



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAS

COMPOSTOS ORGÂNICOS A BASE DE RESÍDUO DE CERVEJARIA COMO
ALTERNATIVA NO CULTIVO DE HORTALIÇAS

AMANDA ARAUJO RODRIGUES

Pombal – PB

2023

AMANDA ARAUJO RODRIGUES

**COMPOSTOS ORGÂNICOS A BASE DE RESÍDUO DE CERVEJARIA COMO
ALTERNATIVA PARA O CULTIVO DE HORTALIÇAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Sistemas Agroindustriais com ênfase em Sistemas Agropecuários.

Orientador: D.Sc. Bruno Farias da Silva

Coorientador: D.Sc. Anielson dos Santos Sousa

Pombal - PB

2023

R696c Rodrigues, Amanda Araujo.

Compostos orgânicos a base de residuo de cervejaria como alternativa no cultivo de hortaliças / Amanda Araujo Rodrigues. – Pombal, 2023.

55 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2023.

“Orientação: Prof. Dr. Bruno Farias da Silva, Prof. Dr. Anielson dos Santos Sousa”.

Referências.

1. Cultivo de hortaliças. 2. Hortaliças folhosas. 3. Residuo cervejeiro - Bagaço de malte. 4. Residuo industrial. 5. Compostos orgânicos - Viabilidade de aplicação. I. Silva, Bruno Farias da. II. Sousa, Anielson dos Santos. III. Título.

CDU 631.589.2 (043)

AMANDA ARAUJO RODRIGUES

**COMPOSTOS ORGÂNICOS A BASE DE RESÍDUO DE CERVEJARIA COMO
ALTERNATIVA PARA O CULTIVO DE HORTALIÇAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Sistemas Agroindustriais com ênfase em Sistemas Agropecuários.

APROVADA EM 23 / 03 / 2023

BANCA EXAMINADORA

Bruno Farias da Silva

Prof^o. D.sc Bruno Farias da Silva
Orientador/UFCG

Aprovada

PARECER

Anielson dos Santos Souza

Prof^o. D.sc Anielson dos Santos Souza
Coorientador/UFCG

Aprovada

PARECER

Alfredina dos Santos Araújo

Prof^a. D.sc Alfredina dos Santos Araújo
Examinador Interno/UFCG

Aprovada

PARECER

Prof^a. D.sc. Rubenia de Oliveira Costa
Examinador Externo/UFCG

PARECER

Dedico este trabalho aos meus pais, Francisco e Maria Zuila, por terem sido sempre em minha vida sinônimo de amor, amizade e compreensão.

À toda minha família, em especial aos meus avós maternos Francisco Terto e Sebastiana Araújo (*in memoriam*), por serem a base de toda nossa família.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, pela saúde, discernimento e força para trilhar meus caminhos. Agradeço por guiar minhas escolhas, iluminar meus passos e me amparar durante todos os meus dias.

Aos meus pais, Francisco e Maria Zuila, pelo amor, carinho, cuidado e atenção ao longo de toda a minha vida, pelo esforço e apoio para que eu chegasse até aqui. Obrigada por terem me ensinado a sonhar, por terem sonhado comigo e por estarem sempre ao meu lado durante a realização de cada sonho.

A minha irmã Fernanda, pelo incentivo, pela força, pelo companheirismo e principalmente, por ser minha fonte de inspiração desde à infância e sempre me ensinar que desistir nunca fosse opção. Obrigada por ser o alicerce que sustenta meu ser.

A meu irmão Rodrigo e minha cunhada Mikaelly, pela força, apoio e incentivo.

Agradeço aos meus avós paternos Anísio Rodrigues (*in memoriam*) e Isaura Alves (*in memoriam*) e aos meus avós maternos Sebastiana Araújo (*in memoriam*) e Francisco Terto, por terem me ensinado muito sobre caráter e resiliência. Essa vitória é pra você MÃE!

Aos meus sobrinhos Murilo, Rayssa Vitória e Maria Esther por tornarem meus dias melhores e encherem meu coração de alegria.

Ao meu namorado e melhor amigo William Marinho, por todo amor, zelo, paciência, companheirismo e apoio durante a realização desta dissertação.

Ao meu grande amigo e irmão do coração Bruno Ferreira, pela amizade e companheirismo, por nunca medir esforços para me ajudar a qualquer momento.

Aos meus orientadores, professor Bruno Farias e professor Anielson Souza, pela orientação, confiança, conhecimento e pelo apoio no desenvolvimento do trabalho.

A professora Alfredina dos Santos, por todo conhecimento, disponibilidade, amizade, confiança, e pelo fundamental apoio no desenvolvimento do trabalho.

Aos amigos do grupo de pesquisa: Gustavo, Wesleyana, Astrid, Eryck, Glória, Kênia, Yanara e Victória, meu muito obrigada pela amizade e contribuição na execução da pesquisa.

Aos amigos que fizeram parte desse momento, me ajudando, incentivando, e pelos momentos de descontração, risadas e companheirismo: Joselia, Fabiana, Rafael, Rayane, Nara Lígia e Letícia.

A professora Rubenia Costa por ter aceito o convite, o meu muito obrigada pelas contribuições.

As funcionárias do laboratório Centro Vocacional Tecnológico – CVT, ao qual fiz parte todo esse tempo, Tamires, Graça e Jayanne, agradeço por todos os momentos.

Ao laboratório de Solos e Nutrição de Plantas e ao técnico de laboratório Franciezer Vicente por toda ajuda e disposição de sempre.

Ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais e a Capes, por todo suporte necessário.

A Universidade Federal de Campina Grande, campus Pombal. E a todos os professores e demais funcionários, que fizeram parte de toda minha trajetória acadêmica até agora.

A todos a minha gratidão.

RESUMO

RODRIGUES, A.A. **Aplicação de compostos orgânicos a base de resíduos de cervejaria como alternativa para o cultivo de hortaliças**, 2023. 55p. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal/PB.

Substratos alternativos podem contribuir no aumento de macro e micronutrientes, auxiliando numa melhoria da produtividade de mudas, reduzem os custos de produção, mediante a escassez de recursos naturais, é crescente a procura por compostos alternativos a serem utilizados para o cultivo de hortaliças. O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade da aplicação de compostos orgânicos utilizando resíduos de cervejaria como substratos alternativos, em substituição aos fertilizantes industriais e sua influência sobre os atributos químicos do solo. Para a elaboração dos compostos, foi utilizado o resíduo de cervejaria do tipo Pilsen. Sendo assim, conclui-se que a utilização do resíduo de cervejaria nas proporções de 15% e 20%, apresentou uma boa absorção de nutrientes pelas hortaliças. Quanto a análise da viabilidade é possível perceber que, houve uma redução de 5% nos custos com composto, ou seja, com a modificação da formulação controle pela formulação proposta, podemos concluir com os resultados obtidos que o resíduo de cervejaria é uma alternativa viável de suplementação ao solo, sem que o mesmo afete a produtividade.

Palavras-chaves: Resíduo industrial, hortaliças folhosas, viabilidade.

ABSTRACT

RODRIGUES, A.A. **Application of organic compounds based on brewery waste as an alternative for growing vegetables**, 2023. 55p. Dissertation (Master in Agroindustry Systems) – Federal University of Campina Grande, Pombal/PB.

Alternative substrates can contribute to the increase of macro and micronutrients, helping to improve the productivity of seedlings, reduce production costs, through the scarcity of natural resources, there is a growing demand for alternative compounds to be used for the cultivation of vegetables. The objective of this work was to evaluate the feasibility of applying organic compounds using brewery residues as alternative substrates, replacing industrial fertilizers and its influence on the chemical attributes of the soil. For the elaboration of the compounds, Pilsen type brewery waste was used. Therefore, it is concluded that the use of brewery residue in the proportions of 15% and 20%, presented a good absorption of nutrients by the vegetables. As for the feasibility analysis, it is possible to notice that there was a 5% reduction in the costs with compost, that is, with the modification of the control formulation by the proposed formulation, we can conclude with the results obtained that the brewery residue is a viable alternative of supplementation to the soil, without it affecting productivity.

Keywords: Industrial waste, leafy vegetables, viability.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	18
2.1. Objetivo Geral	18
2.2. Objetivo Específicos	18
3. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	19
3.1. ESTADO DA ARTE	Erro! Indicador não definido.
4. METODOLOGIA	25
4.1. Caracterização físico-química do resíduo	26
4.1.1. Potencial Hidrogeniônico (pH)	26
4.1.2. Umidade	26
4.1.3. Cinzas	26
4.1.4. Proteínas	26
4.2. Obtenção e Análise do Solo e Esterco	27
4.3. Análise do Solo	27
4.3.1. pH	27
4.3.2. Cátions Trocáveis (Al^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+})	27
4.3.3. Fósforo Disponível (P)	27
4.3.4. Potássio e Sódio trocáveis (K^+ , Na^+)	27
4.3.5. Acidez Potencial do Solo (H^{++} Al^{3+})	28
4.4. Complexo Sortivo do Solo	28
4.4.1. Valor S - Soma de Bases Trocáveis (SB)	28
4.4.2. CTC efetiva (CTC)	28
4.4.3. Valor T (Capacidade de Troca Catiônica Total)	28
4.4.4. Valor V (Índice de Saturação de Bases)	28
4.4.5. Índice de Saturação por Alumínio (m)	28
4.4.6. Percentagem de Saturação por Sódio (PST)	28
4.4.7. Matéria Orgânica (M.O.)	28
4.5. Análise de Macronutrientes do Esterco Bovino	29
4.5.1. Nitrogênio (N)	29
4.5.2. Fósforo (P)	29
4.5.3. Potássio (K)	29
4.6. Elaboração dos Compostos	29
4.6.1. Caracterização dos Compostos Elaborados	31
4.7. Produção e Avaliação das Mudanças	31

4.7.1.	Número de Folhas/Planta	32
4.7.2.	Comprimento Médio das Folhas	32
4.7.3.	Largura Média das Folhas	33
4.7.4.	Altura Média das Plantas.....	33
4.7.5.	Determinação do acúmulo de nutrientes nas plantas (N, P e K)	33
4.7.6.	Matéria Fresca (folha/raiz)	33
4.7.7.	Matéria Seca (folha/raiz).....	33
4.7.8.	Cinzas	33
4.7.9.	Clorofila Total	33
4.8.	Viabilidade econômica.....	34
4.9.	Análise Estatística	34
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
5.1.	Resíduo Cervejeiro.....	35
5.2.	Análise do Solo	36
5.3.	Análise de Macronutrientes do Esterco Bovino	39
5.4.	Caracterização dos Compostos Elaborados.....	40
5.5.	Avaliação das Mudanças	41
5.6.	Viabilidade Econômica	46
	REFERÊNCIAS	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Caracterização físico-química do resíduo cervejeiro (RC).	35
Tabela 2: Característica química do solo utilizado.	36
Tabela 3: Característica química do solo utilizado.	38
Tabela 4: Relação NPK do esterco bovino.	39
Tabela 5: Caracterização dos compostos elaborados.	40
Tabela 6: Avaliação das mudas nos diferentes tratamentos da couve-folha.	41
Tabela 7: Resultados da avaliação das mudas nos diferentes tratamentos da alface....	43
Tabela 8: Resultados da avaliação físico-química nos diferentes tratamentos da couve-folha.	44
Tabela 9: Resultados da avaliação físico-química nos diferentes tratamentos da alface.	45
Tabela 10: Resultados referentes à análise econômica do experimento realizado para 0,005m ³ hectare.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Al³⁺ - Alumínio Trocável.

CTC – Capacidade de Troca Catiônica Total.

CT – Custo Total.

H⁺⁺ Al³⁺ - Acidez Potencial do Solo.

K⁺, Na⁺ - Potássio e Sódio Trocáveis.

M.O. - Matéria Orgânica.

MN – Matéria Natural.

m – Índice de Saturação de Alumínio.

NPK – Nitrogênio, Fósforo, Potássio.

pH – Potencial Hidrogeniônico.

PST – Porcentagem de Saturação por Sódio.

R.C. – Resíduo Cervejeiro.

SB – Soma de Bases Trocáveis.

V – Índice de Saturação de Bases.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Obtenção do resíduo.	25
Figura 2: Resíduo úmido.	25
Figura 3: Resíduo seco.	26
Figura 4: Implantação do experimento.....	29
Figura 5: Produção das mudas.	31
Figura 6: Mudanças de Couve-Folha.....	32
Figura 7: Mudanças de Alface.	32

1. INTRODUÇÃO

O uso de resíduos industriais é uma das opções para a incorporação de matéria orgânica no solo e há relatos sobre o emprego de resíduos industriais na agricultura, como meio de disposição adequada dos mesmos para melhorar os atributos no solo e fornecer nutrientes as plantas.

