



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**EXTRATO AQUOSO DE VERMICOMPOSTO COMO ESTIMULANTE  
DE CRESCIMENTO EM BABY LEAF DE RÚCULA (*Eruca sativa*  
Mill.)**

Pedro Henrique Magalhaes Marinho

Orientador(a): Alessandra Monteiro de Paula

BRASÍLIA - DF  
NOVEMBRO/2021



PEDRO HENRIQUE MAGALHÃES MARINHO

**EXTRATO AQUOSO DE VERMICOMPOSTO COMO ESTIMULANTE  
DE CRESCIMENTO EM BABY LEAF DE RÚCULA (*Eruca sativa*  
Mill.)**

Trabalho de conclusão de curso de  
graduação em Agronomia apresentado  
junto à Faculdade de Agronomia e  
Medicina Veterinária da Universidade de  
Brasília

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>. Alessandra Monteiro de Paula

BRASÍLIA - DF  
NOVEMBRO/2021

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Me	<p>Marinho, Pedro Henrique Magalhães</p> <p>Extrato aquoso de vermicomposto como estimulante de crescimento em baby leaf de rúcula (<i>Eruca sativa</i> Mill.) / Pedro Henrique Magalhães Marinho; orientador Alessandra Monteiro de Paula. -- Brasília, 2021.</p> <p>51 p.</p> <p>1. Vermicompostagem. 2. Estimulante . 3. Substâncias bioativas. 4. Hortaliças. I. de Paula, Alessandra Monteiro , orient. II. Título.</p>
----	--

### Cessão de direitos

Nome do Autor: Pedro Henrique Magalhães Marinho

Título do Trabalho de Conclusão de Curso: Extrato aquoso de vermicomposto como estimulante de crescimento em baby leaf de rúcula (*Eruca sativa* Mill.).

Ano: 2021

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desse relatório e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação, e nenhuma parte desse relatório pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

**PEDRO HENRIQUE MAGALHÃES MARINHO**

**Extrato aquoso de vermicomposto como estimulante de crescimento em  
baby leaf de rúcula (*Eruca sativa* mill.)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em 03 de novembro de 2021.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Alessandra Monteiro de Paula

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília

---

Examinador: Prof. Dr. Jader Galba Busato

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília

---

Examinador: Prof. Dr. Tairone Paiva Leão

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço primeiramente a Deus por esta sempre ao meu lado e por tudo que tem feito na minha vida e de meus familiares.

Aos meus pais, Odilon Marinho Carneiro e Eva Barbosa Magalhães, por todo o amor, carinho, dedicação e que nunca mediram esforços para me ajudar e apoiar a realizar os meus sonhos.

A minha tia Maria do Socorro Carneiro Marinho e aos meus familiares que torcem por mim.

Aos meus amigos que fiz durante a graduação e que levo pra vida, principalmente ao Júlio Lemos e Yago Gonçalves que me ajudaram durante a condução e avaliação do experimento para o tcc.

Ao professor Jader Busato e principalmente a professora Alessandra Monteiro de Paula pela a sua dedicação, paciência e atenção.

## RESUMO

### **Extrato aquoso de vermicomposto como estimulante de crescimento em baby leaf de rúcula (*Eruca sativa* mill.)**

O extrato aquoso obtido a partir de vermicompostos pode conter diversas substâncias bioativas e microrganismos com potencial estimulante ao crescimento das plantas. Entretanto, há ainda pouca informação sobre a influência de sua aplicação na produção de hortaliças do tipo *baby leaf*, hortaliças colhidas precocemente em relação ao tempo tradicional de cultivo. Assim, o objetivo do presente trabalho foi o de avaliar o efeito de diferentes concentrações de extrato aquoso de vermicomposto (0, 0,5%; 1%; 2% e 4%) sobre o desenvolvimento de *baby leaf* de rúcula (*Eruca sativa* Mill.) cultivada em bandeja. O experimento foi conduzido na estação experimental da biologia (EEB/UnB), em ambiente protegido de 105 m<sup>2</sup>, na cidade de Brasília, Distrito Federal. A vermicompostagem de esterco bovino foi conduzida por 4 semanas e, em seguida, o vermicomposto foi peneirado e utilizado para a obtenção do extrato de vermicomposto obtido em água, na relação 1:10. A partir desse extrato, foram preparadas as diluições 0,5, 1, 2 e 4% em água, para aplicação nas plantas de rúcula. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com 4 repetições. Cada repetição foi obtida a partir da média de 8 plantas. Para as avaliações, foram consideradas 5 plantas presentes na fileira central das bandejas de polipropileno. A semeadura foi realizada em 11/09/21 e as aplicações do extrato de vermicomposto foram realizadas na semeadura e após 7, 14, 21 e 28 dias. A colheita foi realizada em 13/10/21, quando as maiores folhas apresentaram comprimento aproximado de 10 cm, avaliando-se: massa fresca da raiz, massa fresca da parte aérea, massa fresca total, número de folhas, altura da planta, área da parte aérea, área da raiz, massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e massa seca total. Os resultados foram submetidos ao teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Aos 34 dias a aplicação do extrato aquoso de vermicomposto promoveu efeitos positivos e significativos em relação ao controle nas variáveis massa fresca da raiz e massa seca da raiz. Entre os tratamentos aplicados, a concentração de 4% apresentou os melhores resultados para massa úmida e seca da raiz. A aplicação de extrato de vermicomposto na concentração de 4% estimula o crescimento radicular de rúcula, conduzida para colheita de folhas tipo *baby leaf*, entretanto, este crescimento não se refletiu em aumento na produção de biomassa área das plantas.

Palavras chaves: Vermicompostagem; estimulante; substâncias bioativas; hortaliças.

## ABSTRACT

### **Aqueous vermicompost extract as a growth stimulant in baby leaf of arugula (*Eruca sativa* mill.)**

The aqueous extract obtained from vermicomposts may contain several bioactive substances and microorganisms with potential to stimulate plant growth. However, there is still little information about the influence of its application on the production of baby leaf vegetables. Baby leafs are vegetables that are harvested earlier, in relation to the traditional time of planting, thus presenting young and not fully expanded leaves, which are tastier and softer. Thus, the objective of the present work was to evaluate the effect of different concentrations of aqueous vermicompost extract (0, 0.5%, 1%, 2% and 4%) on the production of baby leaf of arugula in trays. The experiment was carried out in the experimental biology station (EEB/UnB), in a protected environment of 105 m<sup>2</sup>, in the city of Brasília, Distrito Federal, in the second half of 2021. Vermicomposting of bovine manure was carried out for 4 weeks and then, the vermicompost was sieved and used to obtain the concentrated vermicompost extract. From the concentrated vermicompost extract, 0.5, 1, 2 and 4% dilutions in water were prepared for application to arugula plants. The experimental design was randomized blocks, with 4 replications per dose, consisting of polypropylene trays containing 32 cells. For the evaluations, 5 plants present in the central row were considered. Sowing was carried out on 09/11/21 and vermicompost extract applications were carried out at sowing, 7, 14, 21 and 28 days after sowing. The harvest was carried out on 10/13/21, when the largest leaves were approximately 10.0 cm long. The following variables were analyzed: root fresh mass, shoot fresh mass, total dry mass, number of leaves, plant height, shoot area, root area, root dry mass, shoot dry mass and mass total drought. The results were submitted to the Tukey test at 5% probability. At 34 days, application of the aqueous extract of vermicompost promoted significant positive effects compared to the control, only in the parameters of root fresh mass and root dry mass. Among the treatments applied, the extract at a concentration of 4% showed the best results for wet and dry root mass. The application of vermicompost extract at a concentration of 4% stimulates arugula root growth, conducted for baby leaf leaf harvesting, however, this growth was not reflected in an increase in the production of biomass in the area of the plants.

Keywords: Vermicomposting; stimulant; bioactive substances; vegetables.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - pH e condutividade elétrica dos extratos de vermicomposto aplicados .....	29
TABELA 2 - Concentração dos compostos químicos utilizados para preparo da solução nutritiva aplicada em fertirrigação nas plantas.....	32
TABELA 3 - Massa fresca de raiz (MFR), (B) massa fresca de parte aérea (MFPA), (C) massa fresca total (MFT) de mudas de rúcula cv. Folha larga com 34 dias após semeadura, cultivadas com cinco concentrações (0; 0,5%; 1%;2% e 4%) do extrato aquoso de vermicomposto. Médias e desvio-padrão. CV = coeficiente de variação. Letras representam a diferença estatística (teste Tukey, $p < 0,05$ ) (ANEXO I) .....	49
TABELA 4 - Massa seca de raiz (MSR), (B) massa seca de parte aérea (MSPA), (C) massa seca total (MST) de mudas de rúcula cv. Folha larga com 34 dias após semeadura, cultivadas com cinco concentrações (0; 0,5%; 1%;2% e 4%) do extrato aquoso de vermicomposto. Médias e desvio-padrão. CV = coeficiente de variação. Letras representam a diferença estatística (teste Tukey, $p < 0,05$ ) (ANEXO I) .....	49
TABELA 5 - Tabela 5. Número de folhas (NF), área da parte aérea (APA), área da raiz (AR) e altura das plantas (ALT) de mudas de rúcula cv. Folha larga com 34 dias após semeadura, cultivadas com cinco concentrações (0; 0,5%; 1%;2% e 4%) do extrato aquoso de vermicomposto. Médias e desvio-padrão. CV = coeficiente de variação. Letras representam a diferença estatística (teste Tukey, $p < 0,05$ ) (ANEXO I) .....	50

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Temperatura média e umidade relativa do ar na região Brasília-DF, durante a condução do experimento no período de 11 de setembro até 12 de outubro (INMET, 2021 .....	26
FIGURA 2 -	Caixa de polietileno de 180 m <sup>3</sup> contendo esterco bovino semi-curtido (A) e material peneirado após 42 dias de vermicompostagem (B) .....	27
FIGURA 3 -	Funil coberto com papel plástico contendo papel filtro e posicionado dentro de uma proveta graduada de 100 mL com 20g do substrato Carolina Soil e 100 mL de água destilada....	28
FIGURA 4 -	Bandejas com substrato dispostas na bancada .....	30
FIGURA 5 -	Material para preparo das doses de extrato aquoso de vermicomposto .....	31
FIGURA 6 -	Plantas selecionadas aleatoriamente para realizar as análises .....	33
FIGURA 7 -	(A) Massa fresca de raiz (MFR), (B) massa fresca de parte aérea (MFPA), (C) massa fresca total (MFT) de mudas de rúcula cv. Folha larga com 34 dias após semeadura, cultivadas com cinco concentrações (0; 0,5%; 1%;2% e 4%) do extrato aquoso de vermicomposto. Barras representam o desvio-padrão das médias. Letras representam a diferença estatística (teste Tukey, $p < 0,05$ ) .....	34
FIGURA 8 -	(A) Altura da planta (ALT), (B) número de folhas (NF), (C) área da raiz (AR), (D) área da parte aérea (APA) de mudas de rúcula cv. Folha larga com 34 dias após semeadura, cultivadas com cinco concentrações (0; 0,5%; 1%;2% e 4%) do extrato aquoso de vermicomposto. Barras representam o desvio-padrão das médias. Letras representam a diferença estatística (teste Tukey, $p < 0,05$ ) .....	35

