânicos ofertados a eles. Através de sua alimentação, eles vão transformar os resíduos em

proteína, que podem ser utilizados, também, na alimentação animal. Com esse processo, os resíduos orgânicos vão ser reaproveitados como um adubo orgânico (Insect Protein, 2025). Esse processo pode levar em média de 21 a 30 dias até poder ser utilizado como fertilizante biológico.

A oviposição de fêmeas ocorre em coletores de madeira, são estimuladas por cascas de frutas frescas, como a banana que são adicionadas ao lado dos coletores. Após, os coletores são removidos das gaiolas todos os dias alocados em bandejas com substrato à base de cascas para a eclosão dos ovos. Quando eclodidos os ovos, os neonatos são mantidos cerca de 5 dias na dieta e depois são dispostos em resíduos de agroindústrias, por exemplo (Martins, 2023).

O resíduo de agroindústrias é disposto em bandejas menores com uma capacidade em média de 40 kg e para cada quilo são adicionadas cerca de 2.000 larvas com mais ou menos 5 dias de vida. Por semana são adicionados na proporção de, no máximo, 1% do peso do farelo de trigo para reduzir a dieta. Depois de mais ou menos 21 dias, as larvas vão iniciar a fase de pré-pupa e o resíduo será transformado em FRASS, prontos para serem utilizados na produção de mudas hortícolas.

2.2 O uso do FRASS na agricultura

Fertilizantes orgânicos, como o FRASS, geralmente possuem uma fonte rica em compostos promotores de crescimento e, nos últimos anos, vêm tendo uma atenção especial, sendo eles chamados compostos bioativos. Eles, por sua vez, são responsáveis por fornecer nutrientes minerais para as plantas, ou seja, para um desenvolvimento adequado de plantas. Ainda sobre os compostos bioativos, eles podem conter substâncias como aminoácidos, substâncias húmicas, fitohormônios, além de um grupo diversificado de microrganismos (Lopes et al., 2022).

Quando aplicadas ao solo, essas substâncias estimulam o metabolismo das plantas e, assim, melhoram o crescimento das plantas como um todo.

Um aspecto considerável do uso de excrementos de insetos, como o FRASS, é o grande potencial repelente de doenças nas plantas. Essa característica se dá a bioestimulantes (compostos bioativos e microrganismos) e aos compostos ricos em

quitina, um polissacarídeo estrutural encontrado em vários artrópodes (Lopes et al., 2022).

Dentre os benefícios do FRASS, podemos destacar o estímulo ao crescimento, desenvolvimento e fortalecimento das plantas e do sistema imunológico delas.

Os insetos passam por vários estágios de sua vida, de seis ou sete instares larvais, em que pode-se incluir o estágio da pré-pupa e estágio final, seguindo o estágio de pupa, onde torna-se um inseto adulto.

Existe um mecanismo de defesa na quitina, que apresenta características supressoras de doenças no solo, e isso se deve à presença de quitina em casca de ovos dos nematóides e em paredes celulares de patógenos fúngicos nas plantas. Dessa forma, quando materiais ricos em quitina se misturam no solo, pode ocorrer o aumento de microrganismos quitinolíticos no solo e promover a inativação de fungos e nematóides (Lopes et al., 2022).

Segundo dados da Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento, no Brasil aproximadamente 37 milhões de toneladas de resíduos orgânicos são descartados de forma inadequada por ano e, somente 1%, tem o tratamento e destino adequado. Diversos problemas ambientais ocorrem com o descarte incorreto desse material, podendo-se citar a produção de maus cheiros, gases poluentes e gases nocivos (Martins, 2023).

Pensando nisso, deve-se implementar projetos sustentáveis, visando a reutilização de matéria orgânica que foi descartada inadequadamente e gerando benefícios ambientais.

2.3 Mosca Soldado

Com a utilização da biodegradação que a Mosca Soldado Negra realiza, há uma contribuição ao fomento da economia circular pela transformação do substrato em fonte de proteína (Martins, 2023).

Há insetos que, em determinados estágios de seu ciclo de vida, atingem cerca de 77% em proteína e, isso representa uma alternativa compatível quando o

assunto é substituir fontes de proteínas de origem animal e vegetal. A Mosca-soldado-negro, por sua vez, é um inseto de grande interesse zootécnico, pois não transmite doenças para as plantas e não precisa de alimentação em seu estágio adulto. Ele pode ser encontrado em todas as regiões do mundo, porém ele se adapta melhor em temperaturas quentes, variando entre 28°C e 32°C. (Martins, 2023).

2.3.1 Ciclo de Vida da Mosca Soldado

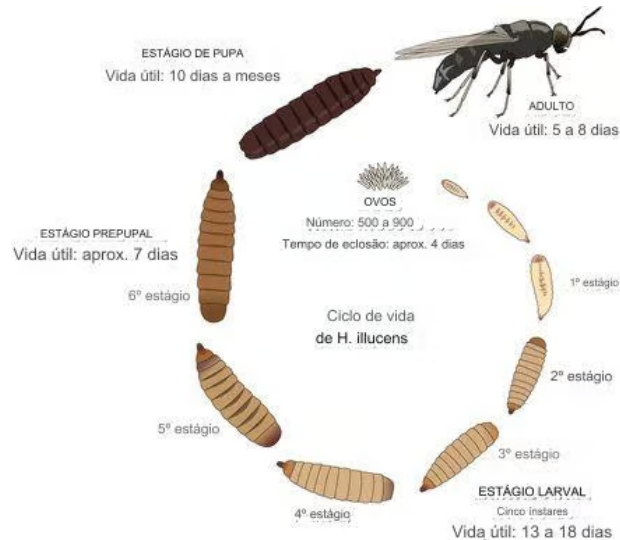
O ciclo de vida desse inseto inicia-se com a postura de ovos, em que as fêmeas depositam eles em locais ricos em matéria orgânica em decomposição, exemplo: em compostos, lixo ou esterco (Ekonavi, 2024).

