

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA
ETEC DE CIDADE TIRADENTES
CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA**

Evellyn Aparecida Queiroz Gomes dos Santos

Giovanna Vicentini de Oliveira

Guilherme Lima Campos

Nicole Beatriz Coelho França

Pyetra Yancka da Silva Januário

Thiago Santos Silva

BIOFERTILIZANTE ENCAPSULADO POR ALGINATO DE CÁLCIO

São Paulo

2023

Evellyn Aparecida Queiroz Gomes dos Santos

Giovanna Vicentini de Oliveira

Guilherme Lima Campos

Nicole Beatriz Coelho França

Pyetra Yancka da Silva Januário

Thiago Santos Silva

BIOFERTILIZANTE ENCAPSULADO POR ALGINATO DE CÁLCIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Química da Etec de Cidade Tiradentes, solicitado pelo Prof. Marconi da Cruz e Prof. Alberto Camargo, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em química.

São Paulo

2023

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho aos nossos professores, que se destacam por sua precisão ao ministrar o ensino, assim como pela dedicação e carinho para conosco. Eles compartilharam seu tempo no processo de aprendizado, nos lecionando e contribuindo para nos tornarmos excelentes profissionais. Nunca nos esqueceremos de vocês!

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus pela oportunidade, força e determinação, às nossas famílias e amigos que nos apoiaram em todos os semestres do curso, aos nossos professores por todos os incentivos e por nunca negarem compartilhar seus conhecimentos conosco, e aos nossos orientadores, Professor Marconi Santos e Alberto Camargo.

*“A educação é a arma mais poderosa que
você pode usar para mudar o mundo”.*

Nelson Mandela

RESUMO

Atualmente, o uso excessivo de biofertilizantes desencadeia diversos problemas na saúde ambiental e humana, devido ao acúmulo de metais pesados depositados no solo. A longo prazo, esses metais podem contribuir para a intensificação do efeito estufa, devido à liberação excessiva de óxido nitroso. Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho de conclusão de curso foi desenvolver um biofertilizante à base de cascas de banana, laranja, morango, pitaiá, cenoura e batata, encapsulado em alginato de cálcio. A preparação do biofertilizante foi realizada de maneira anaeróbica, enquanto a encapsulação ocorreu por gotejamento, com o auxílio de uma bureta, agitador magnético e barras de agitação (peixinho). O teste foi conduzido por meio do plantio de sementes de feijão, e os resultados indicaram que o vaso que continha o biofertilizante encapsulado apresentou melhor desempenho, sugerindo que a encapsulação melhora a dosagem do biofertilizante no solo.

Palavras chave: Biofertilizante, Cápsula, Alginato, meio ambiente.

ABSTRACT

Currently, the excessive use of biofertilizers triggers several problems in environmental and human health due to the accumulation of heavy metals deposited in the soil. In the long term, these metals may contribute to the intensification of the greenhouse effect through the excessive release of nitrous oxide. Given this scenario, the objective of this undergraduate thesis was to develop a biofertilizer based on banana, orange, strawberry, dragon fruit, carrot, and potato peels encapsulated in calcium alginate. The preparation of the biofertilizer was anaerobic, and the encapsulation was done through drip with the aid of a burette, magnetic stirrer, and stirring bars (little fish). The test was conducted by planting bean seeds, and the pot containing the encapsulated biofertilizer showed better results, indicating that encapsulation improves the dosage of biofertilizer in the soil.

Keywords: Biofertilizer, Capsule, Alginate, environment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Procariontes no Ciclo do nitrogênio	11
Figura 2 - Ciclo do Nitrogênio.....	12
Figura 3 - fluxograma do biofertilizante.....	16
Figura 4 - Fluxograma da encapsulação	17
Figura 5- fluxograma Testes	18
Figura 6 - foto com biofertilizante e sem biofertilizante	22

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
1.1	Problematização.....	10
1.2	Justificativa	12
2	OBJETIVOS.....	13
2.1	Objetivo geral	13
2.2	Objetivo Específico	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
4	METODOLOGIA	15
4.1	Produção do biofertilizante	15
4.2	Produção da Cápsula de Alginato.....	16
4.3	Testes realizados com o biofertilizante encapsulado.....	17
4.4	Medição de pH.....	18
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
5.1	Produção do biofertilizante	20
5.2	Processo do encapsulamento do biofertilizante no lactato de Cálcio.....	20
5.3	Testes com as cápsulas de biofertilizante.....	21
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
	REFERÊNCIAS.....	23

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Decreto nº 86.955, de 18 de fevereiro de 1982: “[...] os fertilizantes são substâncias minerais ou orgânicas, naturais ou sintéticas, fornecedoras de um ou mais nutrientes de plantas [...]” (Brasil,1982) cujo papel é devolver ao solo todos os nutrientes que foram retirados na colheita. Atualmente, no mercado agrícola, além dos fertilizantes serem os mais utilizados no solo brasileiro, eles desempenham um papel essencial na agricultura, pois aumentam significativamente a produtividade. Contudo, podem provocar grandes desastres ambientais se usados de forma inadequada, como a mudança drástica da composição química do solo quando se utiliza o fertilizante em excesso, por exemplo.

Levando em consideração os fatos abordados, este trabalho de conclusão de curso buscou desenvolver um biofertilizante encapsulado em alginato de cálcio que, ao ser enterrado, terá sua cápsula rompida pela pressão do solo, liberando de forma controlada o biofertilizante e fornecendo nutrientes para favorecer o crescimento das plantações. A quantidade controlada dependerá do tamanho da cápsula que atenda às necessidades do solo. Segundo o Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004:

Produtos que contêm princípios ativos ou agentes orgânicos, isentos de substâncias agrotóxicas, capazes de atuar, direta ou indiretamente, sobre todo ou parte das plantas cultivadas, elevando a sua produtividade, sem levar em conta os seus valores hormonais ou estimulantes.