FIGURA 9 - (A) Massa seca de raiz (MSR), (B) massa seca de parte aérea (MSPA), (C) massa seca total (MST) de mudas de rúcula cv. Folha larga com 34 dias após semeadura, cultivadas com cinco concentrações (0; 0,5%; 1%;2% e 4%) do extrato aquoso de vermicomposto. Barras representam o desvio-padrão das médias. Letras representam a diferença estatística (teste Tukey,  $p < 0,05$ ) ..... 36

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRELPE Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ALT Altura da planta

APA Área da parte aérea

AR Área da raiz

cm Centímetros

DF Distrito Federal

EAV Extrato aquoso de vermicomposto

FAO Food and Agriculture Organization

g Grama

kg/m<sup>3</sup> Quilograma por metro cúbico

L Litro

m/m Massa por Massa

MF Massa fresca da raiz

MFPA Massa fresca da parte aérea

MFT Massa fresca total

MS Massa seca total

mS/cm Milisiemens por centímetro

MSP Massa seca da parte aérea

MSR Massa seca da raiz

NF Número de folhas

ONU Organização da Nações Unidas

pH Potencial

PNRS Plano Nacional de Resíduos Sólidos

RSU Resíduos Sólidos Urbanos

SHs Substâncias Húmicas

SINIR Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos

v/v Volume por volume

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	12
2 OBJETIVOS .....	15
2.1 Objetivos gerais.....	15
2.2 Objetivos específicos .....	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	16
3.1 Reciclagem de resíduos orgânicos por compostagem e vermicompostagem	16
3.1.1 Geração de resíduos orgânicos .....	16
3.1.2 Tratamento de resíduos orgânicos .....	17
3.1.3 Vermicompostagem .....	19
3.2 Extrato aquoso de vermicomposto como estimulante vegetal.....	20
3.2.1 Bioestimulantes ou estimulantes vegetais.....	20
3.2.2 Extrato aquoso de vermicomposto .....	21
3.3 Produção de hortaliças folhosas tipo <i>Baby leaf</i> .....	23
4 MATERIAL E MÉTODOS .....	25
4.1 Localização e condução do experimento .....	25
4.1.1 Vermicompostagem e produção do extrato de vermicomposto.....	26
4.2 Produção de baby leaf de rúcula .....	29
4.3 Avaliação das mudas .....	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
6. CONCLUSÕES/ CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	39
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	40
ANEXO I.....	49

## INTRODUÇÃO

Toda atividade humana resulta na produção de resíduos e na alteração do ambiente que a circunda. O desenvolvimento dos grandes centros urbanos tem levado ao aumento da geração de resíduos e consequente poluição ambiental (JUNIOR et al., 2005). Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), estima-se que em todo o mundo são produzidos anualmente 2 bilhões de toneladas de resíduos sólidos diariamente, uma média de 1,2 kg por dia por pessoa (ONU, 2018). O ritmo acelerado de produção de resíduos tem causado impactos ambientais negativos, pois sua taxa de produção é muito superior à sua taxa de degradação. A necessidade de reduzir, reciclar e reaproveitar resíduos antropogênicos é, portanto, cada vez mais urgente e necessário (DUARTE et al., 2009). Esse é considerado um dos maiores desafios do século 21 (JUNIOR et al., 2005).

Os resíduos orgânicos são todos os materiais de origem biológica, que são provenientes de animais e vegetais. Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos, produzido pela Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública (ABRELPE), no ano de 2020 foram gerados, no Brasil, 79,6 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU), sendo a fração orgânica o principal contribuinte para este total, chegando a 45,3% (ABRELPE, 2020). Além dos RSU, também há uma produção significativa de resíduos orgânicos nas áreas rurais. Os resíduos agrossilvopastoris, classificados pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), são constituídos principalmente por subprodutos da agropecuária e da silvicultura (SINIR, 2018).

O Brasil, por ser um país cuja economia gira em torno da agroindústria, é responsável pela geração de grande quantidade de subprodutos agrícolas. Assim, tem a função fundamental de promover a sustentabilidade agrícola e a preservação do meio ambiente por meio da reciclagem desses materiais, reaproveitando os nutrientes presentes em sua constituição na produção vegetal. Porém, antes de serem utilizados na produção agrícola, esses materiais orgânicos devem ser submetidos a processos de estabilização e descontaminação (EMBRAPA, 2005).

Para solucionar esse problema, diferentes métodos de tratamento e destinação de resíduos orgânicos têm sido propostos e pesquisados em todo o mundo, sendo compostagem e a vermicompostagem dois exemplos bastantes difundidos. A compostagem reduz volumes e massas, ao mesmo tempo em que a transforma os resíduos em um produto que pode ser utilizado no enriquecimento orgânico do solo (VERGNOX et al., 2009). Trata-se de um processo natural e econômico de reciclagem da matéria orgânica, definida como a decomposição e estabilização biológica de substratos orgânicos por organismos heterótrofos aeróbios para a produção de um produto final estável, livre de patógenos e que pode ser benéficamente aplicado nas plantações (FIORI et al., 2008). A vermicompostagem é um processo de transformação biológica de resíduos orgânicos no qual as minhocas atuam acelerando o processo da compostagem e enriquecendo o produto final (RICCI, 1996).

A aplicação de produtos resultantes da compostagem e da vermicompostagem aumenta os teores de matéria orgânica do solo, garante a ciclagem eficiente dos nutrientes, melhora as condições físicas do solo e contribui para a manutenção da diversidade biológica (PEREIRA, 2019). Além disso, podem estimular o crescimento vegetal (ARANCON et al., 2019) e suprimir o ataque de uma série de patógenos e artrópodes pragas (ARANCON et al., 2007). Os vermicompostos podem ser utilizados na forma sólida ou como extratos aquosos (chás).

O extrato aquoso de vermicomposto (EAV), também chamados de chá de vermicomposto, apresenta características bioquímicas e microbiológicas benéficas semelhantes ao vermicomposto sólido. Além disso, necessitam de uma quantidade menor de vermicomposto para uma área maior de produção (EDWARDS et al., 2006). O EAV é considerado um bioestimulante vegetal que, quando aplicado em baixas concentrações nas plantas, sementes, solo ou outro meio de crescimento, potencializa seu o desenvolvimento vegetal por meio de processos naturais (CALVO et al., 2014). Os bioestimulantes ainda podem ser considerados promotores de crescimento não nutritivos, que promovem o crescimento das plantas por meio da absorção de nutrientes, quelando os nutrientes, fornecendo ou aumentando a atividade hormonal da planta (ELLIOT et al., 1996).

Ainda existem poucos estudos sobre a aplicação do EAV em *baby leaf*. As *baby leafs* são hortaliças colhidas precocemente em relação ao tempo tradicional de plantio, apresentando, dessa forma, folhas imaturas e não expandidas completamente. Ainda não existe uma classificação ou padrão de comercialização dos tamanhos das folhas de *baby leaf*. Porém, segundo PURQUERIO et al. (2008), o tamanho deve variar de 5 a 15 cm de comprimento. O objetivo desse trabalho foi avaliar a aplicação de EAV sobre o desenvolvimento de *baby leaf* de rúcula.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivos gerais**

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a aplicação de EAV sobre o desenvolvimento de *baby leafs* de rúcula produzidas em bandejas, em ambiente protegido.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Avaliar os efeitos das diferentes concentrações de EAV sobre comprimento de raiz, comprimento de parte aérea, massa úmida e seca de raiz e massa úmida e seca de parte aérea;
- Determinar uma possível concentração mais eficiente do EAV, capaz de promover os maiores estímulos de crescimento

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Reciclagem de resíduos orgânicos por compostagem e vermicompostagem**

##### **3.1.1 Geração de resíduos orgânicos**

O aumento constante do consumo de alimentos nas últimas décadas gerou uma produção significativa de resíduos sólidos urbanos, um crescimento que em muitas cidades não são acompanhados por uma destinação adequada, o que pode afetar adversamente o meio ambiente e a saúde humana, com contaminação de solos, corpos d'água e da atmosfera.

Os resíduos orgânicos são constituídos essencialmente por resíduos de origem animal ou vegetal produzidos por diversas atividades humanas. O seu descarte inadequado pode gerar chorume, emissões de metano na atmosfera e promover a proliferação de vetores de doenças (MALTA, 2017). Assim, é necessário adotar métodos adequados de manejo e tratamento desses resíduos, de forma a garantir a estabilização da matéria orgânica presente e possibilitar a reciclagem dos nutrientes (MMA, 2017)

Segundo a ONU (2018), a humanidade produz mais de 2 bilhões de toneladas de lixo por ano. Nas últimas 3 décadas, a taxa de geração de resíduos urbanos foi três vezes maior que o crescimento populacional, nesse ritmo, a previsão é que, até 2050, a população alcance 9 bilhões de habitantes e a produção de resíduos chegue a 4 bilhões de toneladas ao ano (SENADO, 2014).

De acordo com a ABRELPE (2020), no ano de 2020 foram gerados 79,6 milhões de toneladas de RSU no Brasil, sendo que os resíduos orgânicos representam 45,3% desse total. Segundo dados do PNRS (2012), somados aos resíduos orgânicos das atividades agroflorestais e industriais, anualmente são gerados mais de 800 milhões de toneladas de resíduos orgânicos. No âmbito distrital, o Distrito Federal (DF) foi responsável pela produção de 1,1 milhões de toneladas de RSU no ano de 2019. Além disso, o DF é um importante polo produtor de hortaliças e frutas e destaca-se nacionalmente na qualidade da produção de suínos, bovinos e aves. Essa situação contribui para a geração excessiva de

resíduos. Os dados da Secretaria da Agricultura demonstram que quase 60% dos resíduos orgânicos produzidos no DF são provenientes da atividade pecuária (ADASA, 2020).

Recentemente, foi publicada a Lei Distrital nº 6.518, de 12 de março de 2020, que determina, no DF, a obrigatoriedade da destinação ambientalmente correta de resíduos sólidos orgânicos por meio dos processos de compostagem ou outros tratamentos biológicos. A referida Lei também define diretrizes relacionadas ao estímulo de iniciativas comunitárias, de associações e cooperativas na gestão dos resíduos orgânicos, além de incentivar estratégias para a descentralização do gerenciamento do material orgânico (DISTRITO FEDERAL, 2020).

Quando separados na fonte, ou seja, sem misturar com outros resíduos, a reciclagem dos resíduos orgânicos e sua transformação em fertilizante podem ser realizadas em várias escalas e modelos tecnológicos. Tradicionalmente, os métodos mais empregados de tratamento dos resíduos orgânicos são a compostagem e a biodigestão anaeróbia (MMA, 2017).