Depois da eclosão, surgem as larvas, conhecidas por sua capacidade de consumir em grande quantidade matéria orgânica, reforçando sua importância no gerenciamento de resíduos.

Após, tem-se as pupas, que chegam na sua fase madura. É nessa fase que vão ocorrer mudanças internas.

Por último, a mosca se prepara para a fase adulta, tornando-se a conhecida Mosca Soldado. Suas características são suas asas largas, corpo preto e aparência desenvolvida. Além de não possuir aparelho bucal funcional, pois não se alimentam quando adultas. Assim, não são capazes de contaminar alimentos (Ekonavi, 2024)., como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 - Ciclo de vida da Mosca Soldado



Fonte: Ekonavi, 2023

2.4 Caracterização de substratos para o desenvolvimento de mudas hortícolas

Para preparar um substrato, é preciso conhecer a qualidade dos componentes que serão empregados, a partir da análise de suas propriedades físicas e químicas.

Algumas características, físicas e químicas, são cruciais para que um substrato dê condições adequadas para o crescimento vegetal e, entre elas, estão: retenção equilibrada de água, como boa drenagem, boa aeração e leveza; nível baixo a médio de fertilidade; homogeneidade de partículas: facilidade de manuseio; ser de fácil aquisição; e não deve conter patógenos e substâncias tóxicas. Estas características permitirão o bom desenvolvimento radicular e boa agregação do conjunto raiz-substrato (Scremin-Dias et al., 2006).

O substrato ou o meio de semeadura e crescimento pode ser de qualquer material, ou de mistura de materiais, sendo os resíduos orgânicos os mais utilizados, visto que a matéria orgânica é componente fundamental para que os substratos cumpram a sua finalidade básica (Padovani, 2006).

Mudas de qualidade dependem de vários fatores, sendo a composição dos substratos um fator de grande importância, pois a germinação de sementes, a iniciação radicular e o enraizamento estão diretamente ligados às características

químicas, físicas e biológicas do substrato (Caldeira et al., 2000).

Difícilmente se encontra um material com todas as características para o uso como substrato. Então, segundo Kämpf (2000), faz-se necessário o uso de condicionadores de substrato, que busca melhorar, de modo significativo, as propriedades do meio de cultivo. Por definição, o condicionador participa de uma mistura em fração igual ou menor que 50%.

Uma das características físicas mais importantes de um substrato é a densidade. Ela expressa a relação entre a massa e o volume do substrato e seu resultado, sendo importante para o cálculo e interpretações de outros valores analíticos relacionados ao volume (Fermino, 2014).

Quanto mais alta a densidade, mais difícil o cultivo no recipiente, quer por limitações no crescimento das plantas, quer pela dificuldade no transporte dos vasos ou bandejas (Kämpf, 2000).

Segundo Bunt (1974), substratos muito leves são indesejáveis quando a máxima estabilidade do recipiente é requerida, ao passo que materiais com alta densidade de volume tendem a ter menor volume de poros ocupados com ar. Valores de densidade seca entre 400 e 500 kg/m³, ainda hoje são tidos como referência.

Tendo em vista a diversidade de recipientes disponíveis para produção de mudas, Kämpf (2005), recomenda utilizar substratos com densidade seca de 100 a 300 kg/m³ para bandejas multicelulares, de 250 a 400 kg/m³ para vasos de até 15 cm de altura, de 300 a 500 kg/m³ para vasos de 20 a 30 cm de altura e de 500 a 800 kg/m³ para vasos maiores de 30 cm e/ou recipientes colocados ao ar livre.

Os substratos para a produção de mudas, do ponto de vista químico, são o meio adequado para a sua sustentação e retenção das quantidades suficientes e necessárias de água, oxigênio e nutrientes, além de apresentar pH compatível na faixa de 5,0 a 6,0 (Kämpf, 2000). Substratos na faixa ideal de pH irão proporcionar a absorção de todos os nutrientes que a planta necessita para o seu crescimento, ausência de elementos químicos em níveis tóxicos e condutividade elétrica adequada (Trigueiro e Guerrini, 2003; Scremin-Dias et al., 2006).

Sobre a Condutividade Elétrica (CE), ela possui um papel extremamente vital

para o desenvolvimento e crescimento das plantas, uma vez que serve como indicador da concentração de nutrientes no meio e auxilia no planejamento da fertilização. De uma forma geral, ela se faz importante na agricultura de precisão, contando com a facilidade e praticidade de analisá-la, bem como a economia de tempo e custo (Rabello et al., 2014).

Valores entre 2,0 e 3,5 mS.cm⁻¹ são considerados satisfatórios para a maioria das plantas, segundo Abad e Nogueira (1997), porém para a germinação de sementes e crescimento de plântulas os valores ideais são menores, entre 0,75 e 1,99 mS.cm⁻¹.

2.5 Economia circular no agronegócio

A chamada Economia Circular é uma abordagem econômica que busca reduzir o desperdício e maximizar o reaproveitamento de materiais, incentivando o uso ininterrupto de recursos, além de agregar maior valor para o produto, por conta de todo o seu diferencial, relacionando a preservação do meio ambiente e a ciclagem de matéria orgânica e resíduos gerados por indústrias. Diferentemente do tradicional ciclo de extração, produção e descarte, a economia circular visa converter resíduos e subprodutos em novos recursos, seja através da reutilização, reciclagem ou recuperação de materiais (Geissdoerfer et al., 2018).

A economia circular é uma alternativa que está em ascensão no mundo todo e se faz extremamente importante para a economia de extração, transformação e descarte, oferecendo assim, uma oportunidade em que a sociedade possa prosperar ao mesmo momento que reduz a dependência de materiais escassos e fontes de energia de natureza não renovável (CE100 Brasil, 2017).

Propostas mostram que a transição para uma economia circular tem um potencial enorme para contribuir para inovação e geração de valor no país. Com um mercado e sociedade ricos em características únicas, além de um capital natural incomparável, o Brasil apresenta-se como um ambiente propício para explorar oportunidades que possam fortalecer os capitais de cunho econômico, sociais e ambientais (CE100 Brasil, 2017).