Esses produtos buscam ter um impacto menor no meio ambiente, permitindo uma produção de alimentos mais saudáveis, melhorando a fertilidade do solo pela adição de nutrientes, apresentando um menor custo em comparação com os fertilizantes químicos, sendo ricos em nutrientes indispensáveis ao solo e resistentes ao ataque de doenças e pragas, devido ao fortalecimento das plantas, entre outros benefícios apresentados pela Embrapa (2015).¹

Atualmente, é perceptível a eficiência e inovação do alginato como um agente encapsulante. Como demonstrado no estudo realizado pelo autor Haroldo de Paulo, que desenvolveu a encapsulação do óleo de *Croton zehntneri Pax et Hoffm* em esferas de alginato, buscando liberar uma dosagem mais controlada e proporcional

¹ EMBRAPA empresa pública, subordinada ao ministério da agropecuária.

contra as larvas do mosquito *Aedes aegypti*, prolongando o seu tempo de atuação e efetividade por até 70 dias (Cesar et al., 2023).

1.1 Problematização

O acúmulo de metais pesados no solo exerce impacto direto na capacidade de permeabilização, obstruindo a infiltração de águas e a troca gasosa entre o solo e a atmosfera. Atualmente, essa problemática figura como uma das principais causas da degradação dos solos, conforme elucidado por Pinheiro, Camila (2022, p.12.) "Fosfatados nas culturas vegetais ao longo dos anos implicam no acúmulo de metais pesados no solo, contribuindo para um impacto na saúde ambiental e humana" (Camila, 2022, p.12).

Devido à busca incessante por alta produtividade agrícola e à ausência de controle, os proprietários de lavouras frequentemente recorrem a doses relativamente elevadas de adubos e fertilizantes. Esse hábito, além de aumentar os custos, não resulta em ganhos expressivos e eleva o risco de fitotoxicidade nas plantas. Raramente um solo é capaz de prover todos os nutrientes necessários em quantidade suficiente para atender às demandas de culturas de alta produtividade.

Com o intuito de facilitar e aprimorar a fertilização, juntamente à necessidade de controle preciso das doses, o projeto propõe o uso de biofertilizantes encapsulados em alginato de cálcio. A utilização de matéria-prima orgânica permite uma nutrição mais eficaz para as plantas, enquanto as cápsulas de alginato possibilitam o controle preciso da quantidade de biofertilizante depositado no solo, evitando assim a fertilização excessiva.

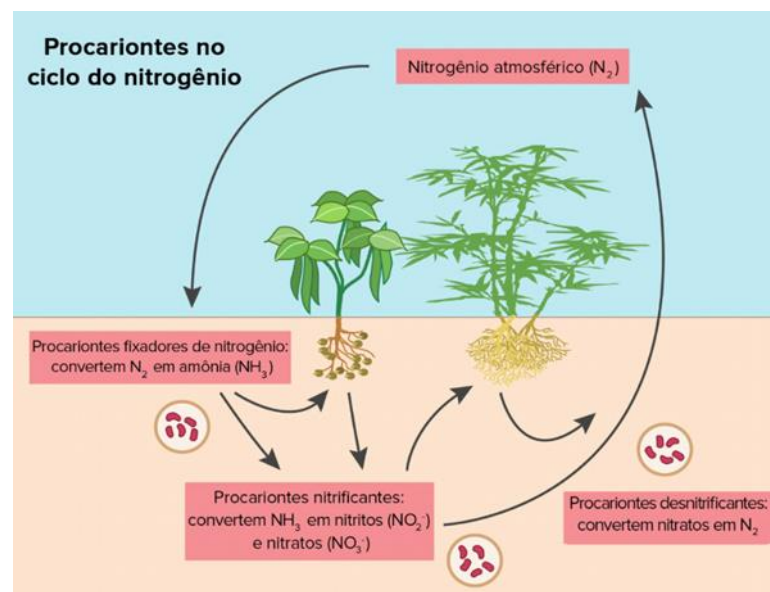
O ciclo do nitrogênio também está interligado ao problema das altas doses de adubo, onde o nitrogênio atmosférico (N_2) é transformado em amônia (NH_3) pelas células fixadoras do solo. As células nitrificantes convertem a amônia em nitratos e nitritos, e as células desnitrificantes convertem-nos novamente em nitrogênio. O nitrogênio, embora essencial para a vida, em excesso pode tornar-se um poluente perigoso, capaz de envenenar plantas, animais e seres humanos, além de contribuir

significativamente para as mudanças climáticas através da emissão de óxido nitroso (Zandonai, Roberta, 2020, p.1).

A maior parte do óxido nitroso produzido atualmente tem origem na agricultura, devido à disponibilidade de nitrogênio no solo. Além de intensificar o efeito estufa, o óxido nitroso também apresenta efeitos negativos na camada de ozônio, retendo calor cerca de 300 vezes mais que o CO_2 e permanecendo na atmosfera por mais de 100 anos até degradar-se naturalmente.

O uso excessivo de fertilizantes sintéticos no solo pode resultar na má absorção pelas plantas, sendo que parte desses fertilizantes é escoada para rios, lagos e riachos, causando eutrofização. Esse fenômeno implica no crescimento excessivo de algas e plantas aquáticas, que, ao morrerem e se decompor, retiram oxigênio da água, criando condições de hipóxia e afetando a fauna aquática.

Figura 1 - Procariontes no Ciclo do nitrogênio



FONTE: Khan Academy. sd. 2021

Figura 2 - Ciclo do Nitrogênio



FONTE: Khan academy. John M Evans e Howard Perlman, 2020.

