

Cultivo de rúcula e alface em substrato produzido a partir de lodo de psicultura e tabaco peletizado

Arugula and lettuce cultivation in a substrate made from aquaculture sludge and pelletized tobacco

Amanda Beatriz Leodoro de Oliveira 

Tecnóloga em Gestão Ambiental
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil
amanda-leodoro@hotmail.com

Crísala Fernanda Rossi Correia 

Tecnóloga em Gestão Ambiental
Universidade Estadual de Mato Grosso Sul, Brasil
crisala.fr@gmail.com

Izabel Melz Fleck 

Bióloga
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil
izabelmelz.melz@gmail.com

Leandro Fleck 

Doutor em Engenharia Agrícola
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil
leandro.fleck@uems.br

Tiago Zoz 

Doutor em Agronomia (Agricultura)
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil
zoz@uems.br



<https://doi.org/10.28998/rca.23.17683>

Artigo publicado sob a [Licença Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Submetido em: 06/05/2024

Aceito em: 08/12/2024

Publicado: 03/07/2025

e-Location: 17683

Resumo

O lodo de piscicultura e o tabaco peletizado podem ser utilizados como componentes de substratos para o cultivo de hortaliças. O objetivo do trabalho foi utilizar lodo de piscicultura e tabaco peletizado como matéria-prima para a produção de substrato para cultivo de rúcula e alface. Os experimentos com alface foram conduzidos com delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial 2x5 com seis repetições. O experimento com rúcula foi conduzido com delineamento de blocos ao acaso e cinco repetições. Os tratamentos foram compostos por cinco substratos, com diferentes proporções de areia, lodo de piscicultura e tabaco peletizado. Foram avaliados o diâmetro médio da planta, altura da planta, número de folhas por planta, matéria fresca total de planta e matéria fresca comercial. Após serem transformados, os dados foram submetidos à análise de variância, e a significância dos quadrados médios obtidos na análise de variância foi testada pelo teste F a 5% de probabilidade. Para a alface os substratos 1 e 2 e o substrato comercial apresentaram resultados similares com relação ao diâmetro médio de planta, altura, número de folhas por planta e massa fresca total e comercial, e estes foram superiores aos resultados observados nos substratos 3 e 4. Para a rúcula os substratos influenciaram a altura, o número de folhas e a massa fresca das plantas. Os substratos 1, 2 e 4 e o substrato comercial apresentaram resultados similares entre si e superiores ao substrato 3 com relação à altura de planta e ao número de folhas por planta de rúcula. Para a massa fresca de planta, o substrato 2 apresentou resultados superiores ao substrato 3 e ao substrato comercial, porém não diferiu dos substratos 1 e 4. Conclui-se que estes resultados são promissores, do ponto de vista econômico e ambiental, pois encontra-se um destino adequado para o lodo de piscicultura e o tabaco peletizado, evitando impactos ambientais ao ecossistema.

Palavras-chave: adubação orgânica; avaliação morfométrica; hortaliças.

Abstract

Fish farming sludge and pelletized tobacco can be used as substrate components for vegetable cultivation. The objective of the work was to use fish farm sludge and pelletized tobacco as raw material for the production of substrate for arugula and lettuce cultivation. The experiments with lettuce were conducted in a randomized block design in a 2x5 factorial scheme with six replications. The experiment with arugula was conducted with a randomized block design and five replications. The treatments were composed of five substrates, with different proportions of sand, fish farm sludge and pelletized tobacco. The average plant diameter, plant height, number of leaves per plant, total plant fresh matter and commercial fresh matter were evaluated. After being transformed, the data were subjected to analysis of variance, and the significance of the mean squares obtained in the analysis of variance was tested using the F test at 5% probability. For lettuce, substrates 1 and 2 and the commercial substrate showed similar results in relation to average plant diameter, height, number of leaves per plant and total and commercial fresh mass, and these were superior to the results observed in substrates 3 and 4. For arugula, the substrates influenced the height, number of leaves and fresh mass of the plants. Substrates 1, 2 and 4 and the commercial substrate showed similar results to each other and superior to substrate 3 in terms of plant height and number of leaves per arugula plant. For fresh plant mass, substrate 2 showed better results

than substrate 3 and the commercial substrate but did not differ from substrates 1 and 4. It is concluded that these results are promising, from an economic and environmental point of view, as a suitable destination for fish farming sludge and pelletized tobacco is found, avoiding environmental impacts on the ecosystem.

Keywords: *organic fertilizer; morphometric assessment; vegetables.*

INTRODUÇÃO

O Brasil é um grande produtor de hortaliças, o que é de extrema importância para atender a demanda nacional de alimentos (Pedroso et al., 2023). A maioria dos horticultores trabalham em escala familiar, com intensiva utilização de mão de obra para atender as demandas que a atividade apresenta, considerando também as limitações impostas pelas condições climáticas locais (Viana et al., 2024). Entre as hortaliças mais cultivadas, podemos destacar a alface e a rúcula, duas hortaliças folhosas ricas em vitaminas, minerais e compostos antioxidantes muito importantes para a saúde humana (Gato et al., 2023; Oliveira et al., 2023). Uma das alternativas para reduzir o custo de produção de hortaliças é a utilização de resíduos orgânicos para a produção de substratos e fertilização das culturas (Bohm et al., 2020).

