

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL
CURSO DE AGRONOMIA**

KARLA THALIA DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO FRASS DE *Gryllus assimilis*
(ORTHOPTERA: GRYLLIDAE) E SUA APLICAÇÃO COMO BIOFERTILIZANTE
PARA CULTIVO DE MICROVERDES**

LARANJEIRAS DO SUL - PR

2023

KARLA THALIA DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO FRASS DE *GRYLLUS ASSIMILIS*
(ORTHOPTERA: GRYLLIDAE) E SUA APLICAÇÃO COMO BIOFERTILIZANTE
PARA CULTIVO DE MICROVERDES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia da Universidade Federal da
Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção
do título de Eng. Agrônomo.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Aline Pomari Fernandes

LARANJEIRAS DO SUL - PR

2023

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Silva, Karla Thalia da
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO FRASS DE Gryllus
assimilis (ORTHOPTERA:GRYLLIDAE) E SUA APLICAÇÃO COMO
BIOFERTILIZANTE PARA CULTIVO DE MICROVERDES / Karla
Thalia da Silva. -- 2023.
27 f.:il.

Orientadora: Doutora Aline Pomari Fernandes

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Laranjeiras do Sul, PR, 2023.

1. Biofertilizante de frass de grilo preto.. I.
Fernandes, Aline Pomari, orient. II. Universidade
Federal da Fronteira Sul. III. Título.

KARLA THALIA DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO FRASS DE *Gryllus assimilis*
(ORTHOPTERA: GRYLLIDAE) E SUA APLICAÇÃO COMO
BIOFERTILIZANTE PARA CULTIVO DE MICROVERDES**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia linha de formação em Agroecologia pela Universidade Federal da Fronteira Sul- *Campus* Laranjeiras do Sul (PR)


Orientador: Profa. Dra. Aline Pomari Fernandes

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 08/12/2023.

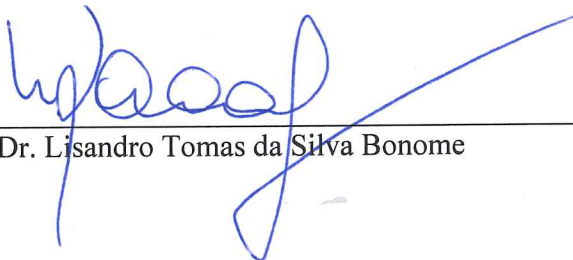
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Aline Pomari Fernandes



Profa. Dra. Claudia Simone Madruga Lima



Prof. Dr. Lisandro Tomas da Silva Bonome

Dedico este trabalho à minha família, que não poupou esforços para que eu pudesse concluir meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à professora Dr. Aline Pomari Fernandes, minha orientadora, por sua orientação sábia, paciência e apoio constante ao longo deste processo. Seus conhecimentos valiosos e feedbacks construtivos foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também ao professor Dr. Luciano Tormen por compartilhar seus conhecimentos, enriquecendo assim o presente trabalho.

À minha família e amigos, que foram uma fonte inesgotável de apoio emocional e encorajamento, expressei minha sincera gratidão.

Agradeço em especial a minha mãe, seu incentivo constante foi crucial para superar os desafios encontrados ao longo deste caminho acadêmico.

Por fim, agradeço à instituição de ensino por proporcionar o ambiente propício para a realização deste estudo.

Este trabalho não teria sido possível sem o apoio e colaboração de todos vocês. Muito obrigado por fazerem parte desta jornada.

RESUMO

O frass é um subproduto valioso das entomofarms. Esses excrementos surgem como uma fonte promissora de incremento na nutrição das plantas, no entanto, há poucas pesquisas sobre o uso de fertilizantes derivados de frass de grilos. Diante disso, o presente trabalho, tem por objetivo fazer a caracterização físico-química do frass oriundo de grilo preto (*Gryllus assimilis*), bem como, avaliar o potencial uso do frass como biofertilizante no cultivo de microverdes de beterraba (*Beta vulgaris*). A caracterização físico-química do frass foi realizada utilizando-se protocolos específicos para determinação de: pH, densidade seca, densidade úmida, umidade atual, condutividade elétrica, nutrientes (N, P, K, S, Na, Ca e Li) e proteínas. Para avaliação do frass como biofertilizante, utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, compreendendo quatro tratamentos (0, 10, 20 e 30% de frass) e 15 repetições. Cada unidade experimental foi composta por um gerbox com 50 glomérulos cada. Avaliou-se: tempo e percentual de germinação. Na caracterização físico-química o pH foi de 6,7 e a densidade úmida de 481 kg/m³. Os teores de nitrogênio, fósforo e potássio foram maiores que o exigidos para que um produto possa ser recomendado como biofertilizante. Os resultados indicaram efeito negativo no tempo e percentual de germinação de sementes de beterraba expostas a todas as concentrações de frass avaliadas. Desta forma, conclui-se que os substratos enriquecidos com o frass de grilos mostraram-se inviáveis para a produção de microverdes.

Palavras-chave: Fertilização; Beterraba; Adubação orgânica; Hortaliças.

