



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS- CAMPUS IX  
COLEGIADO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

MATHEUS DA SILVA SANTOS

**PRODUÇÃO DE BIOFERTILIZANTES E SUA INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE  
MUDAS DE ALFACE**

BARREIRAS – BA

2021

MATHEUS DA SILVA SANTOS

**PRODUÇÃO DE BIOFERTILIZANTES E SUA INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE  
MUDAS DE ALFACE**

Monografia apresentado ao Colegiado de Engenharia Agrônômica da Universidade do Estado da Bahia – UNEB / Campus - IX Barreiras, como requisito parcial para avaliação do Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Agrônômica.

**Orientador:** Prof. Dr. Reginaldo Conceição Cerqueira

BARREIRAS – BA

FICHA CATALOGRÁFICA  
Sistema de Bibliotecas da UNEB

S237p

Santos, Matheus da Silva

Produção de Biofertilizantes e sua influência na produção de mudas de alface / Matheus da Silva Santos. - Barreiras, 2021.

65 fls : il.

Orientador(a): Prof. Reginaldo Conceição Cerqueira.

Inclui Referências

TCC (Graduação - Engenharia Agrônoma) - Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Ciências Humanas. Campus IX. 2021.

CDD: 635



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS- CAMPUS IX  
COLEGIADO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

### **CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

#### **PRODUÇÃO DE BIOFERTILIZANTES E SUA INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao Colegiado de Engenharia Agrônômica, Departamento de Ciências Humanas da Universidade do Estado da Bahia - Campus IX, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

**Aprovada em:** 10/12/2021

**AUTOR: MATHEUS DA SILVA SANTOS**

**ORIENTADOR: PROF. D. Sc. REGINALDO CONCEIÇÃO CERQUEIRA**

**BANCA EXAMINADORA:**

---

**Reginaldo Conceição Cerqueira**

Bacharel em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal da Bahia; Doutor em Agronomia / Horticultura pela Universidade Estadual de São Paulo; professor da Universidade do Estado da Bahia-Campus IX.

---

**Tadeu Cavalcante Reis**

Bacharel em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal da Bahia; Doutor em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade de São Paulo; professor da Universidade do Estado da Bahia-Campus IX.

---

**Daniela Rossato Stefanelo**

Bacharel em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Santa Maria; Doutora em Fitopatologia pela Universidade de Brasília; professora da Universidade do Estado da Bahia-Campus IX.

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus avós José Joviniano da Silva e Eunice Maria Alves, por todo amor, carinho, e apoio aos meus sonhos, além de ser fonte de inspiração para minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Á Deus, pelo dom da vida, saúde, força e sabedoria para concluir a minha trajetória acadêmica.

Aos meus avós José Joviniano da Silva (*in memoriam*) e Eunice Maria Alves por todo amor concedido além da construção dos meus valores desde os primeiros dias de vida.

A minha mãe Sylvania Soraia da Silva por todo apoio, amor, e por sempre ter acreditado em mim na realização dos meus sonhos.

A minha tia Josenice e minha madrinha Ocilane pelo apoio e amor incondicional, além de não medirem esforços para me auxiliar tanto moralmente quanto financeiramente. Vocês têm uma enorme contribuição nas minhas conquistas.

Á UNEB-Barreiras, pelo acolhimento e desenvolvimento pessoal e profissional durante meu período de graduação e oportunidade de desenvolvimento dessa pesquisa.

Ao meu orientador Prof. Dr. Reginaldo Conceição Cerqueira pela orientação, apoio e paciência durante o período de orientação, além das oportunidades de aprendizado. Sou eternamente grato.

Ao Programa Institucional de Iniciação Científica (PICIN) pela concessão da bolsa de Iniciação Científica e financiamento dessa pesquisa.

Aos funcionários da UNEB, Seu Lauri pela amizade e risadas diárias durante esses anos, e Robério e Zé Antônio pelo auxílio na condução do trabalho.

Aos amigos do grupo “Ordem”: Alicia, Allicia Regina, Bruna, Gabriela, Israel, Ivson, Jailma, Kesia, Mirlla, Silvanir e Thiago, pela amizade construída durante todo esse período de graduação e ajuda em todos os momentos e noites de estudo, as amigas Isabella e Ariela pela amizade e ajuda durante a execução da pesquisa, e o Danilo por ser mais que um amigo, um companheiro para todas as horas e momentos. Levarei vocês para a vida!

Aos amigos de Xique-Xique: Rawanna, Lanay, Narinha, Maria Luiza, Joanna, Felipe e Túlio por todos os excelentes momentos vividos ao lado de vocês e Gabi que além dos momentos vividos se fez tão presente durante a graduação. Obrigado por tudo!

Enfim, a todos os familiares, amigos, professores e funcionários da UNEB que de alguma forma me incentivaram durante minha trajetória acadêmica e contribuíram para a conclusão desse trabalho. Agradeço imensamente!

“ No presente, a mente, o corpo é diferente. E o passado é uma roupa que não nos serve mais “.

- Belchior

SANTOS, Matheus da Silva. **PRODUÇÃO DE BIOFERTILIZANTES E SUA INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ALFACE**. 2021. 64p. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônômica) – Universidade do Estado da Bahia.