Neste contexto, a atividade aquícola gera resíduos como, por exemplo, materiais orgânicos e inorgânicos que podem erroneamente serem despejados em cursos hídricos, o que compromete a sua qualidade e, conseqüentemente, gera impactos ambientais (Toledo et al., 2003). Desse modo, há a necessidade de implantar alternativas que visem o reaproveitamento sustentável desse material, minimizando o impacto ambiental proveniente da produção de peixes.

Aproximadamente 36% da ração ingerida é excretada pelos peixes, e 75% do nitrogênio (N) e fósforo (P) são perdidos nos efluentes. Estimativas indicam que as taxas de excreção de nutrientes por peixes mantidos por uma dieta com 35-40% de proteína e, com conversão alimentar de 1:1,5 são de aproximadamente 0,025 kg de N e 0,033 kg de P por kg de excreção produzida (Cochava et al., 1990; Henrysilva e Camargo, 2008; Assunção, 2011). Portanto, o lodo de piscicultura é rico em matéria orgânica (MO), nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), e acumula-se nos tanques de peixes durante o cultivo (Briggs e Fvng-Smith, 1994; Hopkins et al.; 1994; Krom et al.; 1985; Smith, 1996; Jamu e Piedrahita, 2001; Boyd et al.; 2002).

Outro material orgânico que também pode causar grande impacto ambiental é o tabaco originado a partir da destruição de cigarros provenientes de apreensão de contrabando. Em torno de 70% do contrabando que entra no Brasil são de cigarros vindos do Paraguai (Pegoraro, 2016), se tornando um problema em relação a sua destinação final, visto que, atualmente, todo cigarro apreendido pela Receita Federal é levado para destruição e incineração.

Como a queima de qualquer produto, a incineração do cigarro libera diversos gases ligados à combustão e à transformação do carbono (C), altamente tóxicos em sua grande maioria. Dentre os gases liberados pela incineração existem: dióxido de enxofre (SO₂), ácido clorídrico e ácido fluorídrico (HCl e HF), óxidos nítricos (NO_x), monóxido de carbono (CO), vapor de água e dióxido de carbono (CO₂), além de outros gases do efeito estufa, muitos metais potencialmente tóxicos (cádmio, tálio, chumbo, mercúrio, entre outros), e muitas substâncias cancerígenas e tóxicas para a reprodução da vida, como as dioxinas, furanos e hidrocarbonetos (Silva et al., 2014). Como alternativa a incineração, Primo et al. (2010), afirmam que a compostagem de resíduos de tabaco elimina os elementos tóxicos presentes no tabaco, a exemplo da nicotina.

Aliada a perspectiva de utilizar resíduos orgânicos impactantes aos recursos naturais em situações de má destinação e/ou tratamento, a diminuição da dependência por insumos externos (Higashikawa et al., 2022) adquire grande importância, ao passo que diminui os custos do produtor, trazendo uma projeção real de aumento de renda. Neste contexto, a adubação de culturas com fertilizantes orgânicos, tem sido utilizada como alternativa aos fertilizantes químicos amplamente aplicados ao solo (Santos et al., 2001; Salles et al., 2017). Além disso, a matéria orgânica presentes nos fertilizantes orgânicos promove aumento da capacidade de troca catiônica (CTC) do solo, complexando elementos tóxicos e micronutrientes, participando na formação de agregados do solo e, consequentemente, diminuindo a densidade, aumentando a porosidade, infiltração, retenção de água e aeração do solo (Leite; Galvão, 2008).

Diante deste contexto, o objetivo do trabalho foi utilizar lodo de piscicultura e tabaco peletizado como matéria-prima para a produção de substrato para cultivo de rúcula e alface.

MATERIAL E MÉTODOS

LOCAL DE ESTUDO

Este estudo é composto por dois experimentos conduzidos entre outubro e novembro de 2021, sendo um com alface e outro com rúcula. Ambos os experimentos foram conduzidos sob cultivo protegido na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Mundo Novo, Mundo Novo, MS/Brasil, situada a 23°55'23,70" S, 54°17'12,37" O e 320 m de altitude. O clima do município é subtropical, segundo a classificação de Koppen, com período de chuvas de outubro a março. A temperatura média do mês mais frio está entre 14 e 15 °C, com ocorrência de geadas. As precipitações variam de 1.400 a 1.700 mm anuais (Mato Grosso do Sul, 2015).

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Os experimentos com alface foram conduzidos com delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial 2x5 com seis repetições. Os tratamentos foram compostos por alfaces de dois grupos varietais (Americana e Crespa) e cinco substratos.

O experimento com rúcula foi conduzido com delineamento de blocos ao acaso e cinco repetições. Os tratamentos foram compostos por cinco substratos para cultivo de rúcula.