ABSTRACT

Frass is a valuable byproduct of insect farms. These excrements emerge as a promising source of plant nutrition; however, there is limited research on the use of fertilizers derived from cricket frass. In light of this, the present study aims to characterize the physicochemical properties of frass from the black cricket (*Gryllus assimilis*) and assess the potential use of frass as a biofertilizer in the cultivation of beet microgreens (*Beta vulgaris*). The physicochemical characterization of frass was carried out using specific protocols for the determination of pH, dry density, wet density, current moisture, electrical conductivity, nutrients (N, P, K, S, Na, Ca, and Li), and proteins. For the evaluation of frass as a biofertilizer, a completely randomized experimental design was employed, comprising four treatments (0, 10, 20, and 30% frass) with 15 repetitions each. Each experimental unit consisted of a gerbox with 50 glomerules each. The parameters assessed included germination time and percentage. In the physicochemical characterization, the pH was 6.7, and the wet density was 481 kg/m³. Nitrogen, phosphorus, and potassium levels exceeded the requirements for a product to be recommended as a biofertilizer. However, the results indicated a negative effect on the germination time and percentage of beet seeds exposed to all evaluated concentrations of frass. Thus, it is concluded that substrates enriched with cricket frass are not viable for microgreen production.

Keywords: Fertilization; Beetroot; Organic fertilization; Vegetables.

LISTA DE TABELAS E ILUSTRAÇÕES

Tabela 1 - Atributos físicos do frass de <i>Gryllus assimilis</i>	18
Tabela 2 – Quantificação de nutrientes presentes no frass de <i>Gryllus assimilis</i>	20
Tabela 3 - Quantificação de proteínas e Li presentes no frass de <i>Gryllus assimilis</i> ..	20
Tabela 4 - Tempo de germinação e Média±EP do percentual de germinação de plântulas de beterraba cultivada em substrato enriquecido com diferentes quantidades de frass de grilos. Laranjeiras do Sul,PR,2023.....	22
Figura 1 – Frass de grilo peneirado.....	12
Figura 2 - Filtragem da suspensão para determinação da CE.....	14
Figura 3 - Semeadura dos glomérulos de <i>Beta vulgaris</i> L.....	17
Gráfico 1- Temperatura média dos substratos sob diferentes concentrações de frass de grilos.....	21

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 METODOLOGIA.....	12
2.1 LOCAL DE ESTUDO E OBTENÇÃO DO FRASS.....	12
2.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO FRASS.....	12
2.2.1 Umidade atual.....	12
2.2.2 Densidade.....	13
2.2.3 Condutividade elétrica.....	13
2.2.4 pH.....	14
2.2.5 Determinação de Nitrogênio e proteínas.....	14
2.2.6 Determinação de Lítio, Potássio, Sódio e Cálcio.....	15
2.2.7 Determinação de Fósforo.....	15
2.2.8 Determinação de Enxofre.....	16
2.3 UTILIZAÇÃO DE FRASS NO CULTIVO DE MICROVERDES DE BETERRABA.....	16
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
5 REFERÊNCIAS.....	24

1 INTRODUÇÃO

Projeções da Organização das Nações Unidas (ONU), prevêem que até o ano de 2050, a população mundial alcance o número de aproximadamente 9,7 bilhões de pessoas (NAÇÕES UNIDAS, 2022). Nesse contexto, pesquisadores apontam que a produção de alimentos será cada vez mais desafiadora, sendo necessária a exploração de alternativas alimentares como a entomofagia. Esta refere-se ao consumo de insetos, e pode ser uma solução sustentável para a crescente demanda de alimentos, além disso, pode servir como uma fonte de proteína para a população economicamente desfavorecida. Segundo a FAO, são consumidas mais de 1.900 espécies de insetos globalmente, sendo mais comum na China, África e Tailândia (FAO, 2011). No Brasil o consumo de insetos é mais apreciado na região Norte do país. Estudos científicos apontam que os insetos voltados para a alimentação humana possuem alto valor nutritivo, oferecendo uma quantidade de proteína muito superior quando comparado com outras fontes alimentares. Além disso, são ricos em vitaminas, fibras e minerais (KULMANN et al., 2020).

Além dos insetos criados para fins alimentícios, o excremento dos mesmos, chamado de "frass", é considerado um subproduto valioso das entomofarms, e conseqüentemente, com a necessidade de aumento na exploração da entomofagia, esse valioso subproduto irá ter um significativo aumento. Conforme indicado por Lovett et al. (2002), o frass apresenta uma quantidade superior de carbono quando comparado à camada de folhas no solo, além disso, o frass apresenta um teor de 3,73% de nitrogênio (BUKARI, 2021). A presença de frass no solo tem o potencial de influenciar tanto o processo de decomposição quanto a disponibilidade de nutrientes, como apontado por Weisser e Siemann (2004), o processo de decomposição é acelerado pois ocorre um aumento da atividade microbiana no solo.