Com o aumento da demanda por produtos orgânicos, tem crescido no Brasil a busca por insumos orgânicos que sejam produzidos respeitando o meio ambiente e que tenham custos acessíveis ao agricultor. O uso de compostos orgânicos é uma alternativa para minimizar o custo com fertilizantes químicos no cultivo, contribuindo com as indústrias a um descarte correto, a preservação do meio ambiente e com a economia de recursos naturais.

Althaus et al. (2011) mencionam que o emprego dos resíduos de atividade industrial na adubação e correção de solos é uma excelente alternativa para descarte dos mesmos. No entanto, enfatizam que são necessários estudos para comprovar a possibilidade de uso. Em ensaios de campo, estudaram o uso de diversos resíduos industriais, como: lodo gerado por estação de tratamento de efluentes de indústria de papel; resíduos gerados por indústria de reaproveitamento de chifres e ossos bovinos; lodo da estação de tratamento de efluentes; terra de polimento e as microesferas de polimento das peças e, finalmente, borra ácida gerada no refino do óleo de soja, em uso isolado ou associado a fertilizantes minerais. Os resultados obtidos mostraram que: a utilização dos resíduos testados, desde que convenientemente complementados com adubos solúveis, possibilita o bom desenvolvimento das plantas e que o efeito residual de todos os descartes é baixo.

A adubação orgânica clássica baseia-se, normalmente, na utilização de esterco bovino, que é mais usado justamente por ser uma prática muito antiga e eficaz (SAMPAIO, 2007). O esterco bovino tem capacidade de fornecer nutrientes de forma rápida e melhorar outros atributos do solo, tendo em vista o potencial nutritivo que possui, ele é utilizado pelos agricultores que, além disso, aproveitam o seu baixo custo e alto ganho em questão de resultados (SILVA, 2016).

Uma alternativa ao esterco bovino seria o resíduo cervejeiro (bagaço do malte), que é um subproduto do processo de fabricação da cerveja, representando cerca de 85% de todo o resíduo gerado e que muitas vezes são descartados (Verde et al., 2019).

Higashikawa et al. (2017) avaliaram adubação orgânica e organomineral, na fertilidade do solo, constataram que a adubação orgânica proporcionou melhoria nos atributos físico-químicos do solo em relação à adubação organomineral.

Existem relatos de bons resultados obtidos no aproveitamento desse resíduo na produção de *Ganoderma lucidum*, realizando o preparo de formulações e misturas com farelo de trigo e serragem (CHIMINI, 2021). Outro estudo com resultados satisfatórios é o de Vicente et al. (2020) que estudou o resíduo de cervejaria na produção de adubo orgânico fermentado.

A indústria cervejeira gera grandes quantidades de subprodutos e resíduos, podendo estes ser reciclados imediatamente (ISHIWAKI et al., 2000). Entretanto, estes resíduos recebem pouca atenção como uma *commodity* e sua disposição acaba sendo um problema para as empresas, o que tem gerado a necessidade de o mercado cervejeiro criar novas técnicas para gestão destes resíduos (MUSSATO; DRAGONE; ROBERTO, 2006; BRASIL-MMA, 2016).

O resíduo cervejeiro é predominantemente fibroso (70% massa seca) e proteico (15% a 25% massa seca), apresentando também em sua composição lipídeos, minerais, vitaminas, aminoácidos e compostos fenólicos (ALIYU; BALA, 2011; LIMA, 2010; ROBERTSON *et al.*, 2010; MUSSATO *et al.*, 2006).

Todos esses compostos incorporados ao solo serão viáveis na absorção e fornecimento de nutrientes as hortaliças.

A possibilidade de produzir hortaliças de forma viável e alternativa é o que chamou a atenção dos agricultores. Para hortaliças e produtos perecíveis, o produtor deve utilizar estratégias de minimização de riscos como planejamento da produção e previsão de mercado. Uma medida adequada para reduzir custos e facilitar a produção de composto orgânico consiste na utilização de material disponível na indústria regional de reconhecida qualidade e aptidão para a produção orgânica (livre de minérios ou outras substâncias em concentrações fitotóxicas, bem como fitopatógenos, parasitas e sementes indesejadas ou estruturas vegetais). Os resíduos da cervejaria geralmente são descartados pelos produtores, onde podem ser usados para produzir compostos orgânicos.

Assim o emprego do resíduo de cervejaria pode fornecer matéria orgânica ao solo e disponibilizar nutrientes às plantas. Entretanto há carência de estudos para que se recomende tal prática. Na literatura, de acordo com Melo (2014), há menções sobre a utilização do bagaço de cevada na alimentação do gado bovino leiteiro e de corte, de suínos, de aves e até em aquicultura. Não existindo, entretanto, informações aprofundadas

sobre o emprego de tal material na agricultura e poucas informações sobre o uso como complemento na produção de compostos orgânicos no cultivo de hortaliças.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar a viabilidade da aplicação de compostos orgânicos utilizando resíduo de cervejaria como substrato alternativo, em substituição aos industriais e sua influência sobre os atributos químicos do solo.

2.2. Objetivo Específicos

- Determinar a composição físico-química do resíduo de cervejaria;
- Obtenção e análise do solo e esterco quanto a suas características de macronutrientes e químicas;
- Preparação e caracterização dos compostos utilizados no experimento;
- Testar a eficiência dos compostos produzidos na germinação de sementes de Couve Folha (*Brassica oleracea*) e Alface (*Lactuca sativa*);
- Caracterizar as hortaliças quanto aos parâmetros físicos e físico-químicos;
- Verificar a viabilidade econômica da substituição parcial do substrato industrial pelo substrato alternativo de resíduo de cervejaria.

3. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

3.1. Compostos Orgânicos

O uso de compostos orgânicos é uma alternativa para minimizar o custo com fertilizantes químicos no cultivo, contribuindo com a preservação do meio ambiente e com a economia de recursos naturais. O aumento da demanda por produtos orgânicos, tem crescido no Brasil a busca por insumos orgânicos que sejam produzidos respeitando o meio ambiente e que tenham custos acessíveis ao agricultor.

A busca por novas alternativas de compostos é de suma importância, porém, são necessários estudos sobre a adaptação das culturas neste meio, e que estes estudos considerem em seus resultados os aspectos físicos e químicos dos substratos, bem como os parâmetros de desenvolvimento das plantas, ambos juntos e não separados como é abordado a grande maioria dos artigos científicos.

As propriedades de compostos orgânicos são variáveis em função de sua origem, método de produção ou obtenção, proporções de seus componentes, entre outras características. Caso haja possibilidade, todo substrato utilizado no viveiro deverá ter suas propriedades analisadas, o que embasa melhor a formulação de misturas e adubações (KRATZ, et al. 2013).

O composto orgânico tem sido também uma prática bem comum, entre os produtores de hortaliças. Os resíduos orgânicos podem ser decompostos em um processo que envolve os microrganismos, que atuam na decomposição dessa matéria, tornando os nutrientes existentes nelas acessíveis para as plantas (SOUZA et al., 2021). A adição de resíduos orgânicos ao solo melhora as propriedades físicas, promove maior aeração, capacitância de infiltração e armazenamento de água, penetração e distribuição de raízes e disponibilidade de macro e micronutrientes para as plantas, reduzindo a ligação de alumínio trocável e fosfato.

Os elevados custos de produção e os efeitos negativos da agricultura intensiva no ambiente motivaram o desenvolvimento de sistemas de produção agrícolas sustentáveis com retornos financeiramente viáveis aos agricultores e às comunidades rurais (Bharti et al. 2016). Nesse sentido, é necessário incorporar novas tecnologias aos sistemas de produção de hortaliças, a fim de atender às demandas dos consumidores por maiores padrões de qualidade e refinamento do processo produtivo, principalmente no que se

refere a fontes de nutrientes para uso no cultivo que são mais baratos e acessíveis ao produtor em comparação com produtos concorrentes no mercado.

Existe um desafio para que estes compostos orgânicos sejam próprios de cada região, utilizando matérias primas locais, isto já acontece em outras regiões do país, porém no Brasil estes estudos ainda estão em fase inicial. É necessário avançarmos bastante, pois temos muitos rejeitos de indústrias, da agricultura e tantas outras matérias primas com potencial para tal finalidade.

3.2. Resíduos Industriais

A utilização dos resíduos de atividade industrial na adubação de solos, é uma excelente alternativa para descarte dos mesmos, porém, ainda é pouco utilizada, devido a necessidade de estudos para comprovar a possibilidade e viabilidade econômica do uso destes.

De maneira geral, pode-se constatar que vários tipos de resíduos industriais estão sendo aplicados gradativamente como substrato, a fim de oferecer alternativas aos produtores de resíduos e reduzir os danos ambientais causados pelos resíduos sólidos gerados exclusivamente (ROSA et al, 2020).

A geração de resíduos das indústrias tem apresentado valores significativos, e a vista disso, para não serem simplesmente queimados ou dispensados em locais inadequados, gerando problemas ambientais, passou-se a considerar a sua utilização na cadeia produtiva (BUZO, 2018).

O aproveitamento de resíduos agroindustriais se mostra, frente ao desperdício de alimentos, e ao beneficiamento e processamento desses, uma grande oportunidade de desenvolvimento de subprodutos, como também agregação de valor e utilização sustentável desses resíduos. Diversas agroindústrias têm realizado o aproveitamento de resíduos na produção de subprodutos, atentando a agregação de valor deste (COSTA FILHO et al., 2017).

3.3. Resíduo de Cervejaria

O emprego do resíduo de cervejaria pode fornecer matéria orgânica ao solo e disponibilizar nutrientes às plantas. Na literatura, de acordo com Melo (2014), há menções sobre a utilização do resíduo da cerveja na alimentação do gado bovino leiteiro e de corte, de suínos, de aves e até em aquicultura. Não existe, entretanto, informações aprofundadas sobre o emprego de tal material na agricultura e poucas informações sobre o uso como complemento para adubo.

Diversos avanços tecnológicos têm proporcionado à indústria cervejeira grandes economias pela menor geração de subprodutos ao longo do processo. Contudo, certos resíduos intrínsecos à produção da bebida dificilmente têm redução de sua quantidade gerada, como o bagaço de malte, o *trub* e a levedura residual cervejeira. Estes resíduos são responsáveis pela perda de aproximadamente 20 de cada 100 L de da água cervejeira utilizada no processo, principalmente pelo elevado teor de umidade que os compõe, entre 80 e 90%, promovendo grande arraste de mosto e perda de extrato, bem como de cerveja, a depender da fase em que o resíduo é retirado, o que acarreta a geração de significativas quantidades de efluentes (Priest e Stewart, 2006).

Devido aos resíduos cervejeiros apresentarem uma rica composição em compostos orgânicos e com significativo poder nutricional, devem ser tratados antes de dispensados ao ambiente, de forma a evitar alterações ao equilíbrio ecológico local. Dessa maneira, há grande incentivo à redução da geração de resíduos ou seu aproveitamento em outros processos. Nesse aspecto, visando à obtenção de produtos de maior valor agregado e a destinação dos resíduos gerados para fins mais nobres, os bioprocessos industriais apresentam-se como potenciais meios para destinação destes rejeitos (Pandey *et al.*, 2001).

O resíduo cervejeiro (bagaço do malte), que é um subproduto do processo de fabricação da cerveja, representando cerca de 85% de todo o resíduo gerado e que muitas vezes são descartados (Verde *et al.*, 2019).

De acordo com VERONEZE *et al.* (2019), a composição dos efluentes gerados nas indústrias cervejeiras possibilita o tratamento em processos fermentativos devido a sua matéria orgânica obter alta qualidade, possibilitando a geração de compostos.

3.4. Cultivo de Hortaliças

As hortaliças requerem um solo que seja rico em matéria orgânica e tenha uma disponibilidade de nutrientes adequada (VILLAS BÔAS *et al.*, 2004). No Brasil, o solo de várias regiões carece desses atributos, havendo a necessidade de aplicação de elevadas doses de compostos orgânicos, o que pode onerar os custos da produção (FONTANÉTTI *et al.*, 2006).

Costa *et al.* (2018) ressaltaram que o consumo de hortaliças vem aumentando ao longo dos anos e junto a isso a exigência dos consumidores por produtos de qualidade, seja devido aos aspectos nutricionais ou sensoriais, que pode ser alterada em função do

sistema de cultivo (convencional, orgânico, hidropônico, etc.), portanto, a introdução de novos produtos no mercado exige estudos que permitam o conhecimento e a caracterização destes para garantir a segurança do produtor e do consumidor final.

