

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS *CAMPUS* ARAGUATINS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

JONAS PEREIRA DA SILVA

**ESTUDO DO PLANTIO DE RÚCULA (*Eruca sativa*) SUBMETIDA A
VERMICOMPOSTAGEM DE ESTERCO BOVINO**

ARAGUATINS

2022

JONAS PEREIRA DA SILVA

**ESTUDO DO PLANTIO DE RÚCULA (*Eruca sativa*) SUBMETIDA A
VERMICOMPOSTAGEM DE ESTERCO BOVINO**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado à Coordenação do Curso de Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – *Campus Araguatins*, como exigência à obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Samuel de Deus Silva

ARAGUATINS

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Bibliotecas do
Instituto Federal do Tocantins

S586e Silva, Jonas Pereira da
Estudo do plantio de rúcula (*Eruca sativa*) submetida a
vermicompostagem de esterco bovino / Jonas Pereira da Silva. –
Araguatins, TO, 2022.
40 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins,
Campus Araguaatins, Araguaatins, TO, 2022.

Orientador: Dr. Samuel de Deus da Silva

1. Adubação orgânica. 2. Vermicompostagem. 3. Sucessão de
culturas, Oligoquetas.. I. Silva, Samuel de Deus da. II. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é
autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados
fornecidos pelo(a) autor(a).



Ministério da Educação

Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins

Campus Araguatins

Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônoma

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “ESTUDO DO PLANTIO DE RÚCULA (*Eruca sativa*) SUBMETIDA A VERMICOMPOSTAGEM DE ESTERCO BOVINO”

AUTOR: Jonas Pereira da Silva

ORIENTADOR: Prof. Dr. Samuel de Deus da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Agronomia.

Aprovado em 28 de abril de 2022.



Documento assinado eletronicamente por **Samuel de Deus da Silva, Servidor**, em 28/04/2022, às 16:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Edvar de Sousa da Silva, Servidor**, em 28/04/2022, às 17:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcio Rogerio Pereira Leite, Servidor**, em 28/04/2022, às 17:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ifto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1583229** e o código CRC **3213B79F**.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus todo poderoso, por me permitir ter força para nunca desistir dos meus sonhos;

À minha mãe, Maria Alvina Pereira dos Anjos e ao meu pai, Osmir da Silva Araújo, pelo esforço que me deram por sempre estarem do meu lado em todos os momentos;

AGRADECIMENTOS

“Aos Professores Dr. Samuel de Deus da Silva e Dra. Eva Adriana Gonçalves de Oliveira, por terem aceitado serem meus orientadores e contribuírem para a realização deste trabalho.”

“Aos professores Dr. Edvar de Sousa da Silva e Dr. Márcio Rogério Pereira Leite, pela disponibilidade em participar dessa banca examinadora e pelas contribuições neste trabalho.”

“À equipe de ajuda mútua de TCC, em especial aos acadêmicos Adalton Cunha, Ana Paula, Edvan Carlos de Abreu, Fredson Leal, Fernando Henrique, Jonas de Souza, João Pedro, Lindomar Júnior, Romário Lima, Railton, Pedro Henrique e Will Kenned.”

“Agradeço a minha família, por sempre estarem ao meu lado e por acreditarem em meu potencial.”

“E não nos cansemos de fazer o bem, pois no tempo próprio colheremos, se
não desanimaremos.”

“Gálatas 6:9”

RESUMO

Em virtude do potencial risco ambiental causado pelo uso de produtos químicos no setor agropecuário, como fertilizantes e vias de adubações não naturais, a utilização de adubação com vermicomposto vem ganhando cada vez mais espaço, se mostrando como alternativa promissora para agricultura orgânica sustentável. A rúcula (*Eruca sativa*) é um exemplo de espécie de planta que é muito útil para os agricultores familiares para alimentar suas famílias e fonte de renda. Assim, a possibilidade de optar em métodos orgânicos para a fertilização dos solos se torna ainda mais necessária. Nesse sentido, o presente estudo objetivou avaliar o efeito do reuso do solo (efeito residual dos nutrientes) tratados com vermicomposto de esterco bovino no cultivo da rúcula (*E. sativa*). O experimento foi desenvolvido em condições de campo no setor de Agricultura II do IFTO - *Campus Araguatins*. A matéria prima utilizada no processo de vermicompostagem, pela ação de minhoca “vermelha da Califórnia” (*Eusemia foetida*) no esterco bovino. O vermicomposto foi incorporado ao solo com base na equivalência em N total nas dosagens de 0, 50, 100, 150, 200, 250 kg ha⁻¹ de N, e o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. A colheita da rúcula ocorreu aos 41 dias após semeadura, avaliando-se a altura da planta, número de folhas por planta, biomassa fresca da parte aérea e biomassa seca da parte aérea. Após análise de variância foram constatados resultados significativos das aplicações em doses crescentes do vermicomposto, isto é, do efeito residual da sucessão de cultura. Na análise de regressão, em todas as variáveis fitotécnicas avaliadas, o melhor ajuste relativo às doses incorporadas de vermicomposto, foram obtidos pelo efeito linear crescente. Concluiu-se, portanto, a eficácia da aplicação da técnica de vermicompostagem em combinação a sucessão de culturas, o que demonstrou a satisfatória disponibilidade de nutrientes no solo, favorecendo um melhor desempenho agrônômico da planta, que venha a ser cultivada posteriormente.

Palavras-chave: Adubação orgânica, Vermicompostagem, Sucessão de culturas, Oligoquetas.

ABSTRACT

Due to the potential environmental risk caused by the use of chemicals in the agricultural sector, such as fertilizers and unnatural fertilization routes, the use of vermicompost fertilization has been gaining more and more space, showing itself as a promising alternative for sustainable organic agriculture. Arugula (*Eruca sativa*) is an example of a plant species that is very useful for family farmers to feed their families and source of income. Thus, the possibility of opting for organic methods for soil fertilization becomes even more necessary. In this sense, the present study aimed to evaluate the effect of soil reuse (residual effect of nutrients) treated with bovine manure vermicompost on arugula (*E. sativa*) cultivation. The experiment was carried out under field conditions in the Agriculture II sector of the IFTO - Campus Araguatins. The raw material used in the vermicomposting process, by the action of the "California red" earthworm (*Eusemia foetida*) in the bovine manure. The vermicompost was incorporated into the soil based on the equivalence in total N in the dosages of 0, 50, 100, 150, 200, 250 kg ha⁻¹ de N, and the experimental design used was randomized blocks, with four replications. Arugula was harvested 41 days after sowing, evaluating plant height, number of leaves per plant, fresh shoot biomass and shoot dry biomass. After analysis of variance, significant results were observed from applications at increasing doses of vermicompost, that is, from the residual effect of crop succession. In the regression analysis, in all the phytotechnical variables evaluated, the best fit relative to the incorporated doses of vermicompost was obtained by the increasing linear effect. It was concluded, therefore, the effectiveness of the application of the vermicomposting technique in combination with the succession of cultures, which demonstrated the satisfactory availability of nutrients in the soil, favoring a better agronomic performance of the plant, which will be cultivated later.

Keywords: Organic fertilization. Vermicomposting. Crop succession. Oligochaetes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização do experimento.....	20
Figura 2 – Croqui da área experimental.....	23
Figura 3 – Análise de regressão para a variável altura da parte aérea em função das doses de vermicomposto.....	26
Figura 4 – Análise de regressão para a variável número de folhas de rúcula por planta em função em função das doses de vermicomposto.....	27
Figura 5 – Análise de regressão para as variáveis biomassa fresca da parte aérea (A) e biomassa seca da parte aérea (B) em função em função das doses de vermicomposto.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Teores de nutrientes obtidos na análise química de fertilidade do solo da área experimental.....	20
Tabela 2 – Doses testadas, com base na equivalência em N total ha ⁻¹ , e quantidade de vermicomposto utilizado no experimento de campo.....	21

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO	16
2.1 Cultura da rúcula.....	16
2.2 Agroecologia	17
2.3 Agricultura Orgânica	18
2.4 Adubação orgânica	19
2.5 Vermicompostagem: sua utilização na adubação orgânica	19
2.6 Sucessão de Culturas	21
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 Área experimental	22
3.2 Vermicompostagem do plantio.....	23
3.3 Desenvolvimento do plantio	24
3.4 Análises fitotécnicas da rúcula	25
3.5 Procedimentos Estatísticos	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 Vermicompostagem	27
4.2 Altura da parte aérea	27
4.2 Número de folhas por planta	29
4.4 Biomassa fresca e seca da parte aérea	30
5 CONCLUSÕES	33
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

No Brasil a produção de hortaliças tem aumentado nos últimos anos, tornando os consumidores mais exigentes em termos de qualidade e fazendo com que os produtores adotem novas tecnologias e manejos que aumentem a qualidade e produtividade das culturas (OLIVEIRA et al., 2013).