Ademais, os excrementos produzidos pelos insetos constituem uma significativa fonte de nutrientes e a comunidade microbiana presente nesses resíduos podem abrigar microrganismos de grande valor para aplicação na agricultura (ARIAS, 2018). Tendo em vista a necessidade nutricional das plantas, principalmente em relação aos macronutrientes e micronutrientes que desempenham funções vitais no metabolismo das plantas, sendo essenciais para seu crescimento, desenvolvimento e reprodução, os excrementos de insetos surgem como uma fonte promissora para incrementar significativamente a sua nutrição. Alguns estudos constataram o aumento

no número folhas de algumas leguminosas quando adubadas com fertilizantes orgânicos (FATAHI et al., 2014). No entanto, nos dias atuais, são poucas as pesquisas sobre o uso de fertilizantes derivados de frass de insetos, com exceção das análises específicas para *Hermethia illucens* e *Tenebrio molitor* (BEESIGAMUKAMA et al., 2022). O conhecimento limitado sobre a estabilidade dos fertilizantes oriundos de frass dificulta a determinação de sua adequação para aplicação à campo. É de suma importância estudar a qualidade nutricional do frass e seu efeito no crescimento e desenvolvimento das plantas, para assim, futuramente, ser possível ter a ampliação de opções de biofertilizantes disponíveis no mercado, como alternativa para ser utilizado no sistema orgânico de cultivo, por exemplo.

Uma tendência no mercado atual são os microverdes, que são plantas em estágio inicial, apresentando uma versão em miniatura de plantas convencionais, caracterizados pelo desenvolvimento das primeiras folhas verdadeiras. O aumento da popularização dos microverdes se dá devido a gourmetização da culinária e pela sua alta concentração de nutrientes, minerais e vitaminas quando comparados com hortaliças de tamanho convencional (JANOVSKA et al., 2010). É importante destacar que, além dos aspectos nutricionais, os atributos sensoriais geralmente desempenham um papel significativo na aceitação de um produto alimentício pelo consumidor e na decisão de compra (XIAO et al., 2015), ao utilizar biofertilizante na produção de microverdes, pode resultar em um teor nutricional mais equilibrado e, potencialmente, com características sensoriais mais aprimoradas.

Diante disso, o presente trabalho, tem por objetivo realizar a caracterização físico-química do frass oriundo de grilo preto (*Gryllus assimilis*), e avaliar o seu potencial de uso como biofertilizante no cultivo de microverdes de beterraba (*Beta vulgaris* L.), visando contribuir para práticas agrícolas mais sustentáveis e eficientes.

2 METODOLOGIA

2.1 Local de estudo e obtenção do frass

O experimento foi realizado na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) *campus* Laranjeiras do Sul-PR, nos laboratórios de química e fertilidade do solo e de entomologia. O frass foi obtido da criação massal de *Gryllus assimilis* no laboratório de entomologia. Para tanto, durante as manutenções da criação o frass era retirado das caixas de criação, peneirado (Figura 1) e armazenado em geladeira até o momento de sua utilização sob temperatura de 25°C.

Figura 1 – Frass de grilo (*Gryllus assimilis*) peneirado



Fonte: Arquivo próprio (2023)

2.2 Caracterização físico-química do frass

2.2.1 Umidade atual

Para avaliação da umidade atual, foi feita a pesagem de uma amostra de 100 gramas de frass, logo em seguida a amostra foi seca em estufa à 65°C até obter massa constante. Após isso a amostra foi pesada novamente, e fez-se o cálculo para obter a umidade atual, onde: Umidade atual = [(massa úmida - massa seca) / massa úmida x 100].

2.2.2 Densidade

Para determinar a densidade do frass foi utilizado o método da autocompactação. Para tanto, utilizou-se uma proveta de 500 mL que foi preenchida até a marca de 300 mL com o frass na umidade atual. Posteriormente, a proveta foi solta, impulsionada unicamente pela sua própria massa de uma altura de 10 cm, consecutivamente por 10 vezes. Com uma espátula nivelou-se a superfície e leu-se o volume obtido. A partir disso, realizou-se a pesagem do material (em gramas), descontando a massa da proveta. Esse processo foi repetido três vezes, utilizando subamostras distintas. O resultado da média das medições foi expresso como um número inteiro. Para obter o valor da densidade úmida aplicou-se a seguinte fórmula: $D. \text{ úmida} = [\text{massa úmida/volume}] \times 1000$. E para obter o valor da densidade seca aplicou-se a seguinte fórmula: $D. \text{ seca} = D. \text{ úmida} \times [100 - \text{umidade atual}/100]$.

2.2.3 Condutividade elétrica

A fim de realizar a determinação da condutividade elétrica, foi coletada uma amostra do frass correspondente a 60 mL. A massa foi determinada utilizando a densidade aferida. Após isso, foi feita a transferência da amostra para um recipiente e adicionado 300 mL de água deionizada, o recipiente foi fechado e colocado no agitador de frascos tipo Wagner durante uma hora. Em seguida, foi feita a filtração da suspensão (Figura 2) com auxílio de um funil e papel filtro, após o término da filtração, esperou-se durante uma hora para medir a condutividade elétrica utilizando o condutímetro.