1.2. Justificativa

Ao analisar o setor agrícola, é evidente a problemática associada ao uso excessivo de fertilizantes, que pode acarretar diversos impactos adversos no ambiente e na saúde das plantas cultivadas. Estes problemas abrangem desde o fenômeno da eutrofização até a redução da produtividade devido a patologias vegetais. Nesse contexto, a presente pesquisa propõe uma abordagem visando otimizar a eficiência na liberação de biofertilizantes.

A técnica de encapsulação oferece aos agricultores um controle mais preciso sobre o processo de liberação do biofertilizante no solo, uma vez que a liberação ocorre apenas mediante a aplicação de pressão sobre as cápsulas. Essa estratégia mitigadora impede danos ou enfermidades nas plantas decorrentes do excesso de biofertilizante, garantindo, assim, a produtividade e a saúde vegetal.

Diante desse contexto, é plausível afirmar que a encapsulação do biofertilizante em alginato pode exercer um impacto substancial no setor agrícola, representando

um avanço tangível tanto em termos de produtividade quanto de sustentabilidade nesse segmento.

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

A presente pesquisa tem como objetivo fundamental desenvolver uma metodologia para a encapsulação de biofertilizante, cuja origem repousa na digestão anaeróbia. Tal abordagem envolve a aplicação de alginato de cálcio e lactato de sódio, com a finalidade de investigar minuciosamente a viabilidade e os impactos decorrentes nas práticas agrícolas relacionadas ao produto obtido.

2.2. Objetivos Específicos

- Elaborar o biofertilizante a partir de cascas descartadas de frutas, empregando o processo anaeróbico.
- Conduzir análises físico-químicas para avaliar o pH do produto obtido.
- Desenvolver a encapsulação do biofertilizante mediante a utilização de alginato de cálcio.
- Realizar ensaios práticos na cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris*).
- Avaliar os impactos do biofertilizante na cultura, contemplando parâmetros como altura das plantas, quantidade de folhas e produtividade.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Os biofertilizantes constituem uma modalidade de fertilizante originada através do processo de putrefação resultante da decomposição de compostos orgânicos. Este método apresenta a capacidade de realizar tanto a digestão anaeróbia em um sistema fechado quanto a digestão aeróbia em um sistema aberto (Pereira Marrocos, 2012, p.35). No contexto desse processo, ocorre a combinação de microrganismos vivos

que são portadores de nutrientes essenciais, desempenhando um papel fundamental na eliminação de pragas e doenças. Conforme esclarece Pereira Marrocos (2012, p.35), que o biofertilizante é um agrupamento de microrganismos:

“Isso ocorre por que o biofertilizante é uma mistura de microrganismos vivos (bactérias, leveduras, algas e fungos filamentosos), os quais, quando disponibilizados as plantas por diferentes métodos, colonizam a rizosfera e/ou o interior da planta e promovem crescimento, por aumentar o fornecimento de nutrientes primários”

O adubo orgânico, por sua vez, além de proporcionar vitalidade contínua às plantas, destaca-se por ser um material orgânico obtido da própria natureza. As vantagens associadas ao uso de biofertilizantes incluem a nutrição abrangente das folhas e da planta como um todo, bem como a promoção de resiliência, prevenindo pragas e doenças, enquanto mantém um custo razoável que contribui para o equilíbrio vegetal, principalmente no solo. No entanto, é válido mencionar desvantagens, como o odor acentuado, conforme indicado pela Embrapa (2015, p.1451).

Sendo assim o biofertilizante, efeito final da levedação, ensejando-se a metabolização vegetal do cultivo. A matéria orgânica tem grande importância no fornecimento de nutrientes às plantas, na retenção de cátions, na melhoria ou manutenção da estrutura, no aumento da infiltração e retenção de água, na atividade microbiana entre outras propriedades. (PELÁ, 2005, p.5).

A encapsulação de alginato de sódio é feita por um revestimento que segrega o meio externo do meio interno, por meio de uma barreira material. Fazendo-se com que a sua capacidade reaja irreversível com íons divalentes, principalmente o cálcio, a película formada através do alginato tem como função formar uma matriz coesa com propriedade mecânica de barreira (COSTA GLÓRIA, 2022,11. p) sendo capaz de dissolver e liberando o material que estava no âmago.

O alginato tem sua composição química originado de algumas espécies de algas marinhas, assim, através da leitura do autor Crispin Humberto (2007, p1) é possível compreender melhor sobre o alginato e sua estrutura molecular:

“ Os alginatos são extraídos de várias espécies de algas marinhas marrons (Phaeophyta), onde agem como componente estrutural na parede celular e nos espaços intracelulares, promovendo rigidez e ao mesmo tempo flexibilidade à parede celular, compreendendo cerca de 40% da matéria seca destes organismos. Anualmente, a indústria produz cerca de 30 mil t de alginatos, o que não chega a 10% do material biossintetizado anualmente pelas algas marinhas naturais. Estas macroalgas podem também ser cultivadas em verdadeiras fazendas marinhas, como é feito em grande parte da China. ”

O alginato de sódio, é muito utilizado na medicina, para curativos de feridas e também na parte da odontologia para criar moldes bucais. Na Culinária, é existente até uma modalidade, chamada gastronomia molecular, podendo fazer o uso de alimentos, marítimos e pratos quentes. Por ser difícil de ser feito, e demorado, essas iguarias, só são degustativas á aqueles que são da mais alta classe. Devido a sua fina película criada, sendo ela insolúvel em água, este componente químico possui diversas utilizações.