São utilizadas atualmente várias técnicas de cultivo em diferentes espécies vegetais, visando atender demandas específicas de mercado bem como geração de emprego e renda para as comunidades na qual as atividades estão inseridas. Como exemplo de espécie vegetal cita-se a produção de rúcula (*Eruca sativa*) muito produzida por agricultores familiares para alimentação de suas famílias e obtenção de renda (GUANZIROLI, 2013; OLIVEIRA et al., 2014).

Segundo Abreu (2017), a rúcula é um exemplo destas espécies vegetais, por ser uma cultura produzida de diversas formas e em várias regiões. As técnicas de cultivo, muitas vezes, não são desenvolvidas de acordo com as necessidades da cultura, o que leva o solo a não suprir as necessidades das plantas por muito tempo. Sendo assim, para que haja melhoria nos modelos de produção é necessária a adoção de técnicas que sejam de fato eficazes e que venham permitir uma relação entre produção e conservação do ambiente produtivo, permitindo uma agricultura sustentável, possibilitando às gerações futuras a capacidade de produzir na mesma área (MALAVOLTA, 2002; LOPES e LOPES, 2011).

Cultivos que incluem a sucessão de culturas estão sendo conhecidos e praticados entre os produtores que visam produtividade e rentabilidades das culturas, além de aumentar a capacidade produtiva do solo em longos prazos (FREITAS, 2017 apud EHLERS, 1999). Consoante Souza (2011), as práticas de sucessão e rotação de culturas conjugadas permitirão explorar melhor os nutrientes do solo, assim evitando seu esgotamento.

A agricultura orgânica vem sendo uma das práticas mais utilizadas nos últimos tempos e este setor cresceu em diversos países de forma emergente por apresentar crescente demanda dos seus produtos e busca pela sustentabilidade ambiental (CONSTANCE et al., 2015).

A grande força dos sistemas desenvolvidos pela agricultura orgânica está na possibilidade de utilizar processos naturais, a exemplo, adubações de solo, fertilizantes biológicos, entre outros componentes. Por não agredirem o ambiente

como a gama dos agroquímicos (defensivos e adubos), apresentam melhorias biológicas e físicoquímicas para a fertilidade de solos e auxiliar no equilíbrio do sistema por longos períodos reforçando, assim, o potencial de sucessões de cultura em uma mesma zona de cultivo (ALMEIDA et al., 2015; DUQUE-ACEVEDO et al., 2020).

A vermicompostagem é um exemplo de técnica utilizada na agricultura orgânica, por ser sustentável e biológica. Utiliza-se de minhocas aplicadas em solo com presença de um meio orgânico para processos de fertilização. Uma vez em contato ao meio as minhocas produzem húmus um excelente composto orgânico com capacidade de melhorar componentes físicos, biológicos e químicos do solo (EMBRAPA, 2011; CHATTERJEE et al., 2021).

Os vermicompostos possuem em média uma composição de 1,5 a 1,1 % de N, 1 a 0,4% de P, 4,9 a 0,6% de Ca, 0,6 a 0,4% de K, 1,7 a 1,2% de Mg, 24,4 a 17% C, 301,3 a 358,8 mmol kg⁻¹ de CTC, 16,9 a 20,3 de relação C/N, podendo variar de acordo com a fonte que é feita a vermicompostagem (VIONE et al., 2018).

Uma das principais limitações na utilização de adubos orgânicos no que concerne a uma agricultura sustentável é a busca por baixo custo de processo principalmente pela necessidade de constituintes requeridos nos solos. Nesse sentido, o reuso de áreas com resquícios de adubação para cultivo visa otimizar todo o processo. Com isso, o presente estudo objetivou avaliar o efeito do reuso do solo (efeito residual dos nutrientes) tratados com vermicomposto de esterco bovino no cultivo da rúcula (*E. sativa*).

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Cultura da rúcula

A rúcula (*E. sativa*) é uma planta comestível espontânea ou cultivada que se caracteriza como hortaliça folhosa pertencente à família Brassicaceae. Ela é nativa de regiões da Ásia Ocidental e do Mediterrâneo. Também conhecida como mostarda-persa a espécie tem composição rica em vitaminas A e C, sais minerais e constituintes de potássio, enxofre e ferro (TRANI et al., 1992a; TAVARES et al., 2000).

Possui coloração verde escuro e é comumente adicionada à alimentação humana servida cozida e principalmente crua em saladas, pizzas e massas, apresentando sabor acentuado e característico picante (FILGUEIRA, 2012).

A rúcula é plantada por distribuição das sementes em pequenos sulcos indicados de acordo com literaturas em espaço padrão de 25 a 30 cm (MAKISHIMA, 2004; TRANI et al., 2014b). Ao ponto em que a cultura atinge 10 cm de altura é indicado o desbaste, mantendo-se 5 cm de espaço entre cada uma. Após a semeadura direta podem ser colhidas entre 40 a 50 dias (NASCIMENTO e PEREIRA, 2016).

As melhores regiões de cultivo são aquelas com clima preferencialmente ameno, onde há uma alta produtividade e assim como outras hortaliças da mesma família como mostarda, nabo, brócolis, couve-flor, repolho e rabanete, apresenta baixa durabilidade no período pós-colheita, contudo, tem alto consumo e vem ganhando espaço no mercado e na mesa da população desde a década de 90, cultivada para uso em saladas principalmente na Ásia Central e Europa, bem como na produção de óleo via sementes no Paquistão, Índia, China e Canadá (NICOLE et al., 2019; DAMIANI et al., 2014; HUANG et al., 2014).

Existem três espécies de rúcula inseridas na alimentação humana, são estas: *Eruca sativa* Miller, *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC. e *D. muralis* (L.) DC., todas são perenes cultivadas em diversas regiões, utilizados desde as sementes, folhas e fruto. No Brasil preferencialmente são cultivadas as do tipo *E. sativa* Mill. que apresentam ciclos anuais e caracterizam-se por folhas largas (PURQUERIO et al., 2007).

A rúcula foi introduzida no Brasil de acordo com Oliveira et al. (2010), através de migrações para regiões Sul e Sudeste principalmente de italianos. Hoje, estas regiões geram mais de 85% da produção. Desde então, dados do Censo Agropecuário

do IBGE (2017), demonstram significativo aumento de comercialização dessa hortaliça com produção de 40 toneladas em diferentes regiões do país. A importância econômica desta planta promoveu a sua produção, principalmente áreas de pequenas e médias horticulturas.

2.2 Agroecologia

A Agroecologia trata-se de um campo de conhecimento científico com abordagens sistêmicas visando contribuir para que sociedades se redirecionem no geral à enfoques mais clássicos. Baseia-se em integrar conhecimentos históricos de agricultores com diferentes conhecimentos da ciência (GLIESSMAN, 2001; GORIS et al., 2021). Tal conhecimento promove novas estratégias de desenvolvimento rural e sistemas de agricultura mais sustentáveis.

Elementos centrais da Agroecologia são: a ecologia e processos técnico-agronômicos; metodologias socioeconômicas e sócio-política. Ambos estão ligados e um influencia o outro. Essa ciência tem como premissa conhecimentos científicos e experiências vividas pelos próprios agricultores que contribuem para um fortalecimento de transformações em todos os aspectos culturais, sociais e econômicos necessários para obter modelos de produção e consumo mais sustentáveis (CAPORAL, 2008; LÓPEZ-GARCIA et al., 2021).