## RESUMO

Os biofertilizantes são caracterizados como alternativas benéficas aos sistemas de produção principalmente por seus efeitos nutricionais positivos, tornando-se alternativas sustentáveis e de baixo custo auxiliando principalmente na fase de produção de mudas. O objetivo deste trabalho foi produzir biofertilizantes líquidos a partir de rúmen bovino, em condição aeróbica e anaeróbica em diferente pH, enriquecidos por termofosfato e termopotássio e avaliar sua eficiência na produção de mudas de alface. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 5, onde o primeiro fator foi formado pelos 6 tipos de biofertilizantes: **Bio 1** - aeróbico e pH < 6; **Bio 2** – aeróbico e pH = 7; **Bio 3** - aeróbico e pH > 8; **Bio 4** - anaeróbico e pH < 6; **Bio 5** - anaeróbico e pH = 7; **Bio 6** - anaeróbico e pH > 8. O segundo fator foi composto pelas soluções nutritivas com 5 concentrações (0, 5, 10, 15 e 20%) de cada biofertilizante. A composição básica para todos os tratamentos foi rúmen, termofosfato, termopotássio, soro de leite e água não clorada. As variáveis avaliadas foram índice de velocidade de emergência (IVE), velocidade de emergência (VE), porcentagem de emergência (PE), número médio de folhas (NF), altura média de planta (AP), comprimento médio de raiz (CR), media da massa fresca (MF), média da massa seca (MS) e relação de altura média de planta/comprimento médio de raiz (AP/CR). A produção de biofertilizantes líquidos em meio anaeróbico, independente da condição do pH apresenta maior eficiência no desenvolvimento de mudas de alface, sendo a solução nutritiva a 5% de biofertilizante suficiente na utilização da fertirrigação das mudas. Esse resultado foi para todas as variáveis analisadas.

**PALAVRAS CHAVES:** *Lactuca sativa*, produção orgânica, solubilização de nutrientes.

SANTOS, Matheus da Silva. **PRODUCTION OF BIOFERTILIZERS AND ITS INFLUENCE ON THE PRODUCTION OF LETTUCE SEEDLINGS.** 2021. 64p. Monograph (Graduation in Agronomy) - University of the State of Bahia

### **ABSTRACT**

Biofertilizers are characterized as beneficial alternatives to production systems mainly for their positive nutritional effects, becoming sustainable alternatives with low cost, helping mainly in the seedling production phase. The objective of this work was to produce biofertilizers from this liquid from bovine rumen, in aerobic and anaerobic conditions at different pH, enriched with thermophosphate and thermopotassium, and to evaluate its efficiency in the production of lettuce seedlings. The experimental design used was a completely randomized in a 6 x 5 factorial scheme, where the first factor was formed by 6 types of biofertilizers: Bio 1 - aerobic and pH <6; Bio 2 - aerobic and pH = 7; Bio 3 - aerobic and pH > 8; Bio 4 - anaerobic and pH <6; Bio 5 - anaerobic and pH = 7; Bio 6 - anaerobic and pH > 8. The second factor was composed of nutrient solutions with 5 procedures (0, 5, 10, 15 and 20%) of each biofertilizer. The basic composition for all treatments was rumen, thermophosphate, thermopotassium, whey and non-chlorinated water. The variables evaluated were emergence speed index (IVE), emergence speed (VE), percentage of emergence (PE), mean number of leaves (NF), mean plant height (AP), mean root length (CR), fresh mass media (MF), dry mass mean (DM) and mean plant height / mean root length (AP / CR) ratio. The production of liquid biofertilizers in an anaerobic medium, regardless of the pH condition, is more efficient in the development of lettuce seedlings, and the nutrient solution at 5% of biofertilizer is sufficient for the use of fertigation of the seedlings. This result was for all variables analyzed.

**KEYWORDS:** *Lactuca sativa*, organic production, nutrient solubilization.

## LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

<b>Figura 1</b> – A. Rumem bovino. B. Adição do rumem aos recipientes. C. Estrutura de produção do biofertilizante .....	<b>26</b>
<b>Figura 2</b> – Avaliação das características do biofertilizante. A. Aferição do pH. B. Aferição da condutividade elétrica .....	<b>28</b>
<b>Figura 3:</b> A. Separação da parte sólida e líquida do biofertilizante. B. Concentrações pré-definidas de um biofertilizante .....	<b>28</b>
<b>Figura 4:</b> Lavagem do substrato .....	<b>29</b>
<b>Figura 5:</b> A. Bandejas cobertas após a semeadura. B. Fertirrigação inicial das mudas. C. Fertirrigação com mudas em desenvolvimento .....	<b>30</b>
<b>Figura 6</b> – Aferição da temperatura e umidade diária do ambiente. A. Valores de temperatura (°C) e B. Valores de umidade relativa do ar (%), aferidos durante o período de realização do experimento com a produção das mudas de alface (dias 11 de junho e 01 de julho de 2020). Os pontos destacados em vermelho (A) e em azul (B) são os valores médios diários de temperatura e umidade relativa do ar, respectivamente, associados ao desvio padrão .....	<b>30</b>
<b>Figura 7</b> – Avaliação das mudas de alface. A. Todas as mudas prontas para avaliação. B. Sistemas radiculares sendo lavados. C. Comparação entre máxima concentração de um determinado tratamento e a testemunha .....	<b>31</b>
<b>Figura 8</b> – A. Medição da parte aérea. B. Medição do sistema radicular .....	<b>32</b>
<b>Figura 9</b> - Pesagem da massa fresca de planta .....	<b>33</b>
<b>Figura 10:</b> Relação geral entre o número médio de folhas das plantas fertirrigadas com o Bio 6 sob diferentes concentrações .....	<b>36</b>
<b>Figura 11:</b> Relação geral entre a massa média fresca (mg planta <sup>-1</sup> ) das plantas fertirrigadas com o Bio 5 sob diferentes concentrações .....	<b>38</b>
<b>Figura 12:</b> Relação geral entre a massa seca de plantas (mg planta <sup>-1</sup> ) fertirrigadas com o BIO 6 em diferentes concentrações .....	<b>41</b>
<b>Figura 13:</b> Relação geral entre a altura de plantas (cm) fertirrigadas com o Bio 5 sob diferentes concentrações .....	<b>44</b>