4 METODOLOGIA

4.1. Produção do biofertilizante

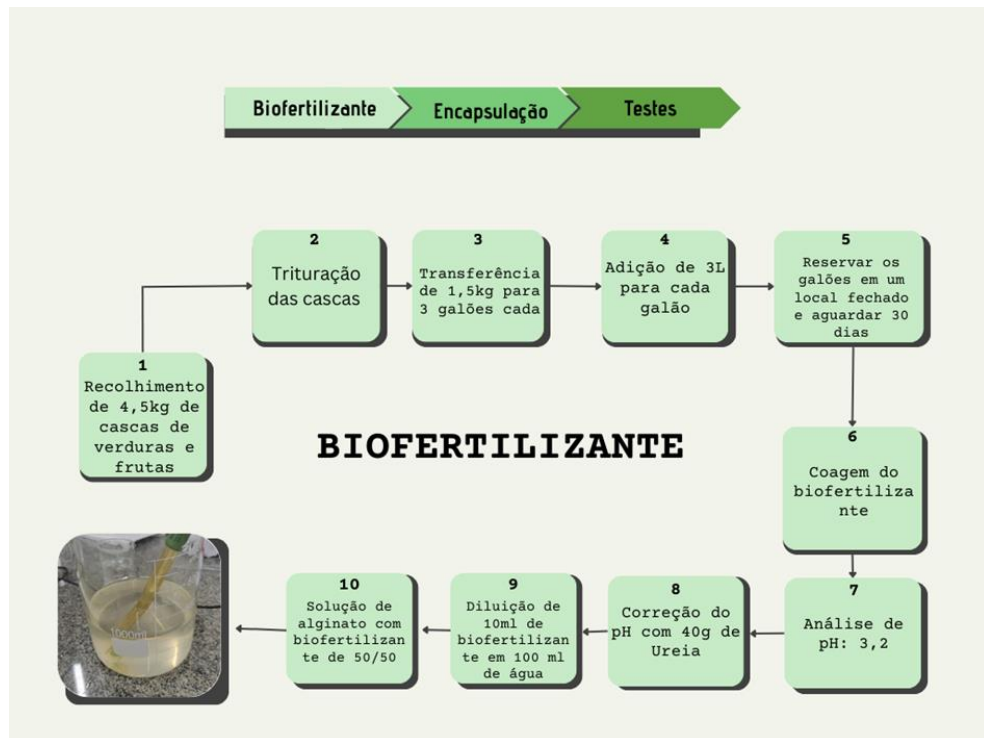
Foi realizada a coleta de materiais orgânicos pelos integrantes do grupo. Foram utilizadas cascas de abacaxi, tangerina, batata, cebola, cenoura, pitaiá, limão, banana, entre outros. Ao todo, foram empregados 4,6 kg (quilogramas) de cascas e oito litros de água para a condução do processo de compostagem.

No ambiente laboratorial, as cascas foram trituradas e armazenadas em galões com capacidade de 5 L (litros), juntamente com a água, conforme mencionado anteriormente. Esses galões foram monitorados ao longo de trinta dias, com a liberação do gás metano (CH_4) - produto gerado na decomposição de compostos orgânicos - ocorrendo semanalmente, a fim de não interferir na decomposição dos materiais orgânicos.

Após o período de trinta dias, o líquido contendo os nutrientes já absorvidos foi separado dos resíduos das cascas, coado e armazenado em uma nova garrafa. Com base em cálculos realizados, determinou-se que seriam necessários apenas 2 L (litros) do biofertilizante.

O biofertilizante teve seu pH medido - resultado que será mais detalhadamente explorado nas análises físico-químicas. Observou-se que o pH estava bastante ácido, sendo, portanto, necessário ajustá-lo para possibilitar sua utilização no solo sem prejudicar a saúde da planta a ser cultivada. Pesquisas realizadas pela Embrapa (2015) indicaram que, para cada 1 L (litro) de biofertilizante, é necessário diluí-lo em 10 L (litros) para reduzir sua concentração.

Figura 3 - fluxograma do biofertilizante



Fonte: Autoria própria, 2023.