### **3.1.2 Tratamento de resíduos orgânicos**

Para incentivar o reaproveitamento e reciclagem dos resíduos sólidos, o governo brasileiro promulgou a Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que exige transparência, prestação de contas e gerenciamento dos resíduos gerados pelo setor privado e público. Essa legislação preconiza a prevenção e redução dos resíduos nos próximos anos, e apresenta uma série de recomendações para o consumo sustentável e ferramentas que podem ser utilizadas para a reciclagem e reaproveitamento dos resíduos sólidos, assim como destinação adequada para os rejeitos que não possam ser reciclados ou reutilizados (BRASIL, 2012).

Além dos RSU, as áreas rurais também geram uma grande quantidade de resíduos, definidos como resíduos agrossilvopastoris. Consistem em matéria orgânica produzida pela agricultura, silvicultura e pecuária, incluindo insumos usados (SINIR, 2018). Grande parte da economia brasileira depende do agronegócio e é responsável pela grande quantidade de resíduos gerados pela

produção agrícola. Estima-se que as lavouras temporárias e permanentes mais representativas relacionadas à área cultivada do país geram 290 milhões de toneladas de resíduos a cada ano (SCHNEIDER et al., 2012).

Dentre os tratamentos possíveis para os resíduos orgânicos estão a compostagem e a vermicompostagem. A compostagem pode ser definida como um processo de decomposição aeróbia, exotérmica e controlada da matéria orgânica onde os resíduos orgânicos heterogêneos são decompostos pela ação de microrganismos, com a liberação de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e vapor d'água, obtendo um produto final estável, sanitizado, rico em matéria orgânica e compostos húmicos (DAL BOSCO, 2017; FERNANDES et al., 1999; VALENTE et al., 2009; MASSUKADO, 2008). A compostagem é considerada uma destinação ecologicamente correta para resíduos orgânicos (DAL BOSCO, 2017) e apresenta diversas vantagens ambientais, tais como a obtenção de composto rico em matéria orgânica humificada que pode ser utilizada como fertilizante, a decomposição de resíduos orgânicos com características desagradáveis para um estado estável, a reciclagem de nutrientes, o prolongamento da vida útil dos aterros sanitários e a redução das emissões de gás metano e da geração de lixiviados (MASSUKADO, 2008).

Após a compostagem, pode-se aplicar a vermicompostagem, processo que utiliza minhocas para digerir a matéria orgânica, o que resulta no enriquecimento do composto orgânico (CALESSO et al., 2012). O uso das minhocas no processo de vermicompostagem acelera o processo de degradação dos compostos orgânicos e gera um produto rico em substâncias húmicas, nutrientes, enzimas e fitohormônios (DIONÍSIO, 2021). Quando comparado com a compostagem, os fertilizantes orgânicos gerados a partir da vermicompostagem apresentam maiores teores de nutrientes minerais (N, P e K) e maiores teores de ácidos húmicos (COTTA et al., 2015).

A vermicompostagem é uma estratégia com grande potencial de crescimento para o tratamento dos resíduos orgânicos e, adicionalmente, possibilita a produção de insumos de interesse agrícola, como compostos e

vermicompostos, e a partir desses, insumos de baixo custo para a promoção do crescimento vegetal como os extratos aquosos de vermicomposto.

### 3.1.3 Vermicompostagem

A vermicompostagem é um processo de transformação biológica de resíduos orgânicos (RICCI, 1996), onde a decomposição é acelerada pela interação entre minhocas e microrganismos, em um processo mesofílico, para obtenção da matéria orgânica estabilizada, na forma de vermicomposto (EDWARDS et al., 2005). Neste processo, a maior parte dos compostos orgânicos são degradados e os resíduos são transformados em compostos com alta atividade microbiana e enzimática, boa capacidade de retenção de umidade, rico em substâncias húmicas e em nutrientes como, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio em formas absorvíveis pelas plantas (DAL BOSCO, 2017; EDWARDS et al., 2005).

Os microrganismos são responsáveis pela degradação bioquímica de substâncias orgânicas, e as minhocas contribuem para a fragmentação e condicionamento do substrato (DAL BOSCO, 2017). As minhocas atuam alterando as propriedades físicas, químicas e biológicas, reduzindo gradativamente a relação carbono:nitrogênio (C:N) e aumentando a área de superfície exposta à ação microbiana, o que torna o material mais facilmente decomposto (LAZCANO et al., 2011). Segundo ZANDONADI et al. (2007), o vermicomposto, além de ser um produto rico em substâncias húmicas, pode conter substâncias semelhantes ao hormônio auxina (ácido indol-3-acético), responsável pelo alongamento e turgor das células vegetais e conseqüentemente o crescimento radicular, aumentando assim a capacidade de absorção de água e nutrientes das plantas, dando à planta uma maior capacidade de produzir biomassa.

A minhoca vermelha da Califórnia (*Eisenia foetida*) é a espécie mais comumente usada para a produção de vermicomposto, por causa de sua capacidade de converter resíduos orgânicos pouco decompostos em material estabilizado, sua rápida multiplicação e sua adaptabilidade a vários tipos de resíduos (DE AQUINO et al., 1992).

O uso de vermicompostos aumenta o crescimento, a germinação, a floração e o rendimento de uma variedade de culturas em estufas e campos (ARANCON et

al., 2007). O vermicomposto promove o crescimento das plantas por meio de uma variedade de mecanismos, como alta diversidade microbiana e população envolvida na mineralização de nutrientes, supressão de patógenos e produção de reguladores de crescimento de plantas, como hormônios e ácidos húmicos (ARANCON et al., 2020)

Outro uso prático dos vermicompostos ocorre por meio da obtenção dos extratos, ou chás, com a mistura de uma fração de vermicomposto e água.

### **3.2 Extrato aquoso de vermicomposto como estimulante vegetal**

#### **3.2.1 Bioestimulantes ou estimulantes vegetais**

Bioestimulante é qualquer substância ou microrganismo cuja função quando aplicado às plantas, sementes, solo ou outro meio de crescimento é estimular processos naturais para aumentar a eficiência nutricional, a tolerância ao estresse abiótico, a qualidade da colheita e/ou as características de qualidade da cultura, independentemente do seu teor nutricional (DU JARDIN et al. 2015; CALVO et al., 2014). Essas substâncias podem ser derivadas de fontes naturais ou biológicas e, apesar de não serem consideradas fontes de nutrientes, pesticidas ou reguladores de crescimento, quando aplicados em pequenas quantidades podem produzir impactos positivos no crescimento e desenvolvimento vegetal, desde a germinação até a maturidade das plantas (SABORÍO, 2002; CALVO et al., 2014).

De acordo com ZANDONADI (2016), os principais grupos de substâncias biotimulantes são: os aminoácidos e hidrolisados de proteínas, as substâncias húmicas, os microrganismos e inóculos, e os extratos de algas. Destacam-se as substâncias húmicas (SHs), por influenciarem as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo e, conseqüentemente, afetarem o crescimento das plantas (PRIMO et al., 2011; DU JARDIN et al., 2015). As SHs são compostas de ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e huminas, que podem induzir a produção de hormônios vegetais naturais e atuarem sinergicamente para melhorar o desenvolvimento das plantas (FARIA, 2018). Essas substâncias podem interferir no metabolismo da planta e estimular a parte aérea, através do aumento do acúmulo de nutrientes nas folhas, respiração, síntese de clorofila e aumento da atividade fotossintética (BALDOTTO e BALDOTTO, 2014). As SHs também afetam o enraizamento por

meio de efeitos semelhantes a ação das auxinas, ativando a bomba de prótons da membrana plasmática ( $H^+$ ) (OLIVEIRA et al., 2021; PINTON et al., 1997) e aumentando o crescimento das raízes laterais devido à expansão das células radiculares, ajudando assim na absorção de água e nutrientes, proporcionando estabelecimento mais eficaz das plantas (SILVA, 2019).

Além disso, as SHs melhoram a estrutura do solo, aumentando a produtividade e a qualidade da colheita, aumentam a área superficial específica, a CTC e o efeito tampão, dão ao solo mais estabilidade e atuam como reservatório de N, P, S e micronutrientes (PIGATIN, 2011). Assim, as SHs, são importantes reguladores funcionais de processos químicos e biológicos em solos e plantas e, portanto, um forte fator para a sustentabilidade dos ecossistemas terrestres. (PRIMO et al., 2011).

Vários estudos relataram os efeitos benéficos do uso de EAV como bioestimulante para o crescimento em diferentes culturas (ZANDONADI, 2016; BUSATO et al., 2016; ARANCON et al., 2020). PEREIRA (2021) relatou aumento na produtividade, trocas gasosas e acúmulo de macro e micronutrientes em plantas de pimentão e tomate, bem como a tolerância a nematóide-das-galhas (*M. incognita*) após a aplicação de EAV enriquecido com *Trichoderma spp.*

### **3.2.2 Extrato aquoso de vermicomposto**

Os EAV podem ser produzidos por diversos métodos, mas a princípio todos seguem a mesma etapa, começando pela imersão vermicomposto sólido em água. A proporção do vermicomposto sólido para água usada pode variar de 1: 3 (33%) a 1: 200 (0,5%). Alguns processos são aerados e outros não (ARANCON et al., 2007). Segundo EDWARDS et al. (2006), os EAV produzidos com aeração são mais estáveis e eficazes do que os produzidos sem aeração. Também pode ser adicionadas fontes de nutrientes suplementares na expectativa que ajudem a aumentar a atividade e os efeitos microbianos (citação). A extração do EAV pode levar de 12 horas a até três semanas (ARANCON et al., 2007).

O EAV demonstrou possuir características microbiológicas e químicas benéficas parecidas com os vermicompostos sólidos (DOMÍNGUEZ, 2019). O extrato contém nutrientes minerais solúveis, microrganismos benéficos, hormônios

e reguladores de crescimento de plantas, que são conhecidos por serem encontrados em vermicomposto sólido e que provavelmente é extraído no processo de obtenção do extrato (ARANCON et al., 2018). Esses prováveis componentes úteis podem ser os principais fatores que afetam positivamente o crescimento das plantas (EDWARDS et al., 2006).

O EAV requer uma quantidade menor de vermicomposto para cobrir uma área de produção maior, e apresenta propriedades bioquímicas benéficas semelhantes ao vermicomposto sólido (ARANCON, 2018). Portanto, o EAV tem sido usado como uma alternativa, mas igualmente eficaz, como potencializador do crescimento e rendimento de plantas, assim como, supressor de diversas pragas e doenças. (ARANCON et al., 2019; LONG, 2017).

Vários trabalhos demonstraram a influência positiva do EAV no crescimento das plantas de estufa. ARANCON et al. (2019) conduziram um experimento para avaliar o efeito do EAV sobre o crescimento e a produção de tomate e alface em ambiente hidropônico. Os tratamentos com aplicação de EAV nas concentrações de 1,6 % e 3,6%, para alface, e de 0,14%, 0,28% e 0,56%, para tomate, tiveram as maiores produtividades, mesmo em concentrações de soluções nutritivas menores do que os tratamentos sem EAV. A presença de reguladores de crescimento vegetal como auxinas, giberelinas, citocinina no EAV é responsável pelo aumento da produtividade do tomate e da alface com concentrações mais baixas de soluções nutritivas (ARANCON et al., 2019).