**Figura 14:** Relação geral entre o comprimento de raiz (cm) das plantas fertirrigadas com o Bio 4 sob diferentes concentrações ..... **47**

**Figura 15:** Relação geral entre a altura média de planta/comprimento médio da raiz das plantas fertirrigadas com o Bio 5 sob diferentes concentrações ..... **49**

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Características gerais do meio, composição e concentrações dos tratamentos utilizados na produção dos Biofertilizantes .....	<b>26</b>
<b>Tabela 2</b> – Valores médios do número de folhas de mudas de alface fertirrigadas com diferentes biofertilizantes (Bio) e concentrações .....	<b>35</b>
<b>Tabela 3</b> – Valores médios da massa fresca de mudas de alface fertirrigadas com diferentes tratamentos de biofertilizantes (Bio) e diferentes concentrações .....	<b>37</b>
<b>Tabela 4</b> – Valores médios da massa seca de mudas de alface fertirrigadas com diferentes tratamentos de biofertilizantes (Bio) e diferentes concentrações .....	<b>40</b>
<b>Tabela 5</b> – Valores médios da altura de planta de mudas de alface fertirrigadas com diferentes tratamentos de biofertilizantes (Bio) e diferentes concentrações .....	<b>43</b>
<b>Tabela 6</b> – Valores médios do comprimento da raiz de mudas de alface fertirrigadas com diferentes tratamentos de biofertilizantes (Bio) e diferentes concentrações .....	<b>46</b>
<b>Tabela 7</b> – Valores médios da relação altura /comprimento da raiz de plântulas de alface fertirrigadas com diferentes tratamentos de biofertilizantes (Bio) e diferentes concentrações.	<b>48</b>
<b>Tabela 8</b> – Teores de macro e micronutrientes presentes nos biofertilizantes após 30 dias de incubação .....	<b>50</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS

**clc** – compostagem líquida contínua

**pH** – potencial hidrogeniônico

**CO<sub>2</sub>** – dióxido de carbono

**mL** – mililitro

**L** – litro

**cm** – centímetro

**°C** – escala celsius

**DAS** – dias após a semeadura

**VE** – velocidade de emergência

**IVE** – índice de velocidade de emergência

**PE** - porcentagem de emergência

**MF** – massa média fresca da planta

**MS** - massa média seca da planta

**AP** - altura média da planta

**CR** - comprimento médio da raiz

**mg** – miligrama

**g** – grama

**kg** – quilograma

**%** - porcentagem

**TNT** – tecido não tecido

**K** – potássio

**Mn** – manganês

**Fe** – ferro

**Ca** – cálcio

**B** – boro

**Cu** – cobre

**S** – enxofre

**Zn** – zinco

**Al** – alumínio

**Mg** – magnésio

**P** – fósforo

**EM** – microrganismos eficientes

## SUMÁRIO

<b>1.0 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>2.0 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 Compostagem líquida contínua.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2 Biofertilizantes .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3 Métodos de compostagem aeróbica e anaeróbica.....</b>	<b>21</b>
<b>2.4 Rumem bovino .....</b>	<b>21</b>
<b>2.5 Utilização de rochas moídas como fonte de nutrientes .....</b>	<b>22</b>
<b>2.6 A cultura da alface e a produção de mudas .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1 Localização do experimento .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1 Etapa 1: Produção do biofertilizante .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2 Composição e condução dos biofertilizantes .....</b>	<b>27</b>
3.2.1 Preparo das soluções nutritivas .....	29
3.2.2 Caracterização química dos macronutrientes e micronutrientes do biofertilizante .....	29
<b>3.3 Etapa 2: Elaboração do substrato para produção de mudas .....</b>	<b>29</b>
<b>3.4 Delineamento experimental .....</b>	<b>30</b>
3.4.2 Produção de mudas de alface.....	30
3.4.2 Características avaliadas na produção de mudas .....	32
3.4.2.1 Emergência de plântulas.....	32
3.4.2.2 Número de Folhas.....	33
3.4.2.3 Relação de altura média de planta/comprimento médio de raiz.....	33
3.4.2.4 Altura média de plantas .....	33
3.4.2.5 Comprimento médio de raiz .....	33
3.4.2.6 Massa fresca de planta.....	33
3.4.2.7 Massa seca de planta.....	34
<b>3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....</b>	<b>34</b>
<b>4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>35</b>
<b>4.1 Número médio de folhas (NF).....</b>	<b>35</b>
<b>4.2 Massa fresca de plantas (MF).....</b>	<b>38</b>
<b>4.3 Massa seca de plantas (MS) .....</b>	<b>41</b>
<b>4.4 Altura de planta (AP) .....</b>	<b>43</b>
<b>4.5 Comprimento de raiz (CR) .....</b>	<b>46</b>

<b>4.6 Relação de altura de planta e comprimento de raiz (AP/CR) .....</b>	<b>49</b>
<b>4.7 Resultado da análise de macro e micronutrientes .....</b>	<b>51</b>
<b>5.0 CONCLUSÕES.....</b>	<b>54</b>
<b>6.0 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>55</b>

## 1.0 INTRODUÇÃO

A preocupação em desenvolver alternativas como solução para os problemas dos rejeitos líquidos e sólidos da agricultura, transformá-los em insumos de baixo custo e capazes de serem aplicados na atividade produtiva primária, representa um grande avanço na preservação do meio ambiente. A agricultura moderna tem buscado cada vez mais alternativas sustentáveis de produção, desta forma tem sido observado que, o sistema orgânico é evidenciado como importante setor pela utilização de táticas conservacionistas além da utilização de produtos que estejam em conformidade com a legislação da produção orgânica. (RODER, et al., 2015).

