

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA**

Etec TRAJANO CAMARGO

Ensino Médio Integrado ao Técnico em Química

Guilherme Trizolio

Maria Clara da Silva

Marielly Aparecida Cesar Lacordaire de Oliveira

**PRODUÇÃO DE BIOFERTILIZANTE A PARTIR DE *Saccharomyces
cerevisiae* PROVENIENTE DA INDÚSTRIA CERVEJEIRA**

Limeira – SP

2024

Guilherme Trizolio
Maria Clara da Silva
Marielly Aparecida Cesar Lacordaire de Oliveira

PRODUÇÃO DE BIOFERTILIZANTE A PARTIR DE *Saccharomyces cerevisiae* PROVENIENTE DA INDÚSTRIA CERVEJEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Química da Etec Trajano Camargo, Orientado pela Profa. Dra. Gislaine Aparecida Barana Delbianco e coorientado pela Profa. Enga. Margarete Galzerano Franscescato como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Química.

Limeira- SP

2024

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primeiramente, a Deus pelo dom da vida e por nos proporcionar chegar até aqui. As nossas mães, por terem paciência com todo o processo e confiado em nós, mesmo quando erramos.

Também gostaríamos de homenagear aos nossos amigos que deixaram o processo mais leve, assim como alguns professores que nos proporcionaram bons momentos e ensinamentos, Daniela Brugnaro Massari Sanches, Ricardo Francischetti Jacob. Por fim, à nossa orientadora, Gislaine Aprarecida Barana Delbianco, e coorientadora, Margarete Galzerano Franscescato.

RESUMO

O biofertilizante tem como principal objetivo na Indústria Agrícola promover o desenvolvimento das plantas sem efeitos colaterais prejudiciais para o meio ambiente. Os fertilizantes químicos, ao serem aplicados em larga escala, podem causar sérios danos ambientais, incluindo a contaminação de solos e águas, e a emissão de gases de efeito estufa. Em contraste, os biofertilizantes oferecem vantagens, como a redução da dependência de produtos químicos, melhoria da saúde do solo e promoção de uma agricultura mais sustentável. As micorrizas, associações simbióticas entre fungos e raízes de plantas, aumentam a absorção de nutrientes, principalmente o fósforo, e água pelas plantas, contribuindo para um crescimento mais saudável, assim, permitindo que a planta explore de uma maneira mais eficiente suas reservas. A levedura *Saccharomyces cerevisiae*, amplamente utilizada na produção de cerveja, também pode ser reaproveitada para a produção de biofertilizantes. O reaproveitamento de resíduos cervejeiros para a produção de biofertilizantes apresenta uma solução promissora e sustentável, reduzindo o desperdício e proporcionando nutrientes essenciais ao solo. Esta prática não só minimiza o impacto ambiental dos resíduos industriais como também promove a economia circular e a química verde. Dessa forma, foi possível oferecer um produto que atenda os micro produtores rurais, ambientalistas, jardineiros profissionais e amadores, e atenda a deficiência do mercado.

Palavras-chaves: Biofertilizante, microrganismo, meio ambiente, micorrizas e *Saccharomyces cerevisiae*.

ABSTRACT

The main objective of biofertilizer in the Agricultural Industry, in order to promote the development of plants without harmful side effects on the environment. Chemical fertilizers, when applied on a large scale, can cause serious environmental damage, including soil and water contamination, and the emission of greenhouse gases. In contrast, biofertilizers offer advantages, such as reducing dependence on chemicals, improving soil health and promoting more sustainable agriculture. Mycorrhizae, symbiotic associations between fungi and plant roots, increase the absorption of nutrients, especially phosphorus, and water by plants, contributing to healthier growth, thus allowing the plant to exploit its reserves more efficiently. *Saccharomyces cerevisiae* yeast, widely used in beer production, can also be reused for the production of biofertilizers. The reuse of brewing waste for the production of biofertilizers presents a promising and sustainable solution, reducing waste and providing essential nutrients to the soil. This practice not only minimizes the environmental impact of industrial waste but also promotes the circular economy and green chemistry. In this way, it was possible to offer a product that serves micro rural producers, environmentalists, professional and amateur gardeners, and meets the market deficiency.

Keywords: Biofertilizer, microorganism, environment, mycorrhizae and *Saccharomyces cerevisiae*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	8
2 OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo Geral.....	10
2.2 Objetivos Específicos	10
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
3.1 História da Agricultura.....	11
3.2 Tipos de Solo Presentes no Território Brasileiro	11
3.3 Fertilidade do Solo	13
3.4 Histórico do Agrotóxico.....	13
3.5 Prejuízos Causados às Plantas Pela Presença de Elementos Tóxicos.....	14
3.6 O Que São os Biofertilizantes e Sua Aplicação na Agricultura.....	15
3.7 Micorrizas.....	15
3.8 Resíduo da Indústria Cervejeira.....	16
3.8.1 <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	17
3.8.2 Fermentação Alcoólica	18
3.8.2.1 Fermentação Cervejeira.....	19
3.9 <i>Aloe Vera</i> no Cultivo de Plantas	19
3.10 Casca de Ovo no Cultivo de Plantas	20
3.11 Rúcula e Suas Características	21
3.12 Tomate-Cereja e Suas Características	22
4 MATERIAIS E MÉTODO	23
4.1 Coleta e Conservação de Amostras	23
4.2 Produção do Biofertilizante Com Adição de Nutrientes	24
4.3 Ensaio físicos, químicos e biológicos.....	24
4.3.1 Ensaio físicos	24
4.3.2 Ensaio químicos.....	25
4.3.3 Ensaio biológicos.....	26
4.4 Aplicação nas hortaliças	26
5 DISCUSSÃO DE RESULTADOS	27
5.1 Coleta e Conservação de Amostras	27
5.2 Produção do Biofertilizante com Adição de Nutrientes.....	27
5.3 Ensaio Físicos, Químicos e Biológicos.....	27
5.3.1 Ensaio físicos	28

5.3.2 Ensaiois químicos	29
5.3.3 Ensaiois biológicos	30
5.4 Aplicação nas Hortaliças	31
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Segundo o MPSP (2023) os defensivos agrícolas são produtos químicos utilizados no controle de pragas (como larvas e fungos) e atuam no crescimento da vegetação. Os fertilizantes inorgânicos são aqueles que são produzidos a partir da refinaria do petróleo ou extração de minerais, como os fosfatos e cloretos. No entanto, sua exposição pode causar várias doenças, podendo variar devido ao produto utilizado, o tempo de exposição, e a quantidade absorvida pelo organismo.

A Lei dos Agrotóxicos (Lei nº 7.802, de 1989) determina que se um agrotóxico estiver relacionado a causas de “câncer, mutação no material genético, toxicidade para o sistema reprodutivo, alterações hormonais, deve ser proibido”. Essa lei foi regulamentada no Decreto nº 4.074 de 2002. Entretanto, a restrição dos agrotóxicos é válida apenas para os produtos novos, ou seja, aqueles produzidos após o decreto, enquanto o produto que já estava no mercado, permaneceu (PASSOS, 2023).

O Brasil possui alta dependência externa de defensivos agrícolas. Em 2022 (dados até novembro), a quantidade de fertilizantes no mercado nacional somou 37,72 milhões de toneladas, 11,3% menos que no mesmo período de 2021, sendo que 86% desse volume foi importado, conforme dados da Anda (Associação Nacional para Difusão de Adubos). Os principais fertilizante importados, destacam-se o cloreto de potássio, que representa 38% do total importado nos últimos cinco anos (2017-21); seguido pela ureia, com 22%, sulfato de amônio, 9%, e nitrato de amônio com 6% (OSAKI, 2023).

Uma pesquisa realizada pela Universidade da Califórnia, University of California Riverside, analisou o benefício de biofertilizantes. Verificou-se que as populações de bactérias benéficas nas plantas com esse líquido eram de duas a três vezes maiores do que nas plantas do grupo controle. As mesmas produzem compostos que ajudam no crescimento das plantas e em sua força contra pragas. Sugerindo que as bactérias estavam usando carbono para se reproduzir. O mais importante, nenhum micro-organismo nocivo foi detectado em qualquer lugar do sistema (FRONTIERS, 2022).

O biofertilizante é considerado um adubo orgânico que contém organismos e nutrientes (micro e macro) e que seja isento de agentes químicos, a fim de melhorar a saúde das plantas, deixando-as mais resistentes ao ataque de pragas e doenças, sem causar danos ao meio ambiente e à vida humana (STUCHI, 2015).