ARANCON et al. (2012) relataram efeitos significativos na porcentagem de germinação e crescimento de mudas de tomate e alface quando as sementes foram embebidas em certas concentrações de EAV, por um período específico de tempo. Mais recentemente, ARANCON et al. (2020) demonstraram que o EAV pode ter efeitos benéficos no enraizamento de estacas de caule de cana-de-áçúcar, hortelã e estacas de folha de begônia. A combinação de reguladores de crescimento foi responsável pelo aumento do enraizamento de estacas caulinares.

### 3.3 Produção de hortaliças folhosas tipo *Baby leaf*

Segundo recomendação da OMS, é sugerida a ingestão de no mínimo 400,0 g de hortaliças e frutas por dia, em cinco ou mais dias da semana, para a prevenção de doenças degenerativas e da diminuição dos riscos de doenças crônicas como as cardíacas, câncer, diabetes e obesidade, bem como para suprimento de vitaminas, sais minerais, fibras, antioxidantes e micronutrientes (OMS, 2003). No Brasil, o consumo de hortaliças e frutas ainda é muito baixo. De acordo com o IBGE (2019), a média per capita por dia é de 132,9 gramas, o que fica atrás até de alguns países mais pobres da Ásia e da América Latina. Em comparação com os países desenvolvidos da Europa, a diferença é ainda maior. Por exemplo, o consumo médio em Portugal e na Itália é de 416 gramas e 353 gramas por pessoa por dia, respectivamente (EMBRAPA, 2020). Dessa forma, inovações como a introdução de *baby leafs* (BL) no mercado podem ajudar a estimular o consumo entre os brasileiros, inclusive crianças, que preferem produtos de tamanho pequeno e com variedade de cores, e podem contribuir no combate à obesidade, principalmente a infantil (PURQUERIO et al., 2013).

*Baby leaf* é a denominação adotada para as hortaliças folhosas obtidas com a colheita precoce, em relação ao tempo tradicional para o consumo, apresentando-se com folhas jovens e não completamente expandidas (PURQUERIO et al., 2013). As BLs são mais macias e saborosas em comparação as hortaliças folhosas de tamanho convencional e, dependendo da espécie, podem apresentar variadas cores e formatos, o que desperta o interesse de profissionais ligados à alta gastronomia, constantemente atentos às novidades e variedades para que seus cardápios que despertem a curiosidade de seus clientes (NASCIMENTO et al., 2016). Não existe uma classificação oficial e padrão de comercialização para o tamanho das BLs. O comprimento das folhas depende do tipo e método de uso. Segundo PURQUERIO et al. (2008), é proposto um tamanho de folha de 5 a 15 cm, ainda é possível dividir o tamanho em 3 grupos diferentes, menores que 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 15 cm (medido do início do pecíolo até o final do limbo foliar).

O produto BL é considerado diferenciado, que agrega um grande valor à espécie comercializada, fato que atrai a atenção dos produtores e da cadeia de

insumos. Entretanto, as folhas baby tem sido comercializadas no varejo por um preço muito elevado e restrito aos consumidores de alto poder aquisitivo (NASCIMENTO et al., 2016). Segundo SABIO et al. (2013), os preços das BL de alface e rúcula chegam a ser o dobro dos produtos convencionais. Adicionalmente, a produção em pequenas áreas é uma vantagem especialmente em áreas urbanas (PURQUERIO et al., 2008).

A comercialização de BL pode ser realizada em embalagens, desinfetados e pronto para o consumo *in natura*, na forma de salada crua (PURQUERIO et al., 2008). Esse recurso, que se traduz em praticidade, é outra de suas vantagens. As folhas podem ser vendidas separadamente de acordo com a espécie, ou podem ser vendidas misturando as folhas de diferentes espécies com diferentes formatos, cores, texturas e sabores. A combinação de diferentes tipos confere ao produto um alto valor nutricional e conveniência. (NASCIMENTO et al., 2016).

O cultivo das BL pode ser feito a campo ou em ambiente protegido, em sistema hidropônico ou bandejas. A produção em bandejas é semelhante a feita na produção de mudas de hortaliças folhosas, porém no caso das BL, as plantas podem permanecer nas bandejas até o momento da colheita (NASCIMENTO et al., 2016). No sistema hidropônico NFT, as plantas passam cerca de duas semanas no viveiro e, em seguida, são transplantadas para os canos onde permanecem até que possam ser colhidos (SABIO et al., 2013). Ressalta-se que em ambos existe a necessidade de adaptações no sistema e no manejo produtivo, principalmente relacionadas à densidade de cultivo, irrigação (bandeja), nutrição e controle fitossanitário (NASCIMENTO et al., 2016).

Em cultivo protegido, a semeadura de BL feita em sistema hidropônico tipo NFT tem elevado custo de instalação e manutenção do sistema devido à velocidade de produção e à qualidade do produto obtido (PURQUERIO et al., 2008). Já no sistema de produção em bandejas, o substrato da produção, bem como o sistema radicular das plantas que tiveram suas folhas jovens colhidas, permanecem nas bandejas, tornando-se resíduos desse sistema de produção. Assim, é possível a sua reutilização como uma possibilidade de redução do custo de produção e aproveitamento desse resíduo, diminuindo o impacto ambiental da atividade.

Segundo DE MORAES et al. (2013), a fibra de coco utilizada como substrato pode ser reutilizada por até três vezes e oferece condições químicas e físicas para o bom desenvolvimento da planta.

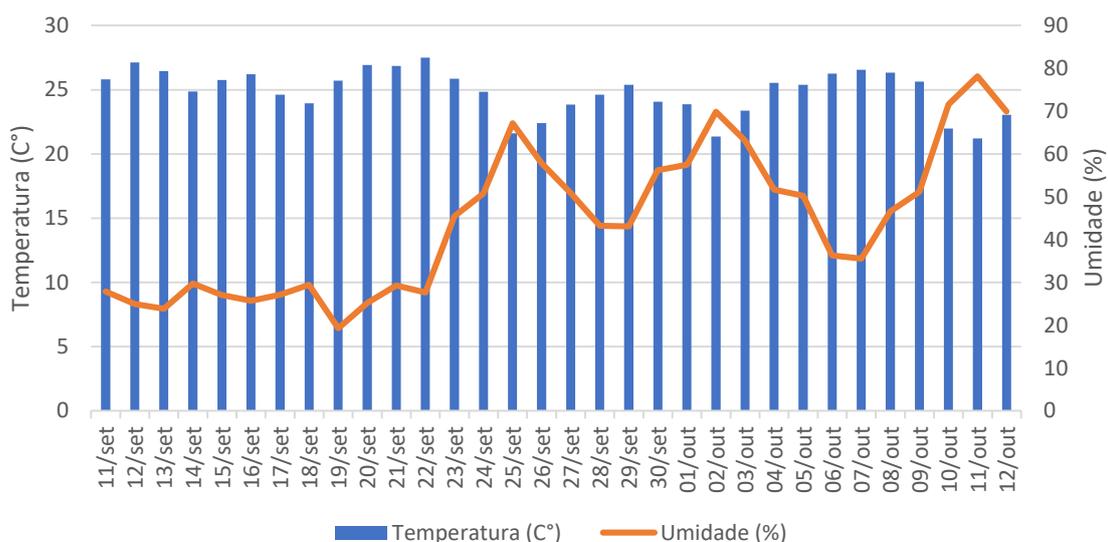
O plantio de BL apresenta alguns desafios como o alto investimento inicial e a necessidade de desenvolver mercados em potencial. Caso o cultivo seja feito no solo, é necessária a mecanização para o plantio e a colheita, devido à grande quantidade de sementes, o que dificulta o trabalho manual. Também é necessária uma estrutura de processamento para esterilizar e embalar o produto, que deve ser adicionado ao custo do investimento inicial. Além disso, é necessário conhecimento técnico para a produção (PURQUERIO et al., 2008).

Por não existir uma padronização oficial para o tamanho ou comprimento ideal das BL, o tempo de espera da colheita varia de acordo com a espécie, da finalidade do produto e de acordo com as necessidades do produtor, pois isso afetará o tamanho da folha (SABIO et al., 2013). Então, a utilização de bioestimulantes, como o extrato aquoso vermicomposto, que promovem o crescimento e o desenvolvimento da planta durante ciclo de produção, tem potencial de aumentar a produtividade, além de, segundo HERNANDEZ et al. (2015), possibilitar o encurtamento do ciclo, permitindo a colheita antecipada sem perdas de qualidade e com maior produção de folha.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Localização e condução do experimento**

O experimento foi conduzido na Estação Biológica da Universidade de Brasília, na cidade de Brasília, Distrito Federal (Latitude 15°44'6,13" S, Longitude 47°53'0,77" W e altitude de 1011m), no período correspondente a 23 de julho de 2021 a 13 de outubro de 2021. De acordo com a classificação de Köppen e Geiger, o clima da região pertence ao tipo Aw (Clima tropical, com inverno seco). Há na região estação chuvosa durante o verão, de novembro a abril, e estação seca bem definida no inverno, de maio a outubro. A temperatura média e a umidade relativa do ar durante a condução do experimento estão representadas na Figura 1.



**FIGURA 1** - Temperatura média e umidade relativa do ar na região de Brasília-DF, durante a condução do experimento no período de 11 de setembro até 12 de outubro (Fonte: INMET, 2021).

O experimento foi desenvolvido em três etapas: 1) produção do vermicomposto; 2) obtenção do EAV e 3) condução do ensaio de produção de BL de rúcula submetida a diferentes concentrações do EAV.

#### 4.1.1 Vermicompostagem e produção do extrato de vermicomposto

O processo de vermicompostagem foi realizado em caixas de polietileno de 180 L, utilizando esterco bovino semi-curtido e minhocas Vermelhas-da-Califórnia (*Eisenia foetida*) (Figura 2a). O esterco foi acondicionado na caixa por um período de 8 dias, sendo umedecido no momento do acondicionamento. As caixas apresentavam um sistema de coleta do chorume produzido, para evitar o acúmulo de líquido no fundo. Após 8 dias, o material recebeu a adição das minhocas (aproximadamente 200 minhocas). Após 42 dias do processo de vermicompostagem, o material foi peneirado e retirou-se 100g de vermicomposto para o preparo do extrato aquoso (figura 2b).



**FUGURA 2** - Caixa de polietileno de 180 m<sup>3</sup> contendo esterco bovino semi-curtido (A) e material peneirado após 42 dias de vermicompostagem (B).

