



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

José Elinaldo Alves Bento

**Desempenho agronômico da rúcula em sistema semi-hidropônico
utilizando soluções nutritivas contendo biofertilizantes**

MOSSORÓ

2024

José Elinaldo Alves Bento

**Desempenho agronômico da rúcula em sistema semi-hidropônico
utilizando soluções nutritivas contendo biofertilizantes**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônoma.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Jailma Suerda Silva de Lima - UFERSA

Coorientador: Prof. Dr. Francisco de Assis de Oliveira - UFERSA.

MOSSORÓ

2024

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas
da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

BJ83d Bento, José Elinaldo Alves.
d Desempenho agrônômico da rúcula em sistema semi
hidropônico utilizando soluções nutritivas contendo
biofertilizantes / José Elinaldo Alves Bento. -
2024.
36 f. : il.

Orientador: Jailma Suerda Silva de Lima.
Coorientador: Francisco de Assis de Oliveira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2024.

1. Eruca sativa Mill. 2. hortaliça folhosa. 3.
vermicomposto. 4. adubos orgânicos. 5. solução
nutritiva. I. Lima, Jailma Suerda Silva de,
orient. II. Oliveira, Francisco de Assis de, co-
orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

José Elinaldo Alves Bento

Desempenho agrônômico da rúcula em sistema semi-hidropônico utilizando soluções nutritivas contendo biofertilizantes

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente
JAILMA SUERDA SILVA DE LIMA
Data: 25/04/2024 23:00:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Jailma Suerda Silva de Lima (UFERSA)

Presidente - Orientador



Documento assinado digitalmente
FRANCISCO DE ASSIS DE OLIVEIRA
Data: 25/04/2024 23:31:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Francisco de Assis de Oliveira (UFERSA)

Coorientador - Membro Examinador



Documento assinado digitalmente
MYCHELLE KARLA TEIXEIRA DE OLIVEIRA
Data: 25/04/2024 23:38:30-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Mychelle Karla Teixeira de Oliveira

Membro Examinador



Documento assinado digitalmente
GARDENIA SILVANA DE OLIVEIRA RODRIGUES
Data: 25/04/2024 23:07:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Gardênia Silvana de Oliveira Rodrigues (SEEC)

Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Não poderia começar os agradecimentos de forma diferente, primeiramente quero agradecer a Deus, pela oportunidade, pelo dom da vida e por nunca ter me abandonado, mesmo em momentos que esqueci que ele estava ali ao meu lado, me abençoando e iluminando os meus caminhos;

A toda a minha família, em especial aos meus pais, Francisco Reginaldo e Cicera Alves, e as minhas irmãs Maria Sofia e Elisandra Alves, aos meus avós maternos e paternos, e minhas tias, vocês foram a minha base para conseguir chegar nesse momento tão especial, sempre me incentivando e aconselhando em todos os momentos da minha vida;

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) por me dar a oportunidade de cursar uma Graduação;

A minha orientadora, a professora Dra. Jailma Suerda Silva de Lima, que desde o começo da graduação, me orientou e acreditou na minha capacidade, mostrando a importância e os princípios de sermos não apenas profissionais, mas também pessoas de bom coração;

Ao meu coorientador, Professor Dr. Francisco de Assis de Oliveira, vulgo Thikão, que me orientou nesse trabalho acreditando na minha capacidade, e sempre a disposição para tirar minhas dúvidas.

Aos meus amigos do grupo ciência em ação, que contribuíram de forma significativa, em especial a Antônio Gideilson, Joabe Freitas, Gabriel Kariel, Jéssika Barbosa, Juliano Fernandes, Mauricio Santos, Rebeca Frutuoso, Maria Aparecida, Witor Marcelo, Pablo Silva; pois sem eles esse trabalho não seria possível.

Aos meus colegas da moradia estudantil na casa 17: José Venízio (Zé), Marcos Vinícius (Góis), Bronisson Cândido, Yali, Luiz Henrique, Rodrigo Machado, Antonio Neto, Gustavo, Mikael Rocha, Heverton Luiz (Vévê), Luiz Neto (Lula), Emerson Fernandes. Passamos por momentos bons e difíceis ao longo desse período de convivência;

A Banca Examinadora composta por Dra. Jailma Suerda, Dr. Francisco de Assis, Dra. Gardênia Silvana e Dra. Mychelle Karla pela disponibilidade de participar da banca. E a todos aqueles que de forma direta, ou indireta, contribuíram para a minha formação.

RESUMO

A utilização da adubação orgânica por meio dos húmus e dos biofertilizantes, é uma técnica agroecológica que oferece bastante benefícios, pois permite ao pequeno produtor a utilização desses recursos, para uma alta produção e melhoria na renda familiar, e diminuição dos riscos ambientais causados pelo uso descontrolado dos adubos químicos. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo da rúcula sob diferentes concentrações de biofertilizante a base de húmus caprino, em meio ao sistema semi-hidropônico de produção. O experimento foi realizado no período de julho a agosto de 2023, na casa de vegetação, localizada no setor experimental do Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais (DCAF), no campus Oeste da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, em Mossoró, RN. Utilizou-se O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema factorial 2 x 5, com três repetições. Onde os tratamentos consistiram de duas cultivares de rúcula (Cultivada e Sasha) e cinco concentrações de biofertilizante à base de húmus caprino em solução nutritiva (C1: 100% biofertilizante; C2: 75% biofertilizante + 25% mineral; C3: 50% biofertilizante + 50% mineral; C4: 25% biofertilizante a + 75% mineral; C5:100% mineral). As características avaliadas na cultura da rúcula foram: altura de plantas (cm), número de folhas por planta, rendimento de massa verde ($t\ ha^{-1}$), massa seca da parte aérea ($t\ ha^{-1}$). Os indicadores econômicos avaliados foram: renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL). Nas características agronômicas avaliadas em função das cultivares estudadas, diferença significativa não foram observadas para nenhuma das características observadas. Analisando o comportamento das características em função das concentrações, diferenças significativas entre as concentrações também não foram observadas para a altura de plantas, número de folhas e massa seca da parte aérea. No entanto diferença significativa foi observada entre as concentrações para o rendimento de massa verde, com a adubação química sendo superior, não diferindo das concentrações, C2=75% de húmus + 25% de químico e da C3=50% de húmus + 50% de químico. Assim como, para as médias apresentadas pelo biofertilizante a base do húmus caprino, conseguiu obter bons resultados produtivos. O biofertilizante a base de húmus caprino é uma alternativa economicamente viável para produção de rúcula.

Palavras-chave: *Eruca sativa* Mill; hortaliça folhosa; vermicomposto; adubos orgânicos; solução nutritiva.

ABSTRACT

The use of organic fertilizers through humus and biofertilizers is an agroecological technique that offers many benefits, as it allows small producers to use these resources, for high production and improvement in family income, and reduction of environmental risks caused by the use uncontrolled use of chemical fertilizers. Therefore, the objective of this work was to evaluate the productive performance of arugula under different concentrations of biofertilizer based on goat humus, in a semi-hydroponic production system. The experiment was carried out from July to August 2023, in the greenhouse, located in the experimental sector of the Department of Agricultural and Forestry Sciences (DCAF), on the West campus of the Universidade Federal Rural do Semi-Árido, in Mossoró, RN. The experimental design used was completely randomized, in a 2 x 5 factorial scheme, with three replications. Where the treatments consisted of two arugula cultivars (Cultivada and Sasha) and five concentrations of biofertilizer based on goat humus in nutrient solution (C1: 100% biofertilizer; C2: 75% biofertilizer + 25% mineral; C3: 50% biofertilizer + 50% mineral; C4: 25% biofertilizer to + 75% mineral; The characteristics evaluated in arugula cultivation were: plant height (cm), number of leaves per plant, green mass yield ($t\ ha^{-1}$), dry mass of the shoot ($t\ ha^{-1}$). The economic indicators evaluated were: gross income (RB), net income (RL), rate of return (TR) and profitability index (IL). In the agronomic characteristics evaluated depending on the cultivars studied, no significant differences were observed for any of the characteristics observed. Analyzing the behavior of the characteristics as a function of concentrations, significant differences between concentrations were also not observed for plant height, number of leaves and dry mass of the aerial part. However, a significant difference was observed between the concentrations for green mass yield, with chemical fertilization being superior, not differing from the concentrations, C2=75% humus + 25% chemical and C3=50% humus + 50% of chemist. Just as, for the averages presented by the biofertilizer based on goat humus, it managed to obtain good productive results. Goat humus-based biofertilizer is an economically viable alternative for arugula production.