Em ambos os experimentos se avaliou os mesmos substratos. Além de um tratamento controle, composto por um substrato comercial (Carolina Soil®), outros quatro substratos compostos por diferentes proporções de areia, lodo de piscicultura, e tabaco peletizado foram avaliados (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição dos substratos utilizados para o cultivo de alface e rúcula

| Substrato | Areia | Lodo de piscicultura | Tabaco peletizado |
|-----------|---|----------------------|-------------------|
| | -----%----- | | |
| S1 | 50 | 50 | 0 |
| S2 | 67 | 33 | 0 |
| S3 | 25 | 50 | 25 |
| S4 | 50 | 25 | 25 |
| S5 | Tratamento controle – Substrato comercial | | |

As unidades experimentais para os experimentos com alface e rúcula foram compostas por caixas plásticas (60 dm³) e vasos (5 dm³), respectivamente, preenchidas com os substratos apresentados como tratamentos.

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS MATERIAIS

O lodo de piscicultura, previamente caracterizado (Tabela 2), foi obtido de uma propriedade particular localizada no município de Maripá/PR, do fundo de um tanque escavado utilizado para produção de tilápias.

Tabela 2 – Resultado da análise química do lodo de piscicultura antes da implantação do experimento.

| pH | P _{melich} | M.O. | K | Ca | Mg | Al | Al+H | SB | CTC | V |
|------|---------------------|--------------------------------|---|------|------|--------|------|-------|-------|-------|
| - | mg dm ⁻³ | g dm ⁻³ | -----cmol _c dm ⁻³ ----- | | | | | | | % |
| 6,45 | 329,48 | 45,01 | 0,46 | 8,92 | 4,01 | 0,00 | 2,60 | 13,39 | 16,00 | 83,72 |
| m | | B | | Cu | | Fe | Mn | | Zn | |
| % | | -----mg dm ⁻³ ----- | | | | | | | | |
| 0,00 | | 0,28 | | 9,91 | | 585,00 | 9,75 | | 16,80 | |

O tabaco peletizado, resultante da destruição de cigarros provenientes da apreensão de contrabando foi obtido na Aduana da Receita Federal do Brasil – 1ª Região Fiscal – Mundo Novo/MS. Amostras do tabaco peletizado foram caracterizadas quimicamente e os resultados são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultado da análise química do tabaco peletizado antes da implantação do experimento.

| pH | CO | Cond. | N | P _{total} | P _{P205} | K _{K20} | K _{total} | S | Ca | Mg |
|------------------|-------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------|------------------|--------------------|------|-------|------|
| - | % | mS cm ⁻¹ | -----g kg ⁻¹ ----- | | | | | | | |
| 13,39 | 16,00 | 8,18 | 20,13 | 2,23 | 0,45 | 4,40 | 40,80 | 3,18 | 22,69 | 6,73 |
| Sólidos voláteis | | B | | Cu | | Fe | Mn | | Zn | |
| % | | -----mg kg ⁻¹ ----- | | | | | | | | |
| 83,55 | | 50,67 | | 66,75 | | 267,00 | 353,25 | | 38,25 | |

IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

A rúcula (*Eruca sativa* Mill. var. folha larga), foi semeada no mês de setembro e o manejo foi realizado de acordo com as recomendações técnicas da cultura. Paralelamente, as mudas de alface de duas variedades, uma do grupo crespa (*Lactuca sativa* var. *Crispa*) e outra do grupo americana (*Lactuca sativa*), foram obtidas junto a um produtor de alface de Mundo Novo/MS. As mudas de alface com 20 dias após a emergência foram transplantadas em caixas plásticas com volume de 60 dm³ preenchidas com substrato de acordo com os tratamentos propostos, sendo todo o manejo realizado de acordo com as recomendações técnicas da cultura.

Para ambas as culturas, não foi realizado nenhum tipo de adubação no experimento. A irrigação foi realizada diariamente, aplicando-se a mesma quantidade de água em cada unidade experimental.

AVALIAÇÕES

O experimento com alface foi avaliado aos 34 dias após o transplante das mudas. Avaliou-se o diâmetro médio de planta (avaliada em duas posições perpendiculares em cada planta e posteriormente calculando-se a média), altura de planta (avaliada a distância entre o solo e a parte mais alta da planta), número de folhas por planta (avaliada através da contagem de número de folhas com largura maior que 2 cm), matéria fresca total de planta (realizou-se o corte da planta rente ao solo e posteriormente realizou-se a pesagem) e matéria fresca comercial (retirou-se as folhas mais velhas e danificadas, restando apenas a parte da planta que é comercializada).

O experimento com rúcula foi avaliado aos 35 dias após a semeadura. Avaliou-se a altura de planta (avaliada a distância entre o solo e a parte mais alta da planta), o número de folhas por planta (avaliada através da contagem de número de folhas com largura maior que 1 cm) e a massa fresca de planta (realizou-se o corte da planta rente ao solo e posteriormente realizou-se a pesagem).