Na agricultura, o uso de resíduos orgânicos como o FRASS de insetos, pode ser utilizado como bioinsumo. Esta estratégia completa o ciclo de nutrientes, diminui a necessidade de insumos sintéticos, incentiva práticas agrícolas mais sustentáveis e diminui impacto no meio ambiente (Mertenat et al., 2019).

Nesse caso, a economia circular e o uso do FRASS como fertilizante biológico contribui para diversos benefícios de grande significado, como o aumento da fertilidade do solo e melhor retenção da água (Freitas, 2023).

3 METODOLOGIA

O trabalho envolve uma pesquisa de natureza experimental, com enfoque quantitativo. A pesquisa é, também, exploratória, pois trata de algo pouco estudado, levantando informações sobre o comportamento das plantas e, descritiva porque descreve detalhadamente os fenômenos observados e suas características numéricas (Aragão, et al., 2017).

Sobre as moscas soldado (*Hermetia illucens*), o processo inicia com a criação e manutenção de larvas. As moscas adultas foram criadas em gaiolas de 50 centímetros de comprimento, 100 de altura e 50 de largura, correspondendo a um volume de aproximadamente 250 litros, alocadas dentro de uma estufa agrícola, com fotoperíodo artificial de 12 horas e temperatura entre 20°C - 30°C ± 5 e umidade entre 65% ± 5 (ver Figura 2).

Figura 2 - Larvas de Mosca Soldado Negro produzindo FRASS



. Fonte: Acervo pessoal dos autores (2024)

A oviposição das fêmeas foi feita em coletores de madeira, e estimuladas por cascas de banana frescas colocadas ao lado dos coletores, com dimensões de 33x4x1 cm, sobrepostas em 4 camadas. Os coletores foram retirados das gaiolas diariamente e alocados em bandejas com substratos a base de cascas de frutas e ração de frango com 15% de proteína bruta, para a eclosão dos ovos. Uma vez eclodidos, os neonatos eram mantidos até os 5 dias de vida nessa dieta e foram colocados nos resíduos agroindustriais.

Sobre a obtenção do **FRASS 1**, oriundo da compostagem do resíduo agroindustrial, foi coletado na empresa Vosso do Brasil, localizada no município de Lages-SC, nas coordenadas geográficas de latitude 27° 45' 12,70" e longitude S 50° 20' 13,55".

Sobre a obtenção do **FRASS 2**, oriundo do lodo do tratamento da estação de água, que é um resíduo agroindustrial, também foi coletado na empresa Vosso do Brasil. Após a coleta, o resíduo foi disposto em bandejas plásticas com capacidade para 40 kg, e imediatamente trazidos ao IFSC Lages, onde para cada kg de resíduos, foram adicionadas 2000 larvas com cinco dias de vida. Semanalmente,

eram adicionados na proporção de no máximo 1 % do peso, farelo de trigo para redução da umidade da dieta. Após 21 dias, as larvas já encontravam-se em fase de pré-pupas e o resíduo transformado em adubo (FRASS), sendo assim separado manualmente por peneiras, e então direcionados aos experimentos.

O trabalho foi desenvolvido na estufa agrícola do campus Lages do IFSC. Foram realizados 02 experimentos, sendo o primeiro 22/05/2024 a 20/06/2024 e o segundo em 05/07/2024 a 06/08/2024, utilizando duas fontes de FRASS, oriundas da biodegradação de dois resíduos, da mesma agroindústria: FRASS 1 (oriundo da compostagem) e FRASS 2 (oriundo do lodo da estação de tratamento). O tratamento testemunha será o substrato comercial Turfa Fértil, para ambos os experimentos.

3.1 Experimento 1

O experimento foi instalado na estufa agrícola do campus Lages do IFSC em 22/05/2024 e foi conduzido por 29 dias.

Com o objetivo de observar a resposta vegetal sob o cultivo com substratos à base de FRASS, doses crescentes de dois FRASS diferentes foram adicionados ao substrato comercial. Com a observação permanente do desenvolvimento vegetal, germinação - emergência - crescimento de folhas verdadeiras - sobrevivência - crescimento radicular, buscou-se observar a melhor proporção de FRASS a ser adicionado às misturas.

O experimento 01 foi realizado em bandejas de 162 células, sendo destinadas 18 células para cada um dos 5 tratamentos:

- T1F1: 100% Substrato Comercial (SC)
- T2F1: 75% SC : 25% FRASS 1 (F1)
- T3F1: 50% SC : 50% F1
- T4F1: 25% SC : 75% F1
- T5F1: 100% F1
- T1F2: 100% Substrato Comercial (SC)
- T2F2: 75% SC : 25% FRASS 2 (F2)
- T3F2: 50% SC : 50% F2
- T4F2: 25% SC : 75% F2

- T5F2: 100% F2

As misturas foram preparadas considerando volume:volume. Antes de preencher as células da bandeja, cada tratamento foi umedecido até a capacidade de campo e homogeneizado manualmente. Em cada célula foi adicionada 01 semente de rabanete (*Raphanus sativus*), da marca Feltrin, com ciclo rápido de germinação e crescimento de plantas. Esta foi a razão da escolha dessa espécie vegetal.

O experimento teve a duração de 29 dias e foi acompanhado diariamente durante as duas primeiras semanas, onde ocorreram a germinação, a emergência de plântulas e a abertura do primeiro par de folhas verdadeiras.

A irrigação foi realizada automaticamente durante todo o período.

Todas as misturas, bem como os componentes isolados, foram caracterizados química e fisicamente, a fim de conhecer cada material e sua resposta quando usado em misturas (Tabela 1). Todos os métodos utilizados para a realização das análises químicas e físicas seguiram a Instrução Normativa nº 17 do MAPA, de 21 de maio de 2007.

Na tabela 1 observa-se o menor valor e o maior valor em Condutividade elétrica. Sendo o menor T5F1 (0,35mS/cm) demonstrando melhor resultado em relação ao T4F1 e T5F2 (0,86mS/cm), FRASS 1 demonstra melhores resultados.