Dentre os exemplos de metodologias baseadas na agroecologia está a agricultura orgânica. De acordo com CAPORAL (2018) há duas correntes a agriculturas alternativa e orgânica que estão no eixo de agricultura ecológica. Os aspectos fundamentais para essa produção ecológica via essas correntes não se dão apenas da substituição de insumos não sustentáveis por sustentáveis, mas a busca em desenvolver um manejo adequado por diferentes técnicas.

Assim, a necessidade de conhecimentos sobre a produção de alimentos orgânicos faz-se essencial dentro da Agroecologia principalmente quanto ao conhecimento teórico da agricultura orgânica visando processos de adubação e manejo mais sustentáveis.

2.3 Agricultura orgânica

A implementação de diversos avanços científicos e tecnológicos impulsionaram a agricultura a uma máxima produção e rentabilidade econômica. Priorizando principalmente recursos não sustentáveis a favor de químicos, usualmente chamados e classificados como agrotóxicos. Este método tanto para adubação como defensivos desconsidera metodologias naturais (CARVALHO, 2000).

Os usos de métodos químicos alcançam altos rendimentos em plantações, contudo, a maximização da produtividade via usos excessivos de agrotóxicos decorrem-se em diversas consequências. O uso intensivo dos químicos agrícolas ao longo dos anos provoca erosões em solos e o acúmulo de resíduos químicos nocivos na água e no ar. Tal situação implica em diversos problemas relacionados com a contaminação ambiental além de problemas na saúde pública (SILVA et al., 2017).

Estes métodos não naturais podem ocasionar também impactos significativos na saúde humana, pois devido a analogia de funções fisiológicas e bioquímicas com as espécies nocivas, outros seres vivos, inclusive os humanos, podem se tornar suscetíveis aos efeitos tóxicos de agrotóxicos (CARVALHO, 2000). Os agrotóxicos a base de organoclorados se fixam na gordura corporal e podem ficar décadas no corpo (bem como no solo). Os problemas psiquiátricos e respiratórios, por exemplo, foram associados à ocorrência de intoxicações no passado (FACHIN, 2016).

Situações como as supramencionadas trazem a necessidade otimizar o processo para um desenvolvimento mais sustentável. A agricultura orgânica vem tomando espaço no cenário da pesquisa e desenvolvimento, e tornando-se atual mesmo sendo já uma atividade de antepassados da agricultura. A utilização de métodos sustentáveis principalmente em adubações promove alimentos mais saudáveis e livres de químicos (NASCIMENTO et al., 2013).

Esse tipo de agricultura baseia-se em princípios ecológicos que tendem a buscar sistemas com uso apenas de recursos naturais de forma racional e sustentável. Além de oferecer produtos livres de agroquímicos preserva o equilíbrio do ambiente e da diversidade biológica (ANDRADE et al., 2017).

A obtenção de alimentos através da agricultura orgânica está avançando com o passar dos anos. Tal método é associado à cultivares pequenas e um ou dois agricultores aplicando experiências de família, no entanto de acordo com BORGES (2015) o mercado de orgânicos é global e só em 2015 faturou 50 bilhões de dólares.

O Brasil teve valor próximo a 150 milhões de dólares, principalmente através de exportações.

2.4 Adubação orgânica

A adubação orgânica é um produto que gera melhorias ao solo e favorece o desenvolvimento de produtividade das culturas. Este produto também chamado de fertilizante orgânico advém de diferentes matérias primas sejam elas vegetal, animal ou agroindustrial (RODAKOSKI e MURATA, 2016).

De acordo com Finatto et al. (2013), adubos orgânicos entregam nutrientes aos solos capazes de compor quimicamente e de forma biológica todo o sistema, além de trazer melhorias físicas ao solo. Diferente dos adubos não orgânicos, uma vez que os orgânicos são utilizados no solo disponibilizam-se de forma lenta e gradativa reduzindo as perdas da cultura.

A utilização de resíduos faz a esse tipo de adubação não oneroso e torna-se eficaz em termos de sustentabilidade. Destacam-se dentre os mais viáveis economicamente a adubação verde, biofertilizantes naturais, compostagem e vermicompostagem. Este último, é comumente empregado pelo agricultor pela possibilidade de utilizar materiais sólidos como esterco combinados a minhocas gerando constituintes nutritivos (WEINÄRTNER et al., 2006; LIU et al., 2021; XIU et al., 2021).

Ainda partir do material lignocelulósico majoritariamente presente em resíduos sólidos promove uma liberação gradativa de proporções carbono/nitrogênio. Pois a alta taxa de lignina e fibras acaba por emaranhar compostos hemicelulósicos necessitando de um maior tempo para sua total decomposição, o que beneficia toda a cultivar (OLIVEIRA et al., 2011).

2.5 Vermicompostagem: sua utilização na adubação orgânica

A vermicompostagem é uma tecnologia eficiente capaz de reciclar resíduos transformando-os em um novo material. Essa técnica é baseada na transformação bioquímica de microrganismos presentes na microflora de minhocas, assim, há a captação dos resíduos pelas minhocas e a modificação da matéria de estruturas orgânicas (SILVA et al., 2021).

O método de vermicompostagem apresenta baixo custo de produção uma vez que as maiores exigências são resíduos orgânicos encontrados com abundância nas fazendas da maioria dos agricultores. Com um meio rico em material orgânico é estimulado às minhocas reprodução e formação de húmus. Dessa forma, promove melhorias no solo, maior sustentabilidade, produtividade e aumento da renda do agricultor (BHAT et al., 2018).

Muitos estudos mostram a eficiência dessa técnica no uso de resíduos orgânicos e restos agrícolas afim de correções nutritivas do solo com o objetivo de adubação orgânica (COTTA, 2015; OLIVEIRA et al., 2011; CHATTERJEE et al., 2021; HIANC et al., 2021).

Os estercos e restos de culturas são os resíduos mais utilizados para vermicompostagem via produção de húmus, sendo possível utilizar estercos de bovinos, aves, cavalos, porcos, coelhos e ovelhas. Tomando-se a precaução destes não passem por nenhum tipo de fermentação gerando metabólitos que possam atrapalhar o desenvolvimento das minhoculturas (AQUINO, 2009; STEFFEN et al., 2010).

Pois nesse caso, a fermentação irá promover alterações físicas no sistema fazendo com que via reações hemofílicas produza calor. Com alterações de temperatura prejudicam o desenvolvimento ou causam morte de minhocas. É recomendável que se mantenha temperatura ambiente próxima à 30°C, passando por uma pré-composição do meio, que tende a oferecer às minhocas facilidades de digestão (RICCI, 1996; LIM et al., 2016).

São utilizados para vermicompostagem diferentes tipos de espécies de minhocas sendo a principal necessidade a tolerância por altas concentrações orgânicas. Dessa maneira, na agricultura orgânica a minhoca mais utilizada é a (*E. foetida*), que apresenta fácil manejo com boa adaptação e reprodução. A grande reprodução estimula maior consumo de resíduos orgânicos e conseqüentemente maior produção de húmus (GARG et al., 2006; WU et al., 2014).

A produção de húmus aumenta a matéria orgânica realizando o papel de fertilizar o solo favorecendo o crescimento do cultivar, além da adubação o húmus produzido pelas minhocas reduz erosões, gera tamponamento via formação de íons alumínio, ferro e quelatos. Além disso, facilita a capacidade de retenção e melhor circulação hídrica (LIM et al., 2016).

2.6 Sucessão de Culturas

A sucessão de culturas também nomeada rotação de culturas consiste em alternar por intervalos de tempo as cultivares, sendo essas de mesmas ou diferentes espécies. Assim a horta utiliza o mesmo solo do plantio da anterior gerando aproveitamentos numa mesma área. Tanto fatores bioquímicos como físicos fortalecem a utilização desse sistema, pois promove ao solo reduções de erosão, equilíbrios ambientais como redução de pragas, doenças e ervas daninhas e produtividade (WANG et al., 2021; MARINI et al., 2020).

Esse sistema comumente utilizado por culturas como soja e outros sistemas de grandes cultivares fazem da monocultura um sistema cada vez menos frequente. De acordo com Gaudencio et al. (1986) a planta além de trazer efeitos residuais positivos para a espécie vegetal escolhida para a rotação, também gera renda e sustentabilidade.