Com o aumento do número de cervejarias e microcervejarias no Brasil e no

mundo, é notável também o crescimento de resíduos gerados a partir das cervejarias. Esse resíduo, que é constituído principalmente pelo bagaço de malte, constituído de proteínas e fibras, carece de uma gestão eficiente, já que pode ser usado na adubação. A transformação destes resíduos cervejeiros em novos produtos é uma alternativa viável a ser utilizada para a diminuição dos impactos ambientais causados pelo descarte inadequado dos mesmos (SILVA, 2022).

As micorrizas são estruturas resultantes da associação simbiótica entre fungos heterotróficos e raízes de plantas. As plantas hospedeiras liberam exsudatos que promovem o crescimento e a ramificação do micélio, a parte vegetativa dos fungos. Essa rede micelial, por sua vez, proporciona diversos benefícios à planta, como o aumento da exploração do solo, favorecendo a absorção de água e nutrientes, além de melhorar a tolerância aos estresses ambientais (RAMOS, *et al.*, 2022).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Utilizar os microrganismos presentes na biomassa cervejeira, para a formação de um biofertilizante que, em conjunto com as micorrizas, favoreça a fertilidade do solo e a saúde das plantas. Assim, assegurando uma produção de alimentos saudáveis e de terras férteis.

2.2 Objetivos Específicos

- Continuidade de pesquisas anteriores;
- Definição do local de aplicação;
- Estudar as propriedades biológicas da purga da cerveja;
- Estudar as propriedades físicas e biológicas do solo;
- Busca de parceria;
- Refazer formulações e testes de aplicação;
- Análise qualitativa do solo;
- Reutilizar a purga da cerveja como fonte de melhor eficiência no rendimento de produção de hortaliças.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 História da Agricultura

A princípio, a prática da agricultura surgiu cerca de 12 mil anos atrás durante o período neolítico, sendo um dos processos constitutivos das primeiras civilizações. Nesse sentido, ela foi desenvolvida de forma gradual, sendo que a plantação de cereais e tubérculos foram as primeiras formas de cultivo (AIRES, 2020).

Surgiu pela primeira vez – ou é o que os registros arqueológicos sustentam – em uma região apelidada de Crescente Fértil, uma área banhada por rios no Oriente Médio. Os primeiros grupos de agricultores tinham vantagens em relação a seus colegas que caçavam e coletavam plantas. Eles comiam melhor, se tornaram mais prósperos, numerosos e, graças a esse sucesso, a ideia de cultivar o próprio alimento (CISCATI, 2016).

No Brasil, o marco inicial da atividade foi no século XVI com o cultivo da cana-de-açúcar no Nordeste e com as Capitanias Hereditárias. A partir do século XVIII novas culturas começaram a ser cultivadas, o café. Com o aumento da urbanização, houve a necessidade de produzir mais e ampliar o cultivo. O trabalho braçal prevalecia no campo e menos de 2% das propriedades rurais contavam com máquinas agrícolas. Com a ajuda de pesquisas científicas e novas tecnologias, a partir de 1970 houve um salto de produção na agricultura e nessa época, o melhoramento genético e a adubação tiveram destaque (YARA BRASIL, 2022).

3.2 Tipos de Solo Presentes no Território Brasileiro

Solos são corpos formados por intermédio do intemperismo químico e físico das rochas, sendo constituídos por minerais, matéria orgânica, água e ar, além de pequenos microrganismos. Os componentes do solo estão dispostos em camadas chamadas de horizontes (Figura 1). Seu perfil varia de região para região, dependendo diretamente de aspectos como clima, disponibilidade hídrica, rocha-mãe e topografia (GUITARRARA, 2008).

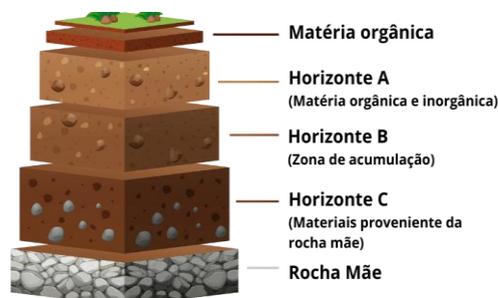
O Brasil possui uma grande diversidade de solos em toda sua extensão continental, decorrendo-se de fatores da formação do solo. Nas 13 classes de solos contidas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), consta a influência

desses fatores a partir da variabilidade das características químicas, físicas e morfológicas (EMBRAPA, 2023).

Dentre os diversos tipos de solo em nosso país, se destacam os latossolos, argilosos e neossolos que compõem aproximadamente 70% de todo o território nacional. A sua caracterização e a organização dos solos em diferentes classes nos permitem manejá-los de acordo com seus atributos, que irão determinar as suas potencialidades e limitações. Os solos Latossolos e Argilosos são profundos, intemperizados, ácidos, com baixa fertilidade natural e, em certos casos possuem uma alta saturação de alumínio, ocorrendo também em solos de média a alta fertilidade (EMBRAPA, 2023).

A extensão brasileira é composta por 14 tipos de solos (Figura 2) com baixa capacidade de troca de cátions e com pouca presença de argila em atividade.

Figura 1- Perfil do solo.



Fonte: AGRO PÓS, 2021.

Figura 2- Os diferentes tipos de solos presentes na extensão brasileira.

Solo	Características
Neossolo	Solo pouco evoluído, com ausência de horizonte B. Predominam as características herdadas do material original.
Vertissolo	Solo com desenvolvimento restrito; apresenta expansão e contração pela presença de argilas 2:1 expansivas.
Cambissolo	Solo pouco desenvolvido, com horizonte B incipiente.
Chernossolo	Solo com desenvolvimento médio; atuação de processos de bissialitização, podendo ou não apresentar acumulação de carbonato de cálcio.
Luvissolo	Solo com horizonte B de acumulação (B textural), formado por argila de atividade alta (bissialitização); horizonte superior lixiviado.
Alissolo	Solo com horizonte B textural, com alto conteúdo de alumínio extraível; solo ácido.
Argissolo	Solo bem evoluído, argiloso, apresentando mobilização de argila da parte mais superficial.
Nitossolo	Solo bem evoluído (argila caulinitica – oxi-hidróxidos), fortemente estruturado (estrutura em blocos), apresentando superfícies brilhantes (cerosidade).
Latossolo	Solo altamente evoluído, laterizado, rico em argilominerais 1:1 e oxi-hidróxidos de ferro e alumínio.
Espodossolo	Solo evidenciando a atuação do processo de podzolização; forte eluição de compostos aluminosos, com ou sem ferro; presença de humus ácido.
Planossolo	Solo com forte perda de argila na parte superficial e concentração intensa de argila no horizonte subsuperficial.
Plintossolo	Solo com expressiva plintitização (segregação e concentração localizada de ferro).
Gleissolo	Solo hidromórfico (saturado em água), rico em matéria orgânica, apresentando intensa redução dos compostos de ferro.
Organossolo	Solo essencialmente orgânico; material original constitui o próprio solo.

Fonte: BRANCO, 2014.

3.3 Fertilidade do Solo

A fertilidade do solo é considerada um dos principais fatores que determinam o sucesso da produção agrícola. O problema é que muitas regiões do Brasil são constituídas de solos considerados pobres em diferentes elementos, desse modo não oferece o suprimento necessário ao crescimento da lavoura. Por isso, o produtor que realiza o plantio sem fazer a correção adequada do solo, pode ter prejuízos na qualidade da produção e na rentabilidade da safra (AGRO BAYER, 2022).

Um dos componentes que participam na fertilidade do solo são os minerais, micro e macronutrientes, junto aos microrganismos, nos quais tornam as plantas resistentes a fatores patogênicos. Elementos químicos determinam a fertilidade do solo, que pode ser definida como a habilidade para originar altas produções. Um solo fértil é imprescindível para as atividades agrícolas. Os aspectos biológicos e físicos são importantes para sua análise para o crescimento das plantas, porque esses influenciam a disponibilidade nutricional (CHERLINKA, 2021).

Existem ainda aqueles considerados benéficos às plantas e solo. São eles o selênio, silício, cobalto, sódio, alumínio, vanádio e níquel. Esses elementos podem atuar estimulando o crescimento das culturas. A fertilidade de um solo está muito além da disponibilidade de alguns desses nutrientes, e sim ao equilíbrio entre eles, para não ocorrerem interferências na absorção de um ou de outro, prejudicando consequentemente a produtividade das culturas (ROHRIG, 2018).

Existem ainda os solos pobres, onde os agricultores ainda precisam lidar com solos degradados. Essa degradação geralmente ocorre quando as práticas de manejo do solo não são utilizadas na propriedade (AGRO BAYER, 2022).