O EAV foi preparado no laboratório de química do solo da UnB. Para isso, 100 g de vermicomposto foram submersos em um bécker de plástico de 1 L contendo 900 mL de água e, em seguida foi submetido a aeração por 10 minutos, a cada 3 horas, durante 48 horas, com auxílio de uma bomba de aquário ligada a um timer. O extrato obtido ao final do processo foi filtrado em peneira com malha de 45  $\mu$ m, para a remoção de material em suspensão. Após a obtenção do extrato bruto, foram definidas as doses para a aplicação no substrato, a partir da sua diluição em água, nas seguintes porcentagens de diluição (V/V): 0% (controle, apenas água), 0,5 % (5 mL do extrato bruto + 995 mL de água), 1 % (10 mL do extrato bruto + 990 mL de água), 2 % (20 mL do extrato bruto + 980 mL de água) e 4 % (40 mL do extrato bruto + 960 mL de água).

Para a determinação da quantidade extrato aquoso a ser aplicada, foi feita a determinação da capacidade de retenção de água do substrato, conforme o protocolo de MONTEIRO e FRIGHUETTO (2000), onde, em um funil contendo papel-filtro e posicionado dentro de uma proveta graduada de 100 mL, foram adicionados 20 g do substrato Carolina Soil e 100 mL de água destilada em pequenos volumes. Após, o funil foi coberto com saco plástico e deixado a temperatura ambiente (Figura 3). Após 24 horas, foi aferida a quantidade de água na proveta e considerada a água percolada, e a partir da diferença entre o volume aplicado ao substrato e a quantidade percolada, foi determinada a capacidade de retenção (CR) de água no substrato (%). A partir desse valor, procedeu-se o cálculo do volume de extrato ou água (no tratamento controle) a ser aplicado por bandeja, sendo definido o volume de 300 mL. A condutividade elétrica das doses foi medida com o auxílio de um condutivímetro portátil (Tabela 1).



**FIGURA 3** - Funil coberto com papel plástico contendo papel filtro e posicionado dentro de uma proveta graduada de 100 mL com 20g do substrato Carolina Soil e 100 mL de água destilada.

**TABELA 1** - pH e condutividade elétricas das doses de EAV utilizadas.

<b>Concentração (%)</b>	<b>pH</b>	<b>Condutividade(mS/cm)</b>
<b>0,5</b>	5,5	0,07
<b>1</b>	6,2	0,06
<b>2</b>	6,5	0,08
<b>4</b>	6,8	0,11

#### **4.2 Produção de baby leaf de rúcula**

A semeadura foi realizada no dia 11/09/2021, em bandejas de polietileno de 64 células com dimensões de 34 cm de comprimento, 34 cm de largura, 6 cm de altura e capacidade de 35 mL de substrato por célula. Foram utilizadas 10 bandejas de 64 células, porém para a semeadura da rúcula essas bandejas foram divididas em 2 (2 de 4 x 8 células). O substrato comercial utilizado para produção das mudas foi o Carolina Soil, classificação XVI, que apresenta as seguintes características de acordo como fabricante: condutividade elétrica (CE) de 0,7 mS/cm; pH de 5,5; capacidade de retenção de água (CRA) de 350 % m/m, umidade máxima de 60 %, densidade de 130 kg/m<sup>3</sup>. O produto é produzido a partir de turfa, vermiculita expandida e calcário.

Na semeadura, foi utilizada a rúcula cv. Folha Larga (Sakata), as sementes foram distribuídas em 5 por célula de forma manual após a aplicação de 300 mL do EAV de cada concentração pré-apresentada. Então, as bandejas foram dispostas na bancada da estufa (Figura 4).



**FIGURA 4** - Bandejas com substrato dispostas na bancada.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo cada repetição uma bandeja, e 5 tratamentos, totalizando 20 unidades experimentais (UEs), cada bandeja representando uma unidade experimental.

A aplicação dos tratamentos foi realizada com auxílio de um regador com a solução até a saturação do substrato (Figura 6). A aplicação foi feita no momento da semeadura e semanalmente após a semeadura, totalizando 5 aplicações.

A irrigação foi realizada, com auxílio de um regador (5 L), duas vezes por dia, no início e final do dia, procurando-se manter a umidade do substrato próximo a capacidade de campo, exceto nos dias de aplicação do EAV, onde a irrigação foi substituída pela aplicação dos tratamentos. A condutividade da água utilizada para irrigação foi de 0,03 mS/cm, com o pH de 7,1.



**FIGURA 5** - Material para preparo das doses de EAV.

O complemento nutricional foi realizado através de fertirrigação com a solução nutritiva de FURLANI et al. (2009) (Tabela 2). A quantidade de reagentes utilizadas para o preparo da solução foi para 1000 L, divididos em 3 soluções: Solução A (nitrato de cálcio e quelato de ferro), Solução B (nitrato de potássio, Fosfato monoamônio e Sulfato de magnésio) e micronutrientes (sulfato de cobre, sulfato de zinco, sulfato de manganês, ácido bórico e molibdato de amônio). Cada solução foi diluída para em uma garrafa pet de 1,5 L. Assim, para o preparo de 10 L, foram utilizados 15 mL de cada solução, resultando uma solução nutritiva de 1,6 mS/cm de condutividade elétrica e pH de 6.

**TABELA 2** - Concentração dos compostos químicos utilizados para preparo da solução nutritiva aplicada em fertirrigação nas plantas.

<b>Fertilizante</b>	<b>Concentração g/1000L</b>
Solução A	----
Nitrato de Cálcio	750
Quelato de ferro	47
<b>Solução B</b>	----
Nitrato de potássio	500
Fosfato monoamônio	150
Sulfato de magnésio	400
<b>Micronutrientes</b>	----
Sulfato de cobre	0,15
Sulfato de zinco	0,5
Sulfato de mangânes	1,5
Ácido Bórico	1,5
Molibdato de amônio	0,15

Fonte: Furlani et al. (2009).

A fertirrigação das mudas foi feita de cinco em cinco dias, a partir do 15º dia de plantio, com o auxílio de um regador com volume de 5 litros para cada 10 bandejas do experimento, resultando em aproximadamente 500 mL da solução por bandeja.

### **4.3 Avaliação das mudas**

As plantas foram avaliadas aos 34 dias após a semeadura. As seguintes avaliações conduzidas: altura, número de folhas, massa fresca e seca da parte aérea, raízes e total, área da parte aérea e da raiz. Para as análises, foi feita amostragem aleatória de 5 plantas por unidade experimental (Figura 6). As bandejas com as plantas foram levadas ao laboratório de química do solo da UnB-Campus Darcy Ribeiro e as plantas selecionadas para as análises passaram pelo processo de limpeza das raízes com água de forma cuidadosa para retirada do substrato. Após, a parte aérea da planta foi separada da raiz com auxílio de tesoura

e utilizando uma balança de precisão para determinação da massa fresca parte aérea (MFPA), massa fresca de raiz (MFR) e massa fresca total (MFT) pela soma dos anteriores.



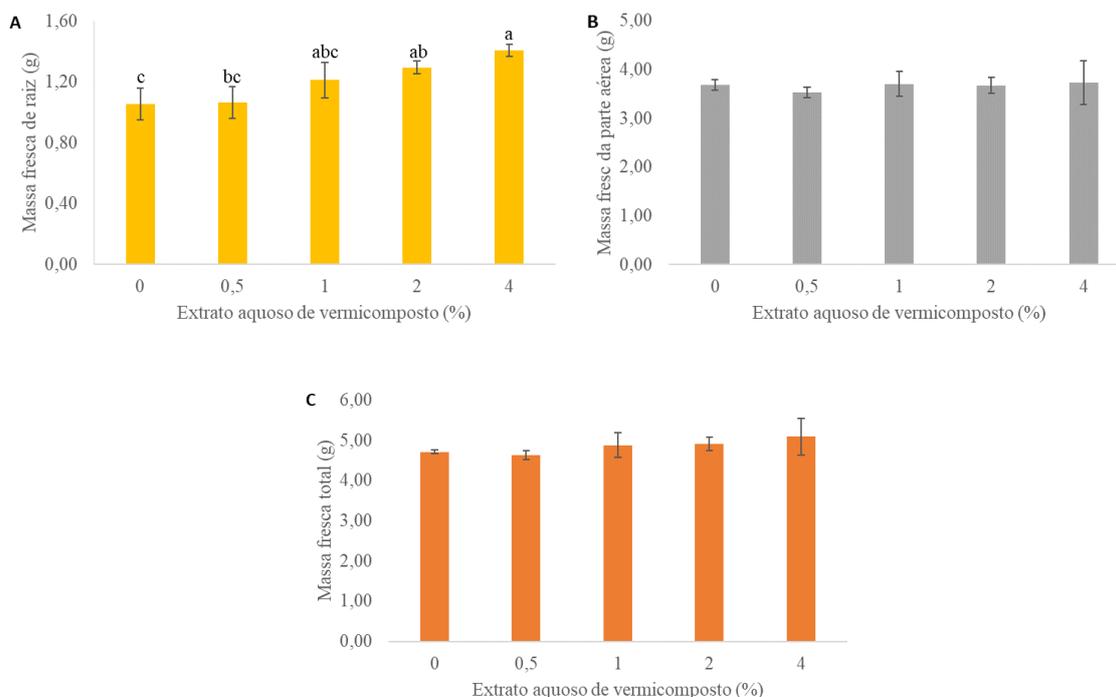
**FIGURA 6** - Plantas selecionadas aleatoriamente para realizar as análises.

Após obtenção das massas frescas, as partes aérea e radicular das plantas foram escaneadas para posterior avaliação altura da planta (ALT), número de folhas (NF), área da parte aérea (APA) e área da raiz (AR), empregando-se software imageJ. Em seguida, as partes aérea e radicular foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas na estufa com temperatura de 70 C°, por 72 horas, para determinação, por pesagem em balança analítica, da massa seca total (MST), massa seca de parte aérea (MSPA) e a massa seca de raiz (MSR).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk. Constatada a normalidade dos dados, estes foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, na confirmação de efeito das concentrações, as médias foram comparadas pelo teste de Turkey ( $P < 0,05$ ), com auxílio do software SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014). As médias e os desvios-padrão estão apresentados no Anexo I.