ANÁLISE DOS DADOS

Como em ambos os experimentos houve parcelas com valores 0 (zero) para as variáveis avaliadas, os dados obtidos foram previamente transformados em $\sqrt{(x + 0,5)}$. Posteriormente, estes foram submetidos à análise de variância, e a significância dos quadrados médios obtidos na análise de variância foi testada pelo teste F a 5% de probabilidade. As médias das cultivares de alface foram comparadas pelo teste F e as médias dos substratos foram comparadas pelo teste Tukey, ambos a 5% de probabilidade.

RESULTADOS

ALFACE

Não foi constatada influência de interação entre os diferentes grupos varietais e os substratos. Porém, foi verificado influência dos substratos e dos grupos varietais de alface de forma isolada em todas as variáveis avaliadas (Tabela 4).

As plantas de alface do grupo Crespa foram superiores às plantas do grupo Americana em todas as variáveis avaliadas. O diâmetro médio de planta, a altura e o número de folhas por planta da alface Crespa foram em torno de 39,2%, 51,6% e 32,1% superiores a alface do grupo Americana. Ademais, a alface crespa teve valores de massa fresca total e comercial 75,6% e 78,2% superior a alface americana, respectivamente (Tabela 4).

Os substratos 1 e 2 e o substrato comercial (controle) apresentaram resultados similares com relação ao diâmetro médio de planta, altura, número de folhas por planta e massa fresca total e comercial, e estes foram expressivamente superiores aos resultados observados nos substratos 3 e 4. Não foi constatada diferença entre os substratos 3 e 4 com relação às variáveis avaliadas (Tabela 5).

Tabela 4 – Resumo da análise de variância para diâmetro médio (DIAM), altura (ALT), número de folhas (NFOL), massa fresca total (MFTOL) e massa fresca comercial (MFCOM) de plantas de alface de dois grupos varietais (Americana e Crespa) cultivada em quatro substratos produzidos a partir de diferentes proporções de lodo de piscicultura, tabaco peletizado e areia e um tratamento controle (substrato comercial).

| F.V. | QUADRADO MÉDIO | | | | |
|------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|------------------------------------|--------------------|
| | DIAM | ALT | NFOL | MFTOL | MFCOM |
| Cultiva (C) | 6,95** | 6,81** | 4,88** | 40,25** | 35,61** |
| Substrato (S) | 37,69** | 28,67** | 33,68** | 185,46** | 163,21** |
| Interação C x S | 0,18 ^{ns} | 0,001 ^{ns} | 0,31 ^{ns} | 2,31 ^{ns} | 2,54 ^{ns} |
| Média | 13,4 | 10,2 | 12,1 | 44,2 | 39,1 |
| C. V. (%) | 22,17 | 19,78 | 21,72 | 23,82 | 25,52 |
| CULTIVAR | DIAM | ALT | NFOL | MFTOTAL | MFCOM |
| | ----- cm ----- | | nº planta ⁻¹ | ----- g planta ⁻¹ ----- | |
| Americana | 11,2 b | 8,1 b | 10,4 b | 32,1 b | 28,1 b |
| Crespa | 15,6 a | 12,3 a | 13,7 a | 56,4 a | 50,1 a |

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas por letras diferentes nas colunas são diferentes pelo teste F a 1% de probabilidade

Tabela 5 – Diâmetro médio (DIAM), altura (ALT), número de folhas (NFOL), massa fresca total (MFTOL) e massa fresca comercial (MFCOM) de plantas de alface cultivadas em quatro substratos produzidos a partir de diferentes proporções de lodo de piscicultura, tabaco peletizado e areia e um tratamento controle (substrato comercial).

| Substrato | DIAM | ALT | NFOL | MFTOL | MFCOM |
|--------------------|----------------|--------|-------------------------|------------------------------------|--------|
| | ----- cm ----- | | nº planta ⁻¹ | ----- g planta ⁻¹ ----- | |
| Substrato 1 | 21,4 a | 16,2 a | 18,3 a | 83,2 a | 77,0 a |
| Substrato 2 | 19,0 a | 15,2 a | 17,3 a | 60,1 a | 54,7 a |
| Substrato 3 | 1,8 b | 1,2 b | 1,6 b | 1,3 b | 1,2 b |
| Substrato 4 | 3,5 b | 2,3 b | 3,1 b | 2,3 b | 1,7 b |
| Controle | 21,5 a | 16,3 a | 20,2 a | 74,3 a | 60,9 a |

Média seguida por letras diferentes nas colunas são diferentes pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

RÚCULA

Os substratos influenciaram a altura, o número de folhas e a massa fresca das plantas de rúcula. Os substratos 1, 2 e 4 e o substrato comercial apresentaram resultados similares entre si e superiores ao substrato 3 com relação à altura de planta e ao número de folhas por planta de rúcula (Tabela 6).

Com relação à massa fresca de planta, o substrato 2 apresentou resultados superiores ao substrato 3 e ao substrato comercial, porém não diferiu dos substratos 1 e 4. Os substratos

1 e 4 apresentaram resultados similares ao substrato comercial. O substrato 3 foi inferior aos demais substratos (Tabela 6).