A aplicação da rotação em pequenos plantios como na agricultura orgânica, tornou-se uma ideia vantajosa. Com esta prática, há redução de custos em processos de fertilização - uma das variáveis mais caras, o que corrobora para a prospecção e aplicação desses sistemas (GONÇALVES et al., 2007).

A rúcula é um exemplo de horta que pode ser facilmente aplicável nesse sistema, principalmente se unido à vermicompostagens. Pois de acordo com Santos e Reis (2003), leguminosas, hortaliças e gramíneas possuem sistemas radiculares que fazem dos solos mesmo com a colheita, adubos verdes ricos em nutrientes servindo de cobertura para o solo, facilitando questões como umidade, ciclagem de nutrientes e aumento de níveis carbônicos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área experimental

O trabalho foi realizado no setor de Agricultura II em condições de campo no Instituto Federal do Tocantins (IFTO) - *Campus Araguatins*, na localização compreendida nas coordenadas: latitude 5°38'48.65" Sul e longitude 48°4'16.60" Oeste do povoado de Santa Teresa km 05, situada na cidade de Araguatins-TO. A cidade faz parte da Região da região do "Bico do Papagaio" Extremo Norte do Estado.

A cidade possui uma altitude de 103 m às margens do rio Araguaia, possui clima tropical com estação seca de inverno. O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho (EMBRAPA, 2006). Conforme informações do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2017), Araguatins está situado a uma latitude -5,643725°, longitude de -48,111839°. Possui temperaturas máxima de 24,2°C e mínima de 23,6°C e precipitação média anual de 1.675 mm.

Tabela 1 - Teores de nutrientes obtidos na análise química de fertilidade do solo da área experimental.

pH _{H2O}	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V%	M.O.	Areia	Argila	Silte
	mg dm ⁻²		-----cmol dm ⁻³ -----						%	-----%-----			
6,3	13,08	178,00	13,0	4,7	0,0	0,83	18,16	18,98	95,65	3,01	36,60	40,20	24,20

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo do IFTO *Campus Araguatins* (2017).

Figura 1. Localização da área experimental no IFTO - *Campus Araguatins*.



Fonte: Google Earth, agosto de 2021.

A figura 1 mostra a extensão territorial e local do experimento. Torna-se importante destacar que o experimento foi implantado em sucessão, ou seja, após o plantio único da rúcula com vermicompostagem, trabalho realizado pelo grupo de pesquisa.

3.2 Vermicompostagem do plantio

Como o experimento foi conduzido em sucessão de plantio, este aconteceu entre os meses de julho a outubro. Onde o vermicomposto e o residual da cultura foram desenvolvidos pela pesquisa anterior. No qual, as minhocas utilizadas foram da espécie *E. foetida*, conhecidas como minhocas Vermelha-da-Califórnia, adquiridas por uma empresa de Juiz de Fora em Minas Gerais.

Neste sentido, o recebimento do minhocário para plantio passou por etapa prévia de viveiro alimentado com esterco bovino. O esterco foi obtido por um rebanho do setor de pesquisa do próprio Campus. Dessa forma, as minhocas utilizadas do experimento seguiram metodologias de Oliveira (2011), em que obtida fase ideal de adubo foi removido o excesso de minhocas e iniciado o primeiro plantio da cultura.

Assim o cultivo em sucessão, objetivo do trabalho, foi realizado no mesmo local onde foram aplicadas doses de vermicomposto em kg ha^{-1} de N. Foi realizado o plantio onde ocorreu a aplicação dessas diferentes doses e analisados o comportamento durante o segundo plantio. Com base no teor de N do vermicomposto, foram calculadas as quantidades necessárias de vermicomposto que foram utilizadas inicialmente (Tabela 2).

Tabela 2. Doses testadas, com base na equivalência em N total ha^{-1} , e quantidade de vermicomposto utilizado no experimento de campo.

Dose kg ha^{-1} de N	*Quantidade de vermicomposto kg ha^{-1}	*Quantidade de vermicomposto por parcela (kg m^{-2})
0	0	0
50	6.793,40	0,679
100	13.587,00	1,359
150	20.380,00	2,038
200	27.170,00	2,717
250	33.967,00	3,397

Valores obtidos com base na equivalência de N total obtido na análise do vermicomposto utilizado.
*Quantidade padronizada considerando o teor de umidade do vermicomposto.

As quantidades do vermicomposto, referentes a cada uma das doses testadas no primeiro cultivo, foram incorporadas ao solo 4 dias antes do plantio, com uso de equipamento enxada, para atingir uniformemente toda a superfície da parcela até uma profundidade de 20 cm e o revolvimento ocorrendo da mesma maneira após a colheita da rúcula para o próximo cultivo.

Para o cultivo da rúcula, orienta-se a aplicação de 80 a 140 kg ha⁻¹ N. Dessa forma, foi possível avaliar as quantidades necessárias de vermicomposto para atender as dosagens equivalente de cada tratamento testado. O teor de umidade do vermicomposto foi feito com 300 g de 7 amostras de vermicomposto. Após a pesagem do vermicomposto ainda com umidade, o material foi acondicionado em sacos de papel e submetido à secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 65°C, até peso constante, seguida por pesagem em balança digital de precisão (0,001g). Ao final do processo, obteve-se o valor médio de umidade equivalente a 54%.

3.3 Desenvolvimento do plantio

A cultura foi plantada em canteiros entre o período de outubro a dezembro de 2017, na área experimental indicada da figura 1, a área do experimento totalizou 36 m², presentes em quatro canteiros de 6 m x 1 m, com separações de 0,5 m entre si. Essas etapas foram realizadas manualmente com auxílio de ferramentas como enxadas e rastelos.

A semeadura da rúcula (cv. Cultivada) foi efetuada diretamente no canteiro definitivo, utilizando-se sementes obtidas no comércio local de Araguatins, que foram dispersas em linhas rasas, separadas entre si por 0,25 m, apresentando, cada parcela experimental, quatro linhas de semeadura

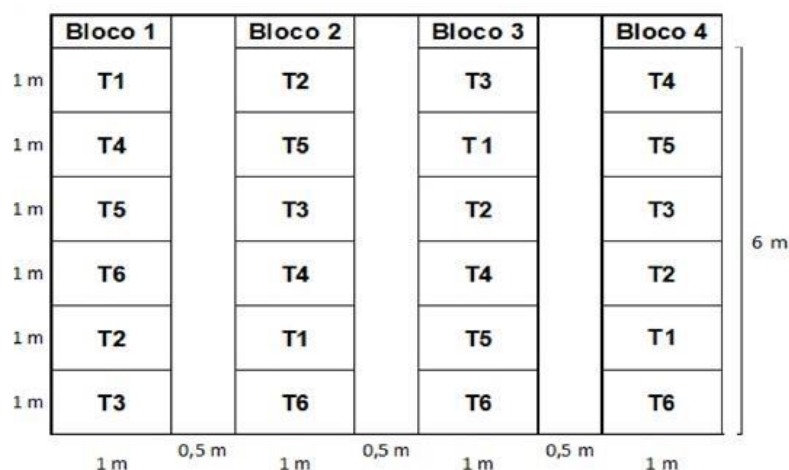
Foi adicionada uma proteção dos canteiros para reduções de radiação solar excessiva além de ventos e sujeira. Foi construído estrutura com altura aproximada à 2,5 m coberta por tela sombrite 50%.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, avaliando-se o efeito residual do cultivo em sucessão de seis doses crescentes de vermicomposto, estipuladas com base na equivalência em N-total,

sendo 0 (tratamento no qual não foi adicionado vermicomposto), 50, 100, 150, 200 e 250 kg ha⁻¹ de N, totalizando 24 parcelas experimentais, cada uma ocupando 1m².

Cada bloco media 6 m de comprimento por 1 m de largura, e foram divididos entre si por um espaço vazio de 0,5 m. A figura 2 mostra o croqui de toda a área experimental do processo.