Figura 2 - Filtragem da suspensão para determinação da CE



Fonte: Arquivo próprio (2023)

2.2.4 pH

A determinação do pH do frass foi determinada de acordo com a metodologia proposta pela Instrução normativa SDA N°17, de 21 de maio de 2007 (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2007).

2.2.5 Determinação de Nitrogênio e proteínas

O teor de nitrogênio e de proteínas foi determinado pelo método de Kjeldahl, descrito por Cecchi (2003). A aproximadamente 0,5 g da amostra foi pesada e colocada, em tubo de digestão micro com 3,0 g de mistura catalítica (0,3:0,3: 6 em dióxido de titânio, sulfato de cobre e sulfato de potássio respectivamente), com 10 mL de ácido sulfúrico concentrado. A mistura foi aquecida lentamente até alcançar 350 °C e mantida sob aquecimento até a mudança de coloração de escuro para verde claro ou incolor. A mistura resultante da digestão foi transferida para um tubo macro Kjeldahl, adaptada ao sistema de destilação, e enquanto vapor de água era introduzido ao tubo contendo a amostra digerida, foi transferido hidróxido de sódio a 40% (m/v) até a mistura tornar-se marrom escura. O nitrogênio foi destilado e coletado em Erlenmeyer, contendo 20 mL da solução de ácido sulfúrico 0,05 mol/L (previamente padronizado), com 5 gotas do indicador vermelho de metila. Após a destilação o excesso de ácido sulfúrico foi retrotitulado com hidróxido de sódio 0,1 mol/L (previamente padronizado), até o aparecimento da coloração amarela. O

mesmo procedimento foi realizado para a prova do branco. O conteúdo de nitrogênio, das diferentes proteínas é de aproximadamente 16%. Após determinado o teor de nitrogênio, o teor de proteínas foi determinado usando fator de correção de 6,25. A análise foi realizada em triplicata.

A digestão das amostras para análise elementar foi realizada de acordo com procedimento descrito por SILVA (2009) com modificações. Aproximadamente 0,4 g da amostra foi medida em triplicata em tubos de digestão micro e adicionado 15 mL de mistura ácido nítrico e ácido perclórico (3:1). A mistura foi deixada em repouso por uma noite e posteriormente aquecida lentamente até 140 °C e mantida até o completo desprendimento de vapores marrons. Posteriormente a temperatura foi aumentada lentamente até 180 °C e mantida até o completo desprendimento de vapores brancos. Paralelamente foi preparado o branco contento em triplicata. A solução resultante foi diluída para 50 mL em tubo de polipropileno.

2.2.6 Determinação de Lítio, Potássio, Sódio e Cálcio

A determinação de Li, K, Na e Ca foi realizada em fotômetro de chama com filtro para esses elementos. Após a calibração com solução padrão de cada elemento foi introduzida a amostra após diluição apropriada. A análise foi realizada em triplicada.

2.2.7 Determinação de Fósforo

A determinação de fósforo foi realizada de acordo com procedimento descrito por LANA et al (2010) na prática 23. Foi preparado 50 mL de solução de molibdato de amônio diluindo 2 g do reagente em água destilada. Outra solução foi preparada pela dissolução de 0,1 g de carbonato básico de bismuto juntamente com 20 mL de água destilada e 13,9 mL de ácido sulfúrico concentrado. A solução de carbonato básico de bismuto foi transferida cuidadosamente sobre a solução de molibdado e de amônio e o volume foi aferido para 100 mL (solução A). A solução reativa para a determinação de fósforo foi preparada pela mistura de 0,35 g de ácido ascórbico e 40 mL de solução A e completado o volume para 250 mL. Em balões volumétricos de 10 mL foi adicionado 2 mL de solução digerida da amostra (previamente diluída), 6 mL da solução reativa para determinação de fósforo e volume foi completado com água. Após 30 minutos foi realizada medida de absorbância em 725 nm em espectrofotômetro. A calibração foi realizada por meio de curva padrão de fósforo (usando fosfato monobásico de potássio) nas concentrações de 0,0; 0,05, 0,1; 0,2; 0,4

e 0,6 mg L⁻¹ nas mesmas condições que as soluções da amostra foram preparadas. A análise foi realizada em triplicata descontando a absorvância do branco.

2.2.8 Determinação de Enxofre

A determinação de enxofre foi realizada de acordo com procedimento descrito por LANA et al (2010) na prática 25. Foi preparada solução de ácido clorídrico na concentração de 6,0 mol L⁻¹ contendo enxofre (a partir de sulfato de potássio) na concentração de 20 mg L⁻¹. Em tubos de ensaio foi adicionado na sequência 5 mL de solução digerida da amostra (previamente diluída), 0,5 mL da solução de ácido clorídrico contendo enxofre, 0,25 g de cloreto de bário dihidratado (granulometria entre 20 e 60 mesh) e homogeneizado em vortex por 30 segundos. Em até 8 minutos após a adição do cloreto de bário foi realizada a medida de absorvância da amostra em 420 nm em espectrofotômetro. A calibração foi realizada por meio de curva padrão de enxofre (usando sulfato de potássio) nas concentrações de 0,0; 1,0; 5,0; 10,0; 20; 30,0 e 50 mg L⁻¹ nas mesmas condições que as soluções da amostra foram preparadas. A análise foi realizada em triplicata descontando a absorvância do branco.