Tabela 6 – Resumo da análise de variância e médias de altura (ALT), número de folhas (NFOL) e massa fresca (MFRE) de plantas de rúcula cultivadas em quatro substratos produzidos a partir de diferentes proporções de lodo de piscicultura, tabaco peletizado e areia e um tratamento controle (substrato comercial).

| F.V. | ALT | QUADRADO MÉDIO NFOL | MFRE |
|-------------|---------|-------------------------|------------------------|
| Substrato | 12,31** | 2,56** | 3,00** |
| Média | 13,7 | 3,8 | 4,1 |
| C. V. (%) | 6,92 | 4,69 | 11,97 |
| Substrato | ALT | NFOL | MFRE |
| | cm | nº planta ⁻¹ | g planta ⁻¹ |
| Substrato 1 | 16,2 a | 4,6 a | 5,1 ab |
| Substrato 2 | 17,8 a | 5,2 a | 7,1 a |
| Substrato 3 | 0,0 b | 0,0 b | 0,0 c |
| Substrato 4 | 15,4 a | 4,8 a | 4,8 ab |
| Controle | 19,2 a | 4,5 a | 3,5 b |

Substrato 1: 50% lodo de piscicultura + 50% areia. Substrato 2: 33% lodo de piscicultura + 67% areia. Substrato 3: 50% lodo de piscicultura + 25% areia + 25% tabaco peletizado. Substrato 4: 25% lodo de piscicultura + 50% areia + 25% tabaco peletizado. Controle: Substrato comercial Carolina Soil®. ** Significativa a 1% de probabilidade pelo teste F. Média seguidas por letras diferentes nas colunas são deferentes pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

DISCUSSÃO

No experimento com alface, as plantas do grupo varietal Crespa, apresentaram resultados superiores ao grupo varietal Americana (Tabela 4). Estes resultados se devem a dois fatores, o primeiro é o fato de as plantas do grupo Americana serem menos adaptadas ao cultivo em condições de altas temperaturas. A temperatura pode afetar significativamente a arquitetura, produção, ciclo e resistência ao pendoamento de plantas de alface (Luz et al., 2009; Diamante et al., 2013). Araújo et al. (2010) verificou que altas temperaturas promoveram redução da produção de alface Americana. Os experimentos foram implantados em uma época de temperaturas elevadas em Mundo Novo, MS (Outubro – Novembro), o que favoreceu o crescimento das plantas do grupo Crespa em detrimento do grupo Americana. O segundo fator está relacionado com o ciclo das plantas de alface. Plantas de alface do grupo Americana tendem a ter um ciclo mais longo que plantas do grupo Crespa (Jasse et al., 2006). Como as plantas foram transplantadas e colhidas nas mesmas datas, existe uma tendência das

plantas do grupo Americana ter um menor crescimento em relação às plantas do grupo Crespa.

O substrato 3 foi o substrato com os resultados menos favoráveis para ambos os cultivos. Não ocorreu emergência de plântulas de rúcula no Substrato 3, e as mudas de alface que foram transplantadas neste substrato tiveram seu crescimento paralisado. Este resultado se deve ao excesso de água e a deficiência de aeração neste substrato. O Substrato 3 é composto por 50% de lodo de piscicultura, 25% de areia e 25% de tabaco peletizado. Devido a possuir lodo de piscicultura e tabaco em elevadas proporções, este substrato tem um maior potencial de retenção de água em relação aos demais substratos estudados. Sabe-se que uma acentuada retenção de água resulta em aeração deficiente do substrato, o que prejudica o crescimento das plantas.

O lodo de piscicultura tem como característica uma elevada capacidade de retenção de água, o que é comprovado pelo fato de que após a despesca, os piscicultores mantêm os tanques escavados sem água para que o lodo que permanece no fundo dos tanques perca umidade. Esse processo leva em torno de três a quatro semanas, podendo-se estender por meses caso ocorram chuvas nesse período. O tabaco também possui uma elevada capacidade de reter água, podendo inclusive ser maior que o lodo de piscicultura. Em estudos preliminares conduzidos pelos próprios autores, observou-se que o tabaco, provavelmente devido a característica de ser peletizado, tem uma alta capacidade de reter água, expandindo seu volume consideravelmente à medida que água é adicionada.

O Substrato 4 também foi desfavorável para o cultivo de alface, porém, não prejudicou o crescimento das plantas de rúcula. É natural que por se tratar de espécies diferentes, que pertencem inclusive a famílias diferentes (Alface – Asteraceae e Rúcula Brassicaceae), estas tenham respostas distintas ao estresse por encharcamento.

Em um estudo conduzido por Nobre et al. (2009), os autores avaliaram o crescimento de duas cultivares de alface (Elba – grupo Crespa e Irene – grupo Americana) submetidas a sete tempos de duração de encharcamento (0, 6, 12, 18, 24, 30 e 36 h) iniciado aos 17 dias após o transplante para vasos que continham substrato comercial a base de vermiculita, casca de pinus e casca de arroz carbonizada. Os autores concluíram que o excesso de umidade no solo por uma duração superior a seis horas provoca, em plantas de alface, redução de número de folhas, altura de caule, massa fresca e seca da parte aérea e massa seca de raiz, sendo a

massa fresca a variável mais sensível ao estresse por encharcamento. Os autores também observaram que os efeitos negativos do encharcamento independem das cultivares. Flecha (2004) avaliando o crescimento de alface, cultivar Verônica (grupo Crespa), em condições de encharcamento, concluiu que a alface é uma cultura altamente sensível ao encharcamento.