O manejo da fertilidade do solo pode fortalecer a cultura reduzindo o impacto de fatores de estresse. Existem três componentes principais da fertilidade do solo: físicos: textura, resistência a penetração, estrutura, profundidade de enraizamento, capacidade de armazenamento de água, dentre outros; químicos: pH, teor de nutrientes, matéria orgânica, CTC do solo, entre outros; biológicos: relação carbono e nitrogênio da comunidade microbiana e taxa de respiração (ROHRIG, 2018).

3.4 Histórico do Agrotóxico

Devido ao rápido crescimento populacional, tornou-se crucial o uso de produtos

químicos, devido à demanda por mais alimentos aliados à escassez de terra própria para plantio. O trabalho agrícola é uma das atividades mais perigosas, dentre os diversos riscos ocupacionais, se destacam os agrotóxicos que são ligados a doenças crônicas, intoxicações agudas, problemas reprodutivos e a danos ambientais (RIBEIRO; PEREIRA, 2016).

O primeiro agrotóxico foi produzido durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1918) e vastamente utilizado na Segunda Guerra (1939-1945) visando agir como arma química (RIBEIRO, PEREIRA, 2016). Após a guerra, o produto passou a ser usado como defensivo agrícola, conhecido também como pesticida, praguicida ou produto fitossanitário (ECYCLE, 2023).

Durante a Segunda Guerra, foi desenvolvido o composto orgânico dicloro-difenil- tricloroetano (DDT), no qual possui alta capacidade de se aglomerar em seres vivos, levando numeroso tempo para se degradar no meio ambiente. Altamente tóxico, o DDT é sintetizado pela reação entre o cloral e o cloro benzeno. Os principais sintomas para a saúde são: excitação neural direta, resultando em danos no sistema nervoso central, periférico e autônomo; estimulação muscular involuntária; e outros (PENSAMENTO VERDE, 2014).

Nosso país é considerado como um dos maiores consumidores de fertilizantes pela alta produção de grãos. Destaca-se: os fertilizantes minerais, orgânicos, biofertilizantes e organominerais. No entanto, existem produtos específicos para cada cultura e necessidades do solo. Para vegetações localizadas no cerrado brasileiro as condições de clima, temperatura e solo exigem fertilizantes exclusivos para suprir essas situações. Em resumo, os produtos que possuem em sua composição potássio, fósforo e nitrogênio, conhecidos como fertilizantes NPK, são os mais utilizados no Brasil (TERRA MAGMA, 2023).

3.5 Prejuízos Causados às Plantas Pela Presença de Elementos Tóxicos

Segundo um estudo, realizado em 2005, publicado no livro “Impactos Ambientais causados pela Agricultura no Semiárido Brasileiro”, pela editora Embrapa Semiárido, no final de 2010, relata que existem casos preocupantes de exposição humana a elementos-traços. Com essas pesquisas foram encontrados nas rochas fosfatadas analisadas, teores preocupantes de cádmio, cobre, cromo, níquel, chumbo e zinco. A maioria desses metais são prejudiciais à saúde dos seres vivos, como

animais e plantas (AMBROSINI *et al.*, 2024).

Nas plantas, o excesso desses metais pesados no solo e nos tecidos vegetais pode causar sintomas tóxicos, como inibição da absorção de nutrientes, alteração de processos fisiológicos e bioquímicos, danos à estrutura radicular e comprometimento do crescimento e desenvolvimento da planta (SECOM, 2011).

3.6 O Que São os Biofertilizantes e Sua Aplicação na Agricultura

Conforme o Decreto n.º 4954/2004 do Ministério da Agricultura, que foi alterado pelo Decreto n.º 8384/2014 define biofertilizante como um produto que desfrute quaisquer agentes orgânicos em sua composição, seja isento de agrotóxicos e capaz de elevar a produtividade agrícola. São adubos orgânicos submetidos ao processo de fermentação. Eles podem ser procedentes de qualquer tipo de matéria orgânica, assim, sendo capaz de ser caseiro (PIX FORCE, 2016).

Os biofertilizantes vem se fazendo presente em nosso mundo desde o período neolítico, quando os homens já usavam fertilizantes que estavam à sua ordem. Na época, as cinzas e esterco de animais eram usados como nutrientes para as plantas. Por volta de 8 mil a.C., na região da China já existia o uso de adubo produzido com resíduo vegetal ou animal, húmus dos rios e esterco humano. Na civilização romana foram utilizados adubos orgânicos para melhor produtividade, mas apenas na Idade Média que os fertilizantes e biofertilizantes tomaram forma (BIOSUL, 2020).

O principal papel da utilização de biofertilizantes na agricultura é promover o desenvolvimento das plantas sem efeitos colaterais prejudiciais para o meio ambiente. A inoculação com biofertilizante distendeu o rendimento da cultura em média de 16,2% em comparação aos controles não inoculados. O mesmo constitui ferramentas promissoras em ecossistemas como renováveis e correta ecologicamente de nutrientes vegetais (ALVARENGA, 2023).

3.7 Micorrizas

De acordo com Piotto (2022) as micorrizas são uma associação mutualísticas entre fungos e raízes. Uma associação mutualística é caracterizada por uma relação ecológica entre indivíduos diferentes em que ambos recebem benefícios na interação. As micorrizas são elementos essenciais para a ciclagem de nutrientes e para a

manutenção da qualidade do solo. Na natureza, cerca de 80% das plantas vasculares possuem essa relação com os fungos, o que garante proteção contra fungos patogênicos e beneficia a absorção de água e nutrientes essenciais, como o fósforo, zinco, manganês e cobre. Já os fungos recebem carboidratos essenciais para o seu desenvolvimento.

A simbiose mais ampla observada entre as plantas é a associação micorrízica, que envolve vários fungos do solo e raízes de plantas. Na qual, possui capacidade de proporcionar um aumento da absorção de nutrientes pelas plantas, principalmente do fósforo. Elas não aumentam o teor total de nutrientes no solo, mas permitem que a planta explore melhor as suas reservas. Em solos de baixa fertilidade, a pouca disponibilidade de fósforo para as plantas implica na sua adição por meio de fertilizantes fosfatados (MIRANDA, 1986).

3.8 Resíduo da Indústria Cervejeira

Os resíduos são resultantes das atividades humanas e animais, bem como dos processos produtivos, incluindo matéria orgânica, resíduos domésticos, efluentes industriais e gases liberados por processos industriais ou combustão de combustíveis em motores (SEBRAE, 2023).

No processo cervejeiro, os resíduos sólidos são gerados principalmente nas etapas de filtragem, envase e tratamento de água e efluentes líquidos. Os principais resíduos gerados, em termos de quantidade, são os "grãos usados", compostos por restos de casca e polpa, misturados, em suspensão ou dissolvidos no mosto. Apesar de terem origem semelhante, apresentam características físicas e químicas distintas de acordo com a etapa em que são retirados do mosto, sendo, portanto, divididos em três categorias: bagaço do malte, trub fino e trub grosso (SANTOS; RIBEIRO 2005).

De acordo com dados apresentados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em abril de 2021, a presença de cervejarias no Brasil registrou um aumento de 14,4% em relação ao ano anterior, menor do que o estimado em 19,6%. Como este setor vem se intensificando, a grande preocupação é que esses resíduos chegam a representar 85% do total de subprodutos gerados, sendo considerado o mais importante do processo de fabricação da cerveja, possuindo um elevado potencial para ser destinado para compostagem (TRANSRESIND, 2021).

A produção de cerveja é caracterizada por ser um processo gerador de muitos

resíduos (bagaço de malte e levedura de cerveja), por outro, o mesmo possui características que possibilitam seu reaproveitamento em outros processos industriais. Num estudo sobre a reutilização do bagaço de malte publicado pela Universidade de Minho, em Portugal, os pesquisadores revelaram que a cada 100 litros de cerveja produzidos, são gerados 20 kg de bagaço (CERVEJA E MALTE, 2021).

3.8.1 *Saccharomyces cerevisiae*

A *Saccharomyces cerevisiae* é uma levedura unicelular eucarionte que pertence ao reino dos fungos. São microrganismos fermentadores ativos de carboidratos que se reproduzem por esporulação, essa é a espécie de levedura mais utilizada na nutrição de ruminantes e monogástricos (RÔMULO, 2023).

A levedura *Saccharomyces cerevisiae* (Figura 5) é o principal microrganismo utilizado em fermentação alcoólica. É responsável pela síntese de compostos aromáticos, como ésteres voláteis, ácidos orgânicos, álcoois superiores, compostos carbonílicos e sulfurados, determinando a constituição e as características organolépticas primordiais desta bebida e aderem complexidade às composições finais de sabor e aroma (UFMG, 2015).

Figura 5 - *Saccharomyces cerevisiae*.



Fonte: COTOIA, 2020.