Tabela 1 - Densidade úmida (DU), densidade seca (DS), pH e condutividade elétrica (CE), dos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1, FRASS 2 e substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 01.

Tratamento	DU (kg.m⁻³)	DS (kg.m⁻³)	pH	CE (mS/cm)
T1F1	1323	238	4,7	0,84
T2F1	1027	337	5	1,63
T3F1	664	74	5,5	0,46
T4F1	740	137	5,5	0,86
T5F1	598	52	6,6	0,35

T1F2	1323	238	4,7	0,84
T2F2	902	309	5,1	1,52
T3F2	852	247	5,3	1,32
T4F2	627	138	5,9	0,84
T5F2	1323	118	6,5	0,86

T1F1: 100% Substrato Comercial; **T2F1:** 75% SC : 25% FRASS 1; **T3F1:** 50% SC : 50% F1; **T4F1:** 25% SC : 75% F1; **T5F1:** 100% F1; **T1F2:** 100% Substrato Comercial; **T2F2:** 75% SC : 25% FRASS 2; **T3F2:** 50% SC : 50% F2; **T4F2:** 25% SC : 75% F2; **T5F2:** 100% F2.

Análises realizadas de acordo com a IN 17 do MAPA, de 21 de maio de 2007: Métodos para análise de substratos para plantas e condicionadores de solo (Anexo).

Para avaliar a resposta das plantas ao uso de FRASS nas misturas, os seguintes parâmetros foram mensurados: taxa de germinação (%), comprimento de raiz (cm), comprimento e largura da folha mais desenvolvida (cm), altura de parte aérea (cm), diâmetro de colo (mm), número de folhas, peso fresco e seco de raiz (g), peso fresco e seco de parte aérea (g).

A germinação das plantas foi obtida observando diariamente os tratamentos até a emergência. A abertura do primeiro par de folhas verdadeiras também foi observada a fim de acompanhar a sobrevivência das plantas sem as reservas cotiledonares (Figura 3).

Figura 3 - Germinação, emergência dos cotilédones e abertura das folhas verdadeiras.



Fonte: Acervo pessoal dos autores (2024).

Para os valores de comprimento de raiz, largura e comprimento de folha e altura de parte aérea, foi utilizada uma fita graduada em centímetros e os indivíduos, após *toilet*, foram mensurados (Figura 4).

Figura 4 - Comprimento de raiz, largura e comprimento de folha e altura de parte aérea



. Fonte: Acervo pessoal dos autores (2024).

O diâmetro do colo das plantas de rabanete foi obtido com um paquímetro, no ponto de transição entre a raiz e a parte aérea. Os valores foram expressos em centímetros (Figura 5).

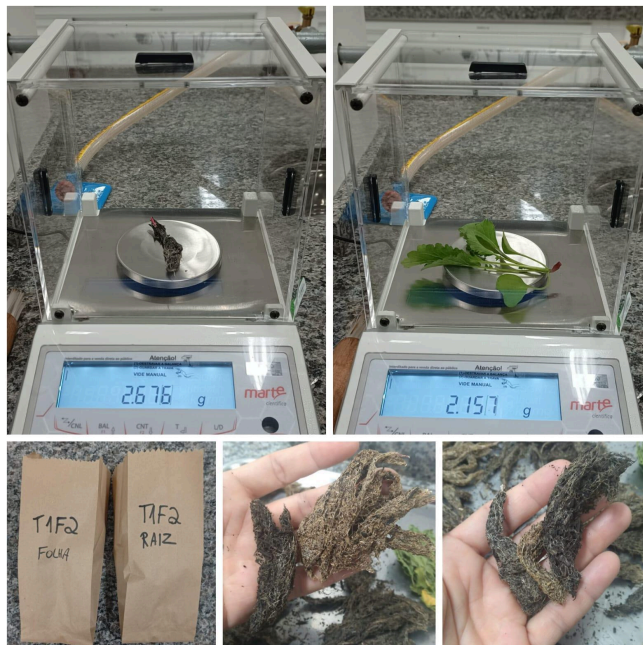
Figura 5 - Diâmetro do colo das plantas.



Fonte: Acervo pessoal dos autores (2024).

Peso fresco e peso seco de raiz e parte aérea foram obtidas a partir de pesagem e secagem em estufa a 65° C, até atingir peso constante (Figura 6).

Figura 6 - Peso fresco e peso seco de raiz e parte aérea.



Fonte: Acervo pessoal dos autores, (2024).

A partir da observação dos dados do experimento 01, foram selecionados os melhores tratamentos para dar continuidade na busca pela melhor dose do FRASS como componente de substrato. No primeiro experimento foram utilizadas doses maiores de FRASS nas misturas (25%, 50%, 75% e 100%) e no segundo, doses menores (15%, 30% e 50%), levando em consideração os melhores parâmetros agrônômicos observados no experimento anterior.

3.2 Experimento 2

O experimento foi instalado na estufa agrícola do câmpus Lages do IFSC em 05/07/2024 e foi conduzido por 31 dias.

Com o objetivo de observar a resposta vegetal sob o cultivo com substratos à base de FRASS do experimento 01, doses intermediárias referentes as melhores respostas das plantas foram adicionadas ao substrato comercial. Durante a condução, as mesmas variáveis foram observadas e posteriormente mensuradas: taxa de germinação (%), comprimento de raiz (cm), comprimento e largura da folha mais desenvolvida (cm), altura de parte aérea (cm), diâmetro de colo (cm), número

de folhas, peso fresco e seco de raiz (g), peso fresco e seco de parte aérea (g).

O experimento 02 foi conduzido em bandejas de 200 células, sendo destinadas 20 células para cada um dos tratamentos:

- **T1F1:** 15% FRASS 1 : 85% SC;
- **T2F1:** 30% FRASS 1 : 70% SC;
- **T3F1:** 50% FRASS 1 : 50% SC;
- **T1F2:** 15% FRASS 2 : 85% SC;
- **T2F2:** 30% FRASS 2 : 70% SC;
- **T3F2:** 50% FRASS 2 : 50% SC;
- **T4:** 100% substrato comercial.