2.3 Utilização de frass no cultivo de microverdes de beterraba

Na produção dos microverdes foram utilizadas sementes de beterraba (*Beta vulgaris*) da cultivar Maravilha, provenientes da marca ISLA Sementes, as quais exibiam uma taxa de germinação de 95% e uma taxa de pureza de 99,7%, essas análises foram feitas em 22/03/2022 com validade de dois anos.

O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado, compreendendo quatro tratamentos (substrato; substrato+10% de frass; substrato+20% de frass e substrato+30% de frass) e quinze repetições, sendo cada repetição representada por um recipiente contendo 50 sementes.

A composição do substrato comercial abrange vermiculita, casca de pinus, cinzas, fibra de coco e casca de arroz (umidade: 50%, CE: 0,7 mS/cm, D: 320 kg/m³ e pH: 6,7).

Para posicionar os substratos nos recipientes, foram empregados os procedimentos descritos por Wieth et al. (2018), com adaptações. O recipiente empregado foi uma caixa de cultivo (gerbox) com dimensões de 11 cm x 11 cm, transparente e sem compartimentos, sendo que cada gerbox recebeu aproximadamente 140 gramas de substrato. A semeadura foi conduzida com 50 glomérulos por gerbox (Figura 3), e posteriormente, o substrato foi umedecido com 60 mL de água. Todos os tratamentos envolveram a esterilização dos substratos por meio

de autoclavagem a uma temperatura de 127 °C sob uma pressão de 1,5 Kg/cm², com duração de 2 horas, conforme descrito por Simões et al. (1970). O frass também foi esterilizado nas mesmas condições supracitadas.

A semeadura ocorreu em 2 de novembro de 2023. Após a preparação dos recipientes com substrato, os tratamentos foram mantidos em uma sala climatizada, sob temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas, onde foi utilizado fita led como fonte de luz com uma distância de 20cm dos gerbox. A temperatura do substrato (máxima, média e mínima) foi aferida durante 6 dias, a cada 12 horas, utilizando um termômetro. Além disso, os parâmetros avaliados foram: índice de velocidade de germinação e percentual de germinação. Este último foi submetido as análises exploratórias para verificar a normalidade e as médias foram comparadas por Tukey a 5% de probabilidade (CANTERI et al, 2001). Para o índice de percentual de germinação foi feito o seguinte cálculo: $IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + (GN/NN)$ para cada repetição, onde G= n° de plântulas computadas na primeira, segunda e última contagem e N= n° de dias após a semeadura que as respectivas contagens foram realizadas, após fazer esse cálculo para todas as repetições tira-se a média que essa representara o IVG de cada tratamento (MAGUIRE, 1962).

Figura 3 - Semeadura dos glomérulos de *Beta vulgaris*.



Fonte: Arquivo próprio (2023)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização física do frass está descrita na tabela 1. A umidade atual foi de 9,22%, indicando a porcentagem de água presente na amostra no momento específico da análise.

A densidade úmida foi de 481,17 kg/m³, enquanto a densidade seca foi de 436,80 kg/m³. Esses valores representam as densidades respectivas da amostra considerando diferentes condições de umidade. O pH da amostra foi de 6,7, enquanto a condutividade elétrica foi registrada em 5,6 mS/cm. Esses dados espelham as propriedades relacionadas à acidez ou basicidade e à capacidade de condução elétrica da amostra, respectivamente.

Tabela 1 - Caracterização física do frass de *Gryllus assimilis*.

U. A. (%)	D. U. (kg/m ³)	D. S. (kg/m ³)	pH	C. E. (μS/cm)
9,22	481,17	436,80	6,7	5,6

U.A: umidade atual; D.U: densidade úmida; D.S: densidade seca; pH: potencial hidrogeniônico; C.E:condutividade elétrica.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Quando é feita uma comparação entre os dados obtidos no presente estudo, e os dados obtidos por BEESIGAMUKAMA et al, 2022, nota-se semelhança na quantificação de pH do frass de *Gryllus assimilis* e *Gryllus bimaculatus*, enquanto a condutividade elétrica apresenta uma diferença de 3,4 μS/cm entre os mesmos. Esses resultados (umidade e pH) se enquadram nas exigências dispostas pela Instrução normativa N°61, de 08 de julho de 2020, a qual estabelece que para os fertilizantes orgânicos simples sólidos a umidade (% máxima) é de 40%, e o pH é ≥6.

Ao examinar o teor de nitrogênio (N) no frass, verificou-se o valor de 5,7% (Tabela 2), o que indica uma quantia significativa desse nutriente essencial, em comparação ao teor mínimo exigido pela Instrução normativa N°61, de 08 de julho de 2020, que é 1%. O nitrogênio é um nutriente essencial para a planta, constitui a clorofila, atua na fotossíntese, é responsável pelo crescimento da planta e desenvolvimento radicular (EMBRAPA, 2021).