Uma outra hipótese para os resultados inferiores dos Substratos 3 e 4 na cultura da alface e Substrato 3 na cultura da rúcula é a presença de substâncias tóxicas decorrentes do tabaco peletizado empregado na composição destes substratos. Não foi possível analisar a presença de substâncias tóxicas nestes substratos no presente trabalho, entretanto, descartamos esta hipótese com base no trabalho de Primo et al. (2010). Estes autores avaliaram a qualidade nutricional e a presença de substâncias toxicologicamente ativas em compostos orgânicos produzidos com resíduos de fumo (tabaco) e não identificaram a presença de substâncias toxicologicamente ativas, inclusive nicotina no composto. Ademais, se hipótese de presença de substância tóxicas fosse verdadeira, os resultados das plantas de rúcula no Substrato 4 não seriam similares ao substrato comercial utilizado como tratamento controle (Tabela 6).

Os Substratos 1 e 2 para as plantas de alface e rúcula e o Substrato 4 para as plantas de rúcula apresentaram resultados similares ao substrato comercial, exceto o Substrato 2 que proporcionou maior massa fresca de plantas de rúcula que o substrato comercial. Esses resultados são positivos e são atribuídos a elevada presença de macro e micronutrientes no lodo de piscicultura e no tabaco. Os dados encontrados na literatura indicam que o lodo de piscicultura possui elevados teores de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e potássio, que se acumulam durante o cultivo dos peixes, nesse caso específico, a tilápia (Jamu; Piedrahita, 2001; Boyd et al.; 2002).

De acordo com as análises realizadas no lodo de piscicultura antes da produção dos substratos, pode-se notar a presença de elevadas concentrações de fósforo ($329,48 \text{ mg dm}^{-3}$), cálcio ($8,92 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), magnésio ($8,92 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e matéria orgânica ($45,01 \text{ g dm}^{-3}$). Além disso, o lodo de piscicultura possui elevada CTC ($16 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e saturação de bases (%) e não possui alumínio ($m = 0\%$) (Tabela 1).

Com relação ao tabaco, Primo et al. (2010), verificaram que os compostos orgânicos produzidos a partir de resíduos de fumo (tabaco) possuem elevadas concentrações de potássio (K) e nitrogênio (N), nutrientes essenciais no cultivo de hortaliças.

As análises realizadas no tabaco peletizado empregado neste estudo indicam elevada concentração de nitrogênio (20,13 g kg⁻¹), potássio (40,80 g kg⁻¹), enxofre (3,18 g kg⁻¹), cálcio (22,69 g kg⁻¹), magnésio (6,73 g kg⁻¹), carbono orgânico (16,0%), boro (50,67 mg kg⁻¹), cobre (66,75 mg kg⁻¹), manganês (353,25 mg kg⁻¹) e zinco (38,25 mg kg⁻¹).

Sabe-se que hortaliças tais como alface e rúcula são altamente exigentes com relação a adubação em um curto período devido ao ciclo curto destas espécies (Cardoso et al., 2015; Queiroz et al., 2017; Nascimento et al., 2021). Considerando este contexto, os Substratos 1 e 2 apresentaram equilíbrio entre retenção de água e aeração e ao mesmo tempo, forneceram nutrientes de forma rápida e em quantidade adequada para as plantas de alface e rúcula, com desempenho similar ao substrato comercial (controle). Deve-se destacar que ao avaliar a massa fresca de plantas de rúcula, o substrato 2 foi superior ao substrato comercial.

A partir destes resultados surge a hipótese de que os Substratos 1 (composto por 50% de areia e 50% de lodo de piscicultura) e 2 (composto por 67% de areia e 33% de lodo de piscicultura), devido a elevada concentração de nutrientes, permite mais de um cultivo de alface sem a necessidade de adubação ou troca do substrato. Para a rúcula também surge a hipótese de que os Substratos 1, 2 e 4 (composto por 50% de areia, 25% de lodo de piscicultura e 25% de tabaco peletizado), permitem um número maior de cortes de rúcula sem a necessidade de adubação e troca do substrato. Destaca-se ainda que no caso da rúcula, o tabaco peletizado pode ser adicionado ao substrato na proporção indicada no tratamento sem prejuízos para o cultivo. Também é importante ressaltar que mais estudos são necessários com o objetivo de avaliar novas proporções de lodo de piscicultura e tabaco peletizado no substrato visando estimar uma proporção destes resíduos adequada para promover o crescimento das plantas de alface.