Na tabela 2 observa-se o menor valor e o maior valor em Condutividade elétrica. Sendo o menor T3F2 (0,46mS/cm) demonstrando melhor resultado em relação ao T2F2 (1,63mS/cm), FRASS 2 se mostrou mais significativo.

Tabela 2 - Densidade úmida (DU), densidade seca (DS), pH e condutividade elétrica (CE), dos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1, FRASS 2 e substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 02.

Tratamento	DU (kg.m⁻³)	DS (kg.m⁻³)	pH	CE (mS/cm)
T1F1	1828	643	4,7	0,84
T2F1	1913	603	5,1	1,52
T3F1	1631	52	5,3	1,32
T1F2	1868	522	4,7	0,84
T2F2	1677	436	5,0	1,63
T3F2	1659	660	5,5	0,46
T4SC	1323	238	4,7	0,84

T1F1: 15% FRASS 1 : 85% SC; **T2F1:** 30% FRASS 1 : 70% SC; **T3F1:** 50% SC : 50% FRASS 1; **T1F2:** 15% FRASS 2 : 85% SC; **T2F2:** 30% FRASS 2 : 70% SC; **T3F2:** 50% SC : 50% FRASS 2; **T4:** 100% substrato comercial.

Análises realizadas de acordo com a IN 17 do MAPA, de 21 de maio de 2007: Métodos para análise de substratos para plantas e condicionadores de solo.

O delineamento experimental foi um fatorial, sem repetição. O teste de diferença entre médias utilizado foi Tukey, a 5% de significância.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para ambos os experimentos, com FRASS 1 ou com FRASS 2, os tratamentos que onde eles representavam 100% do substrato para o crescimento das plantas, houve baixa ou nenhuma germinação e sobrevivência. Portanto, os dados deles não foram adicionados às tabelas. Com exceção do T1F1 no primeiro experimento e do T4F1 no segundo experimento, onde a taxa de germinação foi 66,6%, nos demais tratamentos, em ambos os experimentos, a taxa de germinação foi de 100%.

Em relação às proporções do uso do FRASS, tanto 1 quanto o 2, como componente de substratos, observou-se que doses superiores a 50% da mistura comprometem o desenvolvimento das plantas, chegando a perda total dos indivíduos quando utilizados puros.

No primeiro experimento, proporções crescentes de FRASS foram adicionadas às misturas de substratos e o crescimento das plantas foram mensurados a fim de compor a melhor mistura.

O crescimento radicular foi significativo quando o FRASS, tanto 1 quanto 2, foi adicionado às misturas na proporção de até 50% (Tabela 03).

Tabela 3 - Comprimento de raiz (g), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 01. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas.

Comprimento de raiz (cm)	FRASS 1	FRASS 2
T1	11,61 Aa	10,12 Ab
T2	11,12 Aa	10,65 Aa
T3	11,54 Aa	11,04 Aa
T4	11,68 Aa	8,15 Bb

T1F1: 100% Substrato Comercial; **T2F1:** 75% SC : 25% FRASS 1; **T3F1:** 50% SC : 50% F1; **T4F1:** 25% SC : 75% F1; **T5F1:** 100% F1; **T1F2:** 100% Substrato Comercial; **T2F2:** 75% SC : 25% FRASS 2; **T3F2:** 50% SC : 50% F2; **T4F2:** 25% SC : 75% F2.

Letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A altura da parte aérea teve comportamento semelhante às raízes, onde a adição de FRASS nas misturas, em até 50%, incrementou na altura, sendo o FRASS 1 o que apresentou os melhores resultados.

Tabela 4 - Altura de parte aérea, das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 01.

Altura de parte aérea (cm)	FRASS 1	FRASS 2
T1	12,79 Ba	13,23 Ba
T2	14,44 ABa	15,70 Aa
T3	15,77 Aa	13,45 Bb
T4	14,61 ABa	9,1 Cb

T1F1: 100% Substrato Comercial; **T2F1:** 75% SC : 25% FRASS 1; **T3F1:** 50% SC : 50% F1; **T4F1:** 25% SC : 75% F1; **T5F1:** 100% F1; **T1F2:** 100% Substrato Comercial; **T2F2:** 75% SC : 25% FRASS 2; **T3F2:** 50% SC : 50% F2; **T4F2:** 25% SC : 75% F2.

Letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para diâmetro de colo o comportamento dos dados difere das demais variáveis avaliadas, pois não houve efeito de interação. Os efeitos de tratamento foram independentes dos tipos de FRASS. O tratamento T2 (com adição de 25% de FRASS) respondeu melhor independente do tipo de FRASS utilizado. Bem como, independente dos tratamentos, o FRASS 1 apresentou sempre os melhores resultados (Tabelas 05 e 06).

Tabela 5 - Diâmetro de colo (cm), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 01. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas.

Tratamentos	Diâmetro de colo (cm)
T1	0,29 AB
T2	0,33 A
T3	0,26 BC

T4

0,19 C

T1F1: 100% Substrato Comercial; **T2F1:** 75% SC : 25% FRASS 1; **T3F1:** 50% SC : 50% F1; **T4F1:** 25% SC : 75% F1; **T5F1:** 100% F1; **T1F2:** 100% Substrato Comercial; **T2F2:** 75% SC : 25% FRASS 2; **T3F2:** 50% SC : 50% F2; **T4F2:** 25% SC : 75% F2.

Letras distintas maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 6 - Diâmetro de colo (cm), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 01. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas.

Tipos de FRASS	Diâmetro de colo (cm)
1	0,30 A
2	0,24 B

Letras distintas maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

As folhas, tanto no seu comprimento quanto na sua largura, apresentaram diferenças significativas em relação aos diferentes tratamentos e diferentes tipos de FRASS, sendo os tratamentos com 25% e 50% os que demonstraram melhor desempenho (Tabelas 07 e 08).