Palavras-chave: *Eruca sativa* Mill; leafy vegetable; vermicompost; organic fertilizers; nutrient solution.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Localização da área experimental (A) e casa de vegetação onde o experimento foi conduzido (B).	19
Figura 2	–	Vista geral do experimento.	21
Figura 3	–	Realização de semeadura direta da rúcula.	22
Figura 4	–	Desbaste realizado 7 dias após o plantio da rúcula.	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Caracterização química do húmus de minhoca	20
Tabela 2	–	Valores médios da altura de plantas (AP), número de folhas (NF), rendimento de massa verde (REND) e massa seca da parte aérea (MSPA) de rúcula em função de cultivares e concentrações da solução nutritiva à base de biofertilizante e adubação química	24
Tabela 3	–	Valores médios de renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) da rúcula em função das concentrações de húmus caprino em solução nutritiva	26

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	Cultura da rúcula	12
2.2	Adubação orgânica	13
2.3	Húmus.....	14
2.4	Biofertilizantes.....	15
3	MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1	Localização e caracterização da área experimental	18
3.2	Delineamento experimental e tratamentos	18
3.3	Instalação e condução do experimento	19
3.4	Características avaliadas	21
3.4.1	Altura de plantas	21
3.4.2	Número de folhas.....	21
3.4.3	Rendimento de massa verde	21
3.4.4	Massa seca da parte aérea.....	22
3.5	Indicadores econômicos.....	22
3.6	Análise Estatística.....	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5	CONCLUSÕES	27
6	REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

A rúcula (*Eruca sativa* Mill), pertencente à família da Brassicaceae, é uma planta folhosa que tem sua origem na região mediterrânea. É fonte de vitaminas A, B e C, assim como, sais minerais do tipo cálcio, potássio, fósforo, magnésio entre outros (Yang et al., 2021). Sendo também, uma cultura que possui excelentes concentrações de compostos fenólicos, que apresentam capacidade anti-inflamatória e antioxidante, além de possuir capacidade de controlar níveis de glicose no sangue, regular a pressão arterial e prevenir doenças cardiovasculares (Yang et al., 2021).

Além disso, é uma hortaliça bastante popular nas regiões que ocorreram a colonização italiana, e espalhando-se por várias regiões do Brasil. Possui sabor bastante apreciado e muito atrativo, que variam desde o amargo ao picante, e possuindo cheiro agradável, bem marcante e acentuado. Sendo então, usado em várias combinações que estão presentes na culinária brasileira, em diferentes receitas, tais como, saladas, além de ser o principal ingrediente de alguns pratos, pelo fato do seu alto valor nutricional (Lana; Proença, 2021). Geralmente o seu cultivo é realizado por pequenos agricultores familiares, por ser uma cultura de crescimento acelerado, tornando-se assim, fundamental na complementação da renda (Dias et al., 2012).

Para o cultivo de hortaliças a adubação orgânica possui grande importância, pois busca melhorar as características físicas do solo, fornecendo nutrientes as plantas de forma gradual e contínua, além de diminuir a incidência de nematóides (Trani, 2013). Segundo os últimos dados do ministério da agricultura, no período de 11 de maio de 2023, estão inseridos 24.833 produtores no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (MAPA, 2023), apesar de que no ano de 2022, segundo informe da Agência Brasil (2022) existiam em maio de 2022 mais de 26.000 agropecuaristas cadastrados.

Nesse sentido, são utilizadas várias fontes de substratos orgânicos, como os esterco de animais, húmus e adubos verdes, que podem ser utilizados no cultivo de hortaliças, preservando o meio ambiente e agregando valor ao produto. Estes ainda, possuem a capacidade de substituir o uso desordenado dos adubos solúveis convencionais, que com o uso inadequado podem causar riscos em grandes proporções ao meio ambiente, como também, são fertilizantes de fontes finitas encontradas na natureza. Entre as hortaliças com maior possibilidade de estudos para utilização nos sistemas de produção orgânica, está a rúcula, devido ao seu cultivo ser de ciclo curto e ter um mercado crescente no Brasil, desta forma, estudos com viabilidade técnico-científica devem ser aprimorados e incentivados (Steiner et al., 2012).

Segundo Bezerra et al. (2018), ressalta que os resíduos orgânicos, quando são comparados com os resíduos químicos, podem liberar os nutrientes de forma mais lenta para as plantas, no entanto, essa liberação é realizada constantemente, ocasionando em benefícios químicos e físicos para o solo. Assim como, de modo geral, as hortaliças, reagem bem a adubação orgânica, tanto em produtividade quanto em qualidade dos produtos obtidos (Ramalho et al., 2016).

E dentre esses adubos orgânicos, encontra-se o húmus, que é um material bastante rico em matéria orgânica, e nutrientes que as plantas necessitam, além de poder melhorar as qualidades físicas, químicas e biológicas do solo (Landgraf et al., 1999). Segundo Schiedeck et al. (2006) a composição química do húmus de minhoca pode se modificar de acordo com o material que é utilizado para a sua produção, mas de uma forma geral apresenta as médias na sua composição química de 1,5% de nitrogênio (N); 1,3% de fósforo (P₂₀₅); 1,7% de potássio (K₂O); 1,4% de cálcio (Ca); 0,5% de magnésio (Mg), nutrientes esses que as plantas necessitam bastante.

Bonfim e Fontenelle (2017), realizaram estudos e identificaram que os biofertilizantes, são produtos que podem melhorar o desempenho do sistema de produção, além de serem isentos de substâncias proibidas, que são nocivas às plantas e ao meio ambiente. Pois consistem de um produto final, ocorrido da fermentação aeróbia e/ou anaeróbia de compostos orgânicos, tendo em sua composição microrganismos ativos, enzimas e minerais macronutrientes e micronutrientes (Candian et al., 2016).

Diante dos estudos realizados, e visando a importância que os adubos orgânicos desempenham para a produção de hortaliças, assim como, pela busca do desenvolvimento sustentável da agricultura familiar e do meio ambiente, objetivou-se neste trabalho, avaliar o desempenho da cultura da rúcula, sob diferentes concentrações de biofertilizante a base de húmus caprino, em meio ao sistema semi-hidropônico de produção.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da rúcula

Pertencente à família Brassicaceae, a rúcula (*Eruca sativa* Mill) é uma hortaliça folhosa de porte baixo, que vem ganhando espaço na alimentação humana, por possuir um odor bem acentuado e sabor picante tornando-a palatável (Santos et al., 2017). É uma folhosa muito apreciada e consumida em grande escala em países da Europa, sobretudo na Itália, sendo que já no Brasil, essa cultura é utilizada na alimentação e consumida na forma de salada crua (Aguiar et al., 2014).

Dentre as hortaliças folhosas consumidas no Brasil, a alface é a que mais se destaca. Porém, nos últimos anos, de acordo com Sousa Filho et al. (2021), houve uma maior diversificação no consumo de hortaliças no país, ocasionando numa maior produção no cultivo e utilização da rúcula. De acordo com o Censo Agropecuário do IBGE (2017), foram produzidas no Brasil 40.527 toneladas de rúcula, em 20.567 estabelecimentos agrários no ano de 2016, demonstrando assim a relevância econômica dessa hortaliça pela extensão de sua área cultivada.

Ressalta-se que as principais cultivares de rúcula apresentam diferenças quanto ao tipo de folha, que podem ter bordas lisas e até bastante recortadas (Morales; Janick, 2002). Com relação as que apresentam folhas de bordas lisas são denominadas de “Folha Larga” (Apreciatta Folha Larga, Astro, Donatella, Folha Larga e Gigante Folha Larga), e com relação as cultivares que possuem folhas com as bordas mais recortadas são denominadas de “Cultivada” (Antonella e Cultivada) (Aguiar et al., 2014).