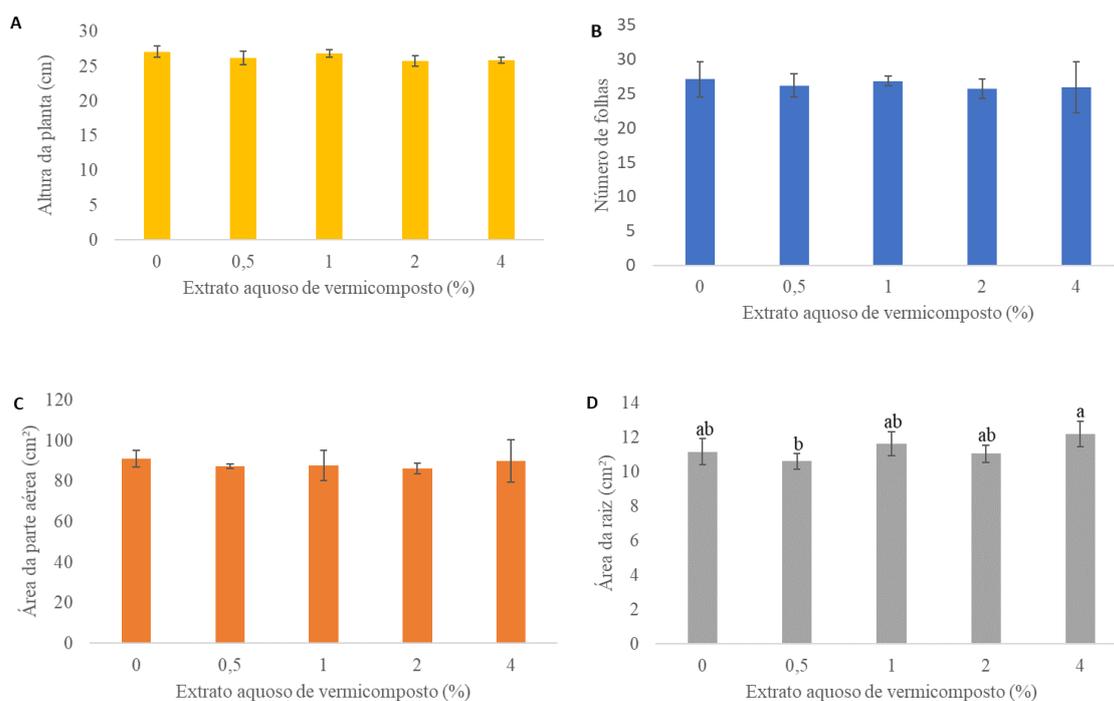
## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de MFR, MFPA e MFT nas plantas crescidas sob efeitos das diferentes concentrações do EAV são apresentados na Figura 7. Para MFPA e MFT, não houve diferença entre os tratamentos. Os valores médios observados para MFPA e MFT foram de 3,66 g e 4,84 g, respectivamente. Para MFR, as aplicações concentrações de 2% e 4% do EAV resultaram em aumento de 25,6 e 35,8 % em comparação ao controle. Resultados semelhantes foram obtidos por PEREIRA (2021), que avaliou o efeito estimulante e a resistência de plantas de tomate e pimentão a nematóides com aplicação de EAV enriquecido com *Trichoderma spp.* O autor também reportou aumento significativo na massa fresca radicular com adição do EAV, sendo esse efeito associado ao material húmico presente no extrato. É possível que compostos semelhante às auxinas, que induzem o crescimento radicular por meio da síntese de H<sup>+</sup>-ATPase na membrana plasmática, estejam presentes no extrato, resultando em acidificação do apoplasto e consequente promoção do alongamento e divisão celular, por meio do aumento da plasticidade celular (RODDA et al., 2006; FAÇANHA et al., 2002).



**FIGURA 7** - (A) Massa fresca de raiz (MFR), (B) massa fresca de parte aérea (MFPA), (C) massa fresca total (MFT) de mudas de rúcula cv. Folha larga com 34 dias após semeadura, cultivadas com cinco concentrações (0; 0,5%; 1%; 2% e 4%) do extrato aquoso de vermicomposto. Barras representam o desvio-padrão das médias. Letras representam a diferença estatística (teste Tukey,  $p < 0,05$ ).

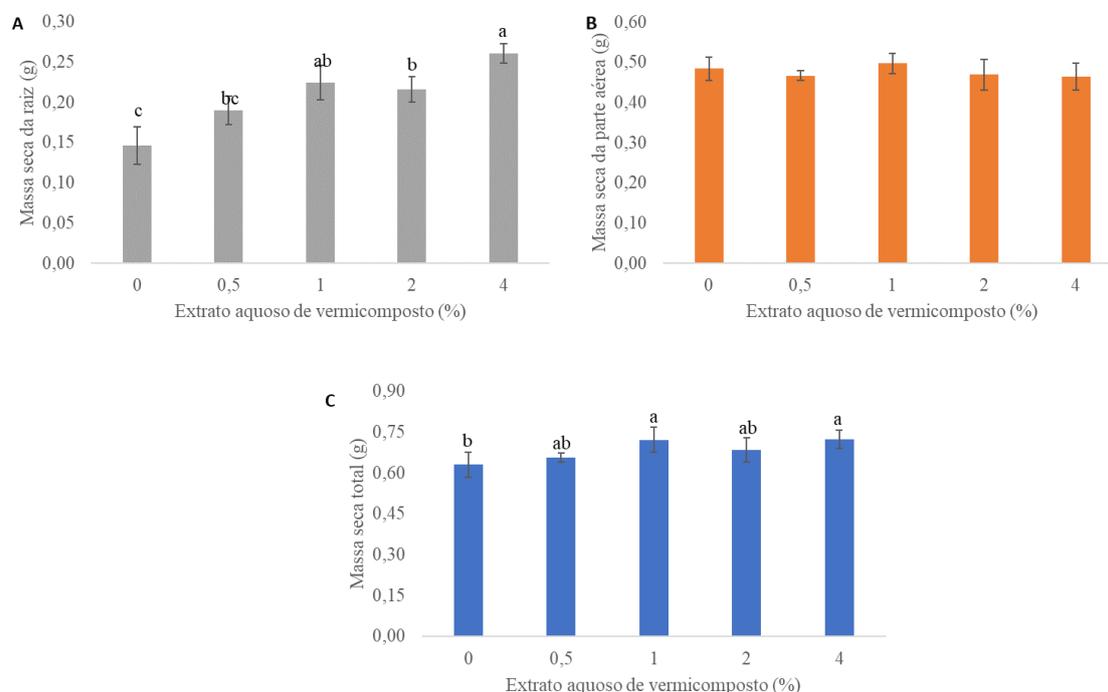
Para as variáveis NF, ALT, APA e AR, não houve diferença entre os tratamentos (Figura 8). As médias de NF e ALT, envolvendo todos os tratamentos, foram de 26 folhas e 8,8 cm, respectivamente (Figuras 8a e 9b), enquanto para AR e APA os valores médios gerais foram de 11,32 e 88,4 cm<sup>2</sup>, respectivamente (Figuras 8c e 8d).



**FIGURA 8** - (A) Altura da planta (ALT), (B) número de folhas (NF), (C) área da raiz (AR), (D) área da parte aérea (APA) de mudas de rúcula cv. Folha larga com 34 dias após semeadura, cultivadas com cinco concentrações (0; 0,5%; 1%; 2% e 4%) do extrato aquoso de vermicomposto. Barras representam o desvio-padrão das médias. Letras representam a diferença estatística (teste Tukey,  $p < 0,05$ ).

Na Figura 9 são apresentados os resultados para MSR, MSPA e MST. Não houve diferença entre os tratamentos, sendo o valor médio, envolvendo todos os

tratamentos, para MSPA de 0,48 g. Para as variáveis MST e MSR houve diferença entre os tratamentos, para MST, os tratamentos na concentração de 1% e 4% apresentaram aumentos de 14,5% e 14,9%, respectivamente, em relação ao tratamento controle. Já em relação a MSR, os tratamentos nas concentrações 1%, 2% e 4% apresentaram diferença quando comparados com o tratamento controle, com aumentos de 53,5, 47,7 e 78,4 %, respectivamente. O tratamento de 0,5% não apresentou diferença quando comparado com o controle. O aumento da MST está relacionado ao aumento significativo na MSR. Resultado semelhante foi obtido por ANJOS (2010), que avaliou o efeito de diferentes concentrações de substâncias húmicas extraídas de vermicomposto vegetal, no metabolismo de nitrogênio em plantas de rúcula cultivadas em casa-de-vegetação. Assim como os resultados obtidos na MFR, o principal motivo pelo aumento da MSR está relacionado a presença de compostos semelhantes a auxinas, que estimulam a síntese de H<sup>+</sup>-ATPase na membrana plasmática, acidificando o apoplasto que facilita a atividade da enzima, enfraquecendo a parede celular e permitindo que a células radiculares se expanda (PINTON et al., 1999; CANELLAS et al. 2002; SANDOVAL et al. 2011).



**FIGURA 9** - (A) Massa seca de raiz (MSR), (B) massa seca de parte aérea (MSPA), (C) massa seca total (MST) de mudas de rúcula cv. Folha larga com 34 dias após semeadura, cultivadas com cinco concentrações (0; 0,5%; 1%;2% e 4%) do extrato

aquoso de vermicomposto. Barras representam o desvio-padrão das médias. Letras representam a diferença estatística (teste Tukey,  $p < 0,05$ ).

Nas Figuras 7 e 9, estão apresentados os resultados de MS e MU e é possível observar que a adição das diferentes concentrações do EAV apresentou resultados semelhantes à testemunha para MFPA e MFT, porém em relação a MFR os tratamentos na concentração de 2% e 4% apresentam diferenças significativas quando comparadas aos outros tratamentos. Ao observar a figura 10 e possível constatar o mesmo padrão de resultados, a diferença é que o tratamento na concentração de 1% também apresenta diferença significativa quando comparado ao tratamento controle na massa seca da raiz e o tratamento de 4% diferiu desses tratamentos. Porém segundo PEIXOTO et al. (2011), o uso da massa de matéria fresca como parâmetro para a avaliação pode conter imprecisões, devido a variação do teor de água entre o tempo de colheita e avaliação, além de ser dependente principalmente da umidade relativa do ar local de amostragem e pesagem. Nesse sentido o melhor parâmetro para avaliar o crescimento das plantas é o de massa seca.

Os resultados obtidos indicaram que o tratamento na concentração de 4% do EAV foi o mais eficiente em acumular biomassa na raiz das plantas, seguido pelo de 2% e 1%. Nesse sentido, ressalta-se que a aplicação de EAV estimulou o crescimento radicular, principalmente nas maiores concentrações de EAV (Figura 10<sup>a</sup>). Entretanto, esse aumento na massa radicular nessas doses não refletiu em aumento significativo da área radicular, em comparação ao tratamento controle (Figura 9d). Cabe destacar que de acordo com RIMA et al. (2011), quanto maior o número de raízes, maior será a área da superfície radicular, logo o volume de solo explorado aumenta, representando os benefícios do tratamento com substâncias húmicas. O aumento das raízes laterais tem impactos positivos sobre as plantas, tornando-as são mais capazes de se adaptar ao meio ambiente em condições adversas e aumentar a absorção de nutrientes.

Devido ao maior volume de solo sendo explorado, é esperado que a estimulação da zona radicular se reflita em maiores rendimentos no final do ciclo (AGUIAR et al., 2009). Conforme observado em um experimento de campo conduzido por BORCIONI et al. (2016), a aplicação de solução contendo ácido

fúlvico em mudas de alface, promoveu maior emissão de raízes nas maiores concentrações de ácido fúlvico, o que resultou no aumento no número de folhas e na circunferência média das cabeças de acordo com o aumento da concentração.