O teor de sódio (Na) apresentou-se no valor de 8,29 g/kg-1, que é uma quantidade baixa, quando comparado ao esterco bovino que tem 2449,8 mg dm⁻³

LINHARES et al, 2013). O sódio é um dos íons que controlam a pressão osmótica nas células vegetais.

O frass exibiu alto teor de potássio (K), no valor de 21,25 g kg⁻¹ em comparação ao teor de K presente no esterco bovino, que segundo Gomes (2018) é de 1,68%. O potássio é um nutriente vital para diversos processos fisiológicos nas plantas, incluindo a regulação osmótica, translocação de nutrientes para as células, transporte e armazenamento de carboidratos, ativação de sistemas enzimáticos, atua na fotossíntese e incrementa a absorção de N e a síntese de proteínas (EMBRAPA, 2021).

O cálcio desempenha um papel crucial no desenvolvimento estrutural das plantas, regula os processos de permeabilidade das células e tecidos e também atua como ativador enzimático (EMBRAPA, 2021). Observa-se que o frass apresenta um teor de cálcio (Ca) de 3,76 g kg⁻¹, quando comparamos com o esterco bovino essa quantia Ca é suficiente, visto que em esterco de bovinos o teor desse nutriente é em média de 0,0274 g kg⁻¹ (GOMES, 2018).

Analisando o teor de fósforo (P) no frass, foi identificado uma concentração significativa de 9,02 g kg⁻¹, essa concentração atende aos parâmetros exigidos pela Instrução normativa N°61, de 08 de julho de 2020, a qual mostra que o para se enquadrar nas características mínimas para ser considerado biofertilizante o material deve ter 0,01 g kg⁻¹ de fósforo na sua composição. O fósforo é um elemento essencial para o desenvolvimento das plantas, sendo responsável na transferência e armazenamento de energia, tem atuação no controle hormonal para o crescimento das plantas, ativação e desativação de enzimas, síntese de ácidos nucleicos e atua no metabolismo de açúcares (EMBRAPA, 2021).

Quanto ao enxofre (S), seu teor foi de 3,26 g kg⁻¹. Em cama de aviário pode-se encontrar teores mais altos, de 5,2 g/kg⁻¹ (BARROS et al., 2016), no entanto, a quantia de enxofre expressa no frass atende os requisitos para ser considerado um fertilizante orgânico que é de 0,01 g kg⁻¹ (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2020). O enxofre desempenha um papel importante na síntese de proteínas nas plantas, atua no controle hormonal para crescimento e diferenciação celular, é constituinte de diversas coenzimas de aminoácidos e proteínas (EMBRAPA, 2021).

Tabela 2 - Quantificação de nutrientes presentes no frass de *Gryllus assimilis*.

N (% m/m)	Na (g kg ⁻¹)	K (g kg ⁻¹)	Ca (g kg ⁻¹)	P (mg kg ⁻¹)	S (g kg ⁻¹)
5,7 ± 0,2	8,29 ± 0,34	21,25 ± 0,82	3,76 ± 0,28	9,02 ± 0,45	3,26 ± 0,34

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Ao fazer uma comparação dos dados obtidos nas análises para quantificação de teor de nutrientes no frass dos grilos (*Gryllus assimilis*) realizadas no presente trabalho, com os estudos realizados por BEESIGAMUKAMA et al, 2022 sobre *Gryllus bimaculatus* nota-se resultados próximos quanto aos teores de cálcio (Ca), enquanto obteve-se uma diferença significativa nos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e enxofre (S).

A quantidade de proteínas (35,7%) (Tabela 3) presente no frass de *Gryllus assimilis* também foi bastante expressiva quando comparamos a cama de aves, que é um fertilizante orgânico muito utilizado no cultivo de plantas e que segundo Fontenot & Webb (1974) possui um teor de proteínas de 28%. Algumas proteínas estão envolvidas no transporte de nutrientes nas plantas, através das membranas celulares, existem as proteínas de armazenamento, enzimas, proteínas de defesa, etc. (EMBRAPA, 2021).

A análise revelou um baixo teor de lítio (Li) no frass (267 mg kg⁻¹). O lítio não é considerado um nutriente essencial para plantas, no entanto no trabalho desenvolvido por Faria (2018) mostra que em plantas que foram feitas aplicações de doses baixas Li (160 mg kg⁻¹) houve aumento na massa seca, já quando foram feitas aplicações com doses maiores (640 mg kg⁻¹) houve a diminuição da massa seca das plantas.

Tabela 3 - Quantificação de proteínas e Lítio presentes no frass de *Gryllus assimilis*.