A rúcula é uma folhosa herbácea, que apresenta rápido crescimento vegetativo e um ciclo de cultivo curto, além de que suas folhas podem ser relativamente espessas e recortadas, de coloração verde com nervuras verde-claras, pungência discreta e cheiro acentuado. Tem grande destaque, a sua composição nutricional rica em potássio, enxofre, ferro e vitaminas A e C (Freitas et al., 2017). Sendo que, em cada 100 g de massa de matéria fresca de rúcula, se constitui de 91,7 g de água, 2,58 g de proteína, 1,6 g de fibra, 160 mg de cálcio, 1,40 mg de ferro, 47 mg de magnésio, 52 mg de fósforo, 369 mg de potássio, 27 mg de sódio, 0,47 mg de zinco, 15 mg de vitamina C, 0,044 mg de tiamina, 0,086 mg de riboflavina, 0,305 mg de niacina, 0,437 mg de ácido pantotênico e 0,073 mg de vitamina B6, (Purquerio, 2005; USDA, 2004; Pignone, 1997), que são nutrientes que apresentam inúmeros benefícios a saúde humana.

Em virtude da falta de estudos específicos relacionado a essa cultura, muitas das vezes, são encontradas na literatura, as recomendações e informações para o seu manejo de forma mais

generalizada, com outras espécies ou então utiliza-se informações de outras culturas folhosas como a alface (Purquerio et al., 2007). Devido a isso, recomendações de adubação para a cultura da rúcula são semelhantes a várias outras hortaliças folhosas, muito provavelmente pela falta de estudo, principalmente relacionada com a demanda de nutrientes pela cultura (Grangeiro et al., 2011).

É necessário, o conhecimento sobre a nutrição e o comportamento da rúcula durante o seu crescimento e desenvolvimento, para que se possam disponibilizar os nutrientes requeridos de forma prontamente assimilável, a fim de atingir sua máxima capacidade produtiva (Guimarães et al., 2019). A adubação nitrogenada e seu manejo são extremamente importantes durante todo o ciclo da cultura, devendo-se ter informações específicas e claras sobre a melhor dose de nitrogênio a ser utilizada (Steiner et al. 2011).

2.2. Adubação orgânica

Considerada uma cultura de ciclo curto, a rúcula é bastante exigente em nutrientes, sendo necessário e importante a utilização de adubos orgânicos para atender esta demanda. Com a incorporação, ocorrem bastante benefícios, no que se refere a melhoria das características físicas e químicas do solo, como aeração, densidade, estrutura, capacidade de troca catiônica, dentre outras têm influenciado no aumento da adoção da adubação orgânica no cultivo de hortaliças nos últimos anos, assim como, no incremento da produtividade com o uso do composto orgânico (Santana et al., 2012).

Esses adubos orgânicos, podem ser de origem animal ou vegetal, sendo resíduos ou rejeitos, possuindo enorme utilização na agricultura orgânica, na qual são responsáveis pela capacidade de aumentar a fertilidade de solos “pobres”, na qual sua riqueza nutricional pode elevar a atividade biológica do solo (Weinärtner et al. 2006). Assim como, são utilizados principalmente por fornecer matéria orgânica e proporcionar a formação de uma melhor estrutura do solo, acarretando em benefícios para a produção, pois apresentam uma função importante como agentes cimentantes promovendo o aumento da porosidade e aeração, evitando perdas por escoamento superficial (Silva, 2012).

De acordo com Peron (2019), quanto maior a quantidade de adubo orgânico aplicado e quanto melhor a sua incorporação, melhores serão as condições físicas do solo e que apesar do número crescente de produtores rurais que vêm adotando a adubação orgânica no cultivo de hortaliças, é necessário mais estudo sobre a influência no desenvolvimento das culturas. Sendo que algumas hortaliças folhosas, que são exigentes em solos ricos em nutrientes, a cultura responde bem à adubação orgânica, em particular, em solos de clima tropical, no qual a mineralização da matéria orgânica é intensa (Montemurro et al., 2010).

A matéria orgânica apresenta vários efeitos sobre a cultura cultivada, em termos de fertilidade do solo, podendo ser capaz de reduzir a acidez, teores de alumínio e manganês tóxico, contribuindo assim para um aumento de potencial hidrogeniônico (pH), capacidade de troca de cátions (CTC), disponibilidades de micronutrientes e estrutura do solo, resultando em um bom desenvolvimento vegetativo e produtividades economicamente viáveis na produção (Cardoso; Oliveira, 2002).

Existem, várias fontes de matéria orgânica, que podem ser utilizadas na adubação, que são: esterco animal, húmus, biofertilizantes, adubação verde, adubos minerais (Weinärtner et al., 2006). Em relação ao húmus, é considerado o produto da decomposição de plantas e animais mortos, o qual se forma por meio de processos naturais bioquímicos, realizados por agentes microbianos (fungos e bactérias) ou a macrofauna (minhocas e outros invertebrados).

2.3. Húmus

Considerado o produto da decomposição de plantas e animais mortos, o qual se forma por meio de processos naturais bioquímicos, realizados por agentes microbianos (fungos e bactérias) ou a macrofauna (minhocas e outros invertebrados. Sendo o material humificado através do metabolismo da minhoca, que se forma por meio da degradação química e biológica de resíduos de plantas e da atividade metabólica de microorganismos (Freitas et al., 2017).

Ele é um fertilizante orgânico produzido pelo processo de decomposição aeróbica, na qual, numa primeira fase, estão presentes fungos e bactérias e, na segunda fase, existe a atuação das minhocas, onde se origina um composto de melhor qualidade. Quanto ao solo, promove benefícios físicos e químicos (HARRIS et al., 1990). No aspecto físico, as excreções contêm nutrientes essenciais às plantas numa forma mais disponível, especialmente o nitrogênio (Sharpley; Syers, 1976 apud Oliveira et al., 2001). A utilização do vermicomposto, proporciona nutrição para a planta, estimulando o seu crescimento vegetal e contribuindo na absorção de nutrientes ao solo (Hernandez et al., 2013).

Além de ser rico em matéria orgânica, o vermicomposto ou húmus reconstitui a estrutura física e biológica do solo, bem como neutraliza o pH, atuando como fertilizante químico, elevando a concentração de nutrientes e aumentando a resistência das plantas contra pragas e doenças (Kist et al., 2007). Nesse aspecto, a utilização de compostos orgânicos como no caso do húmus, contribui para que ocorra a absorção de nutrientes por meio do crescimento radicular, fazendo com que as raízes busquem nutrientes em camadas mais profundas de solo.

A presença de qualquer material presente na propriedade rural que se decompõe ou qualquer resíduo orgânico disponível e não aproveitado pode ser utilizado para a produção de húmus (Schiedeck et al.; 2006). Então, o uso do húmus produzido pelas minhocas, é uma alternativa de grande

sustentabilidade por ser um material rico em nutrientes que são utilizados pelas plantas, e, assim como, pode ser utilizado como corretivo e condicionador das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Landgraf et al., 1999).

De acordo com Pequeno et al. (2003), o húmus é um produto natural, produzido biologicamente, que melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos, melhora as estruturas do solo, aumenta a capacidade de retenção de nutrientes dos solos, tem maior efeito residual no solo e pode permanecer mais de três meses em estado dinâmico, liberação dos nutrientes ocorre mais lentamente, diminuindo as perdas por lavagem pela água das chuvas ou de irrigação, potencializa a ação dos adubos químicos quando utilizados em conjunto eleva pH dos solos na faixa entre 6,0 a 6,5. Assim, o uso do húmus de minhoca torna-se uma alternativa a utilização de insumos químicos, que por muitas vezes tende a onerar o sistema de produção.