E sobre o tipo de FRASS, o FRASS 1 (oriundo da compostagem) apresenta menor condutividade elétrica (0,35 mS/cm) que o FRASS 2 (0,86 mS/cm), o que indica menor concentração de sais, o que favorece as fases iniciais do cultivo de mudas, que são bastantes sensíveis a substratos mais salinos. A folha escolhida para a avaliação, foi a que apresentou melhor desenvolvimento visualmente, sendo analisada sempre pelo mesmo avaliador a fim de manter o mesmo critério.

Nas tabelas 09 e 10, onde o peso fresco de raiz e parte aérea são apresentados, a lógica dos resultados acompanha as variáveis citadas anteriormente.

Tabela 7 - Comprimento de folha (cm), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 01. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas.

Comprimento de folha (cm)	FRASS 1	FRASS 2
T1	6,46 Ba	7,30 ABa

T2	6,97 ABb	8,24 Aa
T3	8,00 Aa	6,63 Bb
T4	7,40 ABa	4,15 Cb

T1F1: 100% Substrato Comercial; **T2F1:** 75% SC : 25% FRASS 1; **T3F1:** 50% SC : 50% F1; **T4F1:** 25% SC : 75% F1; **T5F1:** 100% F1; **T1F2:** 100% Substrato Comercial; **T2F2:** 75% SC : 25% FRASS 2; **T3F2:** 50% SC : 50% F2; **T4F2:** 25% SC : 75% F2.

Letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 8 - Largura de folha (cm), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 01. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas.

Largura de folha (cm)	FRASS 1	FRASS 2
T1	3,65 Ba	3,61 Ba
T2	3,72 Bb	4,41 Aa
T3	4,33 Aa	4,05 ABa
T4	4,15 ABa	2,56 Cb

T1F1: 100% Substrato Comercial; **T2F1:** 75% SC : 25% FRASS 1; **T3F1:** 50% SC : 50% F1; **T4F1:** 25% SC : 75% F1; **T5F1:** 100% F1; **T1F2:** 100% Substrato Comercial; **T2F2:** 75% SC : 25% FRASS 2; **T3F2:** 50% SC : 50% F2; **T4F2:** 25% SC : 75% F2.

Letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 9 - Peso fresco de raiz (g), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 01. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas.

Peso fresco de raiz (g)	FRASS 1	FRASS 2
T1	1,76 Ab	2,46 Aa
T2	2,13 Aa	1,66 ABa
T3	1,83 Aa	1,59 Ba
T4	1,33 Aa	0,49 Cb

T1F1: 100% Substrato Comercial; **T2F1:** 75% SC : 25% FRASS 1; **T3F1:** 50% SC : 50% F1; **T4F1:** 25% SC : 75% F1; **T5F1:** 100% F1; **T1F2:** 100% Substrato Comercial; **T2F2:** 75% SC : 25% FRASS 2; **T3F2:** 50% SC : 50% F2; **T4F2:** 25% SC : 75% F2.

Letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 10 - Peso fresco de parte aérea (g), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 01. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas.

Peso fresco de parte aérea (g)	FRASS 1	FRASS 2
T1	1,97 Ca	1,98 Ba
T2	2,88 ABa	3,09 Aa
T3	3,39 Aa	3,17 Aa
T4	2,69 Ba	0,84 Cb

T1F1: 100% Substrato Comercial; **T2F1:** 75% SC : 25% FRASS 1; **T3F1:** 50% SC : 50% F1; **T4F1:** 25% SC : 75% F1; **T5F1:** 100% F1; **T1F2:** 100% Substrato Comercial; **T2F2:** 75% SC : 25% FRASS 2; **T3F2:** 50% SC : 50% F2; **T4F2:** 25% SC : 75% F2.

Letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para o experimento 02, houve o refinamento das proporções de FRASS adicionadas na mistura, decididas a partir dos resultados obtidos no experimento 01. Tendo como pressuposto que proporções superiores a 50% de FRASS nas misturas comprometeram o desenvolvimento das mudas, foram escolhidas doses de 15%, 30% e 50% como tratamentos.

O comprimento de raiz não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos e também entre os diferentes tipos de FRASS (Tabelas 11 e 12).

Tabela 11 - Comprimento de raiz (cm), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 02. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas.

Tratamentos	Comprimento de raiz (cm)
T1	5,77 A
T2	5,40 A
T3	6,03 A
T4	6,16 A

T1F1: 15% FRASS 1 : 85% SC; **T2F1:** 30% FRASS 1 : 70% SC; **T3F1:** 50% SC : 50% FRASS 1; **T1F2:** 15% FRASS 2 : 85% SC; **T2F2:** 30% FRASS 2 : 70% SC; **T3F2:** 50% SC : 50% FRASS 2; **T4:** 100% substrato comercial.

Letras distintas maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 12 - Comprimento de raiz (cm), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 02. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas.

Tipos de FRASS	Comprimento de raiz (cm)
1	5,69 A
2	5,99 B

Letras distintas maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 13 - Altura de parte aérea (cm), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 02. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas.

Altura de parte aérea (cm)	FRASS 1	FRASS 2
T1	5,12 Ab	6,09 Ba
T2	5,09 Ab	7,47 Aa
T3	5,31 Ab	6,85 ABa
T4	3,52 Ba	3,52 Ca

T1F1: 15% FRASS 1 : 85% SC; **T2F1:** 30% FRASS 1 : 70% SC; **T3F1:** 50% SC : 50% FRASS 1; **T1F2:** 15% FRASS 2 : 85% SC; **T2F2:** 30% FRASS 2 : 70% SC; **T3F2:** 50% SC : 50% FRASS 2; **T4:** 100% substrato comercial.

Letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 14 - Comprimento de folha (cm), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 02. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas.