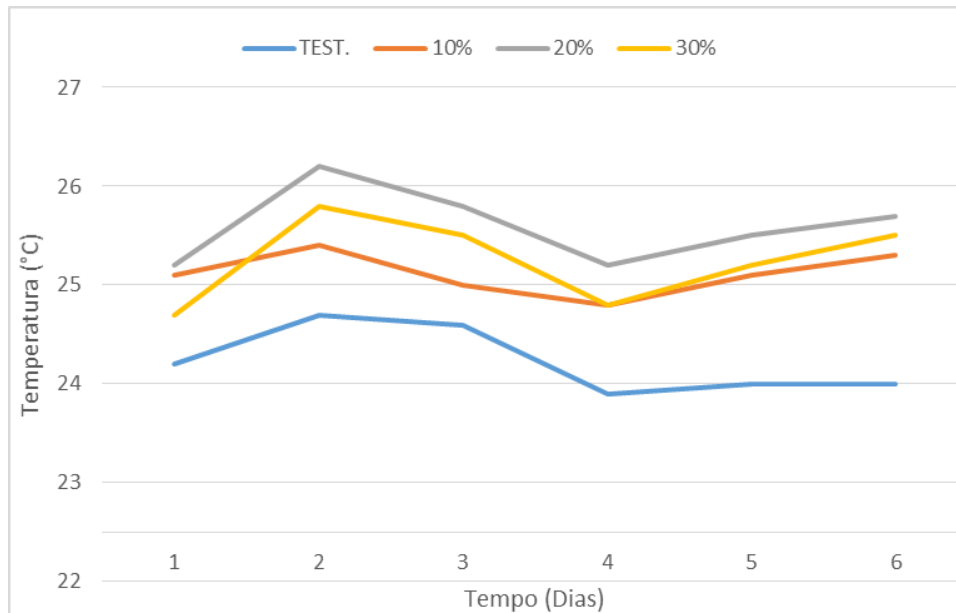
Proteínas (% m/m)	Li (mg kg⁻¹)
35,7 ± 1,1	267 ± 12

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

As temperaturas médias dos substratos enriquecidos com o frass de grilos ficaram na faixa de temperatura entre 24,7°C e 26,2°C. Sendo que as temperaturas

mais elevadas foram obtidas no tratamento com 20% de frass, e as temperaturas mais baixas podem ser observadas na testemunha (Gráfico 1).

Gráfico 1- Temperatura média dos substratos sob diferentes concentrações de frass de grilos.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

De forma geral, no segundo dia houve um aumento de temperatura, pouco significativo, em todos os tratamentos, seguido de uma diminuição, o que fez com que no quarto dia todos os tratamentos atingissem a menor temperatura aferida durante o período avaliado. A partir do quarto dia houve estabilidade na temperatura da testemunha, nos tratamentos com 10%, 20% e 30% ficaram com temperaturas bem semelhantes. Em resumo, não houve aquecimento do substrato que pudesse prejudicar a germinação das sementes.

O índice de velocidade de germinação foi mais rápido na testemunha, o qual foi utilizado apenas o substrato comercial, sendo que o tratamento com 10% de frass o índice de germinação das sementes foi de 1,56. Nos demais tratamentos não houve germinação (Tabela 4).

Tabela 4 - Tempo de germinação e Média±EP do percentual de germinação de microverdes de beterraba cultivada em substrato enriquecido com diferentes quantidades de frass de grilos. Laranjeiras do Sul, PR, 2023.

Frass (%)	Índice de velocidade de germinação	Germinação (%)
Testemunha	12,13	85,07±2,98a
10	1,56	34,67±3,91b
20	-	-
30	-	-
CV (%)	-	22,49

-: significa que não houve efeito significativo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Apesar do tratamento enriquecido com 10% de frass ter apresentado um percentual de 34,67 de germinação as plântulas não se desenvolveram. Já as plântulas oriundas do tratamento testemunha, chegaram a uma estatura média de 7cm, o que indica que os microverdes já estavam próximos ao ponto de colheita, porém acabaram sendo “queimadas”, possivelmente isso ocorreu devido ao forte odor de amônia presente na sala onde os tratamentos estavam dispostos.

Estudos anteriores mostraram que a aplicação de composto não curtido pode causar fitotoxicidade, reduzindo a germinação de sementes, o crescimento das culturas e o rendimento (BEESIGAMUKAMA et al, 2022). Após aplicação de compostos não curtidos no solo, pode-se observar uma rápida decomposição da matéria orgânica, o que resulta em uma elevada concentração de CO₂ e níveis reduzidos de O₂, que por consequência causam condições anaeróbicas (FIALHO, 2007). A diminuição da oferta de oxigênio para as plantas pode afetar o processo de respiração aeróbia, levando à uma redução de síntese de ATP (CRAWFORD, 1992), a falta de ATP durante o processo de germinação é prejudicial às atividades metabólicas essenciais para o desenvolvimento da planta.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises físico-químicas demonstraram que o frass de *Gryllus assimilis* tem potencial de uso como biofertilizante. No entanto, sua utilização para produção de microverdes não apresentou resultados viáveis pois impediu a germinação das sementes a partir da concentração de 20% de frass. Estudos sobre a utilização do frass curtido, sob diferentes formulações, diferentes concentrações e com outras formas de aplicação durante o desenvolvimento de plantas são essenciais para mostrar a aplicabilidade de utilização deste produto.

4 REFERÊNCIAS

ARIAS, J. P. **Nuevos abonos a partir de excrementos de insecto: el caso del gusano de la harina (*Tenebrio molitor*)**. Engenharia e Região. pag 1-11. 2018.