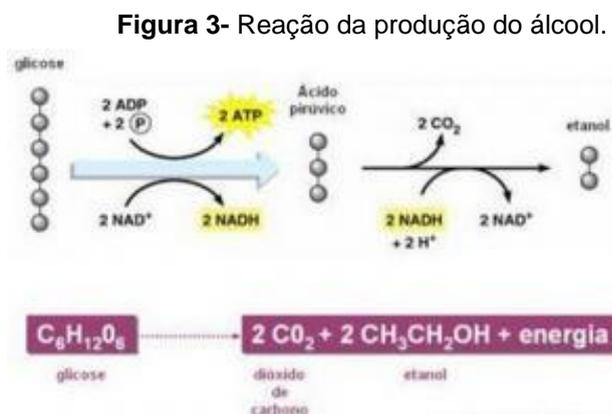
De acordo com Rômulo (2023) a espécie de levedura mais utilizada na nutrição de ruminantes e monogástricos é a *Saccharomyces cerevisiae*. Atualmente existem mais de duas mil cepas registradas no Instituto Luis Pasteur (França). Essa levedura é comumente encontrada no ambiente ruminal dos ruminantes, porém o mesmo não

possui capacidade de colonizar o trato digestivo devido a uma limitação do ambiente ruminal quanto à temperatura e à composição do fluido ruminal.

A *Saccharomyces cerevisiae* possui o potencial de controlar doenças e pragas de plantas, pois apresenta a capacidade de sintetizar compostos antibióticos no filoplano de muitas espécies vegetais, além de possuir elicitores em sua parede celular. Aplicações semanais de *S. cerevisiae* reduziram significativamente a antracnose em sorgo e melhoraram a produtividade e concluindo que ela apresenta significado desempenho no campo para o controle de doenças foliares e melhorando ou não comprometendo a produtividade da cultura (PICCININ *et al.*, 2005).

3.8.2 Fermentação Alcoólica

Fermentação é um processo químico, com a ausência de gás oxigênio (O_2), no qual fungos e bactérias realizam a transformação de matéria orgânica em outros produtos e energia. É a forma que esses seres encontram de produzir energia para o desempenho de suas funções biológicas. Trata-se de uma fermentação realizada por alguns tipos de bactérias e alguns fungos (como a levedura *Saccharomyces cerevisiae*). Nessa reação (Figura 3), o ácido pirúvico (cuja fórmula é $C_3H_4O_3$) é descarboxilado (perde sua hidroxila), gerando acetaldeído por meio da ação da enzima piruvato descarboxilase (ausente em animais) (DIAS, 2017).



Fonte: IGASTROPED, 2018.

O homem utiliza os dois produtos dessa fermentação: o álcool etílico empregado há milênios na fabricação de bebidas alcoólicas (vinhos, cervejas, cachaças, entre outros.), e o gás carbônico importante na fabricação do pão, um dos

mais tradicionais alimentos da humanidade. Mais recentemente tem-se utilizado esses fungos para a produção industrial de álcool combustível (SÓ BIOLOGIA, 2008).

3.8.2.1 Fermentação Cervejeira

O processo de fabricação da cerveja, cujos subprodutos álcool etílico e CO₂ (gás carbônico) são obtidos a partir do consumo de açúcares presentes no malte, é realizado através da cevada germinada. Este é o mesmo processo usado no preparo de massas, onde as leveduras ou fungos consomem o carboidrato obtido do amido, derivado do trigo, liberando CO₂, aumentando seu volume (IGASTROPED, 2018).

O processo fermentativo da cerveja é dividido em 3 fases sendo elas fase exponencial, estacionária e decaimento (Figura 4).

Figura 4- Curva de crescimento de levedura na etapa de fermentação.



Fonte: KASVI, 2021.

No início da fermentação, é crucial controlar a temperatura para que ela se mantenha na faixa ideal para a levedura, facilitando sua adaptação ao meio; na fase exponencial, as leveduras degradam o açúcar do mosto, produzindo álcool, gás carbônico e compostos que conferem sabor e aroma, enquanto se multiplicam para aumentar a eficiência do processo; já na fase estacionária, o crescimento populacional das leveduras diminui, pois a maioria dos açúcares que fornecem energia já foi consumida (KASVI, 2021).

3.9 Aloe Vera no Cultivo de Plantas

A babosa é popularmente conhecida como *Aloe vera*, na qual apresenta

diversos benefícios para o cultivo de plantações que vão desde o uso como fertilizantes naturais até o favorecimento da multiplicação dos micróbios na terra. Além disso, ainda apresenta propriedades antissépticas a partir das saponinas (são substâncias capazes de atuar contra bactérias, fungos, entre outros); possui aspecto positivo no enraizamento de uma planta a partir de vasos transportadores e contém quantidade significativa de ácido salicílico, que possui propriedades antibacterianas (BIO CULTIVO, 2022).

De acordo com Cerpis (2019) o gel ou mucilagem da babosa é constituído principalmente de água e polissacarídeos (pectinas, hemiceluloses, glucomanana e acemanana), encontra-se também aminoácidos, lipídios, fitoesteróis, taninos e enzimas, vitaminas e sais minerais. A resina derivada da parte externa das folhas contém antraquinonas (aloémodina), antronas e seus glicosídeos. É possível analisar os principais ativos da aloe vera na tabela abaixo (Tabela 1).

Tabela 1- Sais minerais presentes na babosa - porção de 200 mL.

Cálcio (Ca)	75 mg
Potássio (K)	75 mg

Fonte: USE ALOE, 2024.

3.10 Casca de Ovo no Cultivo de Plantas

A casca de ovo é amplamente utilizada para adubação de plantas, principalmente as cultivadas em vasos, devido ao seu alto teor de cálcio. Além de ajudar na absorção de micronutrientes como molibdênio, o cálcio ajuda no crescimento das raízes (MARTINS, 2021).

A casca é constituída por compostos minerais e orgânicos que estão envolvidos na regulação da mineralização das cascas. O seu elevado teor de cálcio, potássio e magnésio contribui positivamente para o crescimento das células e formação das estruturas celulares das plantas. O cálcio, ao se decompor, pode atuar no controle de pH do solo (CORTÉS, 2023). É possível analisar os principais ativos da casca de ovo na tabela abaixo (Tabela 2).

Tabela 2- Propriedades da casca de ovo.

Cálcio (Ca)	50 mg
Magnésio (Mg)	10 mg
Potássio (K)	126 mg
Fósforo (P)	172 mg

Fonte: USDA, 2019.

3.11 Rúcula e Suas Características

A rúcula (*Eruca sativa*) é uma hortaliça pertencente à família Brassicaceae, originária da região Mediterrânea e do oeste da Ásia. No Brasil, é mais amplamente conhecida nas regiões Sul e Sudeste, especialmente entre descendentes de italianos, espanhóis e portugueses. No entanto, seu cultivo e consumo já se expandiram para todas as regiões do país, sendo preferencialmente utilizada em saladas cruas e como ingrediente (STEINER *et al.*, 2011).

A rúcula é uma planta folhosa herbácea de rápido crescimento vegetativo e ciclo curto, alcançando normalmente uma altura de 15 a 20 cm (JARDINA *et al.*, 2017), suas folhas apresentam coloração verde, são espessas, de formato recortado e alongado (FILGUEIRA, 2008). Destaca-se entre as hortaliças folhosas devido à sua composição nutricional, rica em potássio, enxofre, ferro, vitaminas A e C, proteínas, carboidratos e sais minerais, além de seu sabor picante e aroma agradável (GENUNCIO *et al.*, 2011).

A cultura da rúcula apresenta um ciclo de 40 a 60 dias, dependendo da espécie e das condições ambientais, o que pode antecipar ou atrasar o ponto de colheita. O período entre a emergência das plântulas e a iniciação floral é considerado o estágio de produção economicamente viável, que termina quando as folhas atingem seu maior tamanho. Conforme Costa *et al.* (2011), o ponto ideal para a comercialização das folhas ocorre aos 37 dias, momento em que elas apresentam características adequadas. Após esse período, as folhas se tornam impróprias para consumo, pois perdem qualidade e adquirem uma textura fibrosa.

A planta se desenvolve em uma ampla faixa de temperaturas, porém, prefere temperaturas amenas, entre 15 e 18 °C, condições nas quais produz folhas grandes e tenras. Em temperaturas mais elevadas, as folhas tornam-se menores, mais duras e com sabor mais pungente (FILGUEIRA, 2008).

3.12 Tomate-Cereja e Suas Características

O tomate cereja (*Solanum lycopersicon L. var. cerasiforme*) é um grupo da família dos tomates amplamente utilizado na alimentação, introduzido no Brasil nos anos 1990. Ele se destaca pelo crescente consumo in natura, boa aceitação pelo público e alto valor comercial (SÃO JOSÉ, 2013), tornando-se especialmente relevante em estados como São Paulo e Minas Gerais, tanto em cultivos convencionais quanto em sistemas hidropônicos.