A alface (*Lactuca sativa*) é a hortaliça folhosa mais cultivada e consumida no Brasil, cujos cultivos são realizados principalmente em pequenas áreas e por produtores familiares (Resende et al., 2007). Em seu cultivo é bastante comum uso de adubação orgânica como forma de suplementação nutricional às plantas. De forma geral, o uso de compostos à base de resíduos orgânicos em atividades agrícolas é uma alternativa interessante haja vista que proporciona aumento de produtividade e reduz o custo com fertilizantes (KIEHL, 1985), além de proporcionar a deposição segura desses materiais no ambiente (Figueiredo & TANAMATI, 2010; MONTEMURRO et al., 2010).

No Brasil, a área plantada em 2017 foi de aproximadamente 39 mil hectares, ocupando a segunda posição entre as hortaliças produzidas, sendo a variedade crespa a mais cultivada em ordem de importância econômica (SALA; COSTA, 2012). É consumida vastamente por ser fonte de sais minerais, cálcio, vitaminas (principalmente a vitamina A). Essa hortaliça, junto com o tomate, é a preferida para saladas devido a sabor e fácil preparo (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2023).

Na maioria dos casos a adubação com compostos orgânicos no solo proporciona aumento do rendimento da alface (GALBIATTI et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2009, 2010; NAZARENO et al., 2010; SILVA et al., 2011; SANTANA et al., 2012). Em alguns solos não se observa efeito da aplicação de compostos na produtividade (ROEL et al., 2007), porém as plantas de alface podem ser beneficiadas pelo aumento do teor vitamínico das folhas e pelo menor acúmulo de nitrato comparado a plantas adubadas com adubo mineral (SILVA et al., 2011) ou, mesmo, com o efeito supressivo de pragas ou doenças, como observado por Nazareno et al. (2010) estudando nematoides de galhas em alface.

A utilização de adubos orgânicos no crescimento e produção da alface estimula o aumento da produção dessa hortaliça folhosa. Além disso, ao contrário dos fertilizantes minerais, os fertilizantes orgânicos têm efeitos residuais que levam a um aumento nos teores de bases e fósforo assim como a capacidade efetiva de troca de cátions. (SANTOS et al., 2022).

A couve é uma hortaliça folhosa da família Brassicaceae a qual possui aproximadamente 4.000 espécies e cerca de 400 gêneros, encontra-se dentre aquelas com maior número de espécies do grupo das dicotiledôneas. Sendo ela uma cultura tipicamente

de outono e inverno, que se desenvolve bem em regiões mais frias (16 a 22°C), é altamente exigente em água, e se desenvolve melhor em temperaturas mais amenas, tolerantes ao calor, sendo assim de fácil cultivo podendo ser plantada ao longo do ano inteiro (ROCHA et al., 2019). Caracterizada por ser de fácil acesso e de baixo custo, onde no mercado existem diversos cultivares, sendo diferenciados quanto à aparência, cor e textura das folhas. Os agricultores preferem as couves de porte médio a alto, pois facilita o processo de colheita das folhas (PRADO, 2018).

De acordo com Silva et al. (2012), a couve de folha é uma hortaliça de elevada importância econômica, principalmente pelo fato de que sua produção se apresenta como base na agricultura familiar, cultivada em pequenas áreas. Segundo Balcau et al. (2013) e Hendges (2016) a produtividade pode chegar a valores entorno de 25 t ha⁻¹, ou seja, de 2 a 3 kg de folhas por planta cultivada.

Diante a alta demanda por nutrientes, a necessidade por fontes de fertilizantes que contenham macro e micronutrientes disponíveis, que atendam a cultura da couve-manteiga é fundamental para o desenvolvimento da hortaliça. No entanto, o preço dos fertilizantes químicos tem aumentado ao longo dos anos, encarecendo o custo de produção, o que é desvantajoso para o produtor, em especial para o pequeno agricultor. Nesse aspecto, visando superar esse desafio o emprego de técnicas naturais de adubação do solo, como o uso de biofertilizante e a adubação orgânica (resíduos de origem animal ou vegetal) tem ganhado força no país, sendo uma opção viável e sustentável na produção de hortaliças (SILVA et al., 2019).

Segundo Nasser (2018), na produção de hortaliças, em especial das brassicas, é muito comum utilizar fertilizantes orgânicos incorporados ao solo, por pequenos agricultores. Os compostos de origem orgânica disponibilizam ao solo matéria orgânica, elevando os teores de nutrientes dos solos proporcionando aumento da fauna microbológica.

Com o objetivo de aprofundar conhecimentos sobre alternativas viáveis para produção de substratos em substituição aos fertilizantes comerciais, bem como, demonstrar o potencial de resíduos como reaproveitável e sua influência sobre os atributos químicos do solo realizou-se esta pesquisa.

3.1. Justificativa

Atualmente a maior parte dos trabalhos encontrados na literatura se refere ao uso de esterco, resíduos líquidos e restos vegetais, reproduzindo seu efeito em parâmetros de produtividade e nutrição de hortaliças, como a alface e a couve folha.

O cultivo orgânico pode ser utilizado baseado nos princípios agroecológicos de produção sustentável com a conservação do solo, utilização racional dos recursos naturais, uso de inseticidas, fungicidas e fertilizantes orgânicos, rotação e consórcio de culturas, produção de mudas com composto orgânico e manejo ecológico de ervas espontâneas, segundo Tomio et al., (2021) o cultivo de alface com compostos orgânicos tem baixo custo de produção em decorrência do não uso de agrotóxicos sintéticos e fertilizantes químicos.

Assim, tem-se buscado técnicas alternativas de cultivo, como o uso de compostos orgânicos possibilitando o cultivo da alface sem causar danos às plantas e, conseqüentemente, redução no rendimento produtivo (PAULUS et al., 2010; GUIMARÃES et al., 2017; SILVA et al., 2018), e deste modo fomentar a produção desta hortaliça.

A couve é uma hortaliça folhosa da família Brassicaceae a qual possui aproximadamente 4.000 espécies e cerca de 400 gêneros, encontra-se dentre aquelas com maior número de espécies do grupo das dicotiledôneas. Sendo ela uma cultura tipicamente de outono e inverno, que se desenvolve bem em regiões mais frias (16 a 22°C), é altamente exigente em água, e se desenvolve melhor em temperaturas mais amenas, tolerantes ao calor, sendo assim de fácil cultivo podendo ser plantada ao longo do ano inteiro (ROCHA et al., 2019).

A couve é caracterizada por ser de fácil acesso e de baixo custo, onde no mercado existem diversos cultivares, sendo diferenciados quanto à aparência, cor e textura das folhas. Os agricultores preferem as couves de porte médio a alto, pois facilita o processo de colheita das folhas (PRADO, 2018).

Diante a alta demanda por nutrientes, a necessidade por fontes de fertilizantes que contenham macro e micronutrientes disponíveis, que atendam a cultura da couve-manteiga é fundamental para o desenvolvimento da hortaliça. No entanto, o preço dos fertilizantes químicos tem aumentado ao longo dos anos, encarecendo o custo de produção, o que é desvantajoso para o produtor, em especial para o pequeno agricultor. Nesse aspecto, visando superar esse desafio o emprego de técnicas naturais de adubação do solo, como o uso de biofertilizante e a adubação orgânica (resíduos de origem animal ou vegetal) tem ganhado força no país, sendo uma opção viável e sustentável na produção de hortaliças (SILVA et al., 2019).

4. METODOLOGIA

O experimento foi desenvolvido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), campus Pombal-PB. O resíduo da agroindústria cervejeira foi obtido na empresa Voillër Cerveja Artesanal, localizada nas proximidades do município de Pombal-PB. O resíduo foi coletado em baldes estéreis de 20 litros com tampas. Após a coleta o resíduo foi levado ao Centro Vocacional Tecnológico (CVT), onde ele foi seco em estufa de circulação forçada a 65°C por 48h e posteriormente dando início as análises.



Figura 1: Obtenção do resíduo.
Fonte: Autoria própria (2023).



Figura 2: Resíduo úmido.
Fonte: Autoria própria (2023).



Figura 3: Resíduo seco.
Fonte: Autoria própria (2023).

4.1. Caracterização físico-química do resíduo

4.1.1. Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH das amostras foi determinado através do método potenciométrico utilizando um pHmetro de bancada, sendo este calibrado periodicamente com soluções tampão 4,0 e 7,0 de acordo com metodologia descrita por IAL (2008).

4.1.2. Umidade

Os teores de umidade foram determinados através do método de secagem a 105°C, em estufa de ar de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008) e os resultados expressos em porcentagem (p/p).

4.1.3. Cinzas

Foi determinada através de procedimento de calcinação em mufla. Para isto, o cadinho de porcelana foi inicialmente tarado e adicionou 5 gramas da amostra que foi aquecida a uma temperatura de 600°C (aumentando 50°C a cada hora) até o material adquirir coloração branco acinzentada, e os resultados foi expresso em porcentagem (p/p), de acordo com o método recomendado descrito pelo instituto Adolfo Lutz (2008).

4.1.4. Proteínas

Determinados através do método Kjeldahl, 036/IV descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) e os resultados encontrados foram expressos em porcentagem (p/p).

4.1.5. Lipídios (%)

A quantidade de lipídios das amostras foi determinada através do método de extração direta em Sohlex, conforme método descrito por IAL (2008). Para isto, cerca de 3 gramas da amostra foi pesada e acrescentada hexano como solvente. O conjunto foi então aquecido durante 6 horas e em seguida submetido a etapas de secagem em estufa a 105°C para eliminação total do solvente utilizado. A cada hora, os recipientes contendo gordura e solvente residual foram retirados da estufa e colocado em um dessecador por 15 minutos e submetido a pesagem, procedimento este, repetido até peso constante, onde o percentual de gordura foi definido e expressado em porcentagem.

4.2. Obtenção e Análise do Solo e Esterco

O solo utilizado no experimento foi adquirido no entorno da Universidade Federal de Campina Grande – Campus Pombal. Após a obtenção, o solo foi seco e submetido a análises, o esterco bovino foi obtido a partir de agricultores da região, sendo submetido à análise da proporção de macronutrientes (NPK).

4.3. Análise do Solo

Todas as análises foram realizadas em triplicata, feitas seguindo a metodologia descrita por Paulo *et al.* (2017).

4.3.1. pH

Realizado em uma solução de CaCl₂, baseado na concentração de íons H⁺ na solução do solo.

4.3.2. Cátions Trocáveis (Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺)

Utilizando o princípio de extração, seguindo a metodologia de Paulo *et. al* (2017).

4.3.3. Fósforo Disponível (P)

Baseia-se no princípio da dissolução dos minerais contendo Fósforo (P), determina a fração do teor total de P no solo.

4.3.4. Potássio e Sódio trocáveis (K⁺, Na⁺)

Determinados pelo princípio da extração com solução Mehlich 1 e determinação por espectrofotometria de chama posteriormente.

4.3.5. Acidez Potencial do Solo (H^{++} Al^{3+})

Determinado seguindo a metodologia de Paulo et. al (2017), referente aos íons H^{++} e Al^{3+} , utilizando o princípio da extração da acidez potencial com acetato de cálcio tamponado a pH 7,0.

4.4. Complexo Sortivo do Solo

4.4.1. Valor S - Soma de Bases Trocáveis (SB)

O valor S é o somatório dos teores de bases cálcio, magnésio, potássio e sódio (PAULO *et. al*, 2017).

4.4.2. CTC efetiva (CTC)

CTC efetiva corresponde à CTC determinada ao pH natural do solo e foi estimada somando-se as quantidades trocáveis dos cátions Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} , Na^{+} e Al^{3+} (PAULO *et al*, 2017).

4.4.3. Valor T (Capacidade de Troca Catiônica Total)

Valor T é o total de cargas negativas que o solo pode adsorver, e é determinado pela soma entre o valor S e a acidez potencial ($H + Al$) (PAULO *et. al*, 2017).

4.4.4. Valor V (Índice de Saturação de Bases)

Valor V ou V% indica a proporção da CTC do solo que é preenchida pelas bases trocáveis (PAULO *et. al*, 2017).

4.4.5. Índice de Saturação por Alumínio (m)

Saturação por alumínio indica a proporção de alumínio solúvel em relação aos teores de bases trocáveis e alumínio na CTC do solo (PAULO *et. al*, 2017).

4.4.6. Percentagem de Saturação por Sódio (PST)

Saturação por sódio indica a proporção de sódio solúvel em relação a CTC total do solo.