Segundo Schiedeck et al. (2006), em torno de 60% da matéria orgânica consumida pela minhoca vermelha-da-Califórnia é transformada em húmus, os outros 40% a minhoca utiliza para o seu desenvolvimento e reprodução, com isso 10 kg de esterco produz, aproximadamente, 6 kg de húmus. A composição química do húmus de minhoca é muito variável, porém, apresenta concentrações médias de nutrientes e teor de matéria seca (MS) de 1,5% de N; 1,3% de P₂O₅; 1,7% de K₂O; 1,4% de Ca; 0,5% de Mg; 50% de MS (Schiedeck et al., 2006).

2.5 Biofertilizantes

Os biofertilizantes, são considerados como o adubo orgânico líquido, que foi produzido em meio aeróbico ou anaeróbico a partir de uma mistura de materiais orgânicos (esterco, frutas, leite), minerais (macro e micronutrientes) e água (Dias et al., 2002). Este consiste de um produto final, que ocorreu da fermentação aeróbia e/ou anaeróbia desses compostos orgânicos, e que possui na sua composição microrganismos ativos, enzimas e minerais macronutrientes e micronutrientes (Candian et al., 2016).

O uso de biofertilizante na agricultura, como adubo orgânico, já é uma técnica que vem sendo utilizada há algum tempo, e com o crescimento da agricultura orgânica, essa técnica está sendo cada vez mais difundida (Campos et al., 2011). Sua utilização vem ganhando destaque, devido a busca por alternativas que possam substituir ou diminuir, o uso excessivo dos fertilizantes químicos, assim como, buscar utilizar técnicas para promover uma agricultura mais sustentável.

Justifica-se a utilização dos fertilizantes orgânicos, não somente pelos aspectos relacionados à reciclagem de nutrientes em agroecossistemas, mas também pela redução dos custos com o preparo das soluções nutritivas (Dias et al., 2014; Monteiro Filho et al., 2014). Assim como, o seu uso na agricultura

tem contribuído para tentar minimizar problemas ambientais, tais como, a degradação do solo e a redução do descarte inadequado de resíduos.

Para Almeida (2015) o uso do biofertilizante gera efeitos positivos no solo, afetando características físicas como: aeração, aumento da velocidade de infiltração, armazenamento de água, melhoria na estruturação, redução de processos erosivos; características químicas como: aumento da CTC, fornecimento e retenção de nutrientes, aumenta o potencial de fertilidade; e, por fim, características biológicas: aumento da atividade microbiana.

Os compostos biofertilizantes líquidos, podem ser obtidos através da fermentação de resíduos vegetais ou animais com água, que pode ser na presença ou ausência de ar (aeróbicos ou anaeróbicos) (Barman et al., 2017). Uma dessas fontes de biofertilizante bastante utilizada pelos produtores, é o esterco bovino, como fonte de matéria orgânica ao solo e nutrientes às plantas, constituindo-se em excelente alternativa ao uso de adubos minerais (Rodrigues et al., 2008). E sendo também considerado, a principal fonte de nutrientes, principalmente N e P, e de matéria orgânica nas áreas de produção de culturas de subsistência no semiárido nordestino (Menezes; Salcedo, 2007).

Em se tratando da composição dos biofertilizantes, irá depender da origem de sua matéria prima. Segundo Holanda (1990), cita que, em relação aos estercos, sua composição é variável por vários fatores, que depende da espécie animal, raça, idade, alimentação, material utilizado como cama, dentre outros. Para Santos (1992), o biofertilizante, é constituído por macro e micronutrientes, na qual são assimilados pelas plantas, tais como: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, sódio, ferro, cloro, sílica, molibdênio, boro, cobre, zinco e manganês. No caso do pH da calda, este se encontra entre 7,0 e 8,0, podendo ser menor caso a fermentação não seja eficiente.

Cruz et al. (2021), após avaliarem produção de rúcula, utilizando adubação orgânica e doses de urina bovina, foi verificado que o uso da adubação orgânica à base de compostagem e esterco bovino, houve um aumento na massa fresca da parte aérea, altura de planta e redução da relação raiz parte aérea. Experimentos realizados por Sobreira et al. (2017), verificaram incremento nos teores de massa seca de folhas de abobrinha, quando utilizaram esterco bovino e ovino.

Trabalhos realizados com o uso de biofertilizantes, compondo a solução nutritiva para sistemas hidropônicos no cultivo de alface, foram realizados (Costa et al., 2006; Ribeiro et al., 2007; Dias et al., 2014; Monteiro Filho et al., 2014). É justificado também, não somente pelos aspectos relacionados à reciclagem de nutrientes em agroecossistemas, mas também pela redução dos custos com o preparo das soluções nutritivas (Dias et al., 2014; Monteiro Filho et al., 2014). Porém, apesar do benefício evidente do uso do biofertilizante, a sua concentração e o tipo de hortaliça, e esses preparos serem bastante complexos, ainda é necessário bastante estudos, para a obtenção de informações mais concretas e confiáveis, a fim de que possibilite a segurança do seu uso.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi desenvolvido na casa de vegetação, localizada no setor experimental do Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais (DCAF), no campus Oeste da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, em Mossoró, RN (5° 11' S; 37° 20' O e 18 m de altitude) no período de julho a agosto de 2023.

De acordo com a classificação de KöppenGeiger's o clima local é BSw_h, considerado seco e quente, possuindo duas estações climáticas, uma seca, ocorrendo de junho a janeiro, e uma estação chuvosa, que acontece de fevereiro a maio, além de possuir uma temperatura média anual de 27,4 °C, com uma precipitação pluviométrica irregular, com uma média de 673,9 mm. (Alvares et al., 2013).

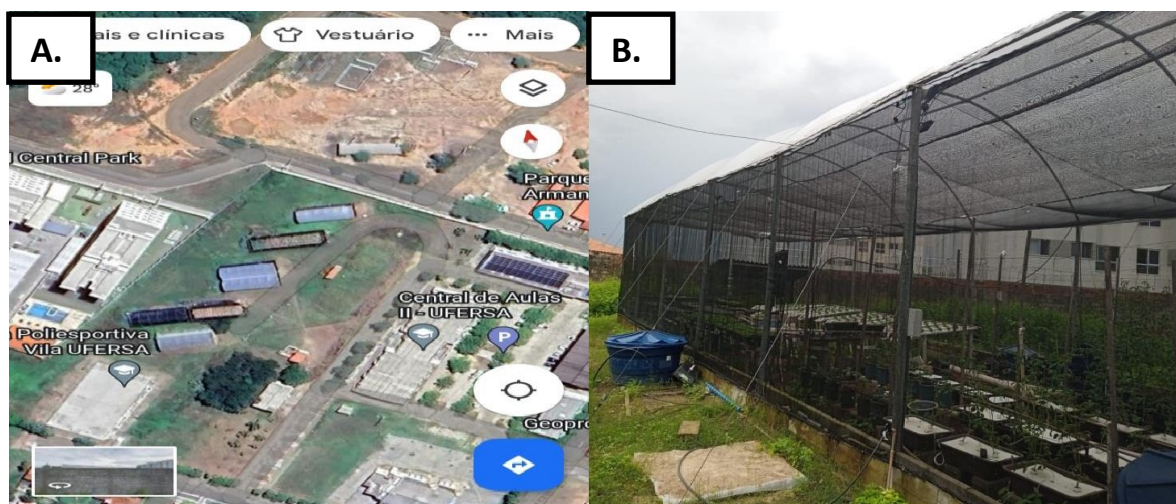


Figura 1 - Localização da área experimental (A) e casa de vegetação onde o experimento foi conduzido (B).

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

Adotou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado, em esquema factorial 2 x 5, com três repetições. Os tratamentos consistiram de duas cultivares de rúcula (Cultivada e Sasha) e cinco concentrações de biofertilizante à base de húmus caprino em solução nutritiva (C1: 100% biofertilizante; C2: 75% biofertilizante + 25% mineral; C3: 50% biofertilizante + 50% mineral; C4: 25% biofertilizante + 75% mineral; C5: 100% mineral).