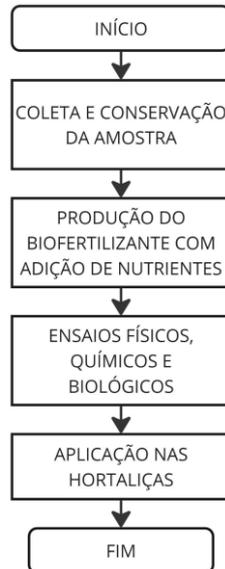
Segundo Filgueira (2000), a temperatura ideal para a produção do tomateiro varia entre 21-28°C durante o dia e 15-20°C durante a noite. Temperaturas diurnas e noturnas mais elevadas prejudicam a frutificação e causam abortamento de flores, reduzindo assim o número de frutos por planta. Esses fatores climáticos destacam a importância do manejo adequado para maximizar o potencial produtivo e de germinação das plantas, as quais tem um tempo médio de 10 dias para germinação (FERREIRA *et al.*, 2013).

Esse fruto apresenta tamanho diminuto, sabor adocicado e versatilidade, podendo ser consumido como aperitivo, usado em pratos variados ou como adorno culinário (Gusmão *et al.*, 2000). Sua composição inclui cerca de 94% de água, 2,5% de açúcares totais, 2% de fibras, 1% de proteínas, além de ácidos, lipídios, aminoácidos e carotenoides (KOH *et al.*, 2012).

4 MATERIAIS E MÉTODO

As atividades experimentais ocorreram nos laboratórios da ETEC Trajano Camargo de Limeira-São Paulo, sob a orientação dos professores responsáveis, seguindo a sequência apresentada (Figura 6).

Figura 6- Fluxograma de atividades realizadas.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

4.1 Coleta e Conservação de Amostras

Foram coletados 4L de purga de cerveja na cervejaria Salve. Durante a visita técnica recebemos orientações sobre o modo de armazenamento, processo de fabricação e fermentação alcoólica, os materiais utilizados na fabricação e o processo de obtenção da biomassa cervejeira, conhecida como purga (Figura 7). A amostra coletada foi armazenada em um refrigerador a aproximadamente 12°C, com o objetivo de retardar o processo de fermentação. Sob o método de respingo (Figura 8) que envolve a liberação da pressão proveniente do produto da fermentação (dióxido de carbono) e retê-lo no recipiente através de uma segunda garrafa contendo água, de modo a impedir a interação com o ar e prevenir contaminações patogênicas.

Figura 7- Armazenamento da amostra.

Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Figura 8- Método de respingo.

Fonte: Acervo pessoal, 2024.

4.2 Produção do Biofertilizante Com Adição de Nutrientes

A primeira etapa executada foi a separação simples, na qual separamos o líquido do sólido, que é a biomassa, seguindo com a criação das formulações (Tabela 3) e produção.

Tabela 3- Formulações do biofertilizante.

Componentes	A0	A1	A2	A3	A4
Purga	0 g	83 g	83 g	83 g	83 g
Babosa	0 g	15 g	0 g	10 g	0 g
Casca de ovo	0 g	0 g	5 g	3 g	0 g
Água	200 mL				

Fonte: Acervo pessoal, 2024.

4.3 Ensaio físicos, químicos e biológicos

Ensaio físicos, químicos e biológicos são parâmetros que utilizam métodos a fim de monitorar a qualidade e características de uma substância, como a validade de produtos, decomposição de matéria orgânica e contaminação. Sendo essencial para firmar uma análise abrangente do biofertilizante.

4.3.1 Ensaio físicos

Foi realizado o teste de prateleira, no qual foram estabelecidos parâmetros

como odor, controle de temperatura, umidade e pH. Para esse fim, foi montada uma tabela (Figura 9) para analisar o produto, utilizando os parâmetros mencionados anteriormente.

Para a criação dessa tabela, foi pesquisado quais eram os principais parâmetros utilizados em uma indústria, modificando com o que tínhamos disponível, para analisar a qualidade e eficiência de um produto sob um determinado período, assim, podendo estabelecer a qualidade e validade do produto.

O teste de prateleira é essencial para averiguar possíveis modificações nas formulações analisadas. As análises iniciaram no dia 28/08/2024 até o dia 12/09/2024.

Figura 9- Teste de prateleira.

TESTE DE PRATELEIRA- AMOSTRA AO					
DATA	pH	TEMPERATURA		UMIDADE	ODOR
25/08/2024		Máx.:	Mín.:		
26/08/2024		Máx.:	Mín.:		
27/08/2024		Máx.:	Mín.:		
28/08/2024		Máx.:	Mín.:		
29/08/2024		Máx.:	Mín.:		
30/08/2024		Máx.:	Mín.:		
31/08/2024		Máx.:	Mín.:		
01/09/2024		Máx.:	Mín.:		
02/09/2024		Máx.:	Mín.:		
03/09/2024		Máx.:	Mín.:		
04/09/2024		Máx.:	Mín.:		
05/09/2024		Máx.:	Mín.:		
06/09/2024		Máx.:	Mín.:		
07/09/2024		Máx.:	Mín.:		
08/09/2024		Máx.:	Mín.:		
09/09/2024		Máx.:	Mín.:		
10/09/2024		Máx.:	Mín.:		
11/09/2024		Máx.:	Mín.:		
12/09/2024		Máx.:	Mín.:		

Legenda:
 UMIDADE: será a umidade relativa do ar do determinado dia.
 ODOR: o odor pode indicar a degradação da amostra. Sendo indicada com:
 ODOR FORTE
 ODOR FRACO
 ODOR INICIAL: indicando que o odor está de acordo com o odor do dia da fabricação do produto.

Fonte: Acervo pessoal, 2024.

4.3.2 Ensaio químicos

Os testes de pH foram mensurados no dia da produção dos biofertilizantes, ao decorrer da análise de prateleira e após 50 dias de produção, a fim de averiguar se o valor do pH seria alterado bruscamente com o decorrer das análises.

Também foi analisado o pH das terras após a utilização dos biofertilizantes e plantio, permitindo avaliar o impacto do biofertilizante sobre a acidez e/ou alcalinidade do solo e sua possível influência na fertilidade e produtividade.

4.3.3 Ensaio biológicos

Foi realizada análise no microscópio para verificar a presença e a morfologia da levedura. Adicionalmente, executou-se a coloração de Gram para determinar a viabilidade das células existentes, diferenciando entre as gram-positivas e as gram-negativas. Sendo assim, um fator para acompanhar a atividade microbiana das leveduras.

4.4 Aplicação nas hortaliças

Os experimentos foram conduzidos em hortaliças de rúcula e tomate-cereja. Análises foram feitas para verificar as variações do tempo de germinação das hortaliças, o que permitiu avaliar a influência do biofertilizante na aceleração ou atraso desse processo. Sendo válido referenciar que a aplicação do produto ocorreu em dias alternados, com a aplicação de 1 e 2 mL.

Foi tomado como controle a adição de água em cada hortaliça para observar e verificar a influência e qualidade de cada formulação.

5 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

5.1 Coleta e Conservação de Amostras

A amostra foi armazenada por cerca de 15 dias e não apresentou mudanças perceptíveis nas características organolépticas.

O método de respingo apresentou resultados significativos, isso porque não houve acúmulo de dióxido de carbono, ou seja, não houve interação com o ar e possíveis contaminações.

5.2 Produção do Biofertilizante com Adição de Nutrientes

A produção ocorreu conforme o esperado, atingindo os resultados planejados. Concluindo uma produção sucedida (Figura 10). É importante destacar que a adição dos nutrientes -babosa e casca de ovo- se mostrou fundamental para enriquecer o solo e fornecer nutrientes essenciais às hortaliças, contribuindo diretamente para o desenvolvimento saudável das plantas.

As produções alcançaram seu principal propósito, que era acelerar o processo de germinação das hortaliças e fornecer nutrientes ao solo.

Figura 10 - Produção dos biofertilizantes.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

5.3 Ensaios Físicos, Químicos e Biológicos

Com os ensaios, foi possível monitorar a qualidade do biofertilizante, observar a variação dos parâmetros analisados e estudar mais a fundo as propriedades e características do mesmo.

5.3.1 Ensaio físicos

Através da avaliação do teste de prateleira, conseguimos examinar o comportamento de cada biofertilizante ao longo dos dias. Para ilustrar os resultados alcançados do mesmo, uma média semanal foi analisada de cada formulação, mediante aos parâmetros de pH, temperatura, umidade e odor (Tabela 4, 5 e 6).