Dentre os estudos realizados atualmente os biofertilizantes surgem como alternativas sustentáveis que auxiliam na elevação da produção, em que são definidos como um resíduo final da fermentação de compostos orgânicos sejam de forma aeróbica ou anaeróbica contendo células vivas ou latentes de microrganismos, além de apresentar metabolitos e quelatos organominerais (ALVES et al., 2001).

Existem na literatura vários tipos de biofertilizantes, dentre eles o comum, também conhecido como biofertilizante puro, e os enriquecidos em macro, micronutrientes e uma mistura proteica. Independentemente de serem ou não enriquecidos quimicamente, esses insumos são mais utilizados na forma líquida, para pulverização nas culturas (SANTOS, 1992; MEIRELLES et al., 1997; COLLARD et al. 2001). Por isso, são mais conhecidos como defensivos naturais das plantas, mas, também podem ser aplicados diretamente no solo como fertilizantes para culturas em geral (SANTOS, 1992).

A utilização de biofertilizantes na produção de mudas de hortaliças é uma alternativa sustentável e de fácil obtenção por pequenos produtores, não os deixando reféns da indústria e proporcionando reaproveitamento de materiais que seriam descartados indevidamente no meio ambiente, além de permitir ao produtor controle da população, proporcionando plantas uniformes e facilitando o controle de ervas daninhas (FONTES, 2005).

A alface (*Lactuca sativa L.*) é uma das hortaliças que apresenta grande importância econômica na agricultura de pequena escala, além de ser a folhosa mais consumida a nível mundial e de grande valor na nutrição humana (LIN, et al., 2013; VALERIANO et al., 2016). Desta forma, a utilização de produtos de baixo custo como os biofertilizantes vem sendo

evidenciado como importante alternativa por além de apresentar características benéficas em relação ao produto podem também diminuir os custos de produção.

O objetivo deste trabalho foi produzir biofertilizantes líquidos a partir de rumem bovino, em condição aeróbica e anaeróbica em diferente pH, enriquecidos por termofosfato e termopotássio e avaliar sua eficiência na produção de mudas de alface.

## 2.0 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Compostagem líquida contínua

O processo de *Compostagem Líquida Contínua (CLC)* é definido como o processo de confecção de biofertilizantes, um meio vivo, denominado de biogeo, que pode ser produzido pelo próprio produtor. Refere-se a uma solução oriunda da fermentação aeróbica e anaeróbica da matéria orgânica (esterco de gado), enriquecida com minerais insolúveis em água, em que ao final do processo possuem uma enorme microbiota natural, rica em energia biossintética (entrópica). É composto de metabólitos primários (aminoácidos, açúcares, bases nitrogenadas, proteínas) e quelatos organo-minerais (D'ANDREA, 2010).

De acordo com Forgerini (2012), no processo de CLC a fermentação é complexa e dividida em diferentes fases de crescimento celular, como:

**Latência:** corresponde a fase de adaptação dos microrganismos ao meio para que posteriormente seja iniciado o processo de fermentação;

**Crescimento exponencial:** fase em que ocorre grande processo de divisão celular, com a produção de biomassa e liberação de metabólitos primários, sendo eles, aminoácidos, vitaminas, carboidratos, lipídeos, proteínas, enzimas e nucleotídeos;

**Fase estacionária:** as células não se dividem mais e acontece a unificação das colônias, dando início a um processo de diferenciação celular produzindo metabólitos secundários como forma de defesa (antibióticos, toxinas, fenóis, ácidos orgânicos e demais proteínas de cadeia longa e alto interesse biotecnológico);

**Morte celular:** devido ao esgotamento das reservas de energia, acontece a morte das células em grande velocidade.

Esse processo é considerado como mútuo já que cada microrganismo presente no meio irá degradar o alimento para o outro. Desse modo, o processo fermentativo torna-se constante, desde que no meio haja a deposição da fonte nutritiva para manutenção da microbiota. (D'ANDREA; MEDEIROS., 2002).

## 2.2 Biofertilizantes

Em virtude do alto custo de produção e alta degradação ambiental relacionados a utilização de fertilizantes químicos, a demanda por produtos sustentáveis como biofertilizantes naturais tem crescido constantemente.

No Brasil, de acordo com a instrução normativa nº 46 de 06 de outubro de 2011, os biofertilizantes podem ser definidos como produtos que contêm componentes ativos ou agentes biológicos capazes de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou sobre partes das plantas cultivadas, melhorando o desempenho do sistema de produção, e, que sejam isentos de substâncias proibidas pela regulamentação de orgânicos (MAPA 2012). Os biofertilizantes são considerados como uma escolha racional de combinar grandes produtividades agrícolas, fonte de economia, e sustentabilidade (HIGASHIKAWA et al., 2010).

Na atualidade, os biofertilizantes têm sido utilizados na fruticultura e horticultura, e em sistemas de produção orgânica podendo atuar com diferentes aplicabilidades. Sua utilização está atrelada como um fertilizante nutricional que pode atuar sobre o metabolismo vegetal oferecendo fitohormônios as plantas, disponibilizando nutrientes essenciais ao desenvolvimento da cultura, repelente de insetos, protetor de plantas contra doenças, e como grande vantagem em relação aos fertilizantes sintéticos podem ser fabricados na propriedade pelo produtor (GONÇALVES et al., 2009; MEDEIROS et al., 2008). Em alguns estudos foi possível evidenciar que os biofertilizantes também possuem efeito bacteriostático e fungistático, por diminuir a disposição da ocorrência de ataque de pragas e doenças em plantas. Foi evidenciado que esses efeitos são dados devido a presença da bactéria *Bacillus subtilis* (originária do rúmen bovino), que realiza a combinação entre substâncias antibióticas, nutrientes, vitaminas e aminoácidos (PINHEIRO E BARRETO, 1996; BETTIOL, 2001; SANTOS, 2001).