4.4.7. Matéria Orgânica (M.O)

A determinação do teor de matéria orgânica pelo método da mufla foi feita seguindo-se método estabelecido por Goldin (1987), com as seguintes modificações: secagem prévia das amostras em estufa a 105 °C, por um período de 24 h, visando eliminar toda a água presente nos resíduos, como a higroscópica, a capilar ou de cristalização (RODELLA & ALCARDE, 1994).

4.5. Análise de Macronutrientes do Esterco Bovino

4.5.1. Nitrogênio (N)

Determinado pela digestão com catalisadores e alta temperatura, conforme descrito por Tedesco *et al.* (1995).

4.5.2. Fósforo (P)

Determinado por espectrofotometria conforme descrito por Tedesco *et al.* (1995).

4.5.3. Potássio (K)

Determinado por fotometria de chama, conforme descrito por Tedesco *et al.* (1995).

4.6. Elaboração dos Compostos

Foi elaborado compostos, conforme os tratamentos:

- Tratamento 1 (Solo);
- Tratamento 2 (Solo + esterco);
- Tratamento 3 (Solo + fertilizante químico);
- Tratamento 4 (Solo + resíduo 5%);
- Tratamento 5 (Solo + resíduo 10%);
- Tratamento 6 (Solo + resíduo 15%);
- Tratamento 7 (Solo + resíduo 20%).

Para a elaboração dos compostos, foi utilizado o resíduo de cervejaria do tipo Pilsen. E para a elaboração do tratamento 3 utilizou dos seguintes fertilizantes: Ureia, Superfosfato simples e Cloreto de potássio.



Figura 4: Implantação do experimento.

Fonte: Autoria própria (2023).

Para o uso dos fertilizantes foi realizado cálculos de adubação e cálculos da quantidade de fertilizante.

$100 \times 100 \times 0,1 = 1000\text{m}^3$ volume de solo de 1ha

Volume do vaso = $0,005 \text{ m}^3$

Adubação N (120Kg/ha)

1000m^3 ----- 120Kg/ha

$0,005\text{m}^3$ ----- X

X = 0,0006Kg ou 0,6g/vaso.

Adubação P (400Kg/ha)

1000m^3 ----- 400Kg/ha

$0,005\text{m}^3$ ----- X

X = 0,002Kg ou 2g/vaso.

Adubação K (90Kg/ha)

1000m^3 ----- 90Kg/ha

$0,005\text{m}^3$ ----- X

X = 0,00045Kg ou 0,45g/vaso.

Cálculo para a quantidade de fertilizante

100Kg de ureia possui 45Kg

X ----- 0,0006Kg

X = 1,33g de ureia/vaso.

100Kg de superfosfato simples possui 20Kg de P_2O_5

100Kg ---- 20Kg

X – 0,002

X = 10g de superfosfato simples/vaso.

100Kg de cloreto de potássio possui 45Kg de K_2O .

100Kg ---- 45Kg

X ---- 0,00045Kg

X = 1g de cloreto de potássio/vaso.

4.6.1. Caracterização dos Compostos Elaborados

4.6.1.1. pH

Determinado pelo método potenciométrico, que se baseia na determinação da concentração hidrogeniônica usando o pHmetro. Seguindo método 017/IV determinado por o Instituto Adolfo Lutz, (2008).

4.6.1.2. Matéria Orgânica (M.O.)

Determinação do teor de matéria orgânica pelo método da mufla foi feita seguindo-se método estabelecido por Goldin (1987).

4.6.1.3. Teores Disponíveis de N, P e K

Foram avaliados por meio de digestão e extração da amostra, conforme o método descrito por SILVA et al. (2009).

4.7. Produção e Avaliação das Mudanças

As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido (ISOPOR) com 200 células, abrigadas sobre cobertura de sombrite 30%. Após 15 dias as plântulas foram transplantadas para baldes, onde cada balde recebeu de 2 a 3 plantas, após três dias foi feito o desbaste. Ao fim de cada ciclo das plantas (Couve – 90 dias; Alface – 70 dias), foram colhidas, lavadas em água corrente e realizadas as medições.

A irrigação foi manual, realizada duas vezes por dia, com a utilização de regador com crivo fino afim de manter a umidade adequada.

As hortaliças utilizadas no experimento foi a Couve Manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*) e a Alface Crespa (*Lactuca sativa* var. *crispa*), ambas da Feltrin sementes.

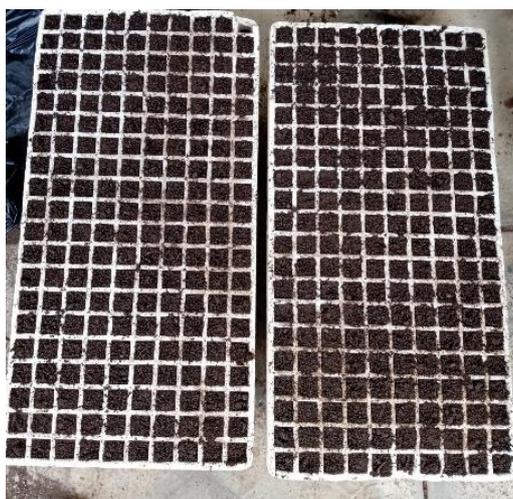


Figura 5: Produção das mudas.

Fonte: Autoria própria (2023).



Figura 6: Mudanças de Couve-Folha.
Fonte: A autoria própria (2023).



Figura 7: Mudanças de Alface.
Fonte: A autoria própria (2023).

As características de crescimento que foram avaliadas levaram em consideração a parte comercial das espécies, as quais foram:

4.7.1. Número de Folhas/Planta

Foi separado uma planta de cada tratamento e quantificado a quantidade mediado número de folhas (NF) presentes/planta.

4.7.2. Comprimento Médio das Folhas

Das mesmas plantas das análises anteriores, foi determinado o comprimento da maior folha com o auxílio de um paquímetro digital, com resultados em milímetros (mm).

4.7.3. Largura Média das Folhas

Utilizando as mesmas folhas da análise anterior, foi determinada a sua largura com um paquímetro digital, expressando o resultado em milímetros (mm)

4.7.4. Altura Média das Plantas

A altura da maior planta foi determinada com o auxílio de uma fita métrica graduada em centímetros (cm).

4.7.5. Determinação do acúmulo de nutrientes nas plantas (N, P e K)

Serão avaliados por meio de digestão da amostra, conforme o método descrito por SILVA et al. (2009).

4.7.6. Matéria Fresca (folha/raiz)

Para a massa fresca da folha (MFF) e para massa fresca da raiz (MFR), foi feita pesagem das folhas e raiz em balança digital de precisão para obtenção do peso fresco (g).

4.7.7. Matéria Seca (folha/raiz)

A massa seca da folha (MSF) foi obtida por meio da pesagem das folhas e raiz secas em balança digital de precisão (g), após serem colocados em estufa de circulação de ar forçada a 65°C em temperatura constante.

4.7.8. Cinzas

Foi determinada através de procedimento de calcinação em mufla. Para isto, o cadinho de porcelana foi inicialmente tarado e adicionou 5 gramas da amostra que foi aquecida a uma temperatura de 600°C (aumentando 50°C a cada hora) até o material adquirir coloração branco acinzentada, e os resultados foi expresso em porcentagem (p/p), de acordo com o método recomendado descrito pelo instituto Adolfo Lutz (2008).

4.7.9. Clorofila Total

A determinação de clorofila total foi realizada seguindo a metodologia proposta por Lichtenthaler (1987). Para a extração, a amostra foi colocada em almofariz com 5mL de acetona a 80% e 0,2g de carbonato de cálcio, e foi macerado por cerca de 2 minutos. Em seguida, o conteúdo foi transferido para um tubo envolto de papel alumínio e centrifugado por 10 min a 10°C e 3000 rpm, em centrifuga compacta QUIMIS. Posteriormente realizou as leituras em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 646 nm e 663 nm.

4.8. Viabilidade econômica

Segundo Lopes e Carvalho (2002), os dados obtidos na apuração dos custos de produção são utilizados para diferentes finalidades, tais como: estudo da rentabilidade da atividade, redução dos custos controláveis, planejamento e controle das operações do sistema de produção, identificação e determinação da rentabilidade do produto, identificação do ponto de equilíbrio do sistema de produção e instrumento de apoio ao produtor no processo de tomada de decisões seguras e corretas.

Para efetuar a análise econômica, foram considerados preços de mercado para os insumos utilizados no experimento, custo de cada fertilizante, o resíduo de cervejaria, solo e esterco, e foi calculado o resultado econômico proporcionado por cada um.

4.9. Análise Estatística

A análise estatística do experimento foi conduzida em Delineamento em Blocos Casualizados (DBC). Em 4 blocos com 7 parcelas cada, o resíduo foi misturado ao solo em diferentes concentrações com base no volume dos vasos (5 litros), em 7 diferentes formulações de misturas, descritas anteriormente com 4 repetições (1 por bloco), no entanto, para a segurança do experimento, cada repetição teve uma duplicata, sendo metade apenas repetições de segurança, assim, o experimento ocorreu no formato 4 X 14, totalizando 56 parcelas, mas apenas 28 unidades experimentais.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de comparação de médias de Tukey ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$), nas tabelas, os resultados serão expressos com média \pm desvio padrão.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Resíduo Cervejeiro

Os resultados das análises do resíduo cervejeiro estão dispostos abaixo na tabela 1.

Tabela 1: Caracterização físico-química do resíduo cervejeiro (RC).

PARÂMETROS	RC
pH	4,53±0,13
Umidade (%)	9,97 ± 0,04
Cinzas*	2,73 ± 0,09
Nitrogênio Total*	4,21 ± 0,11
Proteínas Totais*	26,31 ± 0,61
Lipídios*	5,35 ± 0,27

*Resultados expressos em g/100g de matéria seca. Fonte: Autoria própria (2023).

O teor de pH encontrado para o resíduo cervejeiro de 4,53, demonstrou está um pouco ácido, podendo ser explicado pela produção da cerveja, que por ser do tipo pilsen, o pH do malte na fabricação da cerveja encontra-se próximo a esse valor, como no trabalho realizado por Perim *et al.* (2013) que avaliou a influência do pH na produção de cervejas e encontrou valores de pH entre 4,31 e 4,40.

O teor de umidade encontra-se dentro do esperado, pois levando em consideração que o resíduo foi seco, são esperados valores na faixa dos 10%, o valor depende do tempo e temperatura de secagem.

O valor encontrado para cinzas foi razoável quando comparado aos estudos de Ceccato (2019) e Massardi (2020) com valores de 1,70% e 3,76%, respectivamente, o teor de cinzas diz respeito a quantidade de resíduo sólido, em teoria, as cinzas podem ser ricas em minerais como K, P, Ca e Mg, podendo ser utilizadas isoladamente para a suplementação do solo (PIVA *et al.* 2013). No entanto os valores de cinzas podem variar bastante na literatura, segundo Dragone (2007) esses valores diferentes são pela variedade de minerais encontrados na composição da cinza.

O teor de nitrogênio total encontrado foi superior ao valor observado por Lemos (2021), com um valor de 3,9%, não diferindo muito. A importância da determinação do valor de nitrogênio total no resíduo se dá pela mineralização desse nitrogênio no solo, Paula (2013) observou esse comportamento em seu estudo, concluindo com seus

resultados que poucas quantidades de nitrogênio realmente foram incorporados ao solo, no entanto, o autor justificou o acontecimento pelas altas perdas causadas por lixiviação derivadas das chuvas ocasionadas em seu experimento, com os tratamentos ao abrigo da chuva, como é o presente estudo, essas perdas por lixiviação não aconteceram, podendo assim elevar o valor de N incorporado ao solo.

O valor de proteínas totais encontra-se dentro da média encontrada na literatura, o estudo de Mattos (2010) encontrou um valor semelhante, cerca de 23,4%, já Hernández *et al.* (1999) diz que o valor de proteínas para esse tipo de amostra encontra-se entre 20 e 30%.

Para o valor encontrado para lipídios, observou-se valores semelhantes na literatura, com 5,9% de lipídios encontrados por Rigo *et al.* (2017) e 5,32% encontrado no trabalho de Casella *et al.* (2019).

Os valores de proteínas totais e de lipídios não apresenta relevância para o desenvolvimento da planta, mas para o presente estudo, optou-se por analisá-los apenas para uma análise completa para fins informativos.

5.2. Análise do Solo

Resultados da análise do solo estão dispostos abaixo nas tabelas 2 e 3.

Tabela 2: Característica química do solo utilizado.