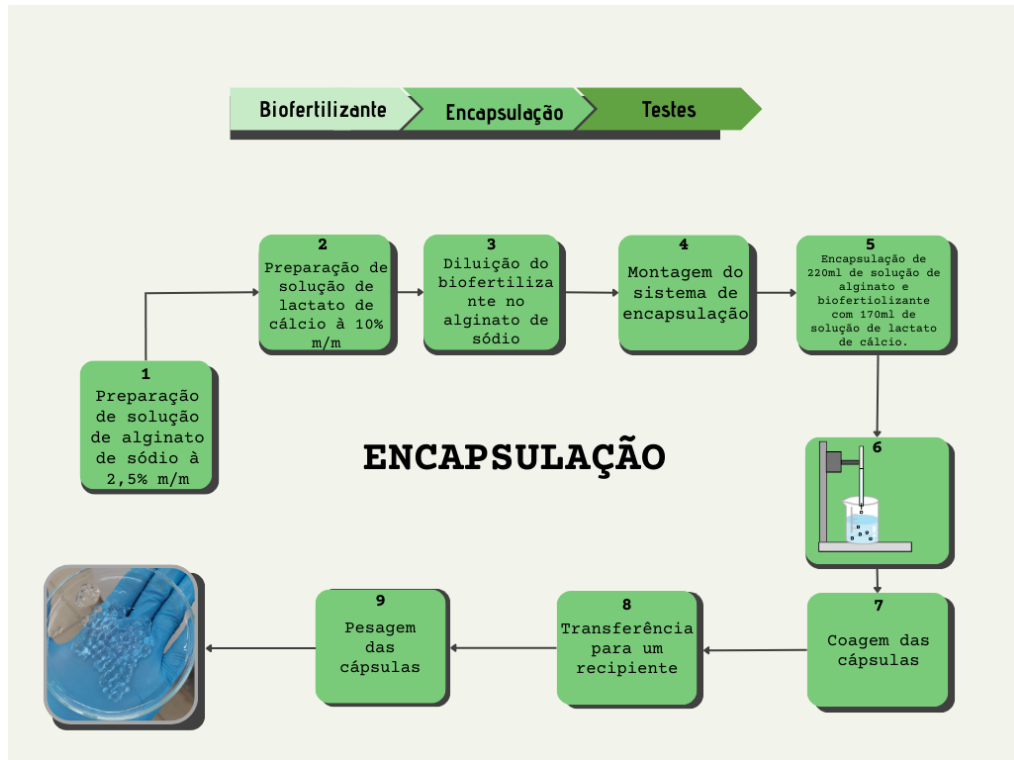
4.2 Produção da Cápsula de Alginato

Os materiais empregados na fabricação das cápsulas incluíram alginato de sódio e lactato de cálcio, nas proporções de 0,5% e 2%, respectivamente. Para a elaboração das soluções de alginato e lactato, utilizou-se 500 ml de água. Antes do procedimento de encapsulação, realizou-se a solução do biofertilizante com a solução de alginato de sódio numa proporção de 50/50, permitindo que o produto fosse encapsulado na solução de lactato de cálcio.

Com as soluções devidamente preparadas, foi montada uma estrutura composta por uma base de haste universal, uma bureta de 25 ml, um agitador magnético, um Becker de 500 ml e uma barra magnética. O Becker foi posicionado sobre o agitador, recebendo 170 ml da solução de lactato de cálcio, enquanto a bureta foi abastecida com 220 ml da solução de alginato de sódio contendo o biofertilizante. A disparidade na quantidade das soluções foi devida ao fato de que a solução de lactato era menos consumida em comparação com a solução de alginato, e,

considerando o tamanho reduzido das cápsulas, a solução de lactato proporcionava uma quantidade adequada. No total, foram produzidos 2929 g de cápsulas, as quais foram conservadas na solução de lactato até o momento de sua utilização.

Figura 4 - Fluxograma da encapsulação



Fonte: autoria própria, 2023.

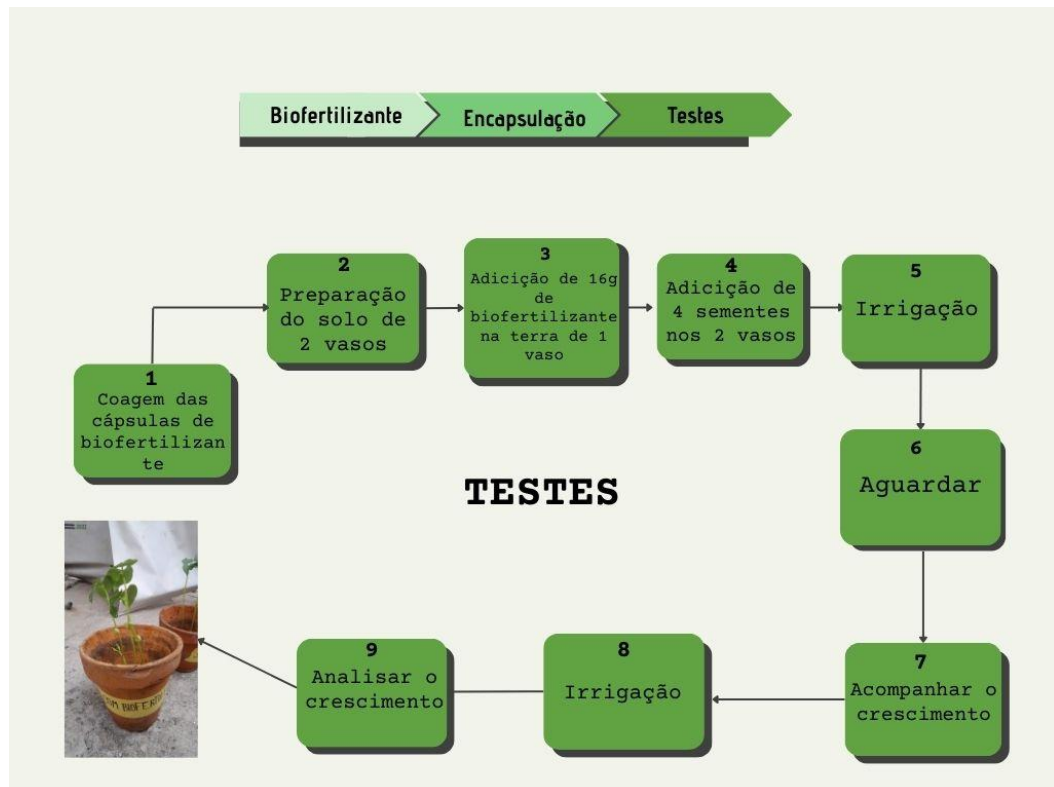
4.3 Testes realizados com o biofertilizante encapsulado

Após a etapa de encapsulação, foi realizado os testes de plantio do feijão carioca. Primeiramente, as cápsulas que estavam armazenadas em um recipiente foram coadas para retirar o excesso da solução de lactato de cálcio.

Foi preparado o solo de dois vasos para a análise, um destinado para analisar o desempenho da ação do biofertilizante, e outro destinado para analisar o desempenho sem a ação do mesmo. Seguidamente, adicionou-se 16g do biofertilizante encapsulado em um vaso juntamente com 4 sementes de feijão, e no outro adicionou-se apenas proporcionalmente as 4 sementes de feijão, ambos foram regados no mesmo instante após a plantação.

Foi aguardado o processo de crescimento durante aproximadamente 24 dias, nesse período os vasos foram regados e observados todos os dias. No decorrer da tarde, os vasos ficaram em uma área ensolarada, porém em dias com temperaturas muito elevadas eles estiveram em áreas com mais sombras, para evitar a queimação das plantas. Enquanto no período da noite, os vasos permaneceram em um espaço do quintal longe do alcance de animais. Após completar 10 dias de plantio, foi adicionado mais terra adubada em ambos os vasos para melhor mantimento saudável das plantas. Esses procedimentos foram realizados todos os dias até a obtenção analítica dos resultados.