BEE SIGAMUKAMA, D., SUBRAMANIAN, S. & TANGA, C.M. **Nutrient quality and maturity status of frass fertilizer from nine edible insects**. *Sci Rep* 12, 7182 (2022).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa N°61, de 08 de julho de 2020**. Brasília, DF. 2020.

BUKARI, N. I., GHANI, I. A., MUSTAFFA, M., HARUN, A., ABDULLAH, H. A., ABDULLAH, H. S., BASIR, S., YUSOP, R. M., MUZAMIL, M. F. M. **The effect of cricket (*Orthoptera; Gryllidae*) frass on the growth of leafy vegetables**. ASM Sc, Ed. Especial 1. pag, 175-181. 2021.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 2º ed. rev.- Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2003.

CRAWFORD, R. M. M. **Oxygen availability as na ecological limit to plant distribution**. *Advances in Ecological Research*, vol. 23, pag, 93-185. 1992.

DA SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2º ed. rev.- Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

EMBRAPA. MELO, G. W. B. **Nutrientes**. Embrapa Uva e Vinho, 2021.

FAO - Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. **Incentiva o consumo de insetos em todo mundo**. 2011. Disponível em <
<http://www.tvi24.iol.pt/acredite-se-quiser/insetos-fao-carne-alimentacaoprotainas-organizacao-para-a-alimentacao-e-a-agricultura/1449046-4088.html>>

FATAHI, E., MOBASSER, H. R. & AKBARIAN, M. M. 2014. **Effect of organic fertiliser on wet weight, dry weight and number of leaves in cowpea**. *Journal of Novel Applied Sciences*, vol. 3, no. 4, pp. 440-443.

FIALHO, L. L. **Caracterização da matéria orgânica em processo de compostagem por métodos convencionais e espectroscópicos**. Universidade de São Paulo, São Carlos. 2007.

FONTENOT, J. P.; WEBB, K. E. **Poultry wastes as feedstuffs for ruminants**. *Fed Proc*. Vol.33, pag.1936-1937. 1974.

GOMES, L. S. P. **Combinação de nitrogênio químico e orgânico na adubação do capim Marandu**. Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros. 2018.

KULMANN, I.; MATOS DOS SANTOS, E.; PRADE BERNARDES, R.; DA SILVA KULMANN, L.; MATEUS WERNER, F.; FELISBERTO DA SILVA, F. **Percepção Sobre Entomofagia e Intenção de Consumo de Produto Alimentar Utilizando Insetos em sua Composição**. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 9, n. 2, 3 mar. 2020.

LANA, M. C.; FRANDOLOSO, J. F.; FEY, R.; RICHARD, A.; FONTANIVA, S. **Análise química de solo e de tecido vegetal: metodologias analíticas**. 1º ed. – Cascavel, PR: Editora Edunioeste, 2010.

LINHARES, P. C. F.; NEGREIROS, A. M. P.; PEREIRA, M. F. S.; MOREIRA, J. C.; FILHO, J. L.; PAIVA, A. C. C. **Utilização do esterco bovino em diferentes quantidades e períodos de incorporação na cultura da rúcula**. XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Florianópolis, SC. 2013.

LOVETT, G.M., CHRISTENSON, L.M., GROFFMAN, P.M., JONES, C.G., HART, J.E. & MITCHELL, M.J. 2002, **Insect defoliation and nitrogen cycling in forests**, BioScience, vol. 52, pp. 335- 341.

MAGUIRE, J. D. **Speed of germination-aid in selection and evaluation of seedling emergence and vigour**. Crop Science, vol. 2, n. 1. pag. 176-177. 1962.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa SDA Nº 17, de 21 de maio de 2007**. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 21 de maio de 2007.

NAÇÕES UNIDAS. **World urbanization prospects: the 2022 revision: Release note**. New York: 2022.

SIMÕES, J. W.; MELLO, H. do A. JUNQUEIRA, R. A. **Tratamento do solo e seu efeito sobre o desenvolvimento das mudas de eucaliptos e pinos**. [S.l.:s.n.], 1970.

TAUFEK, N.M., RAZAK, S.A., ALIAS, Z. & MUIN, H 2013, **Potential value of black crickets meal as protein replacement for fish meal in African catfish, (Clarias Gariepinus) fingerlings nutrition**, in Advancements in Marine and Freshwater Sciences conference, UMTAS Kuala Terengganu, Universiti Malaysia Terengganu, hlm. 520- 525.

WIETH, A. R.; PINHEIRO, W. D.; da Silva DUARTE, T.; da SILVA, M. A. S.; PEIL, R. M. N. Produção de microgreens em diferentes substratos e concentrações de solução nutritiva. **Anais [...] XII ENCONTRO BRASILEIRO DE HIDROPONIA IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROPONIA**. p. 109-112. 201

WEISSER, W.W. & SIEMANN, E. 2004, **The various effects of insects on ecosystem functioning**, in Ecological Studies, vol. 173

XIAO, Z.; LESTER, G. E.; PARK, E.; SAFTNER, R. A.; LUO, Y.; WANG, Q.
Evaluation and correlation of sensory attributes and chemical compositions of emerging fresh produce: microgreens. *Postharvest Biology and Technology*. 110, pag. 140-148. 2015.