Para a fabricação do produto não há uma receita padrão, diversas formas e metodologias são realizadas empregando componentes minerais para melhorar o meio de cultivo (MEDEIROS; LOPES, 2006). Diferenciando-se dos fertilizantes químicos, são de baixo custo já que a sua formulação é realizada em sua maioria com dejetos oriundos da produção agrícola, como: esterco bovino, resíduos da colheita em geral, rochas moídas, melaço de cana, leite, ossos, entre outros (MAGRINI et al., 2009; OGBO, 2010). Nesse caso, os biofertilizantes podem proporcionar um suporte economicamente viável para os pequenos agricultores (BORASTE et al., 2009).

A constituição química do biofertilizante varia de acordo com a forma de preparo, tempo de decomposição, população microbiológica, temperatura, pH do composto e a fonte originária. Porém, a principal característica do produto são os microrganismos presentes, que apresentam diversas funções, como: decomposição da matéria orgânica e liberação de metabólitos, enzimas, vitaminas, toxinas, fenóis, ésteres, ácidos e antibióticos, assim como, promover o crescimento vegetal ao se integrar à planta após a sua aplicação (MARROCOS et al., 2012). Em outras palavras Lira (2015) ressalta que, os biofertilizantes apresentam em sua composição os seguintes nutrientes e substâncias: Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio, Enxofre, Ferro Alumínio, Cobre, Manganês, Molibdênio, Boro, Sódio, Cloro, Sílica, Ácido Indolacético (IAA), Giberelina (GA3), Tiamina (B1), Piridoxina (B6), Riboflavina (B2), Ácido fólico, Triptofano, Cianocobalamina e também diversos precursores hormonais e alguns inibidores como a metionina, além de álcoois, fenóis e ésteres, que são responsáveis por odores característicos do produto.

Com base na grande aquisição de biofertilizante nos últimos tempos, estudos realizados sobre assunto tem se tornado cada vez mais abrangentes (CORVELLEC et al., 2016; SCHÜTZ et al., 2018). Além da utilização de biofertilizantes puros existem novas definições para esse produto, como “fertilizante biológico”, o que inclui o uso de microrganismos vivos (BARMAN et al., 2017), conhecidos também como microrganismos eficientes (EM) em que foi usado pela primeira vez pelo japonês Higa no ano de 1992 (ANSARI et al., 2015).

Diversas pesquisas comprovam que o princípio das altas produtividades das culturas está na reciclagem da matéria orgânica do solo, no entanto a matéria orgânica vegetal não é adubo direto para as plantas, mas pode ser disponibilizado como mantimento para a microbiota do solo, e estes por sua parte mobilizam os nutrientes disponibilizando-os para as culturas (ANDRADE, 2011). Aprofundando-se sobre os estudos da utilização dos biofertilizantes na saúde do solo, é possível comprovar cientificamente que esse produto pode atuar elevando o teor de matéria orgânica do solo, contribui para a estabilidade das frações da matéria orgânica tornando-as menos suscetíveis a decomposição e auxiliam no aumento do sequestro de C no solo (SINGH et al., 2011; SHELAT et al., 2017; DEBSKA et al., 2016).

Diversos relatos são evidenciados sobre os efeitos benéficos da utilização de biofertilizantes nas culturas. Andrade et al. (2017) ressalta a eficiência de um biofertilizante anaeróbico de esterco de vaca, leguminosas, cinza de madeira e leite como adubo em mudas de maracujá. Um biofertilizante produzido através da decomposição de penas de frango foi utilizado como fonte de nutrientes na cultura da banana (GURAV; JADHAV, 2013). Um

biofertilizante bovino em sistema aeróbico ao ser aplicado na cultura da soja propiciou o desenvolvimento inicial da cultura. (SOUSA et al., 2018).

Contudo, o fornecimento de nutrientes para as culturas através da aplicação de biofertilizantes ainda apresenta alguns empecilhos, já que a sua qualidade está atrelada ao tipo de dejetos utilizados, forma de fabricação, características físicas e químicas das matérias primas, assim como sua relação C/N (MANCIUELA et al., 2018), dessa forma, por apresentar diferentes fontes orgânicas de nutrientes, torna-se inviável o estabelecimento fixo de doses do produto (CAJAMARCA, 2019).

### **2.3 Métodos de compostagem aeróbica e anaeróbica**

A microbiota presente nos biofertilizantes é variável, pois dependem exclusivamente do processo de fabricação (aeróbico ou anaeróbico) bem como do tipo de dejetos utilizados na sua confecção (BERNARDO; BETTIOL, 2010).

A biodigestão anaeróbica de resíduos é um sistema que pode tratar e equilibrar resíduos orgânicos gerando gases que possuam capacidade de gerar energias renováveis e biofertilizantes, dessa forma solucionando problemas de controle de resíduos contribuindo para a produção de energia menos poluente (CUNHA, 2018).

Durante o processo de anaerobiose os microrganismos convertem a matéria orgânica em biogás constituído principalmente de metano (60%) e dióxido de carbono (40%), podendo ser aproveitados como fonte de energia (KARLSSON et al., 2014). Esse método diferencia-se da aerobiose que é um sistema arejado que contém oxigênio no meio e o comportamento dos microrganismos está associado a degradação da matéria orgânica gerando CO<sub>2</sub>, nitratos e sulfatos (CHRISTY et al., 2014). A fermentação aeróbica pode ser definida como completa ou incompleta. Na fermentação completa o substrato orgânico é totalmente decomposto transformando-se em água e dióxido de carbono. No processo fermentativo aeróbio incompleto os substratos são parcialmente oxidados, liberando os produtos oriundos deste processo para o meio (TESSEROLI NETO, 2006).