Esses resultados são muito importantes do ponto de vista econômico e ambiental, pois encontra-se um destino adequado para o lodo de piscicultura e o tabaco peletizado, evitando possíveis impactos ambientais e ao mesmo tempo, surge a possibilidade de reduzir os custos de produção de rúcula e alface com a utilização desses resíduos na produção de substrato. Estes resíduos são facilmente obtidos na região de Mundo Novo – MS, o que torna o custo de

aquisição baixo. Deve-se destacar que estes resíduos, que são passivos ambientais, passam a ser matéria-prima com valor agregado.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, T. S.; FIDELES FILHO, J.; KUMAR, K. K.; RAO, T. V. R. Crescimento da alface-americana em função dos ambientes, épocas e graus-dias. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 2022, 5, 4, 441-449. <https://doi.org/10.5039/agraria.v5i4a480>
- ASSUNÇÃO, A. W. A. Tratamento de efluentes de piscicultura utilizando sistema tipo *wetland* povoado com espécies de macrófitas aquáticas de três tipos ecológicos diferentes. 2011. 64 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, São Paulo, 2011. https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNSP_e7b7c12aef6d93453cdf6192c9edc4e6
- BOHM, P. A. F.; BOHM, F. M. L. Z.; PHILIPPSEN, A. S.; SANTOS, A. C. D.; ALVIM, S. Disseminação de hortas orgânicas e cultivo de hortaliças em substrato orgânico alternativo. **Revista Americana de Empreendedorismo e Inovação**, 2020, 2, 1, 38-44. <https://doi.org/10.33871/26747170.2020.2.1.3180>
- BOYD, C. E.; WOOD C. W.; THUNJAI, T. **Aquaculture Pond Bottom Soil Quality Management**, 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/242592208_Aquaculture_Pond_Bottom_Soil_Quality_Management>. Acesso em: 05/09/2023.
- BRIGGS, M. R. P.; FVNGE-SMITH, S. J. A nutrient budget of some intensive marine shrimp ponds in Thailand. **Aquaculture Research**, 1994, 25, 789-811. <<https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1994.tb00744.x>>
- CARDOSO, F. L.; ANDRIOLO, J. L.; PICIO, M. D.; PICCIN, M.; SOUZA, J. M. Nitrogen on growth and yield of lettuce plants grown under root confinement. **Horticultura Brasileira**, 2015, 33, 4, 422-427. <https://doi.org/10.1590/S0102-053620150000400003>
- COCHAVA, M.; DIAB, S.; AVNIMELECH, Y. MIRE, D.; AMIT, Y. Intensive growth of fish with minimal water exchange. **Fish-breeding Israel**, 1990, 23, 4, 174- 181.
- DIAMANTE, M. S., SEABRA JÚNIOR, S., INAGAKI, A. M., SILVA, M. B. DA, DALLACORT, R. Produção e resistência ao pendoamento de alfaces tipo lisa cultivadas sob diferentes ambientes. **Revista Ciência Agronômica**, 2013, 44, 1, 133-140. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902013000100017>
- FLECHA, P. A. N. Sensibilidade das culturas da batata (*Solanum tuberosum* L.) e da alface (*Lactuca sativa* L.) ao excesso de água no solo. 2004. Dissertação (Mestrado em Irrigação e

Drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004. <https://doi.org/10.11606/D.11.2004.tde-24092004-114749>.

GATO, I. M. B.; OLIVEIRA, C. E. S.; OLIVEIRA, T. J. S. S.; JALAL, A. MOREIRA, V. A.; GIOLO, V. M.; VITÓRIA, L. S.; LIMA, B. H.; VARGAS, P. F.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Nutrition and yield of hydroponic arugula under inoculation of beneficial microorganisms. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, 2023, 64, 193-208. <https://doi.org/10.1007/s13580-022-00476-w>

HIGASHIKAWA, F. S.; CANTÚ, R. R.; KURTZ, C.; GONÇALVES, P. A. S.; VIEIRA NETO, J. Aplicações anuais de adubação mineral e orgânica em plantio direto de cebola: efeito no rendimento e na fertilidade do solo. **Revista Thema**, 2022, 21, 1, 130-153. <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/2490>

HENRY-SILVA, G. G.; CAMARGO, A. F. M. Impacto das Atividades de Aquicultura e Sistemas de Tratamento de Efluentes com Macrófitas Aquáticas – Relato de Caso. **Boletim do Instituto de Pesca**, 2008, 34, 1, 163-173.

HOPKINS, K. D.; BOWMAN, J. R. A Research Methodology for Integrated Agriculture Aquaculture Farming Systems. Proceedings of an Aquacultural Engineering Conference. Publication Type Conference Paper. 1994.

JAMU, D. M.; PIEDRAHITA, R. H. Ten-year simulations of organic matter concentrations in tropical aquaculture ponds using the multiple pool modelling approach. **Aquaculture engineering**, 2001, 25, 187–201. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0144860901000826>

JASSE, M. E. C.; Oliveira, S. F.; Resende, F. V.; Vidal, M. C. Produção de cultivares de alface dos tipos lisa, crespa e americana em Sistema Agroecológico. *Horticultura Brasileira*, 2006, 24, 1, 997-1000 . Suplemento 1, resumo 252.

KROM, M. D.; PORTER, C.; GORDIN, H. Nutrient budget of a marine fishpond in Eilat, Israel, **Aquaculture**. 1985, 51, 65-80. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0044848685902406>

LEITE, L. F. C.; GALVÃO, S. R. S. **Matéria orgânica do solo: funções interações e manejo em solo tropical**. IN: Araújo, A.S.F; Leite, L. F. C; Nunes. L. A. P.L; Carneiro. R. F. V. (Ed) Matéria orgânica e organismos do solo. Teresina: EDUFIP, 2008. 19p.

LUZ, A. O.; DA, JÚNIOR, S. S.; SILVA DE SOUZA, S. B.; NASCIMENTO, A. S. Resistência ao pendoamento de genótipos de alface em ambientes de cultivo. **Agrarian**, 2009, 2, 6, 71-82.

NASCIMENTO, C. S.; NASCIMENTO, C. S.; CECÍLIO FILHO, A. B. Doses and split nitrogen fertilizer applications on the productivity and quality of arugula. **Revista Caatinga**, 2021, 34, 4, 824–829. <https://doi.org/10.1590/1983-21252021v34n409rc>

NOBRE, R. G.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; BRITO, M. E. B.; SILVA, L. A. da. Crescimento da alface sob saturação temporal do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2009, 13, 890–898. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662009000700011>

OLIVEIRA, C. E. S.; JALAL, A.; AGUILAR, J. V.; CAMARGOS, L. S.; ZOZ T.; GHALEY, B. B.; ABDEL-MAKSOU, M. A.; ALARJANI, K. M.; ABDELGAWAD, H. TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Yield, nutrition, and leaf gas exchange of lettuce plants in a hydroponic system in response to *Bacillus subtilis* inoculation. **Frontiers in Plant Science**, 2023, 14, e1248044. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1248044>

PEDROSO, M. T. M.; MELLO, P. F.; PERILO, M.; FERREIRA, Z. R. Desafios à rastreabilidade de hortaliças no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, 2023, 32. 2, 22-30. <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1917/pdf>

PEGORARO, A. Quase 70% do contrabando que entra no Brasil é de cigarros vindos do Paraguai. Disponível em: <https://www.idesf.org.br/2016/10/18/quase-70-do-contrabando-que-entra-no-brasil-e-de-cigarros-vindos-do-paraguai/>. Acesso em: 05/09/2023.

PRIMO, D. C.; FADIGAS, F. S.; CARVALHO, J. C. R.; SCHIMIDT, C. D. S.; BORGES FILHO, A. C. S. Avaliação da qualidade nutricional de composto orgânico produzido com resíduos de fumo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2010, 14, 7, 742–746. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000700009>

QUEIROZ, A. A.; CRUVINEL, V. B.; FIGUEIREDO, K. M. E. Produção de alface americana em função da fertilização com organomineral. **Enciclopédia Biosfera**, 2017, 14, 25, 1054-1063. <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2017a/agrar/producao%20de%20alface.pdf>

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**, 2017, 4, 2, 35-40. <https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/1450>

SANTOS, R. H. S.; SILVA, F. D.; CASALI, V. W. D.; CONDE, A. R. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2001, 36, 11, 1395-1398. <https://www.scielo.br/j/pab/a/CWSnwzxP68thmjvWhFzgVbS/>

SILVA, C. P.; VOIGT, C. L.; CAMPOS, S. X. Determinação de Íons Metálicos em Cigarros Contrabandeados no Brasil. **Revista Virtual de Química**. 2014, 6, 5, 1249–1259. <<https://rvq-sub.sbg.org.br/index.php/rvq/article/view/642/490>>

SMITH, P. T. Physical and chemical characteristics of sediments from prawn farms and mangrove habitats on the Clarence River, Australia. **Aquaculture**. 1996, 146, 1-2, 47- 83. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848696013610>

TOLEDO, J. J.; CASTRO, J. G. D; SANTOS, K. F.; FARIAS, R. A. F; HACON, S.; SMERMANN, W. Avaliação do impacto ambiental causado por efluentes de viveiros da estação de piscicultura de Alta Floresta – Mato Grosso. **Revista do Programa de Ciências Agro-ambientais**. 2023, 2, 1, 13-31,. http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol2/2_artigo_v2.pdf

VIANA, J. E. F.; MARTINS, N. P.; OLIVEIRA, G. L.; PARREIRA, M. C.; GOMES, K. J. S.; SANTOS, M.; SANTOS JUNIOR, C. F. Produção do setor de hortaliças da comunidade Ajó, município de Cametá-PA. **Revista de Gestão e Secretariado**, 2024, 15, 3, 01-16. <https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/3567/2244>

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

AGRADECIMENTOS

O autor Tiago Zoz agradece à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de Produtividade em Pesquisa (Termo de Outorga nº 171/2024, Processo nº 83/026.936/2024), que tem contribuído de forma significativa para o desenvolvimento das atividades de pesquisa.