Figura 2. Croqui da área experimental



*T1= Testemunha (tratamento sem uso de adubação); T2 = adubação com vermicomposto na dosagem equivalente a 50 kg ha⁻¹ de N; T3 = adubação com vermicomposto na dosagem equivalente a 100 kg ha⁻¹ de N; T4 = adubação com vermicomposto na dosagem equivalente a 150 kg ha⁻¹ de N; T5= adubação com vermicomposto na dosagem equivalente a 200 kg ha⁻¹ de N; T6= adubação com vermicomposto na dosagem equivalente a 250 kg ha⁻¹ de N.

3.4 Análises fitotécnicas da rúcula

Das rúculas plantadas em área útil de cada unidade experimental, foram coletadas e acondicionadas em sacos plásticos descritas por identificação respectiva de cada parcela e levadas ao laboratório de Bromatologia do IFTO-*Campus Araguatins*.

Dessa forma, foram avaliadas as seguintes variáveis fitotécnicas:

- Altura de planta: realizada por meio de régua graduada em centímetros, medindo-se a distância entre o colo e a folha de maior comprimento.
- Número de folhas por planta: obtido mediante a contagem do número de folhas das plantas amostradas.
- Biomassa fresca de parte aérea: quantificadas através da pesagem da parte aérea das plantas cortadas na região do colo, em balança digital de precisão (0,001 g).

- Biomassa secas de parte aérea: obtidas após secagem da biomassa fresca, embalada em saco de papel e submetida à secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 65°C, até peso constante, seguida por pesagem em balança digital de precisão (0,001g).

3.5 Procedimentos Estatísticos

Os dados obtidos do experimento foram submetidos a testes de normalidade e homogeneidade das variâncias dos erros (CONAGIN et al., 1993).

Dessa forma, atendidas as pressuposições, foram realizadas as análises de variâncias, com significância verificada através do teste F ($p < 0,05$). Para a fonte de variação quantitativa (efeito residual das doses), foi conduzida a análise de regressão. As análises estatísticas foram realizadas utilizando os Programas SISVAR®, versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados do plantio da rúcula, foram analisados a partir de pesquisas da literatura. Como processo em rotação de culturas foi considerado mesmo padrão de doses dos trabalhos anteriores do grupo. Com destaque, a uma alimentação do vermicomposto não somente do esterco bovino como também do próprio resíduo já pré-existente, levando em consideração o potencial descrito nos trabalhos de Almeida et al. (2015), Freitas (2017) e Silva et al. (2021), que evidenciaram os efeitos da sucessão e adubação orgânica por vermicompostagem sobre características fitotécnicas em hortaliças.

4.1 Vermicompostagem

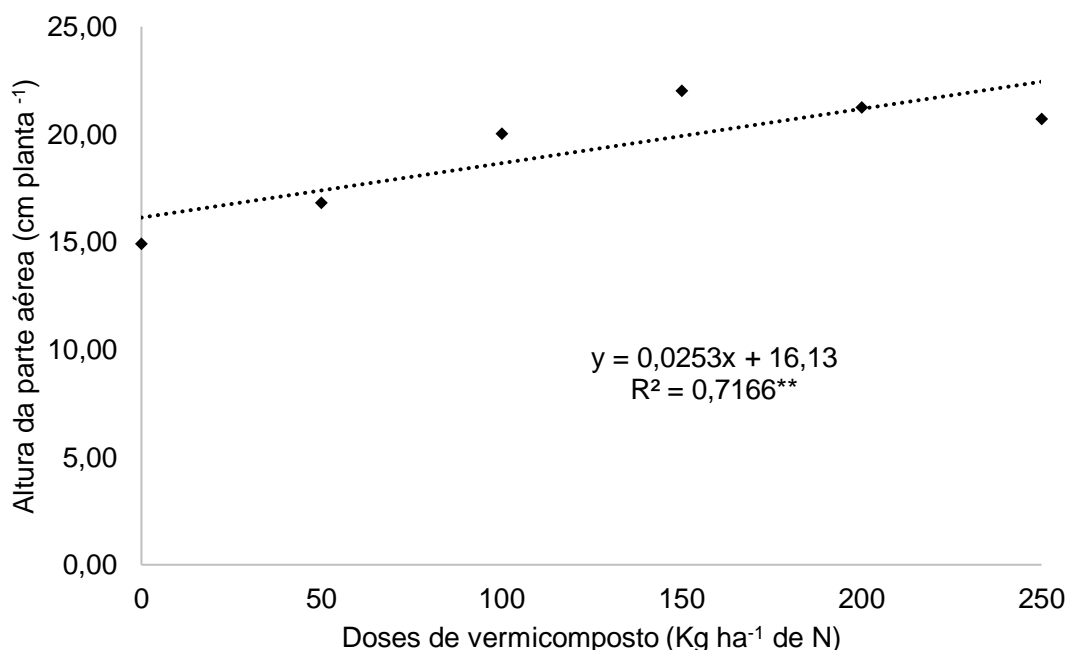
Como parâmetros de dosagens, escolheu-se as doses: T:0, 50, 100, 150, 200, 250 kg ha⁻¹ de N, sendo T0 a análise sem tratamentos, considerando a pesquisa de De Abreu (2017) que estudou o desempenho agrônômico da Rúcula (*E. sativa*) submetida a dosagens crescentes com vermicompostagens de esterco bovino. Obtendo como resultados, que as análises de variâncias constataram efeitos altamente significativos das doses incorporadas no solo com vermicomposto sobre características fitotécnicas da rúcula.

4.2 Altura da parte aérea

As análises para altura da planta foram realizadas por regressão, obtidas a partir da metodologia de medição da distância entre o colo e a folha. Objetivou-se obter o comprimento para cada planta. Com a obtenção das proporções de cada componente, foi capaz de realizar cálculos de regressão e averiguar a melhor dose para plantas com maiores alturas (FREITAS, 2017).

A figuras 3, ilustra a regressão obtida e sua respectiva equação com R², para altura da parte aérea da rúcula.

Figura 3. Análise de regressão para a variável altura da parte aérea de plantas de rúcula ‘Cultivada’ em função da adubação orgânica com doses crescentes de vermicomposto no pré-plantio



Analisando os dados da figura 3, pode-se perceber que houveram variações entre doses e altura das plantas obtidas, a equação de reta linear mostrou um comportamento crescente, assim, constata-se que a partir da entrada de doses kg ha⁻¹ de N obtém-se um melhor desempenho.

Descreve-se que a cada 0,1 kg ha⁻¹ de N de dose incorporada ao solo foi obtido um aumento de 0,03360 cm da altura da planta. Para a máxima dosagem (250 kg ha⁻¹ de N) foi visto desempenho de média 20,37 cm por planta. Isso pode ser explicado pela taxa de húmus produzida por minhocas e incorporada ao solo (SCHIEDECK et al., 2006; STRAUCH e ALBUQUERQUE, 2008).

Semelhantemente o trabalho de Freitas (2017) relatou um maior crescimento da altura da hortaliça em estudo devido a taxa de húmus. Em seu trabalho constatou que o efeito promotor do nitrogênio ativou e elevou o desenvolvimento da cultura.