Com relação as duas cultivares utilizadas, pode-se descrever que a rúcula Cultivada possui excelentes rendimentos de maços com ciclo precoce que varia de 35 a 45 dias para início de colheita, com suas folhas recortadas, compridas e de coloração verde escuro, com plantas que atingem entre 25 e

30 cm de altura. Além disso, apresentam boa tolerância a doenças foliares, possui sabor picante, assim como, pode ser semeada praticamente o ano todo e em todas as regiões do Brasil. Já a cultivar Sasha, suas plantas são de ciclo curto (em torno de 35 dias), com alta tolerância ao pendoamento precoce, além de alta produtividade e qualidade de maços. As plantas são vigorosas, as folhas são largas, menos recortadas, bastante uniformes, com uma coloração verde intensa, além de que podem ser produzidas o ano todo, tanto em campo aberto como em sistemas hidropônicos.

A solução nutritiva à base do húmus caprino (biofertilizante), seguiu a metodologia de Schiedeck (2008), que diz que para sua produção é necessário, definir a quantidade que se deseja da solução de biofertilizante. foi preparada utilizando dois reservatórios de 500 L cada, na qual se misturavam semanalmente uma quantidade de 50 kg de húmus caprino sólido para um volume de 500 L de água, deixando-se descansar por 7 a 10 dias, a fim de que ocorresse o processo de preparação do biofertilizante, realizado pelos microrganismos. Após isso, o biofertilizante era distribuído nos reservatórios de 300 L de acordo com as proporções.

A solução nutritiva química foi preparada de acordo com a recomendação de Furlani et al. (1999), contendo as seguintes concentrações de fertilizantes, em g 1000 L⁻¹: Nitrato de cálcio, 750; nitrato de potássio, 500; MAP, 150; sulfato de magnésio, 400; micronutriente composto, 30; ferro, 30.

As demais soluções nutritivas foram preparadas a partir de mistura desta solução nutritiva padrão com diferentes concentrações de biofertilizante. A água utilizada no preparo das soluções nutritivas foi coletada no sistema de abastecimento do Campus da UFERSA.

3.3 Instalação e condução do experimento

O húmus de minhoca (com base de esterco caprino) foi produzido no minhocário da fazenda “Hortvida” que fica localizada próximo a cidade de Governador Dix-Sept Rosado-RN. Foram retiradas amostras do material e levadas para o Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Os dados das análises encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química do húmus de minhoca.

N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
-----g kg ⁻¹ -----									
16,8	0,9	4,7	43,8	7,	0,699	6,209	0,204	0,204	0,022

Cada parcela foi representada por uma bandeja plástica (14 x 37 x 60 cm, para altura, largura, comprimento, respectivamente), com capacidade para 20 litros. Em cada bandeja foram semeadas quatro fileiras, espaçadas em 15 cm, sendo considerada como parcela útil as plantas localizadas nas duas fileiras

centrais de cada bandeja. As bandejas foram preenchidas com substrato composto pela mistura de fibra de coco e areia fina lavada, na proporção 2:1 (em base de volume). As bandejas foram dispostas sobre bancadas feitas com madeira, com 0,50 m de altura e 0,40 m de largura.



Figura 2. Vista geral do experimento.

Considerou-se como referência a condutividade elétrica da solução nutritiva contendo apenas biofertilizante ($1,6 \text{ dS m}^{-1}$) para as demais soluções nutritivas. Desta forma, a solução nutritiva D5, contendo apenas mineral (Furlani et al., 1999) foi diluída até a obtenção de CE $1,6 \text{ dS m}^{-1}$.

Cada solução nutritiva foi aplicada utilizando um sistema de irrigação independente, composto por uma eletrobomba para recalque da solução nutritiva de cinco reservatórios, de 300 L cada, linha lateral com mangueira de 16 mm e emissor de microtubo do tipo espaguete, com diâmetro interno de 1,0 mm, 10 cm de comprimento, sendo 8 emissores por bandeja.

O controle da irrigação foi realizado utilizando um temporizador digital de tomada (Exatron, modelo TMDSØBC, 220V, 10A), seguindo a programação para seis irrigações diárias com intervalos de 2 horas e duração de 1 minuto cada irrigação.

Cada bandeja continha 4 fileiras, distanciadas em 15 cm, e sete covas por fileira, distanciadas em 3 cm entre covas. O plantio das cultivares de rúcula foi realizado em plantio direto, semeando-se de três a quatro sementes por cova, numa profundidade em torno de 2 cm. O desbaste ocorreu aos 7 dias após o plantio, deixando-se duas plantas por cova, resultando numa densidade de 56 plantas por bandeja.



Figura 3. Realização de semeadura direta da rúcula.



Figura 4. Desbaste realizado após 7 dias de plantio da rúcula.

O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente, a medida que se tornasse necessária, objetivando-se manter a área limpa, para não ocorrer competição com a cultura.

A colheita foi realizada 30 dias após a semeadura, e o material levado ao laboratório de pós-colheita para a realização das análises agronômicas.

3.4 Características avaliadas

3.4.1 Altura de plantas (AP):

Determinada numa amostra de vinte plantas retiradas aleatoriamente da área útil de cada parcela. Foram medidas com uma régua graduada a partir do nível do solo até a extremidade da folha mais alta, expressa em centímetro (cm).

3.4.2 Número de folhas (NF):

Utilizando a mesma amostra de vinte plantas, foi realizado a contagem direta de folhas maiores que 3 cm de comprimento, partindo-se das folhas basais até a última folha aberta.

3.4.3 Rendimento de massa verde (REND):

Foi obtido com a pesagem de toda a massa fresca da área útil, expresso $t\ ha^{-1}$.

3.4.4 Massa seca da parte aérea (MSPA):

Foi realizado com a amostra de vinte plantas onde foram levadas para uma estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 65°, até atingir o peso constante, expresso t ha⁻¹.

3.5 Indicadores econômicos

Custos totais (CT): determinado pelos cálculos e análises realizadas ao final do processo produtivo, no período de outubro de 2023, correspondendo aos custos totais por hectare da área cultivada. Renda bruta (RB): valor da produção, obtida por hectare, ao preço para ao produtor na região, no período de outubro de 2023. Para a rúcula o valor pago é de R\$ 7,00 kg⁻¹. Fórmula utilizada para cálculo da RB, expresso em reais (R\$).

3.5.1 Renda bruta = Dado pelo produto do que se produziu na área experimental, pelo preço médio de um quilograma de rúcula. Produtividade x Preço.

3.5.2 Produtividade = Produção obtida da rúcula por hectare ou por metro quadrado (m²).

3.5.3 Preço = Preço referente ao que é pago ao produtor, dado em R\$.

3.5.4 Renda líquida (RL): Diferença entre a renda bruta e os custos totais, expresso em R\$. $RL = RB - CT$.

3.5.5 Taxa de retorno (TR): É a relação entre a renda bruta e o custo total: $TR = RB/CT$. corresponde a quantos reais são obtidos para cada real aplicado em custos de produção.

3.5.6 Índice de lucratividade (IL): É a relação entre a renda líquida (RL) e a renda bruta (RB), expresso em porcentagem (%).

3.6 Análise Estatística

Uma análise univariada de variância foi realizada nas características avaliadas na rúcula. Um teste de médias foi realizado em função das cultivares e das concentrações de biofertilizante, foram

comparadas utilizando o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. O software utilizado foi o SISVAR (FERREIRA, 2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada interação significativa entre as cultivares e as concentrações das soluções nutritivas (Tabela 02). Avaliando as características agronômicas em função das cultivares estudadas (Cultivada e Sasha), diferença significativa não foram observadas para nenhuma das características avaliadas (Tabela 02).

Tabela 02. Valores médios da altura de plantas (AP), número de folhas (NF), rendimento de massa verde (REND) e massa seca da parte aérea (MSPA) de rúcula em função de cultivares e concentrações da solução nutritiva à base de biofertilizante e adubação mineral.