Comprimento de folha (cm)	FRASS 1	FRASS 2
T1	2,67 Ab	4,73 Ba
T2	2,58 Ab	6,25 Aa
T3	2,72 Ab	6,06 Aa
T4	1,75 Ba	1,75 Ca

T1F1: 15% FRASS 1 : 85% SC; **T2F1:** 30% FRASS 1 : 70% SC; **T3F1:** 50% SC : 50% FRASS 1; **T1F2:** 15% FRASS 2 : 85% SC; **T2F2:** 30% FRASS 2 : 70% SC; **T3F2:** 50% SC : 50% FRASS 2; **T4:** 100% substrato comercial.

Letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 15 - Largura de folha (cm), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 02. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas.

Largura de folha (cm)	FRASS 1	FRASS 2
T1	1,41 Ab	1,9 Ba
T2	1,47 Ab	2,5 Aa
T3	1,56 Ab	2,6 Aa
T4	0,94 Ba	0,94 Ca

T1F1: 15% FRASS 1 : 85% SC; **T2F1:** 30% FRASS 1 : 70% SC; **T3F1:** 50% SC : 50% FRASS 1; **T1F2:** 15% FRASS 2 : 85% SC; **T2F2:** 30% FRASS 2 : 70% SC; **T3F2:** 50% SC : 50% FRASS 2; **T4:** 100% substrato comercial.

Letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 16 - Peso fresco de raiz (g), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 02. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas.

Peso fresco de raiz (g)	FRASS 1	FRASS 2
T1	0,29 Ab	0,39 Aa
T2	0,38 Aa	0,44 Aa
T3	0,34 Aa	0,22 Bb
T4	0,14 Ba	0,14 Ba

T1F1: 15% FRASS 1 : 85% SC; **T2F1:** 30% FRASS 1 : 70% SC; **T3F1:** 50% SC : 50% FRASS 1; **T1F2:** 15% FRASS 2 : 85% SC; **T2F2:** 30% FRASS 2 : 70% SC; **T3F2:** 50% SC : 50% FRASS 2; **T4:** 100% substrato comercial.

Letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 17 - Peso fresco de parte aérea (g), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 02. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas.

Peso fresco de parte aérea (g)	FRASS 1	FRASS 2
T1	0,54 Ab	0,69 Ba
T2	0,53 Ab	0,95 Aa
T3	0,55 Ab	0,80 Ba

T4	0,25 Ba	0,25 Ca
T1F1: 15% FRASS 1 : 85% SC; T2F1: 30% FRASS 1 : 70% SC; T3F1: 50% SC : 50% FRASS 1; T1F2: 15% FRASS 2 : 85% SC; T2F2: 30% FRASS 2 : 70% SC; T3F2: 50% SC : 50% FRASS 2; T4: 100% substrato comercial. Letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).		

O diâmetro de colo não apresentou diferença significativa entre os tratamentos e também entre os diferentes tipos de FRASS (Tabelas 18 e 19).

Tabela 18 - Diâmetro de colo (cm), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 02. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas.

Tratamentos	Diâmetro de colo (cm)
T1	0,28 A
T2	0,25 A
T3	0,21 A
T4	0,25 A

T1F1: 15% FRASS 1 : 85% SC; **T2F1:** 30% FRASS 1 : 70% SC; **T3F1:** 50% SC : 50% FRASS 1;
T1F2: 15% FRASS 2 : 85% SC; **T2F2:** 30% FRASS 2 : 70% SC; **T3F2:** 50% SC : 50% FRASS 2; **T4:**
 100% substrato comercial.

Letras distintas maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 19 - Diâmetro de colo (cm), das plantas cultivadas nos substratos obtidos a partir das misturas de FRASS 1 e FRASS 2, com substrato comercial Turfa Fértil, do experimento 02. Dados obtidos da média de 10 plantas avaliadas.

Tipos de FRASS	Diâmetro de colo (cm)
1	0,24 A
2	0,25 A

Letras distintas maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

De maneira geral, o uso do FRASS 1, oriundo da compostagem dos resíduos da agroindústria demonstrou melhores resultados na produção de plantas de rabanete quando comparado com o FRASS 2, oriundo do lodo da ETE.

A caracterização física dos componentes do substratos, em mistura ou isolados, apresentados nas tabelas 01 e 02, indicam que a densidade úmida e a

densidade seca estão dentro dos valores desejáveis para a produção de mudas em recipientes. Segundo Kämpf (2005), é recomendado utilizar substratos com densidade seca de 100 a 300 kg/m³ para bandejas multicelulares e entre 300 e 500 kg/m³ para vasos até 30 cm.

A caracterização química dos componentes do substratos, em mistura ou isolados, apresentados nas tabelas 01 e 02, indicam que o pH e condutividade elétrica estão na faixa adequada para germinação e crescimento de plantas, segundo Abad e Noguera (1997), que é abaixo de 2 mS/cm.

5 CONCLUSÃO

O trabalho desenvolvido inicia no câmpus Lages uma importante linha de pesquisa, com geração de conteúdo inovador e de alto potencial de aplicação na serra catarinense. A biofábrica de insetos, através da geração de FRASS oriundos de diferentes resíduos agroindustriais, traz soluções eficientes e sustentáveis para passivos ambientais poluidores na região.

Os materiais foram caracterizados, isolados e em misturas, mensurando os principais parâmetros físicos (densidade úmida e seca) e químicos (pH e CE), os quais todos ficaram dentro das faixas adequadas para produção de mudas.

Sugere-se uma análise química de macro e micronutrientes, bem como elementos traços, a fim de se certificar de que não há contaminantes que comprometam a qualidade dos tipos de FRASS testados.

Do ponto de vista agrônomo, os parâmetros de crescimento vegetal avaliados, apresentaram bom desempenho até a proporção de 50% de FRASS nas misturas e o uso isolado dos mesmos não é indicado.

Como contribuição, o presente trabalho também trouxe o protocolo específico para análises de substratos, aprovado pelo MAPA em 2007, diferenciando as amostras de solo das amostras de substratos. Ainda há muito erro analítico e, conseqüentemente de interpretação, quando se analisa substratos com os mesmos métodos de análises de solos.