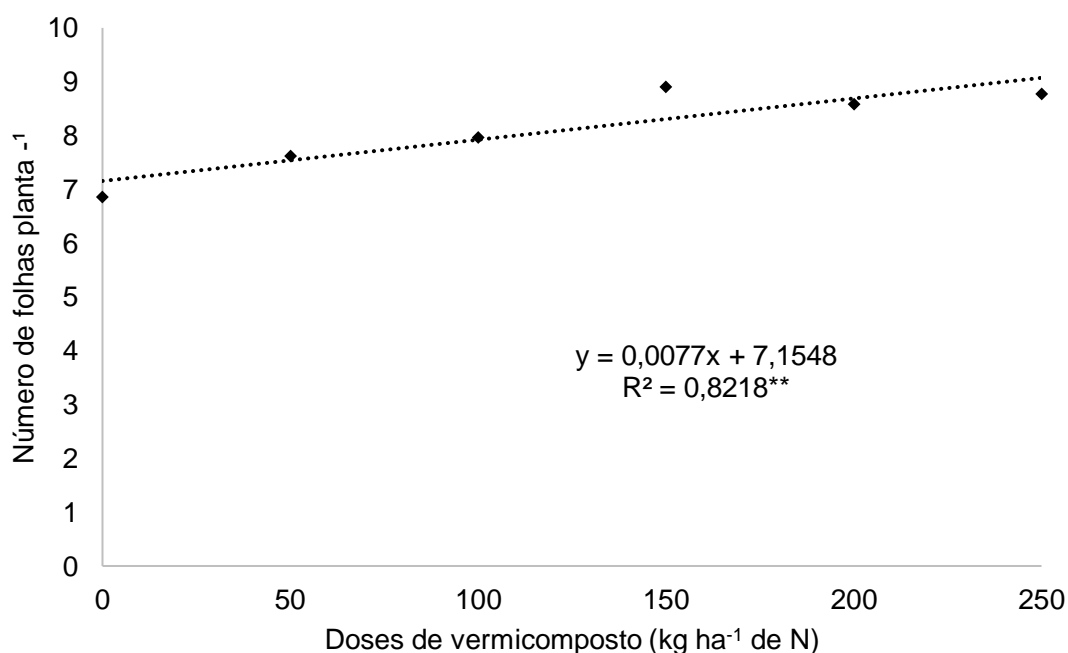
Linhares (2012), em estudo com adubagem verde de jitirana com hortaliça do coentro, descreveu através de variações de quantidades e tempos de decomposição do adubo, que houve uma produtividade agrônômica de 7064 kg ha⁻¹. Assim, cerca de 15,6 Mg ha⁻¹ da dose de adubagem foi incorporado ao solo. Em outro, trabalho Linhares (2008) obteve registros de valor médio em altura de 18,22 cm em dose 8,8 Mg ha⁻¹ de mesma adubação orgânica, utilizando rúcula, observando que suprimentos de nitrogênio interferem significativamente no crescimento vegetativo da herbácea.

4.2 Número de folhas por planta

Na contagem de folhas em comparação com cada dose compreendida foi obtido uma relação diretamente proporcional coincidente a do tópico 4.1 da altura das plantas. Assim, a variável número de folhas também teve como resultados um maior número de folhagens para maiores doses do composto, como observado na Figura 4. O R^2 da equação da reta entre 0,7 e 1, corrobora com a exatidão da análise.

A importância da realização de análises desse parâmetro é essencial, justamente por ser a parte comercial entregue às prateleiras, além do papel bioquímico das folhas realizarem fotossíntese para energia e crescimento da hortaliça (JESUS et al., 2018).

Figura 4. Análise de regressão para a variável número de folhas de rúcula por planta em função em função da adubação orgânica com doses crescentes de vermicomposto no pré-plantio.



Dada a equação obtida, pode-se observar que adubação proporcionou o aumento de 0,0077 folhas por planta a cada kg ha⁻¹ de N adicionado ao solo de vermicomposto. Constata-se que em dosagem alta de 250 kg ha⁻¹ de N ocorreu um maior valor médio, cerca de 8,3 folhas por planta. Os autores Abreu e Costa (2015), utilizando adubagem verde para rúcula em sucessão a beterraba obtiveram também

desempenho linear, e a maior dosagem apresentou um valor médio de folhas de 11,6 folhas.

4.4 Biomassa fresca e seca da parte aérea

Para a biomassa fresca e seca os dados analisados também geraram equações de reta de ordem linear crescente, representadas na figura 5. As variáveis seguiram o mesmo padrão das demais, na qual a medida que as doses de vermicomposto foram crescendo apresentaram também ascendência no desenvolvimento da hortaliça.

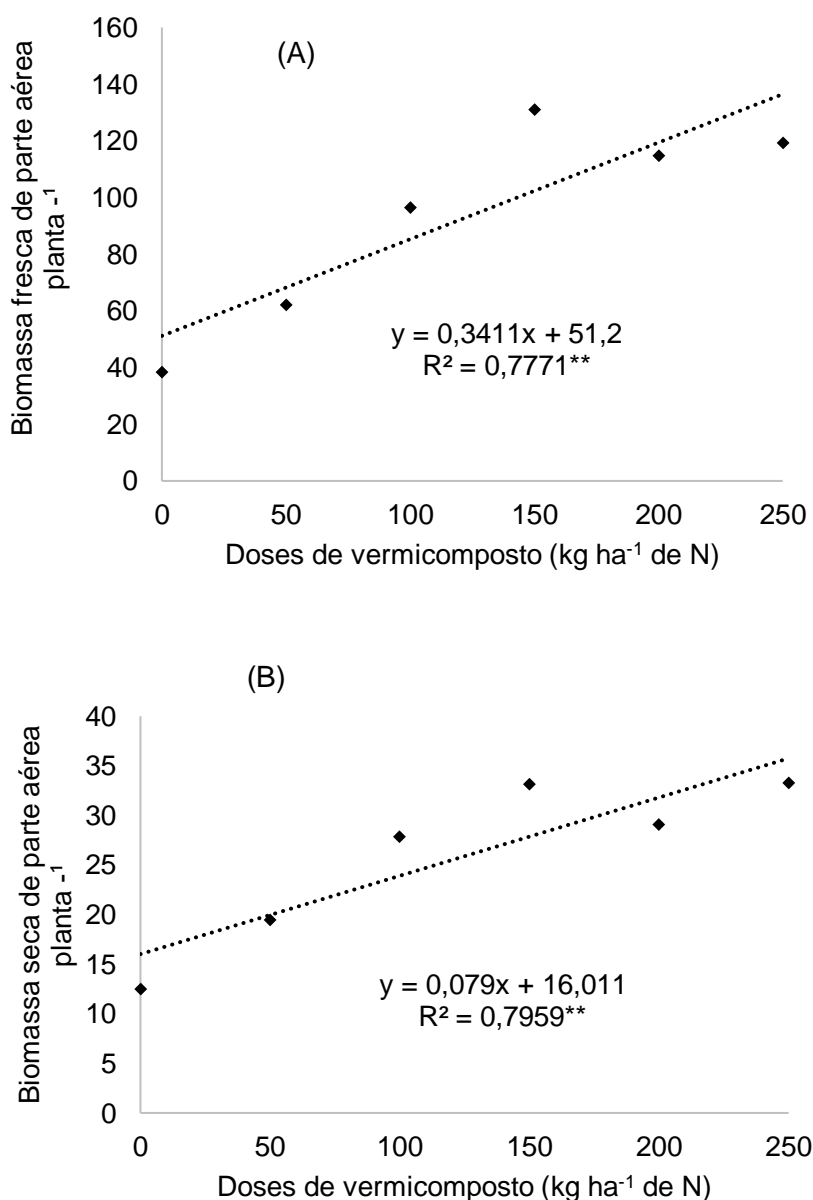
Assim sendo, o ajuste de doses de N para a equação de regressão obtida para biomassa fresca de parte aérea (Figura 5 A), verificou que kg ha^{-1} de N incorporados aos solos proporcionaram um incremento de 0,34 g de biomassa fresca por planta. Na maior dosagem utilizada no experimento (250 kg ha^{-1} de N) foi registrada uma média de 119,50 g de massa fresca por planta.

Cruz et al. (2021) a partir de esterco bovino também comprovou a eficácia da adubação orgânica gerando um maior aumento na massa fresca da parte aérea, além dos parâmetros também analisados, altura de planta e redução da relação raiz parte aérea. O Autor ainda realizou a combinação de esterco bovino com urina e verificou uma maior estimulação do crescimento das plantas justamente pela alimentação direta de nitrogênio, além de uma possível maior assimilação de fósforo dos microrganismos presentes no meio.

Araújo et al. (2014) em seu trabalho utilizando compostagem ratificou a eficácia desse adubo e resultado satisfatório quanto ao desenvolvimento agrônômico da massa fresca de parte aérea. Na qual, a utilização de adubo com bases de esterco bovino promoveu alta taxa de matéria orgânica no meio.

No que se concerne biomassa seca de parte aérea (Figura 5 B) houve acréscimo de 0,079 g por planta para cada kg ha^{-1} de N utilizado como fertilizante orgânico no pré-plantio da rúcula. Quando se forneceu 250 kg ha^{-1} de N na forma de vermicomposto de esterco bovino obteve-se média de 28,48 g de biomassa seca por planta de rúcula.