No presente trabalho foi verificado que a aplicação do EAV foi eficaz na produção de massa radicular, porém as características relacionadas a parte aérea da planta não apresentaram incremento nos tratamentos, o que pode estar relacionado ao tempo de colheita que foi insuficiente para a planta apresentar resultados significativos na parte aérea, ao genótipo da espécie ou a insuficiência na concentração dos EAV (MEIRELLES, 2016).

Portanto, é importante novos experimentos com diferentes concentrações de EAV, para assim, testar se a concentração de EAV utilizada é insuficiente ou, ao contrário de outras espécies, o EAV não tem potencial bioestimulante na rúcula (ZANDONADI et al., 2014).

## **6. CONCLUSÕES/ CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A aplicação de EAV promoveu o desenvolvimento das raízes das plantas. Para outros parâmetros de crescimento da rúcula, a aplicação não apresentou resultados significativos. Em relação as diferentes concentrações aplicadas, a de 4%, apresentou melhores resultados na promoção do crescimento das raízes em relação às outras doses.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – 2020. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>>. Acesso em: 11 de outubro de 2021.

ADASA - Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. Adasa analisa desafios na gestão de resíduos sólidos no meio rural – 2020. Disponível em: <<https://www.adasa.df.gov.br/area-de-imprensa/noticias/1810-adasa-analisa-desafios-na-gestao-de-residuos-solidos-no-meio-rural>> Acesso em: 15 de setembro de 2021.

AGUIAR, N. O.; CANELLAS, L. P.; DOBBSS, L. B.; ZANDONADI, D. B.; OLIVARES, F. L.; FAÇANHA, A. R. Distribuição de massa molecular de ácidos húmicos e promoção do crescimento radicular. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1613-1623, 2009.

ANDA – Associação Nacional Para Difusão De Adubos. Principais indicadores do setor de fertilizantes - 2021. Disponível em: <[http://anda.org.br/wp-content/uploads/2021/10/Principais\\_Indicadores\\_2021.pdf](http://anda.org.br/wp-content/uploads/2021/10/Principais_Indicadores_2021.pdf)>. Acesso em: 13 de outubro de 2021

ANJOS, O. O. Substâncias húmicas no metabolismo de nitrogênio em plantas de rúcula (*Eruca sativa* Miller). São Luiz, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, 2010, 58 p. Dissertação de Mestrado.

ARANCON, N. Q., OWENS, J. D., & CONVERSE, C. Testing vermicompost in hydroponic systems. **Biocycle**, v. 59, n. 8, p. 58-62, 2018.

ARANCON, N. Q.; EDWARDS, C. A.; DICK, R.; DICK, L. Vermicompost tea production and plant growth impacts. **Biocycle**, v. 48, n. 11, p. 51, 2007.

ARANCON, N. Q.; OWENS, J. D.; CONVERSE, C. The effects of vermicompost tea on the growth and yield of lettuce and tomato in a non-circulating hydroponics system. **Journal of plant nutrition**, v. 42, n. 19, p. 2447-2458, 2019.

ARANCON, N. Q.; PANT, A.; RADOVICH, T.; HUE, N. V.; POTTER, J. K.; CONVERSE, C. E. Seed germination and seedling growth of tomato and lettuce as affected by vermicompost water extracts (teas). **HortScience**, v. 47, n. 12, p. 1722-1728, 2012.

ARANCON, N.; CLEAVE, J. V.; HAMASAKI, R.; NAGATA, K.; FELTS, J. The influence of vermicompost water extracts on growth of plants propagated by cuttings. **Journal of Plant Nutrition**, v. 43, n. 2, p. 176-185, 2020.

BALDOTTO, M. A.; BALDOTTO, L. E. B. Ácidos húmicos. **Revista Ceres**, v. 61, p. 856-881, 2014.

BORCIONI, E.; MÓGOR, A. F.; PINTO, F. Aplicação de ácido fúlvico em mudas influenciando o crescimento radicular e produtividade de alface americana. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 47, p. 509-515, 2016.

BRASIL. Lei nº. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm)>. Acesso em: 16 de setembro de 2021.

CALVO, P.; NELSON, L.; KLOEPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant and soil**, v. 383, n. 1, p. 3-41, 2014.

CARLESSO, W. M.; RIBEIRO, R.; HOEHNE, L.. Tratamento de resíduos a partir de compostagem e vermicompostagem. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 3, n. 4, 2012.

COTTA, J. A. D. O.; CARVALHO, N. L. C.; BRUM, T. D. S.; REZENDE, M. O. D. O. Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, p. 65-78, 2015.

DAL BOSCO, T. C. Compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos: resultados de pesquisas acadêmicas. **São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda**, 2017.

DE AQUINO, A. M.; DE ALMEIDA, D. L.; DA SILVA, V. F. Utilização de minhocas na estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem. **Rio de Janeiro:**

**Centro Nacional de Pesquisa Biológica do Solo**, 1992. 13 p. (Comunicado Técnico, 8).

DE MORAES, L. A. S. Produção de baby leaf de alface em bandejas com reaproveitamento de substrato. Dissertação (Mestrado) 2013. Curso de Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto agrônomo de Campinas, Campinas. 2013.

DE OLIVEIRA, N. T. Bioestimulantes à base de substâncias húmicas e aminoácidos promovem o aumento do crescimento de plântulas de milho. Embrapa Milho e Sorgo-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2016.

DIONÍSIO, J. A. Vermicompostagem. **Clube de Autores**, 2021.

DISTRITO FEDERAL. Lei Nº 6.518, de 12 de março de 2020. Disponível em:< [http://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/f7ecacd38ccb4c35ba7ba9900ed2e129/Lei\\_6518\\_2020.html](http://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/f7ecacd38ccb4c35ba7ba9900ed2e129/Lei_6518_2020.html)>. Acesso em: 5 de agosto de 2020.

DOMÍNGUEZ, J.; AIRA, M.; KOLBE, A. R.; GÓMEZ-BRANDÓN, M.; PÉREZ-LOSADA, M. Changes in the composition and function of bacterial communities during vermicomposting may explain beneficial properties of vermicompost. **Scientific reports**, v. 9, n. 1, p. 1-11, 2019

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 3-14, 2015.

DUARTE, S. M. A; BARBOSA, M. P.; NETO, J. M. M. Avaliação das classes da cobertura vegetal no município de Taperoá, Estado da Paraíba. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 6, n. 2, 2009.

EDWARDS, C. A.; ARANCON, N. Q.; GREYTAK, S. Effects of vermicompost teas on plant growth and disease. **Biocycle**, v. 47, n. 5, p. 28, 2006.

EDWARDS, C. A.; ARANCON, N. Q. The science of vermiculture: the use of earthworms in organic waste management. In: Vermiculture technologies for developing countries. **Proceedings of the international symposium-workshop on vermiculture technologies for developing countries, Philippine Fisheries Association Inc, Los Baños, Laguna, Philippines**. 2005. p. 16-18.

ELLIOTT, M. L.; PREVATTE, M. Response of “Tifdwarf” Bermudagrass to Seaweed-derived Biostimulants. **HortTechnology**, v. 6, n. 3, p. 261-263, 1996.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Compostagem de resíduos orgânicos para uso na agricultura – 2005. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/129/compostagem-de-residuos-organicos-para-uso-na-agricultura/>> Acesso em: 11 de outubro de 2021.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Por que devemos consumir mais hortaliças? – 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/56533086/artigo-por-que-devemos-consumir-mais-hortalicas>> Acesso em: 12 de outubro de 2021.

FAÇANHA, A. R.; FAÇANHA, A. L. O.; OLIVARES, F. L.; GURIDI, F.; SANTOS, G. D. A.; VELLOSO, A. C. X.; CANELLAS, L. P. Bioatividade de ácidos húmicos: efeitos sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 1301-1310, 2002.

FAÇANHA, A. R.; FAÇANHA, A. L. O.; OLIVARES, F. L.; GURIDI, F.; SANTOS, G. D. A.; VELLOSO, A. C. X.; RUMJANEK, V. M.; BRASIL, F.; SCHRIPSEMA, J.; BRAZ-FILHO, R.; OLIVEIRA, M. A.; CANELLAS, L. P. Bioatividade de ácidos húmicos: efeitos sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 9, p. 1301-1310, 2002.

FARIA, O. C. O. Uso de bioestimulantes à base de substâncias húmicas e extrato de algas no desenvolvimento inicial do arroz de terras altas. 2018. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, Araguaia, 2018.

FERNANDES, F.; SILVA, SMCP. Manual prático para a compostagem de biossólidos. PROSAB - Programa de Pesquisas em Saneamento Básico. Rio de Janeiro: ABES. RiMa, 91p, 1999.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e agrotecnologia**, v. 38, p. 109-112, 2014.

FIORI, M. G. S.; SCHOENHALS, M.; FOLLADOR, F. A. C. Análise da evolução tempo-eficiência de duas composições de resíduos agroindustriais no processo de compostagem aeróbia. **Engenharia Ambiental**, v. 5, n. 3, p. 178-191, 2008.

FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo Hidropônico de Plantas: Parte 2-Solução Nutritiva**. 2009.

GOVERNO FEDERAL. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em:<[https://sinir.gov.br/images/sinir/Arquivos\\_diversos\\_do\\_portal/PNRS\\_Revisao\\_Decreto\\_280812.pdf](https://sinir.gov.br/images/sinir/Arquivos_diversos_do_portal/PNRS_Revisao_Decreto_280812.pdf)> Acesso em: 17 de outubro de 2021

HERNANDEZ, O.L.; CALDERÍN, A.; HUELVA, R.; MARTÍNEZ-BALMORI, D., GURIDI, F., AGUIAR, N. O.; OLIVARES, F. L.; CANELLAS, L. P. Humic substances from vermicompost enhance urban lettuce production. **Agronomy for sustainable development**, v. 35, n. 1, p. 225-232, 2015.

IBGE. Pesquisa de orçamentos familiares 2017-2018: primeiros resultados. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

JINDO, K.; MARTIM, S.A.; NAVARRO, E.C.; PÉREZ-ALFOCEA, F.; HERNANDEZ, T.; GARCIA, C.; AGUIAR, N. O.; CANELLAS, L. P. Root growth promotion by humic acids from composted and non-composted urban organic wastes. **Plant Soil** 353, p. 209–220, 2012.

JUNIOR, C. H. A.; BOARETTO, A. E.; MURAOKA, T.; KIEHL, J. C. Uso agrícola de resíduos orgânicos potencialmente poluentes: Propriedades químicas do solo e produção vegetal. **Tópicos em ciência do solo**, v. 4, p. 391-470, 2005.

LAZCANO, C.; DOMÍNGUEZ, J. The use of vermicompost in sustainable agriculture: impact on plant growth and soil fertility. **Soil nutrients**, v. 10, n. 1-23, p. 187, 2011.

LONG, G. C. Effects of Compost and Vermicompost Tea on Nutrient Uptake and Growth of Lettuce (*Lactuca Sativa* cv. Green Forest). University of California, Davis, 2017.