Figura 5- fluxograma Testes



Fonte: Autoria própria, 2023.

4.4 Medição de pH

A mensuração do pH teve o intuito de exercer controle sobre a acidez, alcalinidade e neutralidade. Para realizar essa tarefa, tornou-se imperativo o emprego do pHmetro, um dispositivo exclusivamente dedicado à medição de pH e comumente utilizado em ambientes laboratoriais.

4.5 Calibragem do pHmetro

Para a utilização do dispositivo, era imprescindível realizar a calibração a cada aplicação. O procedimento consistia nas seguintes etapas: inicialmente, o aparelho era ligado e o eletrodo, anteriormente armazenado em solução para mantê-lo úmido, era removido. O eletrodo era submetido à lavagem com água destilada, secagem com papel e imersão em água destilada, evitando que permanecesse em estado seco, o que poderia causar danos ao componente.

Com o intuito de calibrar o pHmetro, foram preparadas soluções-tampão de pH 4,0 e 7,0, representando respectivamente o meio ácido e neutro. Consoante às instruções fornecidas pelo próprio dispositivo, procedia-se à lavagem do eletrodo com água destilada, secagem com papel, e imersão inicial na solução-tampão de pH 4,0. Após o período designado, o aparelho solicitava a calibração utilizando a solução-tampão de pH 7,0. O ciclo de limpeza do eletrodo com água destilada, secagem com papel, e imersão na segunda solução era então repetido. Posteriormente, lavava-se o eletrodo, secava-se com papel e submergia-se em uma das soluções para verificar a correta calibração. Após essa validação, o pHmetro encontrava-se pronto para ser empregado.

4.6 Utilização do pHmetro

A primeira variável submetida à medição de pH foi o biofertilizante. Em sua medição inicial, registrou-se um valor de 3,2, indicativo de acidez. Posteriormente, mediante diluição em água, observou-se um aumento no pH do biofertilizante para aproximadamente 4, representando uma melhora significativa.

À medida que os procedimentos experimentais progrediram, procedeu-se à solubilização do biofertilizante no alginato de sódio. Uma segunda medição de pH foi conduzida nessa solução, revelando um valor em torno de 6, indicando uma proximidade com a neutralidade, um objetivo estratégico visando evitar danos ao solo e às plantas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Produção do biofertilizante

Após um período de espera de um mês destinado à produção do biofertilizante, procedeu-se à primeira análise físico-química do produto. Nesse contexto, foram coletadas três amostras, cada uma proveniente de seu respectivo recipiente. A avaliação concentrou-se na determinação do pH, revelando um resultado uniforme de 3,2 para todas as amostras.

A constatação de um pH ácido, verificado nesse estágio, sugere a possível influência da elevada presença de resíduos de frutas cítricas nos materiais orgânicos utilizados durante a produção do biofertilizante. Diante desse cenário, face ao pH abaixo do desejável, procedeu-se à etapa de diluição em água destilada seguindo as orientações de utilização do biofertilizante da Embrapa, o que também possibilitou que o pH aumentasse significativamente para 4,2.

Posteriormente, durante a incorporação do alginato visando à formação das cápsulas, uma nova verificação do pH foi realizada. Este, então, apresentou-se elevado para 6,3, indicando a eficácia do processo de adição do alginato na neutralização do pH ácido inicialmente identificado.

5.2. Processo do encapsulamento do biofertilizante no lactato de Cálcio

O processo de encapsulação do biofertilizante ocorreu sem complicações, visto que os reagentes utilizados eram de fácil utilidade, tendo inclusive a solubilização do biofertilizante no alginato como um processo descomplicado para se executar. Na encapsulação se obteve uma cápsula com boa resistência e durabilidade, além de,

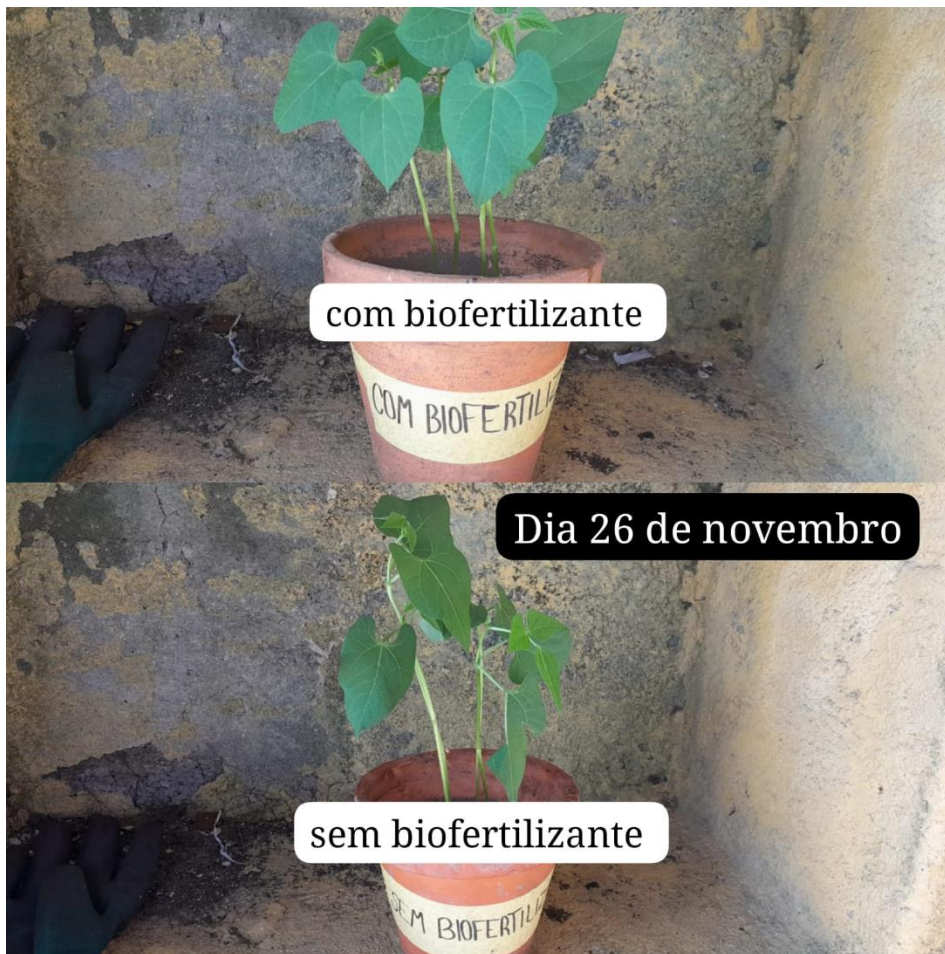
quando conservada com uma quantidade significativa de solução de lactato de cálcio, contribui para manutenção destes pontos positivos sobre a cápsula.