### **2.4 Rumem bovino**

O rumem bovino é conhecido como um ambiente contínuo e aberto que apresenta funções de digestão de alimentos, síntese, e absorção de nutrientes, oferecendo um local

propício para a estabilidade da população microbiana que evoluem em grande escala periodicamente (KOZLOSKI 2009; LUCCI 1997).

Os ruminantes têm a habilidade de digerir diversos tipos de alimentos para obtenção de nutrientes, sendo esse fator diretamente relacionado a relação simbiótica entre a microbiota ruminal e o hospedeiro. Essa relação simbiótica ocorre porque o ruminante fornece a fonte alimentícia e moradia (rumem) para o desenvolvimento dos microrganismos, e através disso o animal é abastecido através de ácidos resultantes da fermentação e proteína microbiana. A composição do rumem bovino é de bactérias ( $10^{10} - 10^{11}$  células/mL), protozoários ( $10^4 - 10^6$ /mL), fungos anaeróbicos ( $10^3 - 10^5$  zoósporos/mL) e bacteriófagos ( $10^8 - 10^9$ /mL), (KAMRA, 2005). No entanto, para a manutenção desejada dos microrganismos existem fatores que devem ser levados em consideração, como a temperatura adequada; pH estável, umidade em torno de 80 a 90 % entre outros fatores (LUCCI, 1997).

Dentre os fatores importantes para manutenção da microbiota ruminal o pH apresenta uma influência considerável, sendo o responsável pela permissão ou não de determinados microrganismos presente no rumem, influenciando também na motilidade, absorção e fermentação ruminal (NAGARAJA; TITGEMEYER, 2007).

O rumem é considerado um ambiente rico que contém diversos microrganismos desempenhando diferentes funções, podendo ser destinado para confecção de diferentes produtos como biofertilizantes, já que a microbiota associada apresenta funções benéficas aos sistemas de produção. Ahring et al., (2001) ressaltam que a maior parte da microbiota presente na digestão anaeróbica de esterco bovino apresenta diferentes grupos de bactérias (entre 60% e 80%), sendo que a maioria pertence ao grupo *Bacillus*. As bactérias pertencentes a esse gênero são comumente isolados de biofertilizantes, sendo considerada como uma espécie que apresenta grande potencial ao combate de doenças através do controle biológico (KUPPER et al., 2003; KUPPER et al., 2009; KIM et al., 2012). Swain & Ray (2009) também utilizaram estirpes de *B. subtilis* provenientes de esterco bovino e evidenciaram efeitos positivos nos sistemas de produção, como: biocontrole de *Botryodiplodia theobromae*, *Fusarium oxysporum*, oxidação de enxofre, solubilização de fosforo e potássio e promoção de crescimento das plantas.

## **2.5 Utilização de rochas moídas como fonte de nutrientes**

A dependência de fertilizantes importados seguidos dos altos custos tem impulsionado os países produtores a realizar a utilização de rochas de fontes locais, principalmente

relacionado aos nutrientes essenciais ao desenvolvimento das culturas como fósforo e potássio com o intuito de evitar a quebra de rendimento das culturas (FAO, 2004; VAN STRATEN, 2002).

O mercado de fertilizantes é composto por diversas alternativas de produtos à base de rochas fosfáticas como o Yoorin Master, que é definido como uma fonte de fósforo que apresenta alta eficiência agrônômica relacionado a disponibilização gradual do fósforo (termofosfato), e pela presença do silicato em sua fórmula, o que possibilita a diminuição da fixação do fósforo no solo, principalmente em solos ricos em argilos-minerais do tipo sesquióxidos de ferro e ou de alumínio (GOEDERT et al., 1984). Existem também formulados que apresentam fonte de potássio como o Ekosil, que é um fertilizante mineral oriundo da rocha fonolito apresentando 8% de  $K_2O$  e 54% de  $SiO_2$  e é finamente moído. Trata-se de um fertilizante que libera pouco a pouco o potássio presente na formulação, na proporção da água, seja da chuva ou da irrigação, reduzindo as perdas por lixiviação (SANTINATO, 2017).

A utilização de pó de rochas moídas é uma técnica que além de apresentar vantagens para nutrição das plantas e agricultores por ser uma estratégia de diminuição de custos, também diminui os danos ao meio ambiente (MANNING & THEODORO, 2018; AGUILERA et al., 2020).

No entanto, para maior adesão da técnica de rochagem aos sistemas de cultivo visa-se a superação dos gargalos relacionados a solubilidade podendo ser resolvidas através de alternativas de solubilização. Dessa forma, a utilização de métodos de compostagem como biofertilizantes podem ser empregados com o intuito de minimizar tais gargalos garantindo uma disponibilidade de nutrientes de forma adequada devido a presença dos bio-solubilizadores microbianos contidos no produto (BATISTA, 2011).

Estudos relacionados a solubilização de fosfatos de rocha apontam que diversos microrganismos possuem tal capacidade, o que tem ganhado a atenção dos pesquisadores por apresentarem também associação em programas de interação com microrganismos fixadores de  $N_2$  (NAHAS, 1999; SANTOS, 2002). Relacionado aos gêneros de bactérias com maior eficiência na solubilização de fosfatos inorgânicos podem ser citados os isolados de *Pseudomonas*, *Bacillus* e *Rhizobium* (RODRIGUEZ; FRAGA, 1999), enquanto que nas populações fúngicas destacam-se os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* (SILVA FILHO et al., 2002), além de *Penicillium rugulosum* (REYES et al., 1999) e *Penicillium radicum*, na solubilização de  $Ca_3(PO_4)_2$ ,  $CaHPO_4$ ,  $FePO_4 \cdot 4H_2O$  e  $AlPO_4$  em meio líquido (WHITELAW et al., 1999). A eficiência de solubilização dos biofertilizantes está diretamente associada a microbiota intestinal dos ruminantes que é constituído por uma vasta e diversificada população

de microrganismos, entre elas, fungos, bactérias e protozoários (EZEQUIEL et al., 2001), que realizam o processo de degradação e solubilização dos fosfatos através da liberação de ácidos e metabolitos tornando os nutrientes prontamente disponíveis no meio (MARTIN et al., 1994).