A temperatura apresentou um papel crucial, isso porque com o seu aumento pode haver possíveis mudanças na solubilidade dos biofertilizantes.

A umidade variou ao longo dos dias, sendo a mínima de 28% e a máxima de 87%. No entanto, a alta umidade (mais de 60%) pode gerar condições anaeróbicas, favorecendo odores desagradáveis.

Tabela 4- Análise do teste de prateleira 1ª semana.

Formulações	pH	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Odor
A1	4.88	29.75°C	42.5%	Fraco
A2	4.80	29.75°C	42.5%	Fraco
A3	4.75	29.75°C	42.5%	Fraco
A4	5.01	29.75°C	42.5%	Fraco

Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Tabela 5- Análise do teste de prateleira 2ª semana.

Formulações	pH	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Odor
A1	4.81	34°C	64.14%	Forte
A2	4.66	34°C	64.14%	Fraco
A3	4.70	34°C	64.14%	Fraco
A4	4.79	34°C	64.14%	Forte

Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Tabela 6- Análise do teste de prateleira 3ª semana.

Formulações	pH	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Odor
A1	4.72	31.4°C	39.8%	Forte
A2	4.50	31.4°C	39.8%	Forte
A3	4.61	31.4°C	39.8%	Forte
A4	4.53	31.4°C	39.8%	Forte

Fonte: Acervo pessoal, 2024.

5.3.2 Ensaio químicos

O teste de pH foi analisado no dia da produção variou de 3,86 a 4,38, apresentando caráter ácido (Tabela 7). Após 50 dias, as formulações apresentaram caráter levemente ácido, variando de 4,96 a 5,22 (Tabela 8).

Os diferentes resultados de pH analisados no dia da produção, análise de prateleira e após 50 dias, indicam variações na acidez entre as formulações. Podendo ser justificado pela autólise celular a partir da decomposição das leveduras, processo no qual a célula se autodestrói pela ação de suas próprias enzimas, ocasionando a destruição de todo conteúdo celular.

Tabela 7- Resultados do pH no dia da produção.

FORMULAÇÕES	A1	A2	A3	A4
pH	3,86	4,38	3,86	4,04

Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Tabela 8- Análise do pH após 50 dias de produção.

FORMULAÇÕES	A1	A2	A3	A4
pH	5,08	4,96	5,02	5,22

Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Ao analisar o pH do solo, foi possível identificar que, em comparação com o controle, ficou mais básico (Tabela 9 e 10). O que poderia explicar essa ação é a decomposição da matéria orgânica no solo.

Tabela 9- Averiguação do pH do solo pós plantio do controle.

PLANTIO	A0
Rúcula	5.99
Tomate-cereja	5.63

Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Tabela 10- Averiguação do pH do solo pós plantio com o uso dos biofertilizantes.

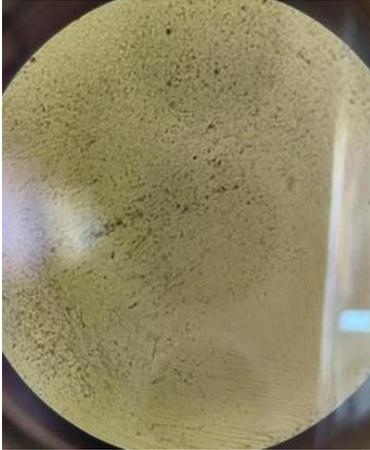
PLANTIO	DOSES	A1	A2	A3	A4
Rúcula	1 mL	5.34	5.70	6.24	5.59
	2 mL	6.15	6.29	6.66	5.61
Tomate- cereja	1 mL	5.92	5.88	6.44	5.45
	2 mL	5.70	5.91	6.67	5.29

Fonte: Arquivo pessoal, 2024.

5.3.3 Ensaio biológicos

Após observar a purga no microscópio (Figura 11) e executar a coloração de Gram, foi possível identificar e concluir que o teste de Gram indicou que as bactérias presentes no biofertilizante são Gram-positivas (Figura 12), sugerindo a presença de microrganismos benéficos.

Figura 11- Análise da purga no microscópio.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Figura 12- Coloração de Gram.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

5.4 Aplicação nas Hortaliças

A rúcula demonstrou maior sensibilidade às aplicações, devido ao clima quente que chegou a atingir 34°C. No entanto, temperaturas elevadas não favorecem seu desenvolvimento. Dessa forma, a hortaliça germinou, mas não permaneceu seu desenvolvimento.

Em contraponto, o tomate-cereja apresentou resultados significativos. Após 41 dias do cultivo, verificou-se que as hortaliças tratadas com biofertilizante apresentaram um crescimento mais vigoroso em comparação às irrigadas apenas com água (Figura 13). As plantas irrigadas exclusivamente com água mostraram sinais de clorose, caracterizados pelo amarelamento das folhas, possivelmente devido à deficiência de nutrientes essenciais, ao excesso ou à falta de água (ECOJARDIM, 2020). Dessa maneira, os mesmos apresentaram ótimo desenvolvimento (Figura 14 e 15).

Figura 13- Tomate cereja sob aplicação de água e com biofertilizante após 41 dias.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Figura 14- Tomate-cereja após 54 dias.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Figura 15- Tomate-cereja após 89 dias.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Os dados coletados do tempo de cada germinação foram registrados em uma tabela, permitindo uma análise detalhada. Consideramos como referência o teste de controle utilizando água para discutir os resultados (Quadro 1).

Levando-se em consideração que o período de germinação da rúcula apenas com água é em média 8 dias após o plantio (BROTACOMPANY, 2022) e o tomate cereja germina em cerca de 10 dias (NOGUEIRA, 2022). Diante disso, nosso produto apresentou resultados expressivos, uma vez que houve um crescimento acelerado das hortaliças, atendendo às necessidades da indústria sem comprometer o meio ambiente.

O aspecto de folhas e a diferença no tamanho, foram as diferenças mais perceptíveis. A aplicação das formulações A1 e A2 na rúcula apresentaram sensibilidade, ficando finas, já na aplicação A3, as folhas ficaram ásperas.

As folhas finas e o aspecto áspero podem ser devido a vários fatores, como a insuficiência de água (apresentando desidratação) e luz (que afeta o processo de fotossíntese, prejudicado pela falta de energia) (GARDEN, 2018).

Quadro 1- Análise do tempo de germinação de cada hortaliça em cada formulação.

TEMPO DE GERMINAÇÃO (dias)				
FORMULAÇÕES	RÚCULA	IMAGENS	TOMATE CEREJA	IMAGENS
A0	5		10	
A1	3		7	
A2	3		7	
A3	4		7	
A4	4		7	

Fonte: Acervo pessoal, 2024.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de defensivos agrícolas levanta preocupações sobre a saúde humana e o meio ambiente, pois pode causar doenças e reduzir a biodiversidade do solo. Alternativas sustentáveis, como biofertilizantes que favorecem bactérias benéficas, ganham destaque, assim como o reaproveitamento de resíduos de cervejarias para adubação. Além disso, as micorrizas, associações simbióticas entre fungos e raízes, melhoram a absorção de nutrientes, mas são prejudicadas pela aplicação de defensivos.

O trabalho investigou a utilização de microrganismos da purga da cerveja, rica em nutrientes, para criar um biofertilizante em combinação com micorrizas. O objetivo é produzir alimentos mais saudáveis e aumentar a fertilidade do solo. Os estudos abordam as propriedades biológicas da biomassa e do solo, testes de formulação e aplicação, além de melhorar a eficiência na produção de hortaliças, contribuindo para a sustentabilidade agrícola.

A prática da agricultura sempre esteve presente em nossa sociedade, e ela vem se intensificando cada vez mais pelo crescimento populacional. A partir desse crescimento exacerbado, tornou-se crucial o uso de produtos químicos, devido à demanda por mais alimentos aliada à escassez de terra própria para plantio. No entanto, seu uso pode ocasionar danos ambientais e saúde.

Eventualmente, a *Aloe vera* e cascas de ovo oferecem benefícios significativos para a saúde do solo, melhorando sua estrutura, aumentando a resistência das plantas às doenças, fornecendo cálcio e minerais que favorecem a aeração e a retenção de umidade. Essas práticas resultam em uma agricultura mais ecológica e eficiente. Além disso, os resíduos cervejeiros, ricos em nutrientes essenciais, também melhoram a estrutura do solo, estimulam a atividade microbiana benéfica, contribuindo na redução de desperdícios e aumentando a fertilidade.