5.3. Testes com as cápsulas de biofertilizante

Ao introduzir as cápsulas no solo e aguardar a sua atuação com o rompimento e liberação do biofertilizante, percebeu-se inicialmente que o vaso com o mesmo estava desenvolvendo brotos mais rapidamente do que o vaso sem a sua aplicação, além de uma presente cor mais clara, forte e vívida em suas folhas. Entretanto, após um tempo considerável no crescimento das plantações, observou-se que ambas passaram a evoluir igualmente.

O avanço do vaso com biofertilizante se teve possivelmente rompido devido à quantidade de cápsulas inseridas no solo, pontuando neste quesito também o tamanho das cápsulas, que podem conter pouco biofertilizante, impedindo a durabilidade da sua ação por mais tempo. Outra razão analisada e pela qual pode indicar a indiferença entre os resultados é devido à ausência da reaplicação do biofertilizante de 10 em 10 dias, como recomendado pela Embrapa (2015).

Figura 6 - foto com biofertilizante e sem biofertilizante



FONTE: Autoria própria, 2023.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante ao atual trabalho acadêmico apresentado, conclui-se que o biofertilizante encapsulado em esferas de alginato de cálcio proporcionou a sua inserção com mais praticidade e moderação quantitativa. Promovendo benefícios ao ocasionar a melhora na vitalidade e resistência do plantio, a aceleração em seu processo produtivo, além de trazer mais sustentabilidade ao meio ambiente, embora terem sido características resultantes temporárias por consequência da ausência da reaplicação do biofertilizante.

Esta análise acadêmica foi essencial para melhor compreensão da atuação e efetividade de biofertilizantes encapsulados nos solos cultivados, uma vez que

possibilita a ampliação de realização de novos estudos acadêmicos, a fim de aprimorar os princípios que impediram a sua total efetividade no atual trabalho desenvolvido.

REFERÊNCIAS

ADUBO caseiro pode ser feito a partir de cascas de frutas e verduras. São Paulo: Vitat, 2022. Disponível em: <https://vitat.com.br/adubo-caseiro/>. Acesso em: 09 de junho de 2023.

ALGINATO de sódio. São Paulo: Êxodo Científica, 2022. Disponível em: <https://exodocientifica.com.br/621-2/>. Acesso em: 07 de junho de 2023.

ALVEZ, J, R Bruno; JANTALIA, P Claudia; MADARI, E, Beata; MACHADO, A, O, L Pedro; FRANCHINI, C, Julio; SANTOS, P, Henrique; BODDEY, M, Robert; URQUIAGA, Segundo. Emissões De Óxido Nitroso De Solos Pelo Uso De Fertilizantes Nitrogenados Em Áreas Agrícolas. Comunicado técnico, n126, Rio de Janeiro, junho 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/30856/1/cot126.pdf>. Acesso em: 10 de junho de 2023.

ARAUJO BATISTA, João. Levantamento de informações sobre o uso de biofertilizante Supermagro em café. Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, EMPRABA. 2015. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/801/155537_Art115f.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 08 de junho de 2023.

AUTOR DESCONHECIDO. Fatores envolvidos nas emissões de óxido nitroso. Jornal Dia De Campo. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?secao=Pacotes%20Tecnol%F3gicos&id=19783#:~:text=A%20maioria%20do%20%C3%B3xido%20nitroso,sobre%20a%20camada%20de%20oz%C3%B4nio>. Acesso em: 10 de junho de 2023.

BARCELLOS, Tatiza. Fertilização em excesso. Blog Aegro. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/overfert/>. Acesso em: 03 de junho de 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. REGULAMENTAÇÃO DE INSUMOS AGRÍCOLAS: FERTILIZANTES ORGÂNICOS, CONDICIONADORES DE SOLO E SUBSTRATOS. 2007. Disponível em: https://www.cnpma.embrapa.br/eventos/2007/workshop/organica/download/insumos_fertilizantes.pdf. Acesso em: 10 de junho.

CARVALHO, M, Arminda; OLIVEIRA, D, Alexsandra; REIN, A, Thomaz. Qual é o Impacto da Adubação Nitrogenada e Práticas Agrícolas na Emissão de N₂O. Circular técnica, n47, Distrito federal, janeiro 2021. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/226568/1/CT-47-Arminda-Ainfo.pdf>. Acesso em: 09 de junho de 2023.

COSTA MACHADO, Gloria. Efeito da adição da biomassa de phormidium autumnale em filmes biodegradáveis de alginato de cálcio. Universidade Federal de São Carlos, Centro de ciências agrárias. 2022. Disponível em:

<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/16916/TFG%20-%20GI%20c3%b3ria%20Costa%20Machado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 08 de junho de 2023.