MALTA, T. M. Compostagem domiciliar: uma alternativa para redução do descarte de resíduos orgânicos. Uberlândia: Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, 2017. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso

MASSUKADO, L. M. Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares. 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MEIRELLES, A. F. M. Produtividade de hortaliças (alface, brócolis e rúcula) em resposta ao tratamento com ácidos húmicos e bactérias promotoras de crescimento em unidades de agricultura familiar. Florestal, Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários, Universidade de Viçosa, 2016, 108 p. Dissertação de Mestrado.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Gestão de Resíduos Orgânicos – 2017. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADduos-org%C3%A2nicos.html#o-que-fazer>> Acesso em: 15 de setembro de 2021

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Microbiologia e bioquímica do solo. 2ª Edição. **Editora da Universidade Federal de Lavras**. 729p, 2006.

NASCIMENTO, W. M.; PEREIRA, R. B. Produção de mudas de hortaliças. Embrapa Hortaliças-Livro técnico (INFOTECA-E), 2016.

OLIVEIRA, B. A. dos S.; ASSIS, A. M. de; MACIEJEWSKI, P.; RAMM, A.; FRÖLECH, D. B.; SCHUCH, M. W. Humic substances and indolebutyric acid in the in vitro rooting of 'Woodard' blueberry. Research, Society and Development, [S. l.], v. 10, n. 11, p. e420101119735, 2021.

OLIVEIRA, F. N. S.; LIMA, H. J. M.; CAJAZEIRA, J. P. Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos. Francisco: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 17 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 89).

ONU - Organização das Nações Unidas. Humanidade produz mais de 2 bilhões de toneladas de lixo por ano, diz ONU em dia mundial - 2018. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/81186-humanidade-produz-mais-de-2-bilhoes-de-toneladas-de-lixo-por-ano-diz-onu-em-dia-mundial>>. Acesso em: 04 de outubro de 2021.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation. Geneva: World Health Organization, 2003. WHO Technical Report Series No. 916.

PEIXOTO, C.; CRUZ, T.; PEIXOTO, M. F. Análise quantitativa do crescimento de plantas: Conceitos e Prática. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, 2011.

PEREIRA, T. S.; PAULA, A. M.; FERRARI, L. H.; SILVA, J.; PINHEIRO, J. B.; CAJAMARCA, S. M. N.; JINDO, K.; SANTOS, M. P.; ZANDONADI, D.B.; BUSATO, J. G. Trichoderma-enriched vermicompost extracts reduces nematode biotic stress in tomato and bell pepper crops. **Agronomy**, v. 11, n. 8, p. 1655, 2021.

PEREIRA, T.S. Potencial do extrato aquoso obtido de vermicomposto enriquecido com Trichoderma como estimulante do crescimento e controlador de nematoides em plantas de tomate e pimentão. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2019, 102 p. Dissertação de Mestrado.

PIGATIN, L. B. F..Compostos orgânicos de origem agroindustrial e urbana aplicados à produção vegetal e fertilidade do solo. São Carlos, Instituto de Química, University of São Paulo, 2011, 118 p. Dissertação de Mestrado.

PINTON, R.; CESCO, S.; IACOLETTI, G.; ASTOLFI, S. & VARANINI, Z. Modulation of nitrate uptake by waterextractable humic substances: Involvement of root plasma membrane H<sup>+</sup>-ATPase. **Plant Soil**, 215:155-163, 1999.

PINTON, R.; CESCO, S.; SANTI, S.; VARANINI, Z. Soil humic substances stimulate proton release by intact oat seedling roots. **Journal of Plant Nutrition**, v. 20, n. 7-8, p. 857-869, 1997

PRIMO, D. C; MENEZES, R. C.; SILVA, T. O. Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro. **Scientia Plena**, v. 7, n. 5, 2011.

PURQUERIO, L. F. V.; CALORI, A. H.; de MORAES L. A. S. Pequenas e promissoras. **Revista Cultivar: Hortaliças e frutas**, v. 11, n. 80, p. 16-18, 2013.

PURQUERIO, L. F., TIVELLI, S. W., SANCHES J., CIA, P. Baby leaf, uma tendência de mercado? (Baby leaf, a market trend?). *O Agrônomo*. n. 63, p. 12-14, 2008.

RICCI, M. Manual de vermicompostagem. Embrapa Rondônia-Documentos (INFOTECA-E), 1996.

RIMA, J. A. H.; MARTIM, S. A.; DOBBSS, L. B.; EVARISTO, J. A. M., RETAMAL, C. A.; FAÇANHA, A. R.; & CANELLAS, L. P. Adição de ácido cítrico potencializa a ação de ácidos húmicos e altera o perfil protéico da membrana plasmática em raízes de milho. **Ciência Rural**, v. 41, n. 4, p. 614- 620, 2011.

RODDA, M. R. C.; CANELLAS, L. P.; FAÇANHA, A. R.; ZANDONADI, D. B.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. D.; SANTOS, G. D. A. Estímulo no crescimento e na hidrólise de ATP em raízes de alface tratadas com humatos de vermicomposto: II-Efeito da fonte de vermicomposto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 4, p. 649-656, 2006.

SABIO, R.P.; VENTURA, M. B.; CAMPOLI, S. S. Mini e “baby” frutas e hortaliças. **Revista Hortifruti Brasil**, v. 11, n. 120, 2013.

SABORÍO, Francisco F. Bioestimulantes en fertilización foliar. **Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones**, p. 107-126, 2002

SANDOVAL, C. B.; HERRERA, J. G. Á.; MEDINA, R. C. N. Giberelinas y 6-Bencilaminopurina en la plantulación de semillas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) híbrido Adrale RZ F1. **Temas agrarios**, v. 16, n. 2, p. 42-53, 2011.

SCHNEIDER, V. E.; PERESIN, D.; TRENTIN, A. C.; BORTOLIN, T. A.; SAMBUICHI, R. H. R. Diagnóstico dos resíduos orgânicos do setor agrossilvopastoril e agroindustriais associadas. - IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2012. 134 p.

SENADO FEDERAL. Resíduos sólidos. **Revista Em Discussão**. Ano 5, n. 22, p. 48-51, 2014.

SILVA, A. C.; CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; DOBBSS, L. B.; AGUIAR, N. O.; FRADE, D. A. R.; REZENDE, C. E.; PERES, L. E. P. Promoção do crescimento radicular de plântulas de tomateiro por substâncias húmicas isoladas de turfeiras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 5, p. 1609-1617, 2011.

SILVA, T. N. D. Uso de fonte de fósforo com substâncias húmicas no desenvolvimento de feijão cultivado em vasos, 2019.

SINIR – Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos. Resíduos agrossilvopastoris – 2018. Disponível em: < <http://homolog-sinir.mma.gov.br/tipos-de-residuos/residuos-agrossilvopastoris/>>. Acesso em: 11 de outubro de 2021

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; MORSELLI, T. B. G. A.; JAHNKE, D. S.; BRUM J. R. B.; CABRERA, B. R.; LOPES, D. C. N. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de zootecnia**, v. 58, n. 224, p. 59-85, 2009.

VERGNOUX, A.; GUILIANO, M.; LE DRÉAU, Y.; KISTER, J.; DUPUY, N.; DOUMENQ, P. Monitoring of the evolution of an industrial compost and prediction of some compost properties by NIR spectroscopy. **Science of the Total Environment**, v. 407, n. 7, p. 2390-2403, 2009.

ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; MEDICI, L. O.; SILVA, J. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p. 14-20, 2014.

ZANDONADI, D. S.; CANELLAS, L. P.; FAÇANHA, A. R. Indolacetic and humic acids induce lateral root development through a concerted plasmalemma and tonoplast H<sup>+</sup> pumps activation. **Planta**, v. 225, n. 6, p. 1583-1595, 2007

ZANDONADI, Daniel B. Bioestimulantes e produção de hortaliças. Embrapa Hortaliças-Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E), 2016.

## ANEXO I

Tabela 3. Massa fresca de raiz (MFR), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa fresca total (MFT) de mudas de rúcula cv. Folha larga com 34 dias após semeadura, cultivadas com cinco concentrações (0; 0,5%; 1%;2% e 4%) do extrato aquoso de vermicomposto. Médias e desvio-padrão. CV = coeficiente de variação. Letras representam a diferença estatística (teste Tukey,  $p < 0,05$ ).

Doses de EAV	MFPA	MFR	MFT
0	3,68 ± 0,11	1,02 ± 0,10	4,71 ± 0,04
0,5	3,53 ± 0,11	1,08 ± 0,10	4,63 ± 0,11
1	3,71 ± 0,25	1,21 ± 0,11	4,88 ± 0,30
2	3,67 ± 0,16	1,30 ± 0,04	4,91 ± 0,16
4	3,73 ± 0,45	1,41 ± 0,04	4,09 ± 0,45
CV (%)	7,18	7,60	5,38

Tabela 4. Massa seca de raiz (MSR), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca total (MST) de mudas de rúcula cv. Folha larga com 34 dias após semeadura, cultivadas com cinco concentrações (0; 0,5%; 1%;2% e 4%) do extrato aquoso de vermicomposto. Médias e desvio-padrão. CV = coeficiente de variação. Letras representam a diferença estatística (teste Tukey,  $p < 0,05$ ).

Doses de EAV	MSPA	MSR	MST
0	0,48 ± 0,03	0,15 ± 0,02	0,63 ± 0,05
0,5	0,47 ± 0,01	0,19 ± 0,02	0,65 ± 0,02
1	0,50 ± 0,02	0,21 ± 0,02	0,72 ± 0,04
2	0,47 ± 0,04	0,22 ± 0,01	0,68 ± 0,04
4	0,46 ± 0,03	0,26 ± 0,01	0,72 ± 0,03
CV (%)	6,00	9,57	5,64

Tabela 5. Número de folhas (NF), área da parte aérea (APA), área da raiz (AR) e altura das plantas (ALT) de mudas de rúcula cv. Folha larga com 34 dias após semeadura, cultivadas com cinco concentrações (0; 0,5%; 1%; 2% e 4%) do extrato aquoso de vermicomposto. Médias e desvio-padrão. CV = coeficiente de variação. Letras representam a diferença estatística (teste Tukey,  $p < 0,05$ ).

Doses de EAV	NF	APA (cm <sup>2</sup> )	AR (cm <sup>2</sup> )	ALT (cm)
0	27,10 ± 2,57	91,00 ± 4,11	11,15 ± 0,76	9,78 ± 0,83
0,5	26,20 ± 1,70	87,23 ± 1,19	10,61 ± 0,45	9,15 ± 0,99
1	26,85 ± 0,66	87,70 ± 7,63	11,63 ± 0,68	8,32 ± 0,50
2	25,75 ± 1,43	86,14 ± 2,60	11,05 ± 0,49	8,30 ± 0,74
4	25,90 ± 3,71	89,98 ± 10,31	12,19 ± 0,74	8,46 ± 0,42
CV (%)	8,55	7,17	6,18	8,35