O FRASS 1, oriundo da compostagem dos resíduos da Vosso apresentou

melhor desempenho do que o FRASS 2, obtido do lodo da ETE da mesma agroindústria. Isso se deve a baixa concentração de sais no solo, que quanto menor a quantidade, melhor para a muda se desenvolver, principalmente em suas fases iniciais. Além da proteína que os resíduos agroindustriais tinham, que era a carne de frango, riquíssima em minerais como o potássio, que ajuda, também, para um desenvolvimento melhor da planta, nos confirmando a qualidade da muda por consequência, já que adquiriram os nutrientes necessários.

Diante desses resultados, pode-se confirmar a eficiência do FRASS utilizado como componente de substrato para produção de mudas de rabanete, dentro das proporções com melhor desempenho, até 50% da mistura, para fazer utilização na agricultura, pois é um produto viável.

Esse bioinsumo se faz muito importante a nível de mercado, uma vez que diminui a dependência em produtos sintéticos e químicos que vem de fora do Brasil, além de o FRASS possuir compostos que ativam os mecanismos de defesa das plantas, fazendo elas se tornarem resistentes à doenças.

REFERÊNCIAS

ABAD, M. **Los substratos en los cultivos sin suelo**. In: M. Urrestarazu, Ed. Manual del cultivo sin suelo, Universidad de Almería, España. 1997. p. 101 -147.

ARAGÃO, J; NETA, M. **Metodologia científica**. p. 18-47, 2017. Disponível em: <https://biblioteca.uniscd.edu.mz/bitstream/123456789/3223/1/eBook%20-%20Metodologia%20Cientifica.pdf>. Acesso em: 18 set. 2024.

BUNT, A. C. Some physical and chemical characteristics of loamless pot-plant substrates and their relation to plant growth. **Acta Horticulture**, Wageningen, n. 37, p. 1954-1965, 1974.

CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M. V.; BARICHELLO, L.R.; VOGEL, H.L.M.; HEINEN, R. et al. **Effects of Soil Organisms on Aboveground Plant-Insect Interactions in the Field: Patterns, Mechanisms and the Role of Methodology**. *Frontiers in Ecology and Evolution*. p. 1–15, 2018.

CE100 BRASIL. **Uma economia circular no Brasil: Uma abordagem exploratória inicial**. p. 10, 2017. Disponível em: <https://depositorioceds.espm.edu.br/wp-content/uploads/2021/04/UmaEconomiaCircularnoBrasil.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2025.

CIRILO, Nauan Ribeiro Marques et al. **Caracterização das folhas cotiledonares de cinco espécies arbóreas nativas da Caatinga**. 2023. p. 1167. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/230412887.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2024.

EKONAVI. **Ciclo de Vida da Mosca Soldado Negro**. 2024. Disponível em: <https://ekonavi.com/publicacoes/928da9e9-0bff-4f1c-8917-481970e95cb1>. Acesso em: 08 fev. 2025.

FERMINO, M. H. **Substratos: composição, caracterização e método de análise**. Guaíba: Agrolivros, 2014. 112p.

FREITAS, Caio Batista, et al., . **Utilização do FRASS na agricultura: benefícios e limitações**. cap. 4, 2023. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/utilizacao-do-frass-na-agricultura-beneficios-e-limitacoes.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2025.

GEISSDOERGER, M., SAVAGET, P., BOCKEN, NMP, & HULTINK, EJ (2018). **A economia circular – Um novo paradigma de sustentabilidade?** *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616321023?via%3Dihub> Acesso em: 26 out. 2024

INSECT PROTEIN. **Aplicações do do insect FRASS na agricultura.** 2025. Disponível em: <https://insectprotein.com.br/aplicacoes-do-insect-frass-na-agricultura/>. Acesso em: 8 fev. 2025.

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais.** Guaíba: Agropecuária, 2000. 254p.

LOPES et al. **Frass derivado de larvas de mosca soldado negra no tratamento de resíduos biodegradáveis: Uma revisão crítica e perspectivas futuras. Gestão de Resíduos.** p. 67 - 73, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X22000666>. Acesso em: 05 fev. 2025.

MARTINS, Isabela Parolis. **POTENCIAL DA INCLUSÃO DE FRANGO E INOCULANTES PREBIÓTICOS COMERCIAIS NA ALIMENTAÇÃO DE LARVAS DE MOSCA-SOLDADO-NEGRA (*Hermetia illucens*).** p. 15 - 35, 2023. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Isabela%20Parolis.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2025.

MERTEAT, A., DIENER S., & ZURBRUGG, C. (2019). **Tratamento de resíduos biológicos de mosca-soldado-negra - Avaliação do potencial de aquecimento global.** Waste Management 84, 173-181. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X18307293> Acesso em: 26 out. 2024.

PADOVANI, Vera Cristina Ramalho. **Composto de lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de árvores nativas e exóticas.** 2006. 158p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1605287>. Acesso em: 1 ago. 2024.

RABELLO, LM, BERNARDI, ACC e INAMASU, RY. **Condutividade elétrica aparente do solo .Revista de Agricultura de Precisão.** p. 55, 2014. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1003692/1/BERNARDI48.pdf> Acesso em: 03 de fev. 2025.

SCREMIN-DIAS, E.; KALIFE, C.; MENEGUCCI, Z.; SOUZA, P. **Produção de mudas de espécies florestais nativas: manual.** Ed: UFMS, Campo Grande, MS, Rede de Sementes do Pantanal, 56p. 2006.

TRIGUEIRO, R. M.; GUERRINI, I. A. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. Scientia Forestalis, Piracicaba, n. 64, p. 150-162, 2003.

VAN HUIS, A. (2020). **Insetos como alimento e ração, um novo setor agrícola emergente: Uma revisão.** Journal of Insects as Food and Feed , 6(1), 27-44.

Disponível em: <https://www.wageningenacademic.com/doi/epdf/10.3920/JIFF2019.0017?role=tab> Acesso em: 26 out. 2024.