PARÂMETROS	RESULTADOS
pH* (CaCl ₂)	6,18±0,1
Ca ²⁺ (cmol/dm ³)	6,10±0,1
Mg ²⁺ (cmol/dm ³)	3,40±0,1
Na ⁺ (cmol/dm ³)	0,10±0,01
K ⁺ (cmol/dm ³)	0,31±0,01
H+Al ³⁺ (cmol/dm ³)	1,65±0,1
Al ³⁺ (cmol/dm ³)	0,00±0,01

*pH realizado em CaCl₂. Fonte: Autoria própria (2023).

De acordo com Sobral (2015), o pH do solo utilizado no trabalho (6,18) pode ser considerado alto, pois encontra-se acima de 6,0, o que representa uma fraca acidez ativa, Prezotti (2013) cita que solos com uma baixa acidez ativa são bons para cultivo em função da faixa de pH que é adequada para a maioria das culturas, pela ausência de Al³⁺.

Os teores encontrados das bases trocáveis K^+ , Mg^{2+} e Ca^{2+} foram respectivamente, 0,31; 3,40 e 6,10 $cmolc/dm^3$, de acordo com Sobral (2015) é possível classificar o solo com seus devidos teores como: baixo, alto e alto.

De acordo com Bernardi (2012), o baixo teor de K^+ pode ser justificado em função de perdas por lixiviação provocadas pelas chuvas no local onde foi retirado o solo, o autor ainda diz que nesse tipo de solo, é normal que a quantidade de Ca^{2+} seja maior que a de Mg^{2+} , e ambas seja mais elevadas que o teor de K^+ .

A análise de sódio trocável (Na^+) mostra que o solo a ser utilizado no presente estudo apresentou um valor de 0,10 $cmol/dm^3$, apresentando valor baixo de sódio, sendo esse valor importante para a utilização do solo em questão no presente trabalho.

Apesar de ser benéfico para algumas culturas, como a da beterraba açucareira (MARSCHNER, 1995) e de forragem animal, principalmente substituindo o cátion de potássio, em geral, o acúmulo de sódio no solo provoca diversos impactos negativos no solo e no desenvolvimento de culturas agrícolas (LOEHR et al., 1979).

Apesar das plantas possuírem mecanismos de proteção contra o excesso de salinidade, como o ajuste osmótico, seletividade de troca de íons e armazenamento de sódio no vacúolo em geral, funções como a fotossíntese, síntese de proteínas e metabolismo de energia e lipídeos são afetados. O excesso de sódio apresenta como principais efeitos deletérios às plantas, a redução da área folhear e massa seca de raízes e folhas (PARIDA; DAS, 2005).

O teor de acidez potencial (H^+Al^{3+}) obtido foi de 1,65 $cmol/dm^3$, valor que caracteriza o solo com uma baixa acidez potencial (PREZOTTI, 2013), corroborando assim com o resultado de pH supracitado. O autor Kaminski *et al.* (2002), relatou em seu estudo que a acidez potencial é importante para os cálculos de uma capacidade de troca catiônica (CTC) estimada para o solo, mas o valor isolado em si, não teria utilidade na prática.

O valor obtido para alumínio trocável (Al^{3+}) foi de 0,00, valor extremamente baixo em função do pH elevado e da fraca acidez ativa (Prezotti, 2013). Zambrosi (2007) explica em seu estudo a relação inversamente proporcional de pH e alumínio do solo, o autor ainda diz que é possível reduzir o teor de alumínio com uma calagem do solo, que aumenta o pH, como o alumínio em pH mais baixo está na sua forma Al^{3+} acaba se tornando tóxico, já em pH mais elevados acaba passando para forma $Al(OH)_3$, que não é tóxico, por meio de uma reação de complexação.

Tabela 3: Característica química do solo utilizado.

PARÂMETROS	RESULTADOS
SB (cmol/dm ³)	9,81±0,1
P (mg/dm ³)	108±0,1
V (%)	85,73±0,1
M.O. (dag/kg)	0,639±0,1
CTC (cmol/dm ³)	11,56±0,1
m (%)	0,00±0,0
PST (%)	0,87±0,01

Fonte: Autoria própria (2023).

O valor encontrado de 9,81 para soma de bases (SB), segundo Prezotti (2013) é considerado alto, pois está acima de 5,0 cmol/dm³, o autor completa dizendo que o valor isolado não tem importância na prática, mas é extremamente relevante para ser usado no cálculo da CTC.

Para o teor de fósforo disponível (P), segundo Prezotti (2013), o valor de 108 mg/dm³ é um valor elevado e é adequado para a maioria das culturas. De acordo com Júnior (2008) o fósforo é importante na fase inicial do processo de formação das mudas, o autor também menciona que a adubação fosfatada é uma boa opção para esse mineral, tendo em vista que ele é raro na natureza, e são a melhor opção, pois as reações acontecerão rapidamente e a absorção radicular é acelerada.

O valor encontrado de 85,73 na saturação por bases (V%), é considerado alto segundo Sobral (2015) que cita que solos com saturação por bases maiores que 70% indicam que não há necessidade de calagem, de acordo com Hernandez (1998), altos valores de saturação por bases é um dos principais fatores a ser considerado quando se fala em fertilidade do solo, pois em altas doses nesse parâmetro facilita o desenvolvimento da maioria das culturas, caso encontre-se em baixas doses no solo, pode ser um fator limitante no desenvolvimento.

Segundo os autores Prezotti (2013) e Sobral (2015), o solo analisado possui baixa quantidade de matéria orgânica (M.O), pois o valor encontrado de 0,639dag/kg, é menor que 1,5 dag/kg citado pelos dois autores.

De acordo com Alcântara (2008), a matéria orgânica (M.O) pode sofrer alterações ao longo do tempo, em solos com baixos teores de matéria orgânica deve-se utilizar de meios para aumentar esse teor, a matéria orgânica é um dos principais componentes do solo e é considerada uma parte viva do solo, ela atua desde complexando substâncias

tóxicas como aumentando a disponibilidade de nutrientes e promovendo o desenvolvimento da cultivar no geral.

Para a capacidade de troca catiônica total (CTC) observou-se o valor de 11,56 cmol/dm^3 , de acordo com Sobral (2015), o valor caracteriza um solo com valor médio de CTC, sendo o valor encontrado entre 5,0 e 15,0. De acordo com Có Júnior (2011) o valor da CTC é um dos fatores que melhor define a fertilidade do solo, ela depende de fatores como a textura do solo, e matéria orgânica, é normal que solos argilosos como o utilizado no presente estudo tenham altos valores de CTC, no entanto, esse valor pode variar ao longo do tempo, decrescendo com o cultivo no local e perdas por lixiviação.

O valor obtido para o índice de saturação por alumínio (m) foi de 0,00%, um valor já esperado levando em consideração a ausência de alumínio trocável, indicando um solo com baixa toxidez relacionada a esse mineral.

A porcentagem de saturação de sódio (PST) pode representar se o solo é sódico ou não, importante para solos próximos ao litoral, na prática, um valor muito elevado pode dificultar a absorção de água e nutrientes pelas plantas, pode dificultar a penetração das raízes, causa efeito depressivo no geral, na tabela 3 é possível observar que o valor obtido no presente trabalho foi de 0,87%, não sendo considerado sódico e se encontrando abaixo da faixa de segurança de 10% (PREZOTTI, 2013).

5.3. Análise de Macronutrientes do Esterco Bovino

Resultados da análise de macronutrientes do esterco bovino estão dispostos abaixo na tabela 4.

Tabela 4: Relação NPK do esterco bovino.

PARÂMETROS	Nitrogênio (N)		Potássio (K)
	(mg/dm^3)	Fósforo (P) (mg/dm^3)	(mg/dm^3)
RESULTADOS	3,5±0,1	12,98±0,1	6,32±0,1

Fonte: Autoria própria (2023).

O presente estudo encontrou valores de 3,5 g/kg para o nitrogênio, 12,98 g/Kg para o fosforo e 6,32 g/kg para o potássio.

O estudo realizado por Galvão (2008) analisou várias amostras de esterco bovino obtido no município de Esperança, PB. Os resultados para os devidos teores analisados diferiram bastante das médias encontradas por Galvão (2008), sendo para N – 8,7; P – 3,0 e K - 12 g/kg respectivamente.

Loureiro (2007) também obteve valores distintos se comparados aos resultados encontrados no presente trabalho, obtendo valores de 20,4; 5,0 e 23,0 g/kg respectivamente.

De acordo com Araújo (2007), é normal a ocorrência de diferenças nas quantidades de nutrientes para cada amostra, mas no geral, o esterco bovino tem a capacidade de nutrir corretamente o solo, atendendo a demanda de macronutrientes das plantas, além de atuar melhorando as condições físicas do solo.

5.4. Caracterização dos Compostos Elaborados

Resultados caracterização dos compostos elaborados estão dispostos abaixo na tabela 5.

Tabela 5: Caracterização dos compostos elaborados.

TRATAMENTOS	PARÂMETROS		
	pH	M.O.*	Nitrogênio (N)
T1	6,63 ^{abc} ±0,40	1,68 ^b ±0,09	0,43 ^c ±0,06
T2	6,59 ^{bc} ±0,20	3,06 ^b ±0,69	0,70 ^c ±0,20
T3	6,25 ^c ±0,02	1,65 ^b ±0,15	0,70 ^c ±0,20
T4	6,74 ^{ab} ±0,04	2,32 ^b ±0,27	4,97 ^b ±0,21
T5	6,96 ^{ab} ±0,03	3,04 ^b ±0,95	7,00 ^a ±0,00
T6	6,96 ^{ab} ±0,06	3,17 ^b ±0,00	7,40 ^a ±0,36
T7	7,09 ^a ±0,03	5,27 ^a ±0,41	7,50 ^a ±0,20

As médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. * M.O.- Matéria orgânica. Fonte: Autoria própria (2023).

Apesar das diferenças entre os tratamentos, os resultados de pH apresentaram-se próximos a neutralidade variando de 6,25 para o tratamento T3 a 7,09 para o tratamento T7. Estes resultados corroboram com resultados encontrados por Fernandes *et al.* (2009), que consideraram a faixa de pH entre 6,6 e 7,6 como uma boa faixa para crescimento de vegetais.

É possível observar que os teores de matéria orgânica no solo foram maiores para os tratamentos que possuem o resíduo cervejeiro, do T5 ao T7 (3,04; 3,17 e 5,27), porém é importante frisar que o tratamento T2 obteve (3,06), contendo o esterco apresentou valores para M.O semelhantes e bastantes próximos a tratamentos contendo o resíduo cervejeiro. Observa-se então que a adição do resíduo cervejeiro ocasionou um aumento na quantidade de matéria orgânica disponível.

Na fase inicial do desenvolvimento de plantas, a matéria orgânica estimula o desenvolvimento das raízes, além de fornecer o nitrogênio, que nesta fase é de fundamental importância ao crescimento da planta (Moreira, 1987).

Para a análise de nitrogênio total nos compostos elaborados, observa-se que os tratamentos contendo o resíduo cervejeiro (T4 ao T7), apresentaram uma maior quantidade de nitrogênio livre em sua composição, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. O nitrogênio é um macronutriente bastante importante para o desenvolvimento da planta, necessitando assim de uma quantidade grande desse composto orgânico. Com isso a adição dos resíduos nas porcentagens adicionadas faz com que essa quantidade de nitrogênio seja maior, podendo até não ocorrer a necessidade de uma correção no solo por parte do produtor.

5.5. Avaliação das Mudanças

Os resultados da avaliação das mudas estão dispostos abaixo na tabela 6.

Tabela 6: Avaliação das mudas nos diferentes tratamentos da couve-folha.

PARÂMETROS	TRATAMENTOS						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Nº de folhas/planta	7,75 ^{b±}	10,0 ^{a±}	7,75 ^{b±}	8,75 ^{ab±}	8,75 ^{ab±}	8,75 ^{ab±}	9,75 ^{ab±}
Comprimento das folhas (mm)	81,22 ^{c±}	112,14 ^{ab±}	88,21 ^{ab±}	109,54 ^{ab±}	118,52 ^{a±}	113,99 ^{ab±}	119,15 ^{a±}
Largura das folhas (mm)	67,95 ^{c±}	85,14 ^{b±}	92,31 ^{b±}	84,95 ^{b±}	103,04 ^{a±}	106,01 ^{a±}	107,39 ^{a±}
Altura da planta (cm)	26,53 ^{c±}	30,34 ^{bc±}	25,15 ^{c±}	29,66 ^{bc±}	37,89 ^{a±}	34,06 ^{ab±}	31,43 ^{abc±}
Matéria fresca folhas(g)	5,92 ^{a±}	14,53 ^{a±}	4,14 ^{a±}	10,24 ^{a±}	14,61 ^{a±}	9,70 ^{a±}	9,48 ^{a±}
Matéria fresca raiz(g)	1,68 ^{b±}	5,13 ^{ab±}	1,61 ^{b±}	3,42 ^{ab±}	6,05 ^{a±}	5,70 ^{ab±}	4,18 ^{ab±}
Matéria seca folhas(g)	1,23 ^{a±}	2,58 ^{a±}	0,84 ^{a±}	2,16 ^{a±}	2,32 ^{a±}	1,65 ^{a±}	1,24 ^{a±}
Matéria seca raiz(g)	0,61 ^{b±}	2,07 ^{a±}	0,58 ^{b±}	1,09 ^{ab±}	1,51 ^{ab±}	1,22 ^{ab±}	0,93 ^{ab±}

As médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Autoria própria (2023).

Observe-se que, a inclusão do resíduo, em todas as proporções empregadas, promoveu modificações significativas de valores, comparando-se aos obtidos nas parcelas controle (sem o resíduo em questão).

Em relação ao número de folhas colhidas verificou-se que o tratamento T2 obteve o maior resultado 10,0, mas não diferiu significativamente dos demais tratamentos, onde seguido do T2 o T7 obteve 9,75.

O maior comprimento das folhas por planta ocorreu em resposta ao tratamento T7- 119,15 onde possui o maior teor de resíduo, mas não diferiu significativamente dos demais tratamentos.

No que diz respeito a comercialização de hortaliças folhosas, Novo et al. (2010) afirma que os aspectos da aparência como tamanho, forma, brilho e a cor da folha, principalmente, são um dos principais atributos de qualidade que o consumidor observa. A melhoria foliar na planta é consequência da disponibilidade de nutrientes no solo, especialmente dos macronutrientes (MALAVOLTA et al., 1997).

Com relação a largura das folhas foi observado que o tratamento T7-107,39 foi superior aos demais, mas não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos.

De acordo com Azevedo et al. (2012), que avaliaram o desempenho agrônomico de 36 diferentes genótipos de couve manteiga, a altura da couve manteiga pode variar entre 31,20 cm a 83,35 cm, de acordo com o genótipo. Já STEINER et al. (2009), que avaliaram efeitos de dosagens de composto orgânico em couve manteiga, encontraram variação de altura de plantas entre 16 cm a 25 cm.

No entanto, quando os resultados foram comparados aos encontrados por STEINER et al. (2009), que avaliaram a produção de couve manteiga com composto orgânico, percebe-se que os valores em altura ficaram além dos resultados encontrados pelo autor (16 a 25 cm), e o resultado obtido no presente estudo o menor valor foi 25,15 e o maior de 37,89, o que pode ser sugerido pelo bom desenvolvimento da planta no composto orgânico.

Para a característica de matéria fresca das folhas e raiz, constatou-se que o tratamento T5 foi superior aos demais, apresentando massa de 14,61g e 6,05g, enquanto que os demais tratamentos avaliados não diferiram estatisticamente.

Segundo Morselli (2009), a matéria seca das plantas contém de 1 a 10% de compostos minerais e de 90 a 99% de compostos orgânicos. Sendo assim, a quantidade de matéria seca obtida nas folhas e raízes em todos os tratamentos fornecerá uma

quantidade de material orgânico se incorporado ao solo. E o tratamento T2 foi superior estatisticamente aos demais.

Os resultados para a avaliação das mudas de alface estão dispostos na tabela 7.

Tabela 7: Resultados da avaliação das mudas nos diferentes tratamentos da alface.

Parâmetros	Tratamentos						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Nº de folhas/planta	12,25 ^{a±}	13,25 ^{a±}	11,75 ^{a±}	14,50 ^{a±}	15,75 ^{a±}	15,00 ^{a±}	15,75 ^{a±}
	0,71	0,71	0,87	0,73	0,35	0,82	0,96
Comprimento das folhas (mm)	117,09 ^{bc±}	125,17 ^{abc±}	111,17 ^{c±}	108,15 ^{c±}	114,68 ^{bc±}	131,63 ^{ab±}	143,82 ^{a±}
	0,67	0,84	0,26	0,08	0,40	0,95	0,97
Largura das folhas (mm)	135,88 ^{a±}	111,39 ^{a±}	107,99 ^{a±}	108,57 ^{a±}	107,93 ^{a±}	117,45 ^{a±}	134,33 ^{a±}
	0,56	0,94	0,07	0,44	0,64	0,57	0,88
Altura da planta (cm)	22,80 ^{a±}	24,19 ^{a±}	24,34 ^{a±}	23,95 ^{a±}	24,18 ^{a±}	25,86 ^{a±}	24,32 ^{a±}
	0,36	0,13	0,97	0,38	0,28	0,76	0,92
Matéria fresca folhas (g)	9,20 ^{a±}	18,63 ^{a±}	8,62 ^{a±}	15,09 ^{a±}	21,81 ^{a±}	16,34 ^{a±}	22,32 ^{a±}
	0,42	0,72	0,87	0,87	0,47	0,05	0,13
Matéria fresca raiz (g)	2,60 ^{a±}	4,57 ^{a±}	3,07 ^{a±}	4,39 ^{a±}	5,04 ^{a±}	4,64 ^{a±}	4,40 ^{a±}
	0,03	0,08	0,17	0,37	0,22	0,75	0,12
Matéria seca folhas (g)	0,55 ^{b±}	2,32 ^{ab±}	0,78 ^{b±}	1,83 ^{ab±}	2,45 ^{ab±}	2,31 ^{ab±}	3,06 ^{a±}
	0,18	0,46	0,47	0,72	0,20	0,87	0,52
Matéria seca raiz (g)	0,20 ^{a±}	0,68 ^{a±}	0,80 ^{a±}	0,91 ^{a±}	1,17 ^{a±}	0,81 ^{a±}	0,32 ^{a±}
	0,17	0,31	0,70	0,63	0,66	0,49	0,13

As médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Autoria própria (2023).

Para a característica número de folhas, a maior média obtida foi pelo tratamento T5 e T7 com 15,75, seguindo com valores similares para os demais tratamentos, e não diferiu estatisticamente. Tessaro et al. (2013), afirma que o número de folhas é um dos parâmetros mais importantes a serem avaliados no cultivo de mudas, pois um bom desenvolvimento da porção aérea permite à planta uma maior capacidade de fotossíntese.

Conforme pode ser observado na Tabela 5, para a característica comprimento das folhas os maiores valores foram os tratamentos T6 e T7, onde possuem as maiores concentrações de resíduo.

Analisando os resultados da largura das folhas foi possível observar a menor média no tratamento T5 107,93 que é composto de 10% do resíduo. Possivelmente, uma menor disponibilidade de nutrientes no solo e a lixiviação por chuvas, antes da coleta do

solo, limitaram o acúmulo de nutrientes nas mudas (BRANDÃO, 2000; COSTA et al., 2013).

Freitas et al. (2013) trabalhando com mudas de alface observaram que os substratos alternativos apresentam maior desenvolvimento na altura de plantas, em relação a substratos comerciais. Na presente pesquisa o tratamento que obteve maior desenvolvimento quanto à altura da planta foi o tratamento T6 com 25,86 cm.

Na matéria fresca das folhas foi observado um incremento para esta variável em função do resíduo utilizado, apresentando significância aos demais tratamentos, onde é possível observar a maior média no tratamento T7 22,32. Para a matéria seca das folhas observou-se que o menor valor obtido foi no tratamento T1 0,55 e o maior no tratamento T7 3,06.

O maior teor de matéria fresca das raízes foi obtido nos tratamentos T5 com 5,04 e T6 com 4,64, à base de resíduo 10% e 15%, diferindo estatisticamente aos demais tratamentos. Para a massa seca da raiz, é possível constatar que não houve efeito significativo entre os diferentes tratamentos avaliados.

Os resultados da avaliação físico-química para a couve-folha estão descritos na tabela 8.

Tabela 8: Resultados da avaliação físico-química nos diferentes tratamentos da couve-folha

Parâmetros	Tratamentos						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Cinzas (%)	2,74 ^{a±}	4,08 ^{a±}	2,43 ^{a±}	2,75 ^{a±}	2,26 ^{a±}	3,48 ^{a±}	2,68 ^{a±}
	0,62	0,92	0,31	0,80	0,31	0,05	0,83
Clorofila Total (µg/100g)	3456,76 ^{d±}	6840,06 ^{b±}	2049,82 ^{f±}	437,82 ^{g±}	8252,43 ^{a±}	5593,02 ^{c±}	3247,02 ^{e±}
	0,68	0,04	0,85	0,00	0,26	0,33	0,77
Nitrogênio Total (N) (%)	1,30 ^{c±}	0,90 ^{c±}	1,00 ^{c±}	5,23 ^{b±}	6,67 ^{ab±}	7,93 ^{a±}	8,50 ^{a±}
	0,40	0,35	0,03	0,42	0,65	0,10	0,50
Fósforo (P) (g/Kg)	0,41 ^{d±}	0,72 ^{c±}	0,80 ^{c±}	0,90 ^{bc±}	1,08 ^{b±}	1,52 ^{a±}	1,65 ^{a±}
	0,29	0,18	0,07	0,33	0,18	0,11	0,04
Potássio (K) (g/Kg)	16,43 ^{b±}	25,92 ^{a±}	25,82 ^{a±}	25,82 ^{a±}	27,98 ^{a±}	29,02 ^{a±}	32,12 ^{a±}
	0,92	0,99	0,69	0,69	0,50	0,13	0,93

As médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Autoria própria (2023).

Não houve diferenças para o teor de cinzas entre os tratamentos, indicando que os resíduos minerais fixados nas folhas de couve não sofreram alteração. O teor de cinzas em alimentos refere-se ao resíduo inorgânico, ou resíduo mineral fixo (sódio, potássio, magnésio, cálcio, ferro, fósforo, cobre, cloreto, alumínio, zinco, manganês e outros compostos minerais) remanescente da queima da matéria orgânica em mufla a altas temperaturas (500-600°C) (ZAMBIAZI, 2010).

O índice de clorofila entre os tratamentos diferiu entre si. A concentração de clorofila está correlacionada positivamente com os teores de nitrogênio nas folhas (PÔRTO et al., 2011), por isso, tem possibilitado sua utilização como critério de avaliação do estado nutricional de nitrogênio nas plantas (SAMBORSKI; TREMBLAY; FALLON, 2009).

Considerando-se os valores de Nitrogênio e Potássio, verificou-se que, a incorporação do resíduo estudado, proporcionou aumentos importantes nos conteúdos de nutrientes, o que pode ser justificado pela composição do resíduo. Conforme Holanda et al. (1982), o nitrogênio total das plantas é um dos parâmetros que melhor expressa a eficiência na fixação do N atmosférico. De modo geral, houve tendência de mudas desenvolvidas nos tratamentos T4, T5, T6 e T7 acumularem mais N.

Para P nos tratamentos estudados foi observado que de acordo com que a porcentagem do resíduo aumentava o teor de P também crescia, onde os valores obtidos foram de (0,90; 1,08; 1,52 e 1,65) do T4 ao T7. O Fósforo é o elemento-chave na fase inicial de crescimento devido ao maior acúmulo de biomassa, pois contribui diretamente com a fotossíntese, e está relacionado a diversas atividades bioquímicas, tais como ativador de grande número de enzimas, regulador da pressão osmótica, abertura e fechamento dos estômatos (GODOYET al., 2012).

A avaliação físico-química para as alfices produzidas estão dispostos na tabela 9.

Tabela 9: Resultados da avaliação físico-química nos diferentes tratamentos da alfice.

TRATAMENTOS	PARÂMETROS		
	Cinzas (%)	Clorofila Total (µg/100g)	Nitrogênio Total (N) (%)
T1	4,61 ^a ± 0,26	2943,40 ^d ± 0,72	2,70 ^d ± 0,65
T2	4,42 ^a ± 0,18	2912,37 ^e ± 0,43	9,83 ^c ± 0,15
T3	4,47 ^a ± 0,26	2776,01 ^f ± 0,05	10,93 ^{bc} ± 0,25
T4	4,72 ^a ± 0,64	3752,67 ^c ± 0,17	10,97 ^{bc} ± 0,25
T5	4,58 ^a ± 0,26	3751,62 ^c ± 0,05	11,17 ^b ± 0,23

T6	4,52 ^a ± 0,26	3987,21 ^b ± 0,99	11,27 ^b ± 0,72
T7	4,25 ^a ± 0,65	8948,41 ^a ± 0,30	14,03 ^a ± 0,11

As médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Autoria própria (2023).

A partir dos resultados da tabela 9, pode-se observar que para a análise de cinzas não ocorreu diferença estatística entre os sete tratamentos estudados. Porém é importante destacar que o tratamento T4 contendo 5% de resíduo apresentou uma quantidade superior (4,72%) aos demais tratamentos.

Para o teor de clorofila total não houve diferença significativa entre os tratamentos T1 a T6, mas o tratamento T7 demonstrou um maior valor de 8948,41. BÔAS et al. (2004) ao estudarem plantas de alface sob composto de palhada de feijão, observaram resultados positivos, tendo as folhas apresentado coloração verde mais intensa, o que significa um maior índice de nutrição das plantas, principalmente quanto ao nitrogênio.

Ao observar os valores de nitrogênio foi possível identificar o acréscimo em todos os tratamentos. Corroborando com resultados de Medeiros et al. (2013) e Costa et al. (2009) de que substratos produzidos com compostos orgânicos provem um bom crescimento de mudas de tomate e pepino, respectivamente. O acréscimo se deve, provavelmente, à quantidade de nitrogênio disponível para as plantas no composto orgânico que nos demais tratamentos.

5.6. Viabilidade Econômica

A viabilidade financeira dos tratamentos foi obtida considerando-se o preço de venda do resíduo no mercado, a forma de venda do mesmo (seco ou úmido), bem como as proporções que serão destinadas para cada alternativa. Sendo assim, foram utilizados os valores de mercado praticados na região para os insumos dos compostos orgânicos a base de resíduo de cervejaria. Os preços utilizados foram com base na matéria natural (MN): resíduo úmido de cervejaria R\$ 0,20/kg (média de mercado), ureia R\$ 14,00/kg, superfosfato simples R\$ 7,03/kg, cloreto de potássio R\$ 23,90/kg, solo argiloso R\$ 0,80/kg e esterco bovino R\$ 1,00/kg.

Ao avaliarmos os resultados obtidos na análise da viabilidade econômica, exposta na Tabela 10 que dispõe dos valores obtidos no cálculo do custo total (CT), em R\$/hectare compreende-se que a utilização de resíduo de cervejaria apresenta-se viável, tendo em vista que quanto maior a quantidade de resíduo utilizada menor o custo da produção. Salienta-se que as proporções utilizadas se referem ao máximo de resíduo que pode ser incorporado na produção de cada uma das alternativas.

Tabela 10: Resultados referentes à análise econômica do experimento realizado para 0,005m³ hectare.

INSUMOS	TRATAMENTOS						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Resíduo de cervejaria	-	-	-	250g	500g	750g	1000g
Ureia	-	-	1,33 g	-	-	-	-
Superfosfato simples	-	-	10 g	-	-	-	-
Cloreto de potássio	-	-	1 g	-	-	-	-
Solo argiloso	5 Kg	2,5 Kg	5 Kg	4,750 Kg	4,500 Kg	4,250Kg	4 Kg
Esterco bovino	-	2,5 Kg	-	-	-	-	-
CUSTO para hectare de 0,005m³ (R\$)	4,00	4,50	4,09	3,85	3,70	3,55	3,40

Fonte: Autoria própria (2023).

Em termos de geração de retorno financeiro, a utilização do resíduo de cervejaria é uma grande vantagem para o produtor cervejeiro, porém deve-se considerar a disponibilidade de fornecedores para compra do resíduo.

6. CONCLUSÃO

A utilização do resíduo de cervejaria na formulação de substrato demonstrou ser uma indicação pertinente nas proporções de 15% e 20% do volume total, onde a introdução de tal resíduo melhora as características químicas do solo consideradas no estudo e favoreceu a absorção de nutrientes nas hortaliças, alface e couve-folha. Assim pode-se considerar que o resíduo de cervejaria pode ser empregado como fonte de matéria orgânica para o solo, em doses adequadas.

Quanto a análise da viabilidade é possível perceber que, houve uma redução de 5% nos custos com composto, ou seja, com a modificação da formulação controle pela formulação proposta, podemos concluir com os resultados obtidos que o resíduo de cervejaria é uma alternativa viável de suplementação ao solo, sem que o mesmo afete a produtividade.

A proposta deste trabalho é altamente justificável, com caráter orgânico, visto que, a geração de resíduo de cervejaria está intrínseca no processo de produção de mosto que por sua vez está vinculado ao processo de fabricação de cerveja. Considerando a aplicação dos tratamentos em hectares é possível compreender que o produtor terá ampla economia após o retorno dos investimentos, podendo obter valores monetários consideráveis após a implantação do processo de reutilização deste tipo de resíduo.

Como sugestão para trabalhos futuros, faz-se necessário mais pesquisas e investimentos na área de sustentabilidade industrial, além da aplicabilidade em outras espécies e em áreas maiores, *in loco*.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, F. A. de; MADEIRA, N. R. **Manejo do solo no sistema de produção orgânico de hortaliças**. (Embrapa Hortaliças. Circular técnica, 64). Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008.
- ALIYU, S.; BALA, M. **Brewer's spent grain: A review of its potentials and applications**. *African Journal of Biotechnology*, v. 103, n. 3, p. 324-331, 2011.
- ALTHAUS, D.; TEDESCO, M. J.; TORNQUIST, C. G.; GIANEL. **Utilização no solo de adubos minerais/orgânicos e de resíduos industriais**. 2011. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/62840/Ensino2011_Resumo_18067.pdf?sequence=>>. Acesso em 22/06/2023.
- ARAÚJO, Evanduir N. de et al. **Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* [online]. 2007, v. 11, n. 5, pp. 466-470. E pub 28 Set 2007.
- AVILA, M. **The economic of agroforestry systems**. FAIA: Financial and Economic Analysis of Agroforestry Systems, 1992. P.77-94.
- AZEVEDO, A. M.; ANDRADE JUNIOR, V. C. de; PEDROSA, C. E.; FERNANDES, J. S. C.; VALADARES, N. R. V.; FERREIRA, M. A. M.; MARTINS, R. A. do V. **Desempenho agrônômico e variabilidade genética em genótipos de couve**. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.47, n.12, p.1751-1758, dez. 2012.
- BALCAU, S. L.; APAHIDEAN, M.; ZAHARIA A.; GOCAN, M. T.; BOCA, D. F.; BARBUTA, I. Establishing some technological methods to increase leaves production of kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*). **Journal of horticulture, forestry and biotechnology**, v. 17, n. 1, p. 15-20, 2013.
- BERNARDI, A. C. de C.; RASSINI, J. B.; FERREIRA, R. de P. **Teores de potássio no solo, estado nutricional e produção de matéria seca de alfafa em função de doses e frequência da adubação potássica após dois anos de cultivo**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2012. 25 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 33).
- BÔAS, V.L.R.; PASSOS, J.C.; FERNANDES, D.M.; BÜLL, L.T.; CEZAR, V.R.S.; GOTO, R. **Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido**. *Horticultura Brasileira*, v.22, n.1, p.28-34, 2004.
- BRANDÃO, F. D. **Efeito de substratos comerciais no desenvolvimento de cultivares de alface na época de inverno, Uberlândia, 2000**. 29 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG, 2000.
- BRASIL-MMA (Ministério do Meio Ambiente), 2016. **Gestão de Resíduos Orgânicos**. Acesso em 25/06/2021. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADduos-org%C3%A2nicos#o-que-saoresiduos-org%C3%A2nicos>.
- CASELLA, G. S. *et al.* **Reaproveitamento do bagaço de malte na indústria alimentícia**. 2019. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/145544654-Reaproveitamento-do-bagaco-de-malte-na-industria-alimenticia.html>>. Acesso em: 17 de jan. 2023.

CECCATO, B. T. **Modelagem da cinética de secagem e caracterização físico-química do bagaço de malte da produção de cerveja artesanal**. Francisco Beltrão, PR. Trabalho de Conclusão de Curso de graduação do Curso de Engenharia Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.

CEREDA, M. P. **Manejo, uso e tratamento da industrialização da mandioca**. São Paulo: Fundação Cargill. v. 4, 320 p. 2000.

CHIMINI, A. C. **Utilização de resíduo de cervejaria como substrato alternativo para a produção de *Ganoderma lucidum***. Rev. Agro Amb, v. 14, n. 2, p. 483-492, 2021.

CÓ JUNIOR, Caramo. **Matéria orgânica, capacidade de troca catiônica e acidez potencial no solo com dezoito cultivares de cana-de-açúcar**. 2011. ix, 129 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011.

COSTA, E. et al. **Ambientes, recipientes e substratos na formação de mudas de pepino híbrido**. Agrarian, v.2, n.4, p.95-116, 2009.

COSTA, K. P.; SILVA, J. C. R.; FERNANDES, T. O. M.; FONSECA, F. S. A. DA.; MAIA, J. T. L. S.; MARTINS, E. R. **Teor de nitrato em alface produzida em sistema hidropônico vertical com substrato e NFT**. Caderno Ciências Agrárias, v. 10, n. 1, p. 24-28, 2018.

COSTA, L.A. M. COSTA, M.S.S.M.; PEREIRA, D.C.; BERNARDI, F. H.; MACCARI, S. **Avaliação de substratos para a produção de mudas de tomate e pepino**. Revista Ceres, v. 60, n. 5, p.675, 2013.

DRAGONE, S. I. M. **Aproveitamento integral de subproduto da indústria cervejeira em processos químicos e biotecnológicos**. Lorena, SP. Tese de Doutorado em Biotecnologia Industrial, Universidade de São Paulo, 2007.

FERNANDES, R. C. MATEUS, J. S.; LEAL, M. A. A. Utilização de Composto Orgânico com Diferentes Níveis de Enriquecimento, como Substrato para Produção de Mudas de Alface e Beterraba, **Revista Brasileira de Agroecologia**, Vol. 4, No. 2, 4 p., 2009.

FIGUEIREDO, P. G.; TANAMATI, F. Y. **Adubação orgânica e contaminação ambiental**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.5, p.1-4, 2010.

FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G.J.; GOMES, L.A.A.; ALMEIDA, K.; MORAES, S.R.G.; TEIXEIRA, C.M. **Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho**. Horticultura Brasileira, v.24, n.1, p.146-150, 2006.

FREITAS, G.A.; SILVA, R.R.; BARROS, H.B.; VAZ-DE-MELO, A.; ABRAHÃO, W.A.P. **Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos**. Revista Ciência Agronômica, v. 44, p.159-166, 2013.

GALBIATTI, J. A.; CAVALCANTE, I. H. L.; RIBEIRO, A. G.; BECKMANNCAVALCANTE, M. Z. **Fertilização e qualidade da água de irrigação no crescimento e desenvolvimento da alface**. Scientia agraria, v.8, p.185-192, 2007.

GALVÃO, Sandra Regina da Silva, Salcedo, Ignacio Hernan e Oliveira, Fabio Freire de **Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino**. Pesquisa Agropecuária Brasileira [online]. 2008, v. 43, n. pp. 99-105. Epub 28 Feb 2008.

- GODOY, A. R.; SALATA, A. C.; CARDOSO, A. I. I.; EVANGELISTA, R. M.; KANO, C.; HIGUTI, A. R. O. **Produção e qualidade pós-colheita de couve-flor em função de doses de potássio em cobertura.** Scientia Agrária Paranaensis, 2012, 11, 33-42.
- GOLDIN, A. **Reassessing the use of loss-on-ignition for estimating organic matter content in noncalcareous soils.** Commun. Soil Sci. Plant. Anal., 18:1111-1116, 1987.
- HENDGES, A. R. A. A. de. **Desempenho do cultivo de couve de folha com espécies aromáticas e condimentares.** 2016. 106 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza, CE. 2016.
- HERNÁNDEZ, et al. **Caracterización química e funditional Del afrech de malta.** Alimentaria. P. 105-107, may, 1999.
- HERNANDEZ, Munhoz, R.J. **Efeitos da saturação por bases, relações ca:mg no solo e níveis de fósforo sobre a produção de material seco e nutrição mineral do milho (zea mays L).** scientia agricola [online]. 1998, v. 55, n. 1, pp. 79-85. E pub 12 nov 1998. Issn.
- HIGASHIKAWA, F. S.; MENEZES JÚNIOR, F. O. G. Adubação mineral, orgânica e organomineral: efeitos na nutrição, produtividade, pós-colheita da cebola e na fertilidade do solo. Revista scientia agraria. vol. 18 n°. 2 Curitiba. p. 01-10, 2017.
- HIRSCHFELD, H. - **Planejamento com PERT/CPM e análise do desempenho.** São Paulo 7ª Edição: Editora Atlas. 1982.
- HOLANDA, F.J.M.; VASCONCELOS, I.; OLIVEIRA, M.E.S. **Fatores nutricionais limitantes da fixação de nitrogênio atmosférico em cunhã (*Clitoria ternatea L.*)**. Revista Ciência Agronômica, v. 13, n. 1/2, p. 29-33, 1982.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos /** (coord.) Odair Zenebon, Neus Sadocco Paucuet e Paulo Tiglea – São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008 p. 1020.
- ISHIWAKI, N., MURAYAMA, H., AWAYAMA, H., KANAUCHI, O., SATO, T. **Development of high value uses of spent grain by fractionation technology.** MBAA Technical Quarterly 37, 261-265, 2000.
- KAMINSKI, J. et al. **Estimativa da acidez potencial em solos e sua implicação no cálculo da necessidade de calcário.** Revista Brasileira de Ciência do Solo [online]. 2002, v. 26, n. 4 pp. 1107-1113. Epub. 29 Set 2014.
- Kiehl, E. J. **Fertilizantes Orgânicos.** São Paulo: Ceres, 1985. 492p
- KRATZ, D.; WENDLING, I.; NOGUEIRA, A. C.; ZOUZA, P. V. Propriedades físicas e químicas de substratos renováveis. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.6, p.1103-1113, 2013.
- LEMONS, D. G. L. **Utilização de bagaço de malte da indústria cervejeira para produção de amilase por amostras de *Aspergillus spp.* isolados de amostras do solo da caatinga de Pernambuco.** 2021. 62 f Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco. Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento de Processos Ambientais. Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais, 2021.
- LICHTENTHALER, H. K. **Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes.** In: PACKER, L.; DOUCE, R. (Eds.). *Methods in Enzymology.* London, v. 148, p. 350-382, 1987.

- LIMA, U. A. **Matérias-primas dos Alimentos**. São Paulo: Ed Blucher, 2010. 402p.
- LOEHR, R.C.; JEWELL, W.J.; NOVAK, J.D.; CLARKSON, W.W.; FRIENDMAN, G.S. **Land application of wastes** – Volume II. 1st ed. New York:van Nostrand Reinhold Company, 1979
- LOPES, M.A.; LIMA, A.L.; REIS, R.P. **Custos de produção de leite: um estudo de caso no sul de MG**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 24., 2002. Anais... Gramado: SOVERGS, 1 p.
- LOUREIRO, Diego Campana et al. **Compostagem e vermicompostagem de resíduos domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico**. Pesquisa Agropecuária Brasileira [online]. 2007, v. 42, n. 7. pp. 1043-1048. Epub 27 Ago 2007.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípio e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. Berlin: Academic Press, 1995, 674p.
- MASSARDI, M. M. **Caracterização química do bagaço de malte e avaliação do seu potencial para obtenção de produtos de valor agregado**. The Journals of Engineering and Exact Sciences. Vol. 06 N.1. p 83-91. 2020.
- MATTOS, C. **Desenvolvimento de um pão fonte de fibras a partir do bagaço de malte**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- MEDEIROS, D.C. et al. **Qualidade de mudas de tomate em função do substrato e irrigação com efluente de piscicultura**. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 8, n. 2, p. 170-175, 2013.
- MELLO, V. S. A. **Determinação da composição do malte de cevada e estudo das suas potenciais aplicações**. 2014. 82 p. Disponível em: <http://sistemas.eel.usp.br/bibliotecas/monografias/2014/MEQ14082.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2021.
- MELO, L F; ARAÚJO, Alexandre Eduardo de. **Produção orgânica de hortaliças e sua importância na saúde humana: uma reflexão pedagógica**. Cadernos de Agroecologia, [S.l.], v. 10, n. 2, sep. 2015. ISSN 2236-7934. Disponível em:<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/20580>. Acesso em: 28 jun 2021.
- MOREIRA, R.S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 335p.
- MORSELLI, T. B. G. A. **Resíduos Orgânicos em Sistemas Agrícolas**. Pelotas: UFPel, 2009. 228 p.
- MUSSATO, S.I., DRAGONE, G., ROBERTO, I.C. **Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications**. Journal of Cereal Science: 43, 1-14, 2006.
- NASSER, M. D. **Gesso e composto orgânico no preparo de solo, enxofre em cobertura, na nutrição, produção e características físico-químicas da couve-de-folha**. 2018. 58 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018.

- NAZARENO, G. G.; JUNQUEIRA, A. M. R.; PEIXOTO, J. R. **Utilização de matéria orgânica para o controle de nematóides das galhas em alface sob cultivo protegido.** Bioscience Journal, v.26, p.579-590, 2010.
- NORONHA, J. F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamentária e viabilidade econômica.** 2 ed. São Paulo: Atlas, 269 p. 1987.
- NOVO, M. C. S. S.; PRELA-PANTANO, A.; DEUBER, R.; TORRES, R. B.; TRANI, P. E.; BRON, I. U. **Morfologia de folhas de couve do banco de germoplasma do instituto agronômico.** Campinas: Instituto Agronômico (IAC), 2010. 27 p.
- OLIVEIRA, A. D.; MACEDO, R. L. G. **Sistemas agroflorestais: considerações técnicas e econômicas.** Lavras: MG, UFLA, 255p. 1996.
- OLIVEIRA, E. A. G.; LEAL, M. A. A.; ROCHA, M. S.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. L. D. **Avaliação da estabilidade de materiais orgânicos por meio de incubação e da captura conjunta das emissões de CO₂ e de NH₃.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2014. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 97).
- OLIVEIRA, E. M.; QUEIROZ, S. B.; SILVA, V. F. **Influência da matéria orgânica sobre a cultura da alface.** Engenharia Ambiental, v.6, p.285-292, 2009.
- OLIVEIRA, E. Q.; SOUZA, R. J.; CRUZ, M. C. M.; MARQUES, V. B.; FRANÇA, A. C. **Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral.** Horticultura Brasileira, v.28, p.36-40, 2010.
- PARIDA; A.K.; DAS, A.B. **Salt tolerance and salinity effects on plants: a review.** Ecotoxicology and Environmental Safety, v. 60, p. 324-349, 2005.
- PAULA, José Roberto de et al. **Mineralização do carbono e nitrogênio de resíduos aplicados ao solo em campo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo [online]. 2013, v. 37, n. 6, pp. 1729-1741. Epub 06 Fev 2014.
- PERIM, G. A. *et. al.* **Variação de pH e sua influência na produção de cerveja artesanal.** VIII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar. UNICESUMAR, Ed. CESUMAR – Maringá, PR. 2013.
- PIVA, Rafael et al. **Adubação em vinhedo orgânico da cv. Isabel utilizando cinzas vegetais e esterco bovino.** Revista Brasileira de Fruticultura [online]. 2013, v. 35, n. 2, pp. 608-615. Epub 06 Ago 2013.
- PÔRTO, M. L.; PUIATTI, M.; FONTES, P.C. R.; CECON, P. R.; ALVES, J. C.; ARRUDA, J. A. **Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio na cultura da abobrinha.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 29, n. 3, p. 311-315, 2011.
- PREZOTTI, L. C; ANDRÉ G. M. **Guia de interpretação de análise de solo e foliar -** Vitória, ES: Incaper, 2013. 104 p.
- RÊGO, J. F. (coord). **Análise econômica de sistemas básicos de produção familiar rural no vale do Acre.** Rio Branco: UFAC, 1996. 53p. (Projeto de Pesquisa do Depto. De Economia da UFAC.
- RESENDE, F. V.; SAMINÊZ, T. C. O.; VIDAL, M. C.; SOUZA, R. B.; CLEMENTE, F. M. V. **Cultivo de alface em sistema orgânico de produção.** Brasília: Embrapa Hortaliça, 2007. 16p. Circular técnica, 56

RIGO, M. *et al.* **Avaliação físico-química e sensorial de biscoitos tipo cookie adicionados de farinha de bagaço de malte como fonte de fibra.** Rev. Ambientia. Guarapuava (PR) v.13 n.1 p. 47 – 57.

ROBERTSON, J. A.; I'ANSON, K. J. A.; TREIMO, J.; FAULDS, C. B.; BROCKLEHURST, T. F.; EIJSINK, V. G. H.; WALDRON, K. W. **Profiling brewers' spent grain for composition and microbial ecology at the site of production.** *Food Sci. Technol.*, n. 43, p. 890-896, 2010.

ROEL, A. R.; LEONEL, L. A. K.; FAVARO, S. P.; ZATARIM, M.; MOMESSO, C. M. V.; SOARES, M. V. **Avaliação de fertilizantes orgânicos na produção de alface em Campo Grande, MS.** Scientia Agraria, v.8, p.325-329, 2007.

ROSA, M.F.; SANTOS, F.J.S.; MONTENEGRO, A.A.T.; ABREU, F.A.P.; CORREIA, C. ARAÚJO, F.B.S. NORÕES, E.R.V. **Caracterização do pó de casca de coco verde usado como substrato agrícola.** Comunicado técnico. Embrapa Agroindústria Tropical. Nº 54, maio/2020, p 1-6.

SAMBORSKI, S. M.; TREMBLAY, N.; FALLON, E. **Strategies to make use of plant sensors-based diagnostic information for nitrogen recommendations.** *Agronomy Journal*, Madison, v.101, n. 4, p. 800-816, 2009.

SAMPAIO, E. V. S. B.; Oliveira, N. M. B. N; PAULA R. F. **Eficiência da adubação orgânica com esterco bovino e com Egeria densa.** Revista Brasileira de Ciência do Solo [online]. 2007, v. 31, n. 5

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

SANTOS, M. J. **Avaliação econômica de em sistemas agroflorestais nos ecossistemas de terra firme e várzea no Estado do Amazonas: Um estudo de caso.** 2004. 142 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) –Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2004.

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, Brasília-DF, v. 36, n. 11, p. 1395- 1398, 2022.

SILVA, C. P. da; GARCIA, K. G. V.; SILVA, R. M. da; OLIVEIRA, L. A. A. de; TOSTA, M. S. da. Desenvolvimento inicial de mudas de couve-folha em função do uso de extrato de alga (*Ascophyllum nodosum*). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável.** Mossoró, v. 6, n. 1, p. 07-11, 2012.

SILVA, E. M. N. C. P.; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E.; TAVELLA, L. B.; SOLINO, A. J. S. **Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico.** Horticultura Brasileira, v.29, p.242-245, 2011.

SILVA, E.S.O. **Estudos sobre agricultura familiar no Estado do Rio de Janeiro: a ausência do PRONAF na Região Noroeste Fluminense.** Geo UERJ –Revista do Departamento de Geografia, Rio de Janeiro, n. 13, p. 75-81. 1osemestre de 2003.

SILVA, F. C. (org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** 2.ed. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2009. 627 p.

- SILVA, F. de A. s. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. **The assistat software version 7.7 and its use in the analysis of experimental data.** afr. j. agric. res, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.
- SOBRAL, L. F. et al. **Guia prático para interpretação de resultados de análises de solos** – Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 13 p.
- STEINER, F.; LEMOS, J. M.; SABEDOT, M. A.; ZOZ, T. **Efeito do Composto Orgânico sobre a Produção e Acúmulo de Nutrientes nas Folhas de Couve Manteiga.** Rev. Bras. De Agroecologia, v. 4, n. 2, nov. 2009.
- TESSARO, D.; MATTER, J.M.; KUCZMAN, O.; FURTADO, L.F.; COSTA, L.A.M.; COSTA, M.S.S.M. **Produção agroecológica de mudas e desenvolvimento a campo de couve-chinesa.** Ciência Rural, v. 43, n. 5, p. 831-837, 2013.
- THUESEN, H. G; FABRYCKY, W. J; TAVESSEN, G. J. **Ingenieria economica.** Madrid: 1991. 592
- VERDE et al. A. A. **Destino sustentável de resíduos de cervejaria artesanal: um estudo de caso em uma granja de suínos.** Revista Valore, Volta Redonda, 4 (Edição Especial): 84-93. 2019.
- VICENTE *et. al.* M. E. C. **Valorização de resíduos de uma cervejaria artesanal para produção de adubo orgânico fermentado tipo Bokashi.** 9º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense – SICT-Sul. 2020.
- VILLAS BÔAS, R.L.; PASSOS, J.C.; FERNANDES, M.; BÜLL, L.T.; CEZAR, V.R.S.; GOTO, R. **Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido.** Horticultura Brasileira, Brasília, v.22, n.1, p.28-34, jan-mar 2004.
- ZAMBIAZI, R. C. **Análise físico-química de alimentos.** Pelotas: Editora Universitária/UFPEL, 2010. 202 p.
- ZAMBROSI, Fernando César Bachiega. **Teores de alumínio trocável e não trocável após calagem e gessagem em Latossolo sob plantio direto.** Bragantia [online]. 2007, v. 66, n. pp. 487-495. Epub 20 Set 2007.