DE MEDEIROS, Marcos Barros; DA SILVA LOPES, Juliano. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. Bahia Agrícola. Salvador, v. 7, 2006. Disponível em:

http://www.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/comunicacao05_v7n3.pdf. Acesso em: 10 de junho de 2023.

DIAS, Victor Pina; FERNANDES, Eduardo. Fertilizantes: uma visão global sintética. 2006. Disponível em:

https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2657/1/BS%2024%20Fertilizantes%20Uma%20Vis%20a3o%20Global%20Sint%20a9tica_P.pdf. Acesso em: 10 de junho de 2023.

eCYCLE, equipe. O que é biofertilizante e seus benefícios? [200-?]. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/biofertilizante/>. Acesso em: 07 de junho de 2023.

EQUIPE ECYCLE. Óxido nitroso: o que é e quais seus impactos. ECYCLE.

Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/oxido-nitroso/#:~:text=Na%20troposfera%2C%20esse%20g%C3%A1s%20%C3%A9,mol%C3%A9culas%20de%20CO2%20na%20atmosfera>. Acesso em: 10 de junho de 2023.

GUEDES. R. M, Ítalo. Uso excessivo de fertilizantes – interações entre nutrientes. Geófagos. Disponível em:

https://www.blogs.unicamp.br/geofagos/2011/06/10/uso_excessivo_de_fertilizantes/. Acesso em: 07 de junho de 2023.

HUMBERTO, GARCIA, CRUZ, Crispin. Alginato bacteriano: Aspectos tecnológicos, características e produção. Química nova 2008. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/qn/a/FGdLPpfgDyw7KJgFXxW8LZC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 08 de junho de 2023.

MATEUS, Alfredo. #QUÍMICA - MEDINDO PH COM PHMETRO. YouTube, 2016. Disponível em: <https://youtu.be/zosqquhAQx0>. Acesso em: 18 de junho de 2023.

MELHORES PRÁTICAS – LIXO VIRA ADUBO NAS MÃOS DE PRODUTORES RURAIS. Ipea, Brasília, ed. 82, dez. 2014. Disponível em:

https://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=3125&catid=40&Itemid=42. Acesso em: 07 de junho de 2023.

PELÁ ADILSON, Efeito de adubos orgânicos provenientes de dejetos de bovinos confinados nos atributos físicos e químicos do solo e na produtividade do milho.

Disponível em:

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/99979/pela_a_dr_botfca.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 16 de junho de 2023.

PEREIRA MARROCOS, Saulo. Composição química e microbiológica de fertilizantes em diferentes tempos de decomposição. Revista da Universidade Federal Rural do Semi-árido Brasil, 2012. Disponível em:

<https://www.redalyc.org/pdf/2371/237125883005.pdf>. Acesso em: 08 de junho de 2023.

PINHEIRO. L, Camila. Cana-de-açúcar: o uso de fertilizantes e os impactos ambientais. Repositório PUC Goiás, TCC Camila Lago, 2022. Disponível em:

<https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/4926/1/TCCCamilaLagoFinal.pdf>. Acesso em: 08 de junho de 2023.

REND, Pomar. Como fazer fertilizante líquido de cascas de frutas e legumes? .

YouTube, 2021. Disponível em: <https://youtu.be/izy8IHlIke8>. Acesso em: 13 de junho de 2023.

SILVA FLORENTINO, Alinearau. Preparo e uso de biofertilizantes. EMBRAPA empresa brasileira de pesquisa agropecuária, 2007. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/153383/1/COT130.pdf> . Acesso em: 08 de junho de 2023.

STUCHI, Júlia Franco et al. Biofertilizante: um adubo líquido de qualidade que você pode fazer. 2015. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1046948/1/CPAFAP2015CartilhaBiofertilizantefinal.pdf>. Acesso em: 10 de junho de 2023.

THENÓRIO, Iberê. BOLA PERFEITA de ÁGUA LÍQUIDA COMESTÍVEL! . YouTube, 2021. Disponível em: <https://youtu.be/EliDi1XZD9A>. Acesso em 13 jun. 2023.

ZANDONAI, Roberta. Fertilizantes: desafios e soluções. UNEP. Disponível em:

<https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/fertilizantes-desafios-e-solucoes>. Acesso em: 08 de junho de 2023.

BRUNA, Jackellyne. Fertilizantes para plantas. 2019. 1 imagem. Disponível em:

<https://blog.aegro.com.br/fertilizantes-para-plantas/>. Acesso em: 20 de junho de 2023.

DRÉO, Johann. Nitrogen cycle. 1 imagem. Disponível em:

<https://pt.khanacademy.org/science/biology/ecology/biogeochemical-cycles/a/the-nitrogen-cycle#:~:text=Bact%C3%A9rias%20desnitrificantes%20convertem%20nitrato%20de,fundo%20do%20oceano%20como%20sedimento>. Acesso em: 20 de junho de 2023.

EPAGRI. Biofertilizante da Epagri melhora o desempenho das hortaliças. 2019. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2019/10/02/como->

[fazer-biofertilizante-para-hortalicas-passo-a-passo-da-receita-da-epagri/](#). Acesso em: 20 de junho de 2023.

EVANS, M, John. PERLMAN Howard. Ciclos biogeoquímicos. 2 imagem. Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/biology/ecology/biogeochemical-cycles/a/the-nitrogen-cycle#:~:text=Bact%C3%A9rias%20desnitrificantes%20convertem%20nitrato%20de,fundo%20do%20oceano%20como%20sedimento>. Acesso em: 20 de junho de 2023.

N.N. Recettes de cuisine moléculaire. [200-?]. 1 imagem. Disponível em: <https://images.app.goo.gl/F72rpt67v8qHoWJNA>. Acesso em: 21 de junho de 2023.

NOGUEIRA, Lucas. Plantio do feijão. 8 de abril de 2020. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/preparo-solo-para-plantio-de-feijao/>. Acesso em: 21 de junho de 2023.