Figura 5. Análise de regressão para a variável biomassa fresca da parte aérea (A) e biomassa seca da parte aérea (B) em função da adubação orgânica com doses crescentes de vermicomposto no pré-plantio.



A utilização de vermicompostagem no plantio direto de rúcula com cobertura morta de outra ou mesma cultura, aplicando-se o conceito de rotação de culturas, geram maior facilitação na absorção de nutrientes no solo. Além disso, Purquerio et al. (2007) e Freitas (2017), demonstraram a correlação entre a produtividade e a demanda das doses adicionadas, nas quais as análises também contidas neste trabalho demonstram que o desempenho agrônômico da rúcula é maior à medida que se aumentam as doses do composto orgânico.

A utilização de adubo a base de esterco bovino já se mostrou eficaz em trabalhos anteriores do grupo de pesquisa. Cabendo, ainda a esse trabalho averiguar a capacidade de estabilização e utilização de matéria orgânica a partir de sucessão de cultura.

Assim, através dos dados analisados pôde-se constatar a possibilidade de otimizar todo esse processo de vermicompostagem aplicando sucessão de culturas beneficiando todo o processo inicial de adequação das minhocas ao sistema orgânico a qual será submetida.

Nesse sentido, ressalta-se a grande importância em utilizar todo esse processo orgânico em substituição de químicos e fertilizantes não naturais, sem perder a capacidade de nutrição do solo e planta, obtendo um produto rico em nutrientes e com boas propriedades físicas, químicas e biológicas o que gerou um potencial produtivo satisfatório em todas as suas características.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sucessão de cultura para a hortaliça utilizando residual de vermicompostagem de esterco bovino, aplicado no pré-cultivo da rúcula responde com êxito, a respeito da eficiência de doses para nutrição e fertilidade do solo, o que corroborou para um bom desempenho agrônômico.

Dosagens de vermicomposto apresentaram diferentes desempenhos agrônômicos, inferindo-se, portanto, uma maior fertilização de mudas a medida que foi utilizado um aumento de doses incorporadas ao solo.

A sucessão de culturas apresentou como principal pilar a economia e facilitação do agricultor em fazer a manutenção da adubação do solo, a mesma de forma orgânica com a utilização de tecnologias que tendem reduzir ainda mais gastos, promoveu a utilização de residuais como esterco bovino, e mostrou-se excelente alternativa para atender demandas nutritivas precisas ao desenvolvimento da rúcula (*E. sativa*).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. M. B.; LINHARES, P. C. F.; LIBERALINO FILHO, J.; NEVES, A. P. M.; MORAIS, S. L. S. Efeito residual da jitrana, flor-de-seda e mata-pasto no cultivo da rúcula em sucessão a beterraba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 2, p. 7, 2015.

ANDRADE, B. N.; PINHEIRO, J. F.; OLIVEIRA, E. M. A importância da produção orgânica para a saúde humana e o meio ambiente. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 4, n. 2, 2017.

AQUINO, A. M. **Vermicompostagem**. Embrapa Agrobiologia-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2009.

ARAÚJO, D. L.; VÉRAS, M. L. M.; ALVES, L. S.; ANDRADE, A. F.; ANDRADE, R. Efeito de fertilizante à base de urina de vaca e substratos em plantas de pimentão. **Revista Terceiro Incluído**, v. 4, n. 2, p. 173-185, 2014.

BHAT, S. A.; SINGH, S.; SINGH, J.; KUMAR, S.; VIG, A. P. Bioremediation and detoxification of industrial wastes by earthworms: vermicompost as powerful crop nutrient in sustainable agriculture. **Bioresource technology**, v. 252, p. 172-179, 2018.

BORGES, A. L. **Fazendinha orgânica: unidade de pesquisa de produção Orgânica-UPPO Embrapa Mandioca e Fruticultura**. Embrapa Mandioca e Fruticultura-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E), 2015.

CAPORAL, F. R. **Agroecologia: uma nova ciência para apoiar a transição a agriculturas mais sustentáveis**. Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

CARVALHO, I. S. **Agrotóxicos: usos e implicações**. Mundo & Vida, Rio de Janeiro, v.2., n.1., p.29-31, 2000.

CHATTERJEE, D.; DUTTA, S. K.; KIKON, Z. J.; KUOTSU, R.; SARKAR, D.; SATAPATHY, B. S.; DEKA, B. C. Recycling of agricultural wastes to vermicomposts: Characterization and application for clean and quality production of green bell pepper (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Cleaner Production**, v. 315, p. 128115, 2021.

CONAGIN, A. I.; NAGAI, V.; IGUE, T. Efeito da falta de normalidade em testes de homogeneidade das variâncias. **Bragantia**, v. 52, p. 173-180, 1993.

CONSTANCE, D. H.; CHOI, J. Y.; LARA, D. Engaging the organic conventionalization debate. In: **Re-Thinking organic food and farming in a changing world**. Springer, Dordrecht, 2015. p. 161-185.

COTTA, J. A. 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.

CRUZ, A. F. S.; RAMALHO, H.; ANDRADE, A. R. S.; MORAIS, J. E. F.; ZAMORA, V. R. O.; JADOSKI, C. J.; SANTOS, J. E. C. C. Produção da Rúcula com adubação orgânica e doses de urina bovina. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 7, pág. e32710716578-e32710716578, 2021.

DAMIANI, E.; ALOIA, A. M.; PRIORE, M. G.; PASTORE, A.; LOVECCHIO, A.; ERRICO, M.; MACCHIA, L. IgE-mediated reaction induced by arugula (*Eruca sativa*) ingestion compared with a spectrum of Brassicaceae proteins. **Allergologia et immunopathologia**, v. 42, n. 5, p. 501-503, 2014.

DUQUE-ACEVEDO, M.; BELMONTE-URENA, L. J.; CORTÉS-GARCÍA, F. J.; CAMACHO-FERRE, F. Agricultural waste: Review of the evolution, approaches and perspectives on alternative uses. **Global Ecology and Conservation**, v. 22, p. e00902, 2020.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. 2 ed. Guaíba: Agropecuária, p. 157, 1999.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Minhocultura ou Vermicompostagem**. Seropédica, RJ. Embrapa Agrobiologia. 2011. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355054/1527012/4b++folder+Minhocultura+ou+vermicompostagem.pdf/323fbedc-7b3c-4d89-bccd-70b490b8e88b>>. Acesso em: 02 de julho de 2021.

FACHIN, P. Os danos dos agrotóxicos no Sistema Nervoso Central: Agrotóxicos podem aflorar problemas de saúde que permanecem mesmo depois que não se tenha mais ação direta das substâncias químicas, adverte Neice Muller Xavier Faria. IHU- **Revista on line “Revista Instituto Humanitas Unisinos”**, edição, v. 296, 2009.

FERREIRA, D. F. Sisvar: computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Universidade Federal de Viçosa, 2012.

FINATTO, J.; ALTMAYER, T.; MARTINI, M. C.; RODRIGUES, M.; BASSO, V.; HOEHNE, L. A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura. **Revista destaques acadêmicos**, v. 5, n. 4, 2013.

FREITAS, B. V. **Resposta agroeconômica da produção de rúcula adubada com húmus de minhoca sucedida pelo cultivo de rabanete**. 2017. 77 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2017.

GARG, P.; GUPTA, A.; SATYA, S. Vermicomposting of different types of waste using *Eisenia foetida*: A comparative study. **Bioresource technology**, v. 97, n. 3, p. 391-395, 2006.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2001.

GONÇALVES, S. L.; GAUDÊNCIO, C. A.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R.; GARCIA, A. **Rotação de culturas**. Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2007.

GORIS, M. B.; LOPES, I. S.; VERSCHOOR, G.; BEHAGEL, J.; BOTELHO, M. V. Popular education, youth and peasant agroecology in Brazil. **Journal of Rural Studies**, v. 87, p. 12-22, 2021.

GUANZIROLI, C. **Mercados viáveis para a inserção econômica dos agricultores familiares. A pequena produção rural e as tendências do desenvolvimento agrário brasileiro: ganhar tempo é possível**, v. 1, p. 101-132, 2013.

HANC, Ales et al. Conversion of spent coffee grounds into vermicompost. **Bioresource Technology**, p. 125925, 2021.