## 2.6 A cultura da alface e a produção de mudas

A alface (*Lactuca sativa L.*), é uma hortaliça originada na região mediterrânea, a sua utilização na alimentação humana é datada em 4500 a.C. no antigo Egito, onde foi domesticada. A sua domesticação foi a partir da espécie selvagem *L. serriola*, e introduzida na Europa Ocidental no início do Século XV. Sua chegada ao Brasil foi junto com os portugueses no século XVI (TRANI et al., 2014).

Apresenta grande importância comercial e pelo seu vasto consumo em todo o território nacional, está entre as principais hortaliças, no que se refere à produção, à comercialização e ao valor nutricional (NASCIMENTO, 2016). Pode ser considerada uma boa fonte de vitaminas e sais minerais. Destaca-se seu elevado teor de vitamina A, além de conter vitaminas B1 e B2, vitamina C, cálcio e ferro (MARQUES et al., 2003). É uma hortaliça tradicionalmente cultivada por pequenos produtores, o que lhe confere grande importância econômica e social, sendo significativo fator de agregação do homem do campo. (VILLAS BOAS et al., 2004).

O ciclo de produção é curto, o tempo da sementeira à colheita fica entre 60 e 80 dias, e o tempo necessário para as mudas é de 20 a 30 dias. A condição de temperatura ideal para seu cultivo é de 15 a 20 °C.

O período de cultivo varia de acordo com as características climáticas da região. Em locais onde a temperatura não é muito elevada, o cultivo pode ser estendido ao longo do ano. Em áreas quentes, onde os meses de dezembro a fevereiro são quentes e chuvosos, o plantio é evitado nesta época do ano. Para reduzir a incidência de problemas causados por altas temperaturas e chuvas excessivas, redes de sombreamento ou cultivo protetor podem ser usados separadamente em estufas agrícolas (AGUIAR et al., 2014).

O sistema radicular da alface é muito ramificado e muito raso, com as raízes explorando o solo até uma profundidade de 25 cm. A profundidade da raiz rotativa pode chegar a 60 cm. Desenvolve-se melhor em solos de textura média, com boa capacidade de retenção de água, também pode ser plantada em solos arenosos e argilosos (FILGUEIRA 2008, APUD YURI et al., 2016). Seu desenvolvimento inicial é lento, mas o aumento do peso seco acontece após 30 dias e continua até a colheita.

Em comparação com outras culturas, sua absorção de nutrientes é muito pequena, mas por ser uma cultura de circulação rápida, por isso, acaba tendo maiores necessidades de nutrientes. Se o nutriente fornecido à cultura for insuficiente, sua produtividade diminuirá diretamente (YURI et al., 2016).

Por ser uma cultura indicadora de condição nutricional, a alface é altamente responsiva a diferentes fertilizantes e diferentes níveis de fertilização.

A etapa de produção de mudas nos sistemas de produção é considerada como um dos requisitos de grande importância no sistema produtivo (MINAMI, 2010). Mudas de qualidade possuem relação direta com plantas de alto valor nutricional, além do ciclo da cultura possibilitando diversas colheitas ao ano (CARMELLO, 1995).

Minami (2010), aponta que, mudas de qualidade devem dispor de determinadas características, como ser sadia, bem formada, livre de danos físicos ou mecânicos e pragas e doenças, fácil transporte e transplante, e apresentar facilidade no momento do transplante da bandeja para o local de plantio.

Para o plantio de mudas de alface é necessário a utilização de bandejas de qualidade, em que, a sua utilização proporciona uma economia de substrato produzindo mudas de boa qualidade necessitando de menos tratamentos fitossanitários e economia de água (CANIZARES et al., 2002).

Na atualidade, a maioria dos olericultores, sejam eles orgânicos ou não, tem escolhido trabalhar com a produção de mudas em bandejas de poliestireno expandido (PEE), conhecido com isopor, armazenados em casa de vegetação. A preferência por esse tipo ocorre devido à proteção contra pragas, facilidade de manuseio e menor custo, gerando mudas com menor intervalo (OLIVEIRA, 2011).

O sistema de produção de mudas em bandejas de isopor passou a ser empregue no país a partir de 1984, o que ocasiona na produção de mudas homogêneas (MINAMI, 1995). Mas, para que as mudas apresentem bom aspecto e qualidade os substratos precisam ser caracterizados adequadamente para que a partir disso sejam dados os subsídios necessários para a formação das mudas como correções e adubações necessárias (TRECHA, 2017).

O processo de produção de mudas ocorre inicialmente com a semeadura em bandejas de poliestireno expandido e após as mudas apresentarem quatro folhas definitivas são transplantadas para os canteiros. Esse método é o mais utilizado pelos olericultores no país (FILGUEIRA, 2012; MARQUES et al., 2003).

### 3.0 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em duas etapas: a primeira foi caracterizada pela produção do biofertilizante com a adição do termofosfato e termopotássio.

A segunda etapa caracterizou-se pela produção de mudas de alface utilizando o biofertilizante como solução nutritiva para irrigação.