Cultivares	AP (cm)	NF	REND (t ha ⁻¹)	MSPA (t ha ⁻¹)
Cultivada	10,99a	7,20a	7,11a	0,51a
Sasha	11,45a	7,48a	6,07a	0,53a
Concentrações				
C1=100% de húmus	9,79a	6,23a	3,92b	0,46a
C2=75% de húmus + 25% de mineral	12,13a	8,03a	7,56ab	0,56a
C3=50% de húmus + 50% de mineral	11,21a	7,70a	5,88ab	0,52a
C4=25% de húmus + 75% de mineral	10,60a	7,13a	5,26b	0,49a
C5=100% de mineral	12,38a	7,61a	10,34a	0,58a
CV (%)	16,03	16,25	39,97	16,00

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com as características avaliadas, é possível comprovar que as cultivares estudadas, apresentam características semelhantes entre si, quanto a adaptabilidade, precocidade, tolerância e produção nas condições que foram submetidas, o que resultou na não diferenciação entre elas.

Analisando o comportamento das características em função das concentrações, diferenças significativas entre as concentrações não foram observadas para a altura de plantas, número de folhas e massa seca da parte aérea. No entanto, diferença significativa foi observada entre as concentrações para o rendimento de massa verde, com a adubação química sendo superior a adubação com a concentração de 100% de húmus, porém não diferindo das concentrações, C2=75% de húmus + 25% de mineral e da C3=50% de húmus + 50% de mineral. Embora a concentração mineral seja 26,88% superior a C2 e 43,13% superior a C3.

Tesseroli Neto (2006) realizando estudos com a alface americana, observou que a utilização do biofertilizante a base de esterco bovino, apresentou os melhores resultados de ganho massa fresca e massa seca de planta em concentrações de 2% e queda de ganho em concentrações superiores. Sendo que, enriquecer o biofertilizante com micronutrientes, obteve-se necessidades mais baixas de biofertilizante, mas a tendência de obter uma concentração ótima e quando se utiliza valores superiores, podem apresentar efeitos adversos na cultura.

De acordo com Batista et al. (2013) a rúcula é uma hortaliça que possui grande exigência em nitrogênio e potássio, e quanto mais rapidamente esses nutrientes são disponibilizados, vai proporcionar um maior desenvolvimento vegetativo da rúcula. Ou seja, o nitrogênio ativa e eleva o potencial produtivo das culturas (Filgueira, 2008). Com o incremento na quantidade de nitrogênio adicionado ao solo, o efeito promotor deste no crescimento das plantas é constatado (Taiz; Zeiger, 2002). Filgueira (2008) afirma que as quantidades adequadas de nitrogênio proporcionam um maior desenvolvimento e elevam o potencial vegetativo.

Nas concentrações com maior concentração de húmus o seu destaque pode ser explicado, pelo o fato de que os seus nutrientes são liberados para as plantas, com isso a cultura poderá absorvê-los com maior eficiência para se desenvolverem. Conforme Penteado (2010), o composto de húmus enriquecido, é equilibrado nutricionalmente, seus nutrientes são liberados, beneficiando as propriedades químicas, biológicas e físicas do solo, o que pode propiciar aumentos na produtividade e na qualidade dos produtos colhidos. Lopes et al. (2017) ao avaliarem o desenvolvimento de plantas de rúcula, sob o efeito de aplicações foliares com diferentes biofertilizantes, relataram que houve comportamento semelhante ao registrado neste estudo no acréscimo na produção de biomassa.

Para as médias apresentadas pelo biofertilizante a base do húmus caprino, visto que este possui excelente papel no desenvolvimento de hortaliças, foi possível obter bons resultados produtivos. Conforme Armond et al. (2016), os autores relatam que, o húmus de minhoca é uma fonte de nutrientes de rápida disponibilidade para as plantas, sendo de suma importância para espécies de ciclo curto, como a rúcula.

Salles et al. (2017) observaram que a adubação utilizando esterco bovino como única fonte em plantio na produção de rúcula (cv. *Apreciatta Folha Larga*) resultou nos menores valores de massa fresca da parte aérea e número de folhas por planta, comparado a utilização de esterco de aves. No entanto, quando utilizados conjuntamente, os dois estercos (esterco de aves e bovino) resultaram em maior produção em comparação a utilização apenas de esterco bovino. Caixeta et al. (2017) também relataram que a utilização de esterco bovino não diferiu do controle sem adubação, e foi inferior a cama de frango na produção (massa fresca de folhas) de rúcula.

A massa seca da parte aérea (MSPA) é um importante parâmetro morfológico para avaliação do crescimento e produção vegetal (Peixoto et al., 2020). Resultados superiores da massa seca da parte aérea (MSPA) foram apresentados por Silva (2012), obtendo um valor máximo de massa seca da parte aérea de 1,4 t ha⁻¹, numa combinação de 45 t ha⁻¹ de flor-de-seda, incorporando esse material por 20 dias antes da semeadura da rúcula. Outros resultados superiores foram encontrados por Oliveira et al. (2015), com valor máximo de 2,01 t ha⁻¹ de massa seca, numa quantidade de 51,28 t ha⁻¹. Conforme Almeida et al. (2022), a eficiência dos adubos orgânicos no desenvolvimento das culturas, pode ser influenciada por diversos fatores como a quantidade utilizada, a variedade, a composição química e as condições edafoclimáticas.

Com relação aos indicadores econômicos, renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade, observou-se, que independentemente das concentrações nas soluções nutritivas, foi possível obter bons resultados produtivos (tabela 03).

Tabela 3: Valores médios de renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) da rúcula em função das concentrações de húmus caprino em solução nutritiva.

Concentrações (%)	RB (R\$)	RL (R\$)	TR (R\$)	IL (%)
C1=100% de húmus	27.440,00	7.805,88	1,39	28,44
C2=75% de húmus + 25% de mineral	52.920,00	37.796,60	3,49	71,42
C3=50% de húmus + 50% de mineral	41.160,00	25.827,33	2,68	62,74
C4=25% de húmus + 75% de mineral	36.820,00	23.638,05	2,79	64,19
C5=100% de mineral	72.380,00	61.348,77	6,56	84,76

No entanto, o melhor desempenho da rúcula foi obtido pela concentração de 100% mineral de R\$ 61.348,77, ditada pela renda líquida, que é considerada um dos indicadores que expressa melhor o valor econômico dos sistemas de cultivos, quando se compara com a renda bruta, pois naquela se encontram deduzidos os custos de produção (Bezerra Neto et al., 2012).

Nas concentrações de húmus caprino, observou-se bons resultados, na concentração C2 (75% de húmus + 25% de mineral), obtendo renda líquida de R\$ 37.796,60. Dessa forma, o húmus de minhoca apresenta-se como uma boa opção para o pequeno produtor, por ser um adubo de baixo custo e de alta eficiência, pode ser uma alternativa viável no cultivo orgânico de hortaliças (Bidone, 2001).

5 CONCLUSÕES

As cultivares “Cultivada” e “Sasha” apresentam o mesmo desempenho produtivo, podendo ambas serem utilizadas no sistema semi-hidropônico.

O melhor desempenho agroeconômico da rúcula foi obtido nas concentrações de C5: 100% mineral e C2: 75% de húmus + 25% de mineral.

O biofertilizante a base de húmus caprino, é uma alternativa economicamente viável para produção de rúcula, em meio a solução nutritiva no sistema semi-hidropônico de produção.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA BRASIL. **Ministério da Agricultura lança campanha para promover orgânicos**, 2022. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2022-05/mapa-lanca-campanha-de-promocao-do-produto-organico>>. Acesso em 05 fevereiro. 2024.
- AGUIAR, A.T.E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; TUCCI, M. L. S. A.; CASTRO, C. E. F. **Instruções Agrícolas para as Principais Culturas Econômicas**. 7ª Ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônômico, 2014. 452 p. (Boletim IAC, n.º 200).
- ALMEIDA, J. O. Produção de videira Isabel (*Vitis labrusca* L.) em função da aplicação de biofertilizantes líquidos. 2015. 44 f. TCC (Graduação) - **Curso de Ciências Agrárias, Departamento de Agrárias e Exatas**, Universidade Estadual da Paraíba, Catolé do Rocha, 2015.
- ALMEIDA, V. F. R.; PIERRE, B. S.; ALMEIDA, R. R.; ALVES, S. M.; TEIXEIRA, G. C. S. Produção de massa seca da alface-crespa em função de diferentes doses de esterco bovino e NPK. **Anais da UEG**. 2022, 8p. <https://www.anais.ueg.br/index.php/cepe/article/download/12268/10261>.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L. de M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2013.
- ARMOND, C.; OLIVEIRA, V. C.; GONZALES, S. D. P.; OLIVEIRA, F. E. R.; SILVA, R. M.; LEAL, T. T. B.; REIS, A. S.; SILVA, F. Desenvolvimento inicial de plantas de abobrinha italiana cultivada com húmus de minhoca. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 439-442, 2016.
- BARMAN, M.; PAUL, S.; CHOUDHURY, A. G.; ROY, P.; SEN, J. Biofertilizer as Prospective Input for Sustainable Agriculture in India. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 6, n. 11, p. 1.177-1.186, 2017.
- BATISTA, M. A. V.; BEZERRA NETO, F.; AMBROSIO, M. M. Q.; GUIMARÃES, L. M. S.; SARAIVA, J. P. B.; SILVA, M. L. Atributos microbiológicos do solo e produtividade de rabanete influenciado pelo uso de espécies espontâneas. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 4, p. 587-594, 2013.

BEZERRA NETO, F.; PORTO, V. C. N.; GOMES, E. G.; CECÍLIO FILHO, A. B.; MOREIRA, J. N. Assessment of agroeconomic indices in polycultures of lettuce, rocket and carrot through uni- and multivariate approaches in semi-arid Brazil. **Ecological Indicators**, v. 14, p. 11-17, 2012.

BEZERRA, W. K. T. Coentro cultivado em sistema orgânico de produção sob o efeito residual de esterco bovino. 2018. 29 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Sistemas Agroindustriais) - **Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar**, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil, 2018. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/6880>>. Acesso em: 24 dez. 2023.

BIDONE, F. R. A. (Coord.) Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: reciclagem e disposição final. **Projeto PROSAB**. Rio de Janeiro: ABES, p. 240, 2001.

BONFIM, C. A.; FONTELLE, M. R. Microrganismos benéficos em biofertilizantes, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/22865878/microrganismosbeneficos-em-biofertilizantes>. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa)**, 2020. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/22865878/microrganismos-beneficos-em-biofertilizantes>>. Acesso em 05 de dez. 2023.

CAIXETA, M. M. A.; ALMEIDA, M. J.; WINDER, A. R. S.; DARIN, E. P.; BUSO, W. H. D. Desempenho da rúcula cultivada em diferentes modos de adubação. **Revista Mirante**, v. 10, n. 2, p. 191-200, 2017.

CANDIAN, S. J.; FERREIRA, P. R.; MARTINS, C. R.; LORENZETTI, R. E.; BASTIANI, R. L. M. Biofertilizantes na produção e na caracterização das alfaces americanas, crespa e mimosa. **Vertices**, v.18, n. 1, p. 233-244, 2016.

CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F.; CAMPOS, S. S. P.; GHEYI, H. R.; CHAVES, L. H. G.; MESQUITA, F.de O. Esterco bovino líquido em luvisolo sódico: Resposta biométrica e produtiva do maracujazeiro amarelo. **Idesia**, v.29, n.2, p. 59-67, 2011.

CARDOSO, E. L. & OLIVEIRA, H. Sugestões de uso e manejo dos solos do Assentamento Taquaral, Corumbá-MS. Embrapa Pantanal. **Circular Técnica**, v. 1, p.1-4, 2002.

COSTA, N. E.; RIBEIRO, M. C. C.; LIMA, J. S. S.; CARDOSO, A. A.; OLIVEIRA, G. L. Utilização de biofertilizante na alface para o sistema hidropônico floating. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 1, n. 2, p. 41-47, 2006.

CRUZ, A. F. S.; SOARES, H. R.; ANDRADE, A. R. S.; MORAIS, J. E. F.; ZAMORA, V. R. O.; JADOSKI, C. J.; JADOSKI, S. O.; SANTOS, W. M. dos.; SILVA, M. B. G.; SILVA, E. T.; SILVA, E. G.; SANTOS, J. E. C. C. Produção da Rúcula com adubação orgânica e doses de urina bovina. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, p. e32710716578, 2021.

DIAS, N. D. S.; NETO, O. N. S.; COSME, C. R.; JALES, A. G. O.; REBOUÇAS, J. R. L.; OLIVEIRA, A. M. Resposta de cultivares de alface à salinidade da solução nutritiva com rejeito salino em hidroponia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 10, p. 991-995, 2014.

DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; LEAL, M.A A.; SCHIMIDT, L.T. Uso de biofertilizante líquido na produção de alface. **Documentos 151, Jaguaraiúna: EMBRAPA**. Outubro, 2002.

DIAS, R. S.; FERREIRA, D. J.; ARAÚJO, W. K. O.; SANTOS, R. L. 2012. **A produção de hortaliças pela agricultura familiar no município de Humildes –Bahia. XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária**.http://www.lagea.ig.ufu.br/xx1enga/anais_enga_2012/eixos/1416_1.pdf.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de horticultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de produtos hortícolas. **Viçosa, MG: UFV**, 2008.

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. Disponível em: Acesso em: 24 dez. 2023.

FREITAS, E. M. D.; GIOVANELLI, L. B.; DELAZARI, F. T.; SANTOS M. L. D.; PEREIRA, S. B.; SILVA, D. J. Arugula production as a function of irrigation depth sand potassium fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 3, p. 197-202. 2017

FURLANI, P.R.; et al. Cultivo hidropônico de plantas. **Campinas: Instituto Agrônomo**, 1999.

GRANGEIRO LC, FREITAS, F.C, NEGREIROS, M.Z., MARROCOS, S.T.P, LUCENA, R.R, OLIVEIRA, R.A Crescimento e acúmulo de nutrientes em coentro e rúcula. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.6, p11-16, 2011.

GUIMARÃES, N.R, SOUZA, R.F, SILVA, A.G, BITTAR, D.Y. Adubação Nitrogenada Na Produção De Rúcula. **Ipê Agronomic Journal**. v. 3, p. 44-55, 2019.

HARRIS, G. D.; PLATT, W. L.; PRICE, B. C. Vermicomposting in a rural community. **Biocycle**, v. 10, n. 2, p. 48-51, 1990.

HERNANDEZ, O. L.; HUELVA, R.; GURIDI, F.; OLIVARES, F. L.; CANELLAS, L. P. Humatos isolados de vermicomposto como promotores de crescimento em cultivo orgânico de alface. **Revista Ciências Técnicas Agropecuárias**, v. 22, n. 1, p. 70-75, 2013.

HOLANDA, J. S. **Esterco de curral: composição, preservação e adubação**. Natal: EMPARN, n. 17, p. 69, 1990.

KIST, G. P.; MACHADO, R. G.; STEFFEN, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I. Produção de Mudas de Alface a partir de Vermicomposto à base de Casca de Arroz e Esterco Bovino In: XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. **Anais**. Serrano Centro de Convenções – Gramado - RS, 2007.

LANA, M. M.; PROENÇA, L. C. **Resíduos orgânicos**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalica-nao-e-so-salada/secoes/residuos-organicos>. Acesso em: 27 dez. 2023.

LANDGRAF, M. D.; ALVES, M. R.; SILVA, S. C. D.; REZENDE, M. O. D. O. Caracterização de ácidos húmicos de vermicomposto de esterco bovino compostado durante 3 e 6 meses. **Química Nova**, v. 22, n. 4, p. 483-486, 1999.

LOPES, M. C.; CARDOSO, S. S.; LUCAS, F. T.; MELO, V. A. Efeito da aplicação de biofertilizante na produção de mudas de rúcula sob diferentes substratos. **Nucleus**, v. 14, n. 1, p.177-188, 2017.

MAPA. **Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos, 2023.** Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro-nacional-produtores-organicos>. Acesso em 05 de fevereiro 2024.

MENEZES, R.S.C.; SALCEDO. I.H. Mineralização de N após incorporação de adubos orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 4, p. 361-367, 2007.

MONTEIRO FILHO, A. F.; PEREIRA, G. L.; AZEVEDO, M. R.; FERNANDES, J. D.; DE AZEVEDO, C. A. Cultivo hidropônico de cultivares de alface em soluções nutritivas organominerais otimizadas com a ferramenta SOLVER. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 417-424, 2014.

MONTEMURRO, F.; FERRI, D.; TITTARELLI, F. et al. **Anaerobic digestate and on- farm compost application: Effects on lettuce (*Lactuca sativa* L.) crop production and soil properties.** *Compost Science & Utilization*, v.18, p.184-193, 2010. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1065657X.2010.10736954> . Acesso em: 25 dez. 2023.

MORALES, M.; JANICK, J. Arugula: A promising specialty leaf vegetable. Trends in new crops and new uses. **ASHS Press**, P.418-423, 2002.

OLIVEIRA, A. P; FERREIRA, D. S.; COSTA, C. C.; SILVA, A. F; ALVES, E. U. Uso de esterco bovino e húmus de minhoca na produção de repolho híbrido. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 70-73, 2001.

OLIVEIRA, K. J. B.; SOARES, A. P. S; BEZERRA NETO, F.; LINHARES, P. C. A. Produção agroeconômica da rúcula fertilizada com diferentes quantidades de Calotropis procera. **Revista Terceiro Incluído**, v. 5, n. 2, p. 373-384, 2015.

PENTEADO, S. R. **Cultivo ecológico de hortaliças: Como cultivar hortaliças sem veneno.** 2ª. ed. Campinas, SP: Via Orgânica - Fraga Penteado & Cia LTDA, 2010. 288 p.

PEIXOTO, C. P.; ALMEIDA, A. T.; SANTOS, J. M. S.; POELKING, V. G. C.; OLIVEIRA, E. R. **Curso de Fisiologia vegetal**. UFRB. 2020. 218p.

PERON, R. M. Desempenho agronômico da rúcula (*Eruca sativa* Miller) sob diferentes dosagens de cama de frango. 2019. xi, 37 f. **Dissertação (mestrado em Agroecologia)** - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, 2019, Maringá, PR. Disponível em: <<http://www.profagroec.uem.br/discentes/egressos-e-dissertacoes/2019/pdf/raquel-mantovani-peron.pdf>>. Acesso em: 24 dez. 2023.

PIGNONE, D. Present status of rocket genetic resources and conservation activities. In: PADULOSI, S.; PIGNONE, D. Rocket: A mediterranean crop for the world. Report of a Workshop. 1996, Legnaro (Padova), Italy. **International Plant Genetic Resources Institute**, Rome, Italy. 1997. p.2-12.

PURQUERIO, L. F. V. Crescimento, produção e qualidade de rúcula (*Eruca sativa* Miller) em função do nitrogênio e da densidade de plantio. 2005. 119 f. **Tese (doutorado)** - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2005. Acesso em: 24 dez. 2023.

PURQUERIO, L. F. V.; DEMANT, L. A. R.; GOTO, R.; VILLAS BOA, R. L. Efeito da adubação nitrogenada de cobertura e do espaçamento sobre a produção de rúcula. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 464-470, 2007. Disponível em:< <https://www.scielo.br/j/hb/a/LMTP6GcVBvbhLvTtnzCLgBg/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 24 dez. 2023.

RAMALHO, W. B.; LINHARES, P. C. F.; ASSIS, J. P.; ALMEIDA, A. M. B.; CUNHA, L. M. M. Adubação verde com espécies espontâneas da caatinga no cultivo do rabanete em sucessão a rúcula. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 2, p. 66-70, 2016. Disponível em:< <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7264988>>. Acesso em: 22 dez. 2023.

REZENDE, B. L. A.; CECÍLIO, F. A. B.; FELTRIM, A. L.; COSTA, C. C.; BARBOSA, J. C. Viabilidade da consorciação de pimentão com repolho, rúcula, alface e rabanete. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 1, p. 36-41, 2006.

RIBEIRO, K. S.; FERRREIRA, E. C.; COSTA, M. S. S. M.; GAZZOLA, D. Uso de biofertilizante no cultivo de alface hidropônica. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 160- 164, 2007.

RODRIGUES, G. S. O.; TORRES, S. B.; LINHARES, P. C. F.; FREITAS, R. S.; MARACAJÁ, P. B. Quantidades de esterco bovino no desempenho agrônômico da rúcula (*Eruca sativa* L.) cultivar cultivada. **Revista Caatinga**. v.21, n.1, p.162-168, 2008.

SALLES, J. S.; STEINER, F.; ABAKER, J. E. P.; FERREIRA, T. S.; MARTINS, G. L. M. Resposta da rúcula à adubação orgânica com diferentes compostos orgânicos. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 2, p. 35-40, 2017.

SANTANA, C. T. C. de; SANTI, A.; DALLACORT, R.; SANTOS, M. L.; MENEZES, C. B. DE. Desempenho de cultivares de alface americana em resposta a diferentes doses de torta de filtro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 1, p. 22-29, 2012.

SANTOS, A. C. V. Biofertilizantes líquidos: o defensivo agrícola da natureza. 2 ed., **Revista Niterói: EMATER – RIO**, 162p. Agropecuária Fluminense, v.8. 1992.

SANTOS, J. A.; CASTRO JUNIOR, W. L.; CARVALHO, A. J. B.; LIMA, A. M. C.; SILVA, G. N. Crescimento de plantas de alface cultivadas em substratos orgânicos, no município de Codó, Maranhão. **Acta Tecnológica**, v.12, n. 2, p. 73- 84, 2017.

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. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/746014/1/Circular57.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2024.

SCHIEDECK, G.; SCHWENGBER, J. E.; GONÇALVES, M. M.; SCHIAVON, G. A. **Preparo e uso de húmus líquido: Opção para adubação orgânica em hortaliças**. 2008. 4p.

SHARPLEY, A. N.; SYERS, J. K. Potencial role of earthworms casts for the phosphorus enrichment of runoff waters. **Soil Biology Biochemistry**. v. 8, p. 341-346, 1976.

SILVA, M. L. Agroeconomic viability of vegetables fertilized with rooster tree (*Calotropis procera* (Ait.) R.Br.). 2012. 85 f. **Tese (Doutorado em Agricultura Tropical)** - Universidade Federal Rural do

Semi-Árido, Mossoró, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/tede/157>>. Acesso em: 10 mar. 2024.

SOBREIRA, A. E. A.; ALMEIDA, I. I.; FERNANDES, C. N. D.; FERNANDES, C. N. V.; SILVA, A. R. A. Produção de massa fresca e seca da abobrinha sob diferentes doses e tipos de biofertilizantes. III Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido. **Anais...**Fortaleza, 2017.

SOUSA FILHO, L. N.; GANZO, B. S.; KREUTZFELD, L. Desempenho agrônômico de rúcula (*Eruca sativa* L.) em diferentes manejos da cobertura de solo. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e18610212176-e18610212176, 2021. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/12176>>. Acesso em: 10 mar. 2024.

STEINER, F.; ECHER, M. M.; GUIMARÃES, V. F. Produção de alface ‘Piraroxa’ afetada pela adubação nitrogenada com fertilizante orgânico e mineral. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, n. 3, p. 77-83, 2012.

STEINER, F.; PIVETTA, L. A.; CASTOLDI, G.; PIVETTA, L. G.; FIOREZE, S. Produção de rúcula e acúmulo de nitrato em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.2, p.230-235, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Sunderland: Sinauer. 3 ed. 2002. 690p.

TESSEROLI NETO, E. A. **Biofertilizantes: Caracterização Química, Qualidade Sanitária e Eficiência em Diferentes Concentrações na Cultura da Alface**. 2006. 52p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. Disponível em: http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/biofert_netto_darolt06.pdf. Acesso em: 28 mar. 2024.

TRANI, P. E. **Calagem e adubação para hortaliças sob cultivo protegido**. Instituto Agrônomo, Centro de Horticultura, p.13, Campinas, São Paulo, março de 2013.

USDA. **Nutrient Database for Standart Reference**. Release 17, 2004.

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