HUANG, B.; LIAO, S.; CHENG, C.; YE, X.; LUO, M., LI, Z.; HUANG, B. Variation, correlation, regression and path analyses in *Eruca sativa* Mill. **African Journal of Agricultural Research**, v.9, n. 51, p. 3744-3750, 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE.

JESUS, P. H.; SILVA, J. C. C.; GARBIN, T.; MONTEZANO, E. M. Cultivo de hortaliças folhosas em diferentes fases lunares. In: **7º Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica (SICT)**. 2018.

LIM, S. L.; LEE, L. H.; WU, T. Y. Sustainability of using composting and vermicomposting technologies for organic solid waste biotransformation: recent overview, greenhouse gases emissions and economic analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 111, p. 262-278, 2016.

LINHARES, P. C. F.; PEREIRA, M. F. S.; ASSIS, J. P. D.; BEZERRA, A. K. D. H. Quantidades e tempos de decomposição da jitrana no desempenho agrônômico do coentro. **Ciência Rural**, v. 42, p. 243-248, 2012.

LINHARES, P.C. F. **Produção de rúcula em função de diferentes quantidades e tempos de decomposição de jitrana**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia: Área de concentração em Agricultura Tropical) – Universidade Federal Rural do SemiÁrido. Pró-Reitoria de Pós-Graduação. Mossoró: 2008. 58 f.

LIU, J.; SHU, A., SONG, W., SHI, W., LI, M.; ZHANG, W.; GAO, Z. Long-term organic fertilizer substitution increases rice yield by improving soil properties and regulating soil bacteria. **Geoderma**, v. 404, p. 115287, 2021.

LOPES, P. R.; LOPES, K. C. S. A. Sistemas de produção de base ecológica—a busca por um desenvolvimento rural sustentável. **REDD—Revista Espaço de Diálogo e Desconexão**, v. 4, n. 1, 2011.

LÓPEZ-GARCÍA, D.; CUÉLLAR-PADILLA, M.; OLIVAL, A. A.; LARANJEIRA, N. P.; MÉNDEZ, V. E.; Y PARADA, S. P.; TENDERO-ACÍN, G. Building agroecology with people. Challenges of participatory methods to deepen on the agroecological transition in different contexts. **Journal of Rural Studies**, v. 83, p. 257-267, 2021.

MALAVOLTA, E. **Adubos e adubações**. NBL Editora, 2002.

MARINI, L.; ST-MARTIN, A.; VICO, G.; BALDONI, G.; BERTI, A.; BLECHARCZYK, A.; BOMMARCO, R. Crop rotations sustain cereal yields under a changing climate. **Environmental Research Letters**, v. 15, n. 12, p. 124011, 2020.

NASCIMENTO, K. O.; MARQUES, E. C.; COSTA, S. R. R.; TAKEITI, C. Y.; BARBOSA, M. I. M. J. A importância do estímulo à certificação de produtos orgânicos. **Acta Tecnológica**, v. 7, n. 2, p. 55-64, 2013.

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

NICOLE, C. C. S.; KRIJN, M. P. C. M.; VAN SLOOTEN, U. Postharvest quality of leafy greens growing in a plant factory. In: **Plant Factory Using Artificial Light**. Elsevier, 2019. p. 33-43.

OLIVEIRA, E. A. G.; RIBEIRO, R.; GUERRA, J.; LEAL, M. D. A.; ESPINDOLA, J.; ARAUJO, E. D. S. Substrato produzido a partir de fontes renováveis para a produção orgânica de mudas de hortaliças. **Embrapa Agrobiologia-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2011.

OLIVEIRA, E. Q.; SOUZA, R. J.; CRUZ, M. D. C. M.; MARQUES, V. B.; FRANÇA, A. C. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 36-40, 2010.

OLIVEIRA, E. R., RAMOS, M. B. M., FORNASIERI, J. L., DANIEL, O., & DE FARIAS, M. D. F. L. Ações de extensão voltadas às tecnologias agronômicas, zootécnicas e ambientais com agricultores familiares em Doutorados-MS: fruticultura, horticultura e sistemas agroflorestais. **Extensão Rural**, v. 21, n. 2, p. 9-33, 2014.

OLIVEIRA, V. C.; OLIVEIRA, M. E. F.; SANTOS, R. M.; AQUINO, E. L.; SANTOS, A. R. Resposta de plantas de rúcula à adubação orgânica. **Revista Cadernos de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 1- 5, 2013.

PURQUERIO, L. F. V.; DEMANT, L. A. R.; GOTO, R.; VILLAS BOAS, R. L. Efeito da adubação nitrogenada de cobertura e do espaçamento sobre produção de rúcula. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 464-470, 2007.

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

RODAKOSKI, A. A.; MURATA, A. T. Avaliação da adubação orgânica no desenvolvimento de hortaliças no litoral paranaense. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2016.

SCHIEDECK, G.; GONÇALVES, M. M.; SCHWENGBER, J. E. Minhocultura e produção de húmus para a agricultura familiar. **Embrapa Clima Temperado-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2006.

SILVA, J. C.; SIQUEIRA, A.; MAIA, H.; NUNES, R. Vermicomposting corn waste under cultural and climatic conditions of the Brazilian Backwoods. **Bioresource Technology Reports**, p. 100730, 2021.

SILVA, W. B. Os riscos no uso indiscriminado de agrotóxicos: uma contaminação invisível. **INTESA – Informativo Técnico do Semiárido (Pombal-PB)**, v 11, n 1, p 11 - 19, jan - jun , 2017.

SOUZA, J. L.; RESEBDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. 2. Ed. atual. ampl. Viçosa, Aprenda Fácil, 2006. 843p.

STEFFEN, G. P. K.; ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, R. B.; BELLÉ, R. Húmus de esterco bovino e casca de arroz carbonizada como substrato para a produção de mudas de boca-de-leão. **Acta zoológica mexicana**, v. 26, n. SPE2, p. 345-357, 2010.

STRAUCH, M.; ALBUQUERQUE, P. P. **Resíduos: como lidar com recursos naturais**. Oikos, 2008.

TAVARES, S. A.; SANTOS, F. F.; MATOS, M. J. L. F.; MELO, M. F.; LANA, M. M. **Hortaliças: rúcula**. Correio Brasiliense, Brasília, DF, 12 fev. 2000. 3 p. Encarte Especial.

TRANI, P. E.; FORNASIER, J. B.; LISBÃO, R. S. **Cultura da Rúcula**. Boletim Técnico -Instituto Agrônomo de Campinas, n.146, p. 1-8, 1992a.

TRANI, P. E.; PURQUÉRIO, L. F. V.; FIGUEIREDO, G. J. B.; TIVELLI, S. W.; BLAT, S. F. Calagem e adubação da alface, almeirão, agrião d'água, chicória, coentro, espinafre e rúcula. **Campinas: IAC**, p. 16, 2014b.

VIONE, E. L. B.; SILVA, L. S. D.; CARGNELUTTI FILHO, A.; AITA, N. T.; MORAIS, A. D. F. D.; SILVA, A. A. K. D. Caracterização química de compostos e vermicompostos produzidos com casca de arroz e dejetos animais. **Revista Ceres**, v. 65, p. 65-73, 2018.

WANG, T.; JIN, H.; FAN, Y.; OBEMBE, O.; LI, D. Farmers' adoption and perceived benefits of diversified crop rotations in the margins of US Corn Belt. **Journal of Environmental Management**, v. 293, p. 112903, 2021.

WEINÄRTNER, M. A.; ALDRIGHI, C. F. S.; MEDEIROS, C. A. B. **Adubação Orgânica**. Embrapa Clima Temperado-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E), 2006.

WU, T. Y.; LIM, S. L.; LIM, P. N.; SHAK, K. P. Y. Biotransformation of biodegradable solid wastes into organic fertilizers using composting or/and vermicomposting. In: Conference on Process Integration, **Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction (PRES 2014)**. Associazione Italiana Di Ingegneria Chimica (AIDIC), 2014. p. 1579-1584.

XIA, Y.; KWON, H.; WANDER, M. Developing county-level data of nitrogen fertilizer and manure inputs for corn production in the United States. **Journal of Cleaner Production**, v. 309, p. 126957, 2021.