No desenvolvimento experimental, conduzido nos laboratórios da Etec, foi realizado o processo de produção de biofertilizante a partir da purga de cerveja coletada, na qual foi acompanhada de orientações sobre processos de fabricação, fermentação e armazenamento. A amostra coletada foi conservada sob baixas temperaturas até o dia de seu uso na produção das diferentes formulações de biofertilizante. Foram realizadas análises físicas, químicas e biológicas a fim estabelecer parâmetros para averiguar e determinar uma validade para o produto.

O biofertilizante foi aplicado em hortaliças ditas anteriormente, utilizando-se métodos qualitativo e quantitativo, com dosagens distintas. O método qualitativo avaliou características visíveis, como o vigor das plantas, enquanto o quantitativo mediu o crescimento em altura, número de folhas e produtividade. Os cultivos apresentaram resultados significativos, com aumento expressivo no crescimento das plantas em ambos testes.

Ressaltamos desenvolver um biofertilizante que atenda à demanda crescente de microprodutores rurais, ambientalistas e jardineiros, tanto profissionais quanto amadores. Para futuras pesquisas, sugerimos a realização de testes em intervalos mais longos para avaliar continuamente a eficácia do biofertilizante, quantificar os compostos presentes nele, analisar.

Providências: fazer análises e estudos rigorosos em busca de como a mudança de temperatura influencia na alteração do pH, garantindo que suas propriedades benéficas sejam plenamente compreendidas e aplicadas na prática agrícola.

REFERÊNCIAS

AGRO BAYER. **FERTILIDADE DO SOLO: manejo adequado para a nutrição das plantas.** Disponível em: <https://www.agro.bayer.com.br/conteudos/fertilidade-do-solo> Acesso em: 11 mai. 2023.

AGRO PÓS. **Veja quais são as principais camadas do solo.** Disponível em: <https://agropos.com.br/camadas-do-solo/> Acesso em: 09 ago. 2024.

AIRES, R. **AGRICULTURA NO BRASIL: história, desenvolvimento e as tendências para o futuro.** Disponível em: <https://www.myfarm.com.br/agricultura/#:~:text=A%20princ%C3%ADpio%2C%20a%20pr%C3%A1tica%20da,as%20primeiras%20formas%20de%20cultivo> Acesso em: 10 mai. 2023.

ALVARENGA, A. **BIOFERTILIZANTES NA AGRICULTURA: saiba a sua importância.** Disponível em: <https://rehagro.com.br/blog/biofertilizantes-na-agricultura/> Acesso em: 05 jun. 2023.

AMBROSINI *et al.* **Impacto do excesso de cobre e zinco no solo sobre videiras e plantas de cobertura.** Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/156925/1/Impacto-do-excesso-de-cobre-e-zinco-no-solo-sobre-videiras-e-plantas-de-cobertura.pdf> Acesso em: 23 mar. 2024.

BIO CULTIVO. **5 Benefícios da aloe vera no cultivo de plantas.** Disponível em: <https://biocultivo.com.br/blog-aloe-vera/#:~:text=Em%20um%20cultivo%2C%20a%20babosa,como%20refor%C3%A7o%20para%20a%20composteira> Acesso em: 02 ago. 2024.

BIOSUL. **Conheça um pouco da história dos fertilizantes.** Disponível em: <https://www.biosul.com/noticia/conheca-um-pouco-a-historia-dos-fertilizantes#:~:tex=Desde%20o%20per%C3%ADodo%20neol%C3%ADtico%20os,dos%20rios%20e%20esterco%20humano> Acesso em: 05 jun. 2023.

BRANCO, M. P. **Os solos.** Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/publique/SGB-Divulga/Canal-Escola/Os-Solos-2620.html?tpl=printerview> Acesso em: 26 mar. 2024.

BROTACOMPANY. **GUIA COMPLETO PARA CULTIVAR RÚCULA: do plantio à sua mesa.** Disponível em: <https://blog.brotacompany.com.br/guia-completo-para-cultivar-rucula-do-plantio-a-sua-mesa/#:~:text=Tempo%20de%20germina%C3%A7%C3%A3o%20e%20colheita,vai%20poder%20fazer%20uma%20salada> Acesso em: 03 dez. 2024.

CERPIS. **Roda de conversas sobre plantas medicinais.** Disponível em: <https://www.saude.df.gov.br/documents/37101/1118391/FOLHETO-BABOSA.pdf/60ba0eb5-eb74-c766-376a-7ffdfced98e0?t=1652136751165#:~:text=A%20babosa%20%C3%A9%20utilizada%2>

Ona,uso%20milenar%20por%20diversas%20culturas Acesso em: 02 ago. 2024.

CERVEJA E MALTE. **RESÍDUOS DAS CERVEJARIAS: o que fazer com o bagaço do malte?**. Disponível em:

<https://cervejaemalte.com.br/blog/bagaco-do-malte/> Acesso em: 20 abr. 2024.

CHERLINKA, V. **Fertilidade do solo e como controlar a sua perda**. Disponível em: <https://eos.com/pt/blog/fertilidade-do-solo/> Acesso em: 11 mai. 2023.

CISCATI, R. **QUEM INVENTOU A AGRICULTURA? Acreditava-se que ela fora obra de um único grupo de pessoas, que se espalhou pela Ásia e pela Europa. Técnicas avançadas de genética contam uma história diferente**. Disponível em:

<https://epoca.globo.com/vida/noticia/2016/07/quem-inventou-agricultura.html> Acesso em: 10 mai. 2024.

CORTÉS, A. G. **“OURO” PARA O SEU JARDIM: conheça os benefícios da casca de ovo para as suas plantas**. Disponível em:

<https://www.tempo.com/noticias/ciencia/ouro-para-o-seu-jardim-conheca-os-beneficios-da-casca-de-ovo-para-as-suas-plantas-sustentabilidade.html> Acesso em: 02 ago. 2024.

COSTA, *et al.* **Desempenho de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e campo aberto**. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, n. 1, p.93-102, 2011.

COTOIA, A. ***Saccharomyces Cerevisiae***. Disponível em:

<https://biologydictionary.net/saccharomyces-cerevisiae/> Acesso em: 15 abr. 2024.

DIAS, D. L. **O que é fermentação?**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/quimica/o-que-e-fermentacao.htm>. Acesso em: 03 out. 2024.

ECOJARDIM. **FOLHAS AMARELADAS: por que isso acontece?** Disponível em:

<https://www.ecojardimfranquias.com.br/post/folhas-amareladas-por-que-isso-acontece> Acesso em: 21 nov. 2024.

ECYCLE. **AGROTÓXICOS: o que são, tipos e riscos à saúde**. Disponível em:

<https://www.ecycle.com.br/agrotoxicos/> Acesso em: 06 jul. 2023.

EMBRAPA. **Os solos do Brasil**. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/tema-solos-brasileiros/solos-do-brasil> Acesso em: 06 jun. 2023.

FERREIRA, *et al.* **Temperatura inicial de germinação no desempenho de plântulas e mudas de tomate**. *Ciência Rural*, v.43, n.7, jul, 2013.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, MG: Ed. Universidade Federal de Viçosa, 2000. 402 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2008.

FRONTIERS. Two Food Waste By-Products Selectively Stimulate Beneficial Resident Citrus Host-Associated Microbes in a Zero-Runoff Indoor Plant Production System. Disponível em:

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2020.593568/full>

Acesso em: 25 mai. 2023.

GARDEN. Veja o que as folhas da sua planta estão indicando. Disponível em:

https://shoppinggarden.com.br/blog/veja_o_que_as_folhas_da_sua_planta_estao_indicando Acesso em: 01 nov. 2024.

GENUNCIO *et al.* Produtividade de rúcula hidropônica cultivada em diferentes épocas e vazões de solução nutritiva. Horticultura. Brasileira, V.29, n.2, p.605-608, 2011.

GUITARRARA, P. Solo. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/o-solo.htm> Acesso em: 09 ago. 2024.

GUSMÃO *et al.* Efeito da cobertura do solo com filme de polietileno e da densidade de plantio, na produção de tomateiro tipo cereja. In: Horticultura Brasileira. Brasília, v.18, 2000. p. 571-572.

IGASTROPED. REAÇÕES DE FERMENTAÇÃO: aquilo que vale a pena saber a respeito delas. Disponível em: <https://www.igastroped.com.br/reacoes-de-fermentacao-aquilo-que-vale-a-pena-saber-a-respeito-delas/>. Acesso em: 03 out. 2024.

JARDINA, *et al.* Desempenho produtivo e qualidade de cultivares de rúcula em sistema semi hidropônico. Revista de Agricultura Neotropical, V.4, n.1, p.78-82, 2017.

KASVI. FERMENTAÇÃO: como a microbiologia está presente na cerveja.

Disponível em:

<https://kasvi.com.br/fermentacao-a-microbiologia-da-cerveja/> Acesso em: 03 out. 2024.