#### 3.1 Localização do experimento

O presente experimento foi realizado na Universidade do Estado da Bahia - UNEB, *Campus-IX*, localizada na cidade de Barreiras-BA, na região Oeste da Bahia, cujas coordenadas geográficas são: 12°08'65" de latitude Sul, 44°57'82" de longitude Oeste de Greenwich, em casa de vegetação (ambiente protegido), recoberta com filme plástico de polietileno com tela de redução de 50% da radiação solar, instalada no Campo Experimental da universidade.

O clima da região é classificado em Aw segundo Köppen-Geiger, ou seja, clima tropical úmido e seco com chuvas de verão e precipitação inferior a 1000 milímetros. O período chuvoso vai de outubro a abril. As temperaturas médias máximas e mínimas variam entre 20 e 32 graus. Apresenta luminosidade abundante durante quase todo o ano, com ventos variando de fraco a moderado na maior parte do ano e risco de seca de médio a baixo (BARREIRAS, 2010).

#### 3.1 Etapa 1: Produção do biofertilizante

Inicialmente, foi coletado no período de janeiro a fevereiro de 2020 o rumem bovino nas imediações da cidade de Barreiras-BA, logo após o abate do animal e levado para a universidade onde inicialmente foi feito a aferição do pH apresentando resultado igual a 7,0. Em seguida o rumem e os demais ingredientes foram distribuídos nos recipientes (Figura 1).



**Figura 1**– A. Rumem bovino. B. Adição do rumem aos recipientes. C. Estrutura de produção do biofertilizante prontas.

O biofertilizante foi armazenado no laboratório do Grupo de Estudos e Pesquisa em Produção Animal (NEPPA), por ser o local mais apropriado para a produção e manuseio do produto além de garantir proteção dos recipientes da insolação.

### 3.2 Composição e condução dos biofertilizantes

As diferentes composições dos biofertilizantes e o pH do meio segue conforme a Tabela 1:

**Tabela 1.** Características gerais do meio, composição dos Biofertilizantes e pH do meio.

Biofertilizantes	Condição do meio	Composição
Bio 1	Aeróbico e pH < 6	Composição básica* + milho + melão e laranjas
Bio 2	Aeróbico e pH = 7	Composição básica
Bio 3	Aeróbico e pH > 8	Composição básica e cinza de padaria
Bio 4	Anaeróbico e pH < 6	Composição básica + milho + melão e laranjas
Bio 5	Anaeróbico e pH = 7	Composição básica
Bio 6	Anaeróbico e pH > 8	Composição básica e cinza de padaria

\*Composição básica comum a todos os tratamentos: rúmen, termofosfato, termopotássio, soro de leite e água não clorada.

Foram utilizados recipientes com capacidade de 50 litros, onde todos os biofertilizantes tiveram em sua composição os ingredientes conforme citados na Tabela 1. Foi adicionado 8L de rúmen, 2,30kg de termofosfato, de nome comercial Yoorin Master® (14% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 4,0% de K<sub>2</sub>O, 16% de Ca, 4,0% de Mg, 8,0% de Si, 0,10% de B, 0,20 de Zn); 5kg de termopotássio, de nome comercial Ekosil® (8% K<sub>2</sub>O); e 1L de soro de leite.

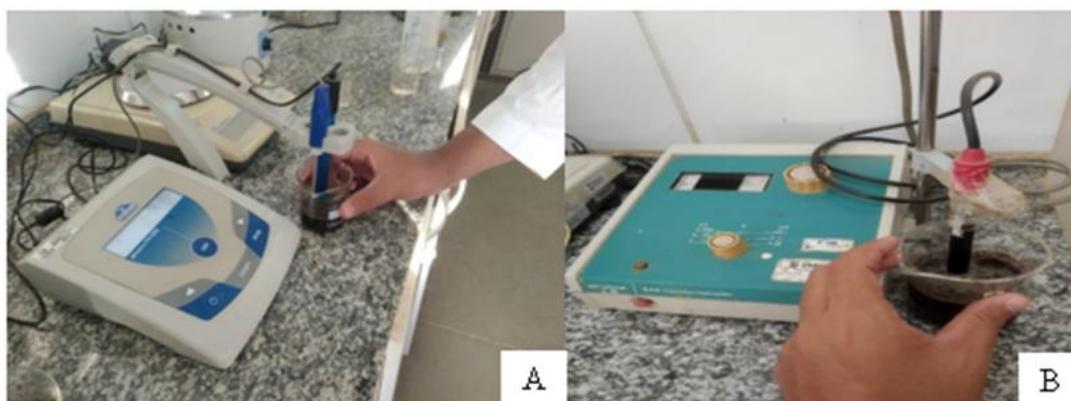
A fim de modificar/corriger o pH do meio para atender a condição pré-estabelecida, acrescentaram-se os seguintes ingredientes: 1kg de milho, 1 litro de melão, 2 laranjas e 40L de água não clorada para os tratamentos com pH < 6; 40L de água não clorada para os biofertilizantes com pH = 7; 1kg de cinza e 40L de água não clorada para os tratamentos com pH > 8.

O soro de leite foi aplicado de forma parcelada durante o processo de obtenção do biofertilizante, sendo a primeira metade (500 mL) adicionada no dia do preparo e a segunda aplicada 15 dias após, afim de intensificar a atividade microbiana. A milho e melão foram adicionados aos poucos ao longo do processo de incubação com objetivo de manter o pH em

níveis menores que 6. A cinza também foi adicionada aos poucos e ao longo do período de incubação, esta teve a função de elevar o pH acima de 8.

A fim de diferenciar o processo respiratório dos microrganismos foram montados dois sistemas diferentes: um fechado e outro aberto. O sistema fechado ou anaeróbicos consistiu em vedar os recipientes para evitar a entrada de oxigