



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CAMPUS CHAPADINHA
CURSO DE AGRONOMIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



VALDENIR PEREIRA MORAIS

**EFLUENTES DE BIODIGESTOR E DE PISCICULTURA NA PRODUÇÃO DE
RÚCULA**

CHAPADINHA – MA

2019

VALDENIR PEREIRA MORAIS

**EFLUENTES DE BIODIGESTOR E DE PISCICULTURA NA PRODUÇÃO DE
RÚCULA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, para a obtenção do grau de Bacharel em Agronomia, sob orientação do Professor Dr. Jocélio dos Santos Araújo.

CHAPADINHA – MA

2019

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

PEREIRA MORAIS, VALDENIR.

EFLUENTES DE BIODIGESTOR E DE PISCICULTURA NA PRODUÇÃO
DE RÚCULA / VALDENIR PEREIRA MORAIS. - 2019.

23 f.

Orientador(a): JOCÉLIO ARAUJO DOS SANTOS.

Curso de Agronomia, Universidade Federal do Maranhão,
CHAPADINHA, MARANHÃO, 2019.

1. Biofertilizantes. 2. Eruca sativa Miller. 3.
Produção Orgânica. 4. Resíduos Agrícolas. I. ARAUJO DOS
SANTOS, JOCÉLIO. II. Título.

VALDENIR PEREIRA MORAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora na Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Aprovado em 30 de Novembro de 2019.

COMISSÃO EXAMINADORA

Profa. Dr. Jocélio dos Santos Araújo

Professor/CCAA - Zootecnia - UFMA

Profa. Dra. Raissa Rachel Salustriano Da Silva Matos

Professora/CCAA - Agronomia – UFMA

Bióloga Geolane Barbosa Araújo

Mestranda/PPGCAM - Ciências Ambientais - UFMA

DEDICATÓRIA

Aos meus avós Pedro Alves Pereira e Aldenora Andrelina da Silva, por todo amor, carinho e dedicação. À qual são motivos da alegria e felicidade.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado forças para continuar em todos os momentos e situações.

À minha família: Os avós Aldenora Andrelina e Pedro Alves Pereira aos quais não tenho palavras para definir tamanho sentimento. A minha mãe Lucilene Pereira que muito se esforçou para que eu permanecesse na universidade em meio as dificuldades. Aos meus irmãos Debora Morais e Ildenilson Morais, por sempre confiarem e contarem comigo como irmão mais velho.

À minha amada, amiga Maria Ildilene, por estar comigo em todos os momentos e minha preciosa amiga Joseane Barbosa por toda ajuda, paciência e carinho.

Ao professor Jocélio dos Santos Araújo, por ter me orientado e ter passado não somente conhecimentos para o trabalho de conclusão de curso e outros, mas também pelos ensinamentos de vida que serão indispensáveis para meu futuro e a professora Raissa Rachel por ter me ajudado sempre que precisei sem hesitar.

Aos amigos: Samia Matos, Samuel Pontes os quais sempre pude contar.

À juventude negra que lutou para se formar e que me serviu de estímulo para continuar estudando: Os administradores Thaynara Raissa e Bruno Silva, o contador Caio Luís, o educador físico Junior Diniz, o relações públicas Osmar Junior, o bacharel em direito Valdo Marconi e a bióloga Geolane Araújo e a juventude negra que estuda, e sonha em mudar de vida: Fabio Sandro de Jesus (geografia e logística), Meriane Ferreira (administração), Messias Abreu (engenharia agrônômica), Vitor Trindade (engenharia de produção).

Aos meus primeiros colegas e amigos de republica: João Pedro da Silva, Jardel Carvalho, Michel Rocha e Vitor Souza.

Aos professores James Azevedo, Khalil de Menezes, Alécio Matos, Mariléia Furtado e Zé Roberto e a todo corpo docente do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, da Universidade Federal do Maranhão.

Enfim, a todos que contribuíram de forma direta e indireta para a realização de mais essa conquista em minha vida.

RESUMO – Objetivou-se avaliar os efeitos dos efluentes de biodigestor e de piscicultura na produção de rúcula. O experimento foi realizado em casa de vegetação, utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (T1- 0% testemunha; T2- 5% de efluente de piscicultura; T3- 5% de efluente de biodigestor e T4- 5% de efluente de biodigestor + 5% efluente de piscicultura) e cinco repetições. Foram analisadas as variáveis: altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, comprimento radicular, volume da raiz, área foliar, massa fresca da parte aérea e raiz, massa seca da parte aérea e sistema radicular. Não houve efeito significativo dos tratamentos nas variáveis analisadas, sendo recomendado qualquer tipo de efluentes nas proporções estudadas, sem comprometer o desempenho produtivo da rúcula.

Palavras-chave: Biofertilizantes, *Eruca sativa* Miller, Produção Orgânica, Resíduos Agrícolas.

ABSTRACT – The objective of this study was to evaluate the effects of biodigester and fish farming effluents on arugula production. The experiment was carried out in a greenhouse, using a completely randomized design with four treatments (T1 - 0% control; T2 - 5% of fish effluent; T3 - 5% of biodigester effluent and T4 - 5% of control). biodigester effluent + 5% fish farming effluent) and five repetitions. The following variables were analyzed: plant height, stem diameter, leaf number, root length, root volume, leaf area, shoot and root fresh mass, shoot dry mass and root system. There was no significant effect of the treatments on the analyzed variables, being recommended any type of effluent in the studied proportions, without compromising the productive performance of the arugula.

Keywords: Biofertilizers, *Eruca sativa* Miller, Organic Production, Agricultural Waste.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Análise química do solo utilizado no experimento..... 14
- Tabela 2** - Valores médios da altura da planta (AP), número de folhas (NF), diâmetro do caule, (DC) comprimento radicular (CR) e volume da raiz (VR) das rúculas com os diferentes tipos de irrigações com efluentes..... 16
- Tabela 3** - Valores médios da massa fresca e seca da parte aérea (MFA e MSA), massa fresca e seca da raiz (MFR e MSR), e a área foliar (AF) das rúculas com os diferentes tipos de irrigações com efluentes..... 18

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1 Rúcula	8
2.2 Efluente de biodigestor	10
2.3 Efluente de piscicultura	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5. CONCLUSÃO	17
REFERÊNCIAS	18

1. INTRODUÇÃO

A exploração intensiva da agricultura nas últimas décadas, tem demandado por insumos industrializados, com elevada necessidade de recursos hídricos para essa atividade. Todavia, tem surgido alternativas as práticas convencionais empregadas na agricultura, com o objetivo de mitigar os efeitos negativos da atividade no meio ambiente, sem, contudo, comprometer o desempenho produtivo das culturas. Nesse contexto, o aproveitamento de biofertilizantes provenientes de biodigestores e o reuso da água provenientes da atividade piscícola tem sido uma dessas alternativas.

O biofertilizante constitui um dos produtos resultantes da degradação da matéria orgânica, realizada por microrganismos, através do processo fermentativo anaeróbico, sendo este, considerado um adubo orgânico, bem como podendo ser usado na fertirrigação. Têm sido utilizados por agricultores familiares, principalmente no cultivo de plantas hortícolas, como por exemplo, cenoura (SANTOS et al., 2017), alface (COSTA et al., 2018), brócolis (HOTZ et al., 2018) e coentro (ARAÚJO et al., 2019), por apresentar nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas e melhorias na qualidade do solo (SILVA E ALVES, 2019).

O reuso das águas residuais de produção piscícola, também tem sido uma alternativa viável para os produtores na irrigação de cultivos agrícolas, promovendo uma série de benefícios como a reciclagem de nutrientes, redução dos impactos ambientais e custos com aplicação de fertilizantes químicos (AL-JALOUD et al., 1993), além de trazer benefícios econômicos, por dispensar o uso de outras fontes hídricas (SOUZA et al., 2019). O material orgânico das águas residuais, além de serem excreção dos peixes, também são provenientes da adição de fertilizantes e restos de ração não consumidos pelos peixes, decantam-se no fundo dos tanques e possuem materiais metabólicos, compostos nitrogenados e fosfatados, que se encontram diluídos no meio (HUSSAR et al., 2002), tornando-se um material com potencial de uso como adubo em fertirrigação de culturas agrícolas.

Com base no exposto, objetivou-se avaliar os efeitos dos efluentes de biodigestor e de piscicultura na produção de rúcula.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Rúcula

Originária da região Mediterrânea, a rúcula é conhecida desde a antiguidade, como uma hortaliça um tanto quanto exótica por suas qualidades organolépticas. Data-se que seu primeiro registro tenha sido feito no século I, encontrado no herbário grego escrito por

Dioscórides (MORALES; JANICK, 2002). A mesma foi introduzida no Brasil por imigrantes italianos, tendo seus descendentes como um dos principais consumidores nos dias de hoje (PIGNONE, 1997).

Com um sabor picante e odor agradável, é uma hortaliça folhosa herbácea com desenvolvimento rápido e ciclo curto, o que a torna uma cultura interessante para ser produzida. Entre as suas diversas espécies apenas três são próprias para consumo humano: *Eruca sativa miller*, *Diplotaxis tenuifolia* e *Diplotaxis muralis*, sendo que a *Eruca Sativa* é a mais consumida no território brasileiro (FILGUEIRA, 2008). A *Eruca sativa* Miller, representada principalmente pelas cultivares Cultivada e Folha Larga no país. Em todos os cultivos comerciais, a rúcula é colhida de uma vez só, onde arrancando-se as plantas inteiras com folhas e não dispensando nem as raízes. Embora, ela pode ser colhida diversas vezes, cortando-se as folhas sempre acima da gema apical, havendo rebrota, possibilitando assim uma nova colheita (MINAMI; TESSARIOLI NETO, 1998).

De acordo com TRANI et al., (1992), para o bom desenvolvimento da hortaliça, com produção de folhas grandes e tenras, existe a necessidade de temperaturas amenas entre 15 a 18° C, sendo a melhor época de plantio de março a julho (outono/inverno). É importante salientar, segundo os autores, a produção fica prejudicada quando a planta é cultivada em locais que ocorrem em altas temperaturas, as folhas tendem ficar menores e lignificadas, tornando-se impróprias para a comercialização e nada atraentes para o consumo. Entretanto, (FILGUEIRA, 2008) cita que apesar da rúcula produzir melhor sob temperaturas amenas, ela tem sido cultivada ao longo dos anos em diversas regiões do país. Tendo tal resultado comprovado por (GUSMÃO, 2003), que cultivando rúcula nas condições onde o clima possui alta temperatura e umidade do ar, observou-se um desenvolvimento normal comparável ao de regiões de temperaturas amenas.

A uso de telas de sombreamento nos cultivos em locais de temperatura e luminosidade altas conduz as hortaliças de folhas dentro de uma variação de luminosidade ótima, reduzindo a intensidade da energia radiante com melhor ajuste na sua distribuição. Segundo estudos utilizando-se da tela de sombreamento 50%, as folhas de rúcula apresentam-se com maior área foliar desfrutando de um ambiente favorável ao seu desenvolvimento, obtendo maior acúmulo de biomassa vegetal e logo maior produção, o que torna-se uma boa saída para o cultivo dessa hortaliça em regiões com elevadas temperaturas, o que contribui para melhor desempenho da cultura, podendo ocorrer maior produtividade e qualidade das folhas, em comparação a um cultivo a céu aberto (SILVA, 2000).

A semeadura dessa hortaliça pode ser realizada diretamente no canteiro definitivo, utilizando 0,2 gramas de sementes por metro linear ou em bandejas de poliestireno ou polietileno, com posterior transplante das mudas para o canteiro definitivo. É importante ressaltar, que na semeadura direta, na maioria das vezes, é difícil obter um estande uniforme, principalmente pela dificuldade de semeadura devido ao tamanho das sementes da rúcula (REGHIN et al., 2004).

TRANI et al., (1992) citam que a rúcula não suporta o excesso de água de chuva torrencial ou irrigação excessiva. O excesso hídrico na fase inicial favorece com frequência a doenças, em especial a que é conhecida como tombamento das plantas, ou damping off, provocado por fungos, favorecidos pela umidade do solo. Sob chuva torrencial, as plantas apresentam menor tamanho, além de ficarem com as folhas amareladas, sujas e danificadas, comprometendo seriamente o seu valor comercial.

TRANI et al., (1992), recomendam que a rúcula seja irrigada diariamente com 10 a 20 litros de água por metro quadrado, no local de cultivo. PURQUERIO; GOTO (2005) citam que em regiões com verão chuvoso, a rúcula tem um decréscimo em sua produção, pois o impacto das gotas de chuva nas folhas e no solo, causa danos às plantas, afetando seu crescimento e desenvolvimento e influenciando diretamente na qualidade do produto.

A colheita é feita de 30 a 40 dias após a semeadura. Após esse período, as folhas tendem a ficar impróprias para o consumo, pois suas folhas começam a ficar fibrosas, isto por conta do início ao estágio reprodutivo, que termina aproximadamente entre os 110 e 130 dias após semeadura, quando tem início a colheita de suas sementes, que pode durar até 20 dias (TRANI et al., 1992; MINAMI; TESSARIOLI NETO, 1998).

Para a comercialização, as folhas devem estar com 15 a 20 cm de comprimento, bem desenvolvidas, verdes e frescas. De acordo com (TRANI et al., 1992) para o padrão comercial, as plantas devem ter a altura aproximada de 20 cm, aceitando uma variação de 10% em torno dessa medida. Embora, o mercado seja muito variável, existindo regiões apreciam que folhas grandes e outras que preferem folhas pequenas.

2.2 Efluente de biodigestor

A agropecuária abrange setor importante da economia no Brasil, favorecendo de maneira significativa na geração de resíduos que quando não tratados são representam-se como poluidores ao meio ambiente. O desenvolvimento da tecnologia do biodigestor apresenta-se como uma saída para o problema da contaminação do ambiente por esses dejetos que contém altos teores de fosforo. No processo de degradação, a chamada biodigestão que acontece de

maneira anaeróbia tem-se como um dos produtos um efluente que pode ser usado como biofertilizante, que permite a intensificação da produtividade agrícola, e diminuição da necessidade de fertilizantes comerciais (TRANI, 1992).

A principal razão para a capacidade de fertilização do biofertilizante se está no fato da digestão da biomassa reduzir drasticamente o teor de carbono, perdendo exclusivamente carbono convertido em CH_4 e CO_2 . Além disso, há uma elevação o do teor de nitrogênio e outros nutrientes solubilizados, aumentando o índice de fixação dos compostos benéficos para as plantas por alguns microrganismos do solo (UBALUA, 2007), sendo uma prática eficiente e de baixo custo de fertilização não-convencional (SILVA et al., 2012), além de exercer efeitos fito hormonais, fungistáticos, bacteriostáticos e inseticida-replentes (SANTOS, 1992).

Além disso uso de esterco bovino de outros ruminantes torna-se uma prática conveniente e econômica para os pequenos e médios produtores de hortaliças, porém, maiores ou menores doses a serem usadas dependerão do tipo, textura, estrutura e teor de matéria orgânica no solo. Sendo utilizado no mesmo solo por diversos anos proporciona o acúmulo de nitrogênio orgânico, maximizando a mineralização da terra, transferência de nutrientes e sua disponibilidade para as plantas (OLIVEIRA, 2010). Segundo ALVAREZ et al., (1999) o esterco bovino contém teores de N que variam em uma amplitude de 1,8 – 3,7 %, P_2O_5 0,9 – 2,3% e K_2O 0,7 – 3%.

2.3 Efluente de piscicultura

No processo de produção piscícola é inevitável concentração de resíduos orgânicos, sendo o volume de fezes expelido diariamente pela população de peixes a principal fonte, além metabólicos nos tanques de viveiros em sistemas de renovação de água intervalados. (HUSSAR et al., 2002). Esse material orgânico, além de serem excreção dos peixes, também são provenientes da adição de fertilizantes e restos de ração não consumidos pelos peixes, decantam-se no fundo dos tanques, já os metabólicos e compostos nitrogenados e fosfatados, encontram-se diluídos no meio. O que o torna o material ideal para servir como adubo. Diversas culturas podem ser integradas com a piscicultura, mas as oleícolas tendem ser mais apropriadas, principalmente por serem muito consumidas, e seu cultivo geralmente se restringe a pequeno e médio produtor rural. Estudos demonstraram que a uso de efluentes de piscicultura no cultivo de hortaliças podem diminuir os custos com adubação (CASTRO, 2003) e aumentando da eficiência produtiva e valor da produção por unidade de água utilizada (GOOLEY; GAVINE, 2003).

A denominadas de água residuária, a maioria das vezes não possui planejamento para o reaproveitamento ou tratamento, e quando há, é inadequado, causando danos ao meio ambiente. A irrigação de culturas usando água residuária de piscicultura pode ser vantajosa por diminuir o impacto ambiental da descarga de águas ricas em substâncias nos rios ou a necessidade de um processo de tratamento dessas águas (BILLARD, 1992) e por diminuir o custo da água e a quantidade de fertilizantes químicos usados na agricultura (AL-JALOUD et al.). A união de piscicultura com agricultura também apresenta-se ser uma forma de atingir maior desenvolvimento sustentável, em um biosistema de produção mais complexo e orientado para os mais diversos objetivos (BARDACHI, 1997). Entretanto, é importante ressaltar a necessidade de critérios para a adoção de técnicas para o uso de águas residuárias, pois de acordo com TOZE (2006), o uso continuado dessas águas para irrigação pode ocasionar aumento da salinidade do solo, podendo ser prejudicial ao desenvolvimento de determinadas culturas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de setembro a dezembro de 2018, em ambiente protegido (estufa), localizado em área experimental do Setor de Tecnologias Sustentáveis e Agroenergia (STSA), nas dependências do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), localizado no município de Chapadinha, cujas coordenadas geográficas são: 03°44'30" de latitude Sul, 43°21'37", de longitude Oeste e altitude média de 105 m. O clima da região é caracterizado como tropical, com precipitação média de 1670 mm ano⁻¹ e temperatura média anual é de 27 °C (INMET, 2018).

O solo utilizado no experimento é classificado como Latossolo Amarelo distrófico (LAd), de textura franco-arenosa (SANTOS et al., 2013). As características químicas do solo são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 - Análise química do solo utilizado no experimento

pH em CaCl ₂	P disponível	K disponível	Ca ⁺⁺ Mg ⁺⁺	Matéria orgânica	Al ⁺⁺⁺	H + Al	SB	CTC	V%	
4.2	3,3 mg dm ⁻³	110 dm ⁻³	0,11 cmol dm ⁻³	1,36 cmol dm ⁻³	15,1g Kg ⁻¹	0,32 cmol dm ⁻³	3,05 cmol dm ⁻³	1,47 cmol dm ⁻³	4,52 cmol dm ⁻³	32,5

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando vinte unidades experimentais. Os tratamentos consistiram em efluentes de biodigestor e de piscicultura nas seguintes proporções:

T1 - 0% água/Testemunha (AG);

T2 - 5% efluente de piscicultura (EP);

T3 - 5% efluente de biodigestor (EB);

T4 - 5% de efluente de biodigestor + 5% efluente de piscicultura (EP+EB).

O efluente de biodigestor utilizado na presente pesquisa foi resultado da fermentação anaeróbia sofrida pelo esterco de bovinos, após 60 dias de tempo de retenção hidráulica, em biodigestor de batelada, sendo utilizado após ser fluidificado. Quanto ao efluente de piscicultura foi obtido a partir de água residuária de um tanque de produção de peixes, ambos localizado na CCAA/UFMA, sendo diluído conforme os tratamentos experimentais.

O substrato utilizado consistiu em uma mistura homogeneia de 30% de solo (Latosolo Amarelo distrófico), enriquecido com 30% palha de arroz, 25% de esterco bovino e 15% de esterco caprino com a finalidade de evitar a compactação e melhorar suas qualidades em termos de características químicas, físicas e biológicas do substrato. O cultivo foi realizado em vasos de 0,008m³ e área de 0,0441m², cada um com uma planta.

A rúcula foi cultivada em casa de vegetação, revestida com sombrite de 50% auxiliando na redução da temperatura ambiente e na criação de microclima, tendo em vista que foram cultivadas no verão. O plantio foi realizado por semeadura direta da variedade Rúcula *Apresiasi* Folha Larga, com cinco sementes por vaso. O desbaste foi efetuado sete dias após a germinação deixando apenas uma muda por vaso. A irrigação, conforme os tratamentos experimentais, foi realizada uma vez ao dia, usando o regador manual de 250 mL.

As avaliações das características biométricas da rúcula foram realizadas aos 45 dias após a semeadura. Sendo que as análises das variáveis: Altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, comprimento radicular, volume da raiz, área foliar, massa fresca da parte aérea e raiz, massa seca da parte aérea e sistema radicular, foram realizadas nos Laboratório Multiuso e no Laboratório de Engenharia de Água e Solo do CCAA/UFMA.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando significativo as médias foram comparadas pelo teste Student Newman Keuls – SNK, a 5% de probabilidade. Todos os testes estatísticos propostos foram realizados com auxílio do software estatístico SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios das características biométricas da rúcula são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores médios da altura da planta (AP), número de folhas (NF), diâmetro do caule, (DC) comprimento radicular (CR) e volume da raiz (VR) das rúculas com os diferentes tipos de irrigações com efluentes

Tratamento	Variáveis				
	AP (cm)	NF (unid.)	DC (mm)	CR (cm)	VR (mL)
AG	31,02 ^{ns}	14,20 ^{ns}	5,94 ^{ns}	21,66 ^{ns}	1,40 ^{ns}
EP	31,22 ^{ns}	13,40 ^{ns}	6,09 ^{ns}	25,12 ^{ns}	1,40 ^{ns}
EB	29,24 ^{ns}	16,00 ^{ns}	6,42 ^{ns}	26,18 ^{ns}	2,00 ^{ns}
EP+EB	32,04 ^{ns}	16,00 ^{ns}	6,11 ^{ns}	22,80 ^{ns}	1,40 ^{ns}
Média	30,88	14,90	6,14	23,94	1,55
CV (%)	8,49	25,88	15,11	21,91	44,46
P>F	0,4131	0,6377	0,8694	0,521	0,4411

AG - Água/Testemunha; EP- Efluente de piscicultura; EB - Efluente de biodigestor; EP+EB - Efluente de piscicultura e efluente de biodigestor; CV – Coeficiente de variação; ns - Não significativo.

Todas as variáveis das características biométricas da cultura da rúcula, não foram afetadas pelos diferentes tipos de efluentes (biodigestor e piscícola). Todavia, destaca-se que os valores médios obtidos não comprometeram o desempenho produtivo da rúcula.

Resultados semelhantes foram obtidos por NOMURA et al., (2019), que em estudos com diferentes doses de biofertilizantes na produção de rúcula, não observaram efeito significativo para o número de folhas, bem como, obtiveram valores semelhantes para a altura da planta. Há de destacar que as médias de número de folhas da presente pesquisa, foram superiores aos obtidos por PELÁ et al., (2017) e DIAS et al., (2019).

Segundo ALVES et al., (2013), a plantas com maior número de folhas constitui uma característica produtiva relevante, pois, do ponto de vista comercial é vantajoso por se tratar de uma hortaliça folhosa, sendo a parte da planta mais analisada pelo consumidor no momento da compra. É importante ressaltar que para essa cultura as folhas estão diretamente relacionadas ao tamanho da planta, uma vez que a mesma é uma folhosa.

Para os resultados expostos na Tabela 2, provavelmente, o que deve ter ocorrido é que os efluentes de biodigestor e de piscicultura, continham nutrientes na matéria orgânica que contribuíram para o aumento da capacidade de troca de cátions (CTC) do solo e, devido a sua alta reatividade, regulou a disponibilidade de vários nutrientes, em especial os micronutrientes, melhorando as condições físicas do solo e a capacidade de interagir positivamente com plantas e/ou microrganismos, resultando em estímulo de desenvolvimento vegetal, (ZANDONADI et al., 2014) favorecendo o processo de mineralização de matéria orgânica, BRADY E WEIL (2013), ou seja oferecendo condições mais adequadas ao enraizamento, além de contribuir para o aumento da microbiota e da matéria orgânica do solo.

De acordo com REIS (2019), a rúcula possui alta demanda por nitrogênio, devido ao ciclo curto e rápido crescimento, GRANGEIRO et al., (2011), favorecendo um rápido crescimento vegetativo especialmente das folhas. Deve-se ressaltar que o processo de fornecimento de nitrogênio para as plantas, se dá através do processo de nitrificação, realizado por bactérias específicas, que transformam amônia (NH_3) em nitrito (NO^-2) este sendo considerado tóxico para as plantas e nitrito em nitrato (NO^-3) que absorvível pelas plantas, este processo pode ter sido afetado por fatores ambientais que desfavoreceram o crescimento dessas comunidades microbianas de maneira significativa, tais como pouco oxigênio no solo já estas bactérias são aeróbicas, alto pH característico do solo utilizado, altas temperaturas, e a falta de tempo específico, visto que a cultura do experimento tem ciclo extremamente curto. Resultando em maiores médias para os tratamentos com efluentes, mas sem resultados inferentes estatisticamente.

Apesar do teor de matéria orgânica do solo mostrar-se baixo, conforme observado na Tabela 1, notou-se que em todos os tratamentos essa demanda foi atendida, obtendo-se respostas positivas dessa olerícola quanto ao desempenho produtivo. Tal nutriente disponível proporcionou melhor aparência, com coloração mais atrativa e folhas mais suculentas, conforme também descrito por (NASCIMENTO et al., 2017).

Os valores médios obtidos em função do desenvolvimento das plantas são apresentados na Tabela 3.

TABELA 3 – Valores médios da massa fresca e seca da parte aérea (MFA e MSA), massa fresca e seca da raiz (MFR e MSR), e a área foliar (AF) das rúculas com os diferentes tipos de irrigações com efluentes

Tratamentos	Variáveis				
	MFA (g)	MSA (g)	MFR (g)	MSR (g)	AF (cm ²)
AG	49,76 ^{ns}	3,76 ^{ns}	1,48 ^{ns}	0,24 ^{ns}	777,306 ^{ns}
EP	46,96 ^{ns}	3,80 ^{ns}	1,74 ^{ns}	0,24 ^{ns}	820,579 ^{ns}
EB	59,70 ^{ns}	4,68 ^{ns}	2,52 ^{ns}	0,38 ^{ns}	851,534 ^{ns}
EP+EB	54,14 ^{ns}	4,18 ^{ns}	1,92 ^{ns}	0,30 ^{ns}	938,398 ^{ns}
Média	52,64	4,10	1,91	0,29	846,954
CV (%)	19,63	19,46	45,29	37,77	10,64
P>F	0,2665	0,2703	0,3093	0,1817	0.0697

AG - Água/Testemunha; EP- Efluente de piscicultura; EB - Efluente de biodigestor; EP+EB - Efluente de piscicultura e efluente de biodigestor; CV – Coeficiente de variação; ns - Não significativo.

Não foram observados efeitos significativos dos tratamentos sobre as variáveis analisadas. Os valores médios obtidos são considerados satisfatórios para a cultura da rúcula, por não comprometer o desempenho agrônômico da cultura. Provavelmente, os efluentes de biodigestor e de piscicultura, bem como suas combinações, podem ter melhorado as propriedades químicas do solo, estimulando o desenvolvimento das plantas, suprimindo as exigências nutricionais, sem comprometer o desempenho da cultura.

Segundo ANDRADE et al., (2019), a aplicação de misturas de biofertilizantes promovem reconhecidos benefícios no cultivo de hortaliças como a melhoria das propriedades físicas, da acidez, da atividade biológica e do equilíbrio de micronutrientes no solo, corroborados por NOMURA et al., (2019) que observaram incremento na massa seca e verde, e por LOPES et al., (2017), que obtiveram maior produção de massa seca na cultura da rúcula.

Na relação massa fresca total com a massa seca total, observou que o teor médio de água da rúcula é 92% e que sua massa representa apenas 8% do seu peso, o que mostra que a cultura é altamente exigente em água, mostrando se vantajoso o uso de efluentes como fontes alternativas de irrigação para essa cultura.

Os diferentes tipos de efluentes não influenciaram significativamente a área foliar, tendo valores médios de 846,954 cm² (Tabela 3), e que, de acordo com a literatura científica, são considerados adequados para a cultura. Portanto, a área foliar constitui um dos parâmetros indicativos de produtividade, sendo suas medições essenciais para entender a interação entre o

crescimento da planta e o ambiente, visto que o processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e sua conversão em energia química, sendo este um processo que ocorre diretamente na folha (TAIZ E ZEIGER, 2017).

Embora não tenha ocorrido aumento na produtividade da rúcula com a aplicação dos diferentes efluentes, vale destacar a produtividade de massa fresca total que pode ser alcançada com o uso de efluentes na produção da rúcula sendo 11.043 kg ha⁻¹, com efluente de piscicultura; 14.108 kg ha⁻¹ com efluente de biodigestor e 12.712 kg ha⁻¹ com a mistura dos efluentes de piscicultura e biodigestor. A prática pode ser considerada positiva, por promover benefícios econômicos e ambientais, com o reaproveitamento desses tipos de resíduos como fonte de fertirrigação para as culturas agrícolas.

Assim como a rúcula, várias culturas podem ser integradas a esses sistemas de irrigações com uso de efluentes, mas as olerícolas parecem ser mais apropriadas, principalmente por serem bastante consumidas, e seu cultivo geralmente se restringem aos pequenos e médios produtores rurais. Portanto, é de fundamental importância integrar com a agricultura irrigada, pois resulta em maior diversidade de produtos ou aproveitamento de recursos não explorados. Todavia, LOPES et al., (2017), ressaltam que a aplicação de biofertilizante como fonte de nutrientes às hortaliças é uma alternativa que traz benefícios para o seu desenvolvimento, porém, cada cultivar pode responder de forma distinta, dependendo da sua necessidade. BAIONI et al., (2007), destacam que o reuso de efluentes para irrigação de culturas tem sido difundido como uma alternativa viável, devido à redução da carga poluente lançada em cursos d'água e do aporte de nutrientes para as plantas, entretanto, ressaltam a necessidade de critérios para a adoção desta técnica, para que não ocorra aumento da salinidade do solo.

5. CONCLUSÃO

Os efluentes de biodigestor e de piscicultura podem ser usados na fertirrigação da cultura da rúcula, sem comprometer o desempenho produtivo e observando orientações técnicas para uso racional para o manejo agrícola sustentável.

REFERÊNCIAS

- AL-JALOUD, A. A., HUSSAIN, G., ALSADON, A. A., SIDDIQUI, A. Q., & AL-NAJADA, A. Use of aquaculture effluent as a supplemental source of nitrogen fertilizer to wheat crop. **Arid Land Research and Management**. v.7, n.3, p.233-241,1993.
- ALVES, R. F., LINHARES, P. C. F., PEREIRA, M. F. S., LIBERALINO FILHO, J., DE SOUSA, A. J. P., & DE PAIVA, A. C. C. Desempenho agrônômico da Rúcula sob diferentes proporções de jitrana e Flor-de-seda em sistema orgânico. **Agropecuária Científica No Semiárido**. v.8, n.4, p.107-112, 2013.
- ALVAREZ V. et al. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª. aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p. 25-32. 1999.
- ANDRADE, C. F., LATTINI, A. O., & LOFRANO, R. C. Z. Efeito de biofertilizante no crescimento de alface, rúcula, tomate, cebolinha e repolho. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v.8, n.3, p.278-287, 2019.
- ARAÚJO, J.S, BRITO FILHO, A. L., MENESES, K. C., COUTINHO, R. S., CABRAL, I.S., FORTES, E. M., ... & SANTOS, J. O. Production of Coriander (*Coriandrum sativum* L.) in Organic Substrates and Fertigation with Biodigester Effluents. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**. v.6, p.8, 2019.
- BAIONI, J. C., SQUASSONI, G. H., DE SOUZA CULTRI, G. R., DA SILVA, J. D. T., & DIAS, L. T. S. Efluente de piscicultura na produção consorciada de cebolinha e coentro. **Nucleus Animalium**. n.1, p.143-150, 2017.
- BARDACHI, J.E. Aquaculture, pollution and biodiversity. In: BARDACH, J.E (Ed.) Sustainable Aquaculture. New York, John Wiley & Sons, Inc., p. 87- 99, 1997.
- BILLARD, R.; SERVRIN-REYSSAC, J. Les impacts négatifs et positifs de la pisciculture détang sur l'environnement. p. 17-29. In. BARNABÉ, G. & KESTEMONT, P. (eds.). Production, Environment and Quality. Lexington, KY: **European Aquaculture Society special** publication.18, 1992.
- BRADY, N. C., & WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. Bookman Editora. 2009.
- CASTRO, R. S. Cultivo de tomate cereja em sistema orgânico irrigado com efluentes de piscicultura. Mossoró. 68p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Escola Superior de Agricultura de Mossoró. 2003.
- COSTA, A. C., RODRIGUES, M. D. L., VASCONCELOS, L. C., GARCIA, R. V., CARVALHO, A. H. D. O., & LIMA, W. L. Biofertilizante de esterco bovino na produção de mudas de alface. **Cadernos de Agroecologia**. v.13, n.1, 2018.
- DIAS, M.S, REIS, L. S., DOS SANTOS, R. H. S., DE ALMEIDA, C. A. C., DE ALENCAR PAES, R., DE ALBUQUERQUE, A. W., & DA SILVA, F. D. A. Crescimento de plantas de rúcula em substratos e níveis de salinidade da água de irrigação. In **Colloquium Agrariae**.v.15, n.4 p.22-30. 2019.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**. v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2.ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: **UFV**, 2003 e Viçosa: Ed. UFV. 402p. 2008.

GOOLEY, G. J.; GAVINE F. M. Integrated Agri-aquaculture Systems. A Resource Handbook for Australian Industry Development. **Rural Industry Research and Development Corporation Publication** 03/012, p.183, 2003.

GRANGEIRO, L. C., DE FREITAS, F. C., DE NEGREIROS, M. Z., DE TP MARROCOS, S., DE LUCENA, R. R., & DE OLIVEIRA, R. A. Crescimento e acúmulo de nutrientes em coentro e rúcula. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.6, n.1, p.11-16, 2011.

GUSMÃO, S. A. L. Cultivo de rúcula nas condições do Trópico Úmido em Belém. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43 p.21, 2003, **Anais**. 2003.

HOTZ, D., IELER, J., GREIN, M. A., BARA, O., NEVES, L. D. O., & OLIVEIRA, F. Q. Produtividade de brócolis sob doses de biofertilizante orgânico. **Cadernos de Agroecologia**. v.13, n.1, 2018.

HUSSAR, G. J., PARADELA, A. L., SAKAMOTO, Y., JONAS, T. C., & ABRAMO, A. L. Aplicação da água de escoamento de tanque de piscicultura na irrigação da alface: aspectos nutricionais. **Ecosistema**. v.27, n.2, 2002.

INMET. 2018. Instituto Nacional de Meteorologia. Available in: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

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

MORALES, M.; JANICK, J. Arugula: a promising specialty leaf vegetable. In: 2002. J. JANICK, J.; WHIPKEY, A. Trends in new crops and new uses. Alexandria: ASHS Press, p. 418-423, 2002.

MINAMI, K.; TESSARIOLI NETO, J. A cultura da rúcula. Piracicaba: **Unesp**, 1998. p. 19.

NASCIMENTO, M. V., JUNIOR, R. L. S., FERNANDES, L. R., XAVIER, R. C., BENETT, K. S. S., SELEGUINI, A., & BENETT, C. G. S. Manejo da adubação nitrogenada nas culturas de alface, repolho e salsa. **Journal Of Neotropical Agriculture**. v.4, n.1, p.65-71, 2017.

NOMURA, M., GERVÁSIO, V. P., COSTA, E. M., DE LEMOS, V. K., VENTURA, M. V. A., & PEREIRA, L. S. Biofertilizante na Produção de Rúcula. **Ipê Agronomic Journal**. v.4, n.1, p.116-121, 2019.

OLIVEIRA, A. N. P.; SILVA, N. V. Yield of sweet potato fertilized with cattle manure and biofertilizer. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 277- 281, 2010.

PELÁ, A., DA SILVA JÚNIOR, G. S., DA SILVA, R. C. D., SILVA, C. S., & DE MELLO PELÁ, G. (2017). Produção e teor de nitrato em rúcula sob adubação orgânica com cama de frango e esterco bovino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.12, n.1, p.48-54, 2017.

- PIGNONE, D. Present status of rocket genetic resources and conservation activities. In: PADULOSI, S.; PIGNONE, D. **Rocket: A Mediterranean crop for the world**. Workshop Legnaro (Padova): Rome: International Plant Genetic Resources Institute. p. 51-66, 1997.
- PURQUERIO, L. F. V.; GOTO, R. Doses de nitrogênio em cobertura via fertirrigação e espaçamento entre plantas sobre a cultura da rúcula, em campo e ambiente protegido. In: Congresso Ibérico de Ciências Hortícolas, 5, 2005, Porto. Anais... Porto: **Actas Portuguesas de Horticultura**, p. 3-4, 2005.
- REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; OLINIK, J. R., JACOBY, C. F. S. Efeito do espaçamento e do número de mudas por cova na produção de rúcula nas estações de outono e inverno. **Ciência. agrotec.**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 953-959, 2005. E v. 28, n. 2, p. 289-297, 2004.
- REIS, I. D. S. Doses de nitrogênio no acúmulo de nutrientes, crescimento e produtividade da rúcula. 2019
- SANTOS, A. C. V. dos. Biofertilizante líquido, o defensivo agrícola da natureza. Niterói: EMATER(Agropecuária Fluminense, 8) p.16,1992.
- SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa. p.353, 2013.
- SANTOS, J. L. G., DE OLIVEIRA GONDIM, A. R., NETO, J. V. L., & DA SILVA, E. A. Cultivo da cenoura submetida à aplicação de doses de biofertilizante. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.12, n.1, p.55-60, 2017.
- SILVA, J. A.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, G. D. S.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, A. N. P. de; ARAÚJO, M. A. M. Rendimento do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante no solo e na folha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 253–257, 2012.
- SILVA, V. F.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z.; PEDROSA, J. F. Comportamento de cultivares de alface em diferentes espaçamentos sob temperatura e luminosidade elevadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 183-187, nov. 2000.
- SILVA, V.L., ALVES, W. C. Análise físico-química de biofertilizante oriundo da decomposição anaeróbica de dejetos bovinos. **Revista Gestão & Tecnologia**. v.1, n.28, p.51-61, 2019.
- SOUZA, C. S., OLIVEIRA, V. N. S., DA SILVA, E. C. A., FERREIRA, L. M. M., SILVA, M. J. N., & ARAÚJO, P. C. D. Comportamento de mudas de bambusa vulgaris schrad. ex jc wendl submetidas ao estresse hídrico e salino, utilizando água residuária da piscicultura. **Revista Ciência Agrícola**. v.17, n.2, p.7-16, 2019.
- TAIZ, L., ZEIGER, E., MØLLER, I. M., & MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora. 2017.
- TOZE, S. Reuse of effluent water-benefits and risks. **Agricultural Water Management**, v. 80, n. 01-03, p. 147–159, 2006.
- TRANI, P. E.; FORNASIER, J. B.; LISBÃO, R. S. Cultura da rúcula. Campinas. (IAC. Boletim Técnico, 146), p. 8. 1992.
- UBALUA, A. O. Cassava wastes: treatment options and value addition alternatives. **African Journal of Biotechnology**, 6:2065–73. 2007.

ZANDONADI, D. B., SANTOS, M. P., MEDICI, L. O., & SILVA, J. Action of organic matter and its fractions on vegetables physiology. **Horticultura Brasileira**.v.32, n.1, 14-20, 2014.