KOH, *et al.* 2012. Effects of industrial tomato paste processing on ascorbic acid, flavonoids, carotenoids and their stability over one-year storage. Journal of the Science of Food and Agriculture 92(1), 23-28.

MACHADO, A. W. Entenda os sintomas visuais de deficiência / excesso nutricional em plantas. Disponível em:

https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/aspectos-gerais/entenda-os-sintomas-visuais-de-deficiencia-nutricional-em-plantas_490569.html Acesso em: 29 nov. 2024.

MARTINS, B. CASCA DE OVO NAS PLANTAS: saiba como fazer e para que serve. Disponível em:

<https://casavogue.globo.com/Arquitetura/Paisagismo/noticia/2021/10/casca-de-ovo-nas-plantas-saiba-como-fazer-e-para-que-serve.html> Acesso em: 02 ago. 2024.

MIRANDA, J. C. C. **Utilização das micorrizas na agricultura.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/547441/utilizacao-das-micorrizas-na-agricultura> Acesso em: 06 jul. 2023.

MPSP. **Agrotóxicos.** Disponível em: <http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/Cartilhas/RoteiroAtua%C3%A7%C3%A3o-Agrot%C3%B3xico.pdf> Acesso em: 06 jul. 2023.

NOGUEIRA, M. **O plantio de tomate-cereja em vasos.** Disponível em: <https://cotripl.com.br/o-plantio-de-tomate-cereja-em-vasos/> Acesso em: 03 dez. 2024.

OSAKI, M. **Com forte dependência do mercado externo, setor nacional de fertilizantes enfrenta desafio.** Disponível em: [https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opiniao-cepea/com-forte-dependencia-do-mercado-externo-setor-nacional-de-fertilizantes-enfrenta-desafios.aspx#:~:text=Em%202022%20\(dados%20at%C3%A9%20novembro,Nacional%20para%20Difus%C3%A3o%20de%20Adubos\)](https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opiniao-cepea/com-forte-dependencia-do-mercado-externo-setor-nacional-de-fertilizantes-enfrenta-desafios.aspx#:~:text=Em%202022%20(dados%20at%C3%A9%20novembro,Nacional%20para%20Difus%C3%A3o%20de%20Adubos)) Acesso em: 24 set. 2024.

PASSOS, J. **AGROTÓXICOS: toxicologista fala sobre mudanças na lei, riscos para saúde e meio ambiente.** Disponível em: [https://portal.fiocruz.br/noticia/agrotoxicos-toxicologista-fala-sobre-mudancas-na-lei-riscos-para-saude-e-meio-ambiente#:~:text=A%20Lei%20dos%20Agrot%C3%B3xicos%20\(Lei,no%20Decreto%204.074%20de%202002](https://portal.fiocruz.br/noticia/agrotoxicos-toxicologista-fala-sobre-mudancas-na-lei-riscos-para-saude-e-meio-ambiente#:~:text=A%20Lei%20dos%20Agrot%C3%B3xicos%20(Lei,no%20Decreto%204.074%20de%202002) Acesso em: 06 jul. 2023.

PICCININ *et al.* **Efeito de *Saccharomyces cerevisiae* na produtividade de sorgo e na severidade de doenças foliares no campo.** Disponível em: <https://www.scielo.br/j/fb/a/ry76D8tVySCkxvyChnhk63L/?lang=pt#> Acesso em: 01 out. 2023.

PENSAMENTO VERDE. **Saiba por que a utilização do inseticida DDT foi proibida.** Disponível em: <https://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/saiba-por-que-utilizacao-inseticida-ddt-foi-proibida/> Acesso em: 06 jul. 2023.

PIOTTO, C. A. **MICORRIZAS: o que são e qual a sua importância ecológica e econômica.** Disponível em: <https://www.minasbioconsultoria.com/post/micorrizas-o-que-s%C3%A3o-e-qual-a-sua-import%C3%A2ncia-ecol%C3%B3gica-e-econ%C3%B4mica> Acesso em: 05 de out. 2023.

PIX FORCE. **BIOFERTILIZANTES NA AGRICULTURA: entenda a sua importância.** Disponível em: <https://www.pixforce.com.br/post/a-import%C3%A2ncia-dos-biofertilizantes-na-agricultura> Acesso em: 05 jun. 2023.

RAMOS, R. F., *et al.* **Associação de sucesso.** Cultivar Grandes Culturas, v. 22, p. 37 – 39, 17 mar. 2022.

RIBEIRO, D. S.; PEREIRA, T. S. **O agrotóxico nosso de cada dia.** VITTALLE - Revista De Ciências Da Saúde, vol. 28, nº 1, p. 14-26, dezembro de 2016.

Disponível em: <https://periodicos.furg.br/vittalle/article/view/6187>.

ROHRIG, B. **FERTILIDADE DO SOLO: um caminho para alcançar altas produtividades**. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/fertilidade-do-solo/> Acesso em: 11 mai. 2023.

RÔMULO, A. **O que são leveduras? O que é *saccharomyces cerevisiae*?** Disponível em: <https://univitta.net/blog/o-que-sao-leveduras-o-que-e-saccharomyces-cerevisiae> Acesso em: 05 out. 2023.

SANTOS, M. S. Principais poluentes gerados. *In*: RIBEIRO, F. M. **Cervejas e refrigerantes**. São Paulo: Editora da Cetesb, 2005. p. 34-35.

SÃO JOSÉ, J. F. B. **Caracterização físico-química e microbiológica de tomate cereja (*Lycopersicon esculentum var. cerasiforme*) minimamente processado submetido a diferentes tratamentos de sanitização**. Viçosa, MG, UFV - Tese (Doutorado em Ciência e tecnologia de alimentos), 2013. 156p.

SEBRAE. **O que são resíduos (e o que fazer com eles)**. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-sao-residuos-e-o-que-fazer-comeles,ca5a438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD#:~:text=Res%C3%ADduos%20s%C3%A3o%20as%20partes%20que,processos%20industriais%20ou%20por%20motores> Acesso em: 04 dez. 2024.

SECOM. **Metais maléficis são encontrados em alimentos, plantas e animais**. Disponível em: <https://unilab.edu.br/2011/05/17/metais-maleficos-sao-encontrados-em-alimentos-plantas-e-animais/> Acesso em: 22 mar. 2024.

SILVA, N. M. **Reaproveitamento de subprodutos da indústria cervejeira**. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/2505#:~:text=Esse%20res%C3%ADduo%20que%20%C3%A9%20constitu%C3%ADdo,para%20ra%C3%A7%C3%A3o%20animal%20ou%20aduba%C3%A7%C3%A3o> Acesso em: 24 set. 2024.

SÓ BIOLOGIA. **Fermentação alcoólica**. Disponível em: https://www.sobiologia.com.br/conteudos/bioquimica/bioquimica3_2.php Acesso em: 03 out. 2024.

STUCHI, F. J. **BIOFERTILIZANTE um adubo líquido de qualidade que você pode fazer**. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1046948/1/CPAFAP2015CartilhaBiofertilizantefinal.pdf> Acesso em: 27 set. 2024.

TERRA MAGMA. **Fertilizantes mais utilizados no Brasil**. Disponível em: <https://terramagma.com.br/blog/fertilizantes-mais-usados-brasil/> Acesso em: 26 mar. 2024.

TRANSRESIND. **Cervejarias artesanais e a destinação correta dos seus resíduos**. Disponível em: <https://transresind.com.br/cervejarias-artesanais-destinacao-de-residuos/> Acesso em: 20 abr. 2024.

UFMG. **A LEVEDURA SACCHAROMYCES CEREVISIAE: caracterização do gênero, domesticação e importância na composição de vinhos.** Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/ICBB-BDAPAW#:~:text=A%20levedura%20Saccharomyces%20cerevisiae%20%C3%A9,tecnol%C3%B3gico%20e%20cient%C3%ADfico%20da%20humanidade> Acesso em: 05 out. 2023.

USDA. **Egg, whole, cooked, hard-boiled.** Disponível em: <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/173424/nutrients> Acesso em: 23 jul. 2023.

USE ALOE. **Aloe vera gel.** Disponível em: https://www.usealoe.com.br/produto/aloe-vera-gel/?srsltid=AfmBOop3Zj_KCPJWoH8q8T85QhHqusxZL8FzxgaG4EgtZL-35YnmBr2ssR0&v=19d3326f3137 Acesso em: 09 ago. 2024.

YARA BRASIL. **A História Da Agricultura No Brasil — Conheça Essa Jornada** Disponível em: <https://www.yarabrasil.com.br/conteudo-agronomico/blog/historia-agricultura/> Acesso em: 11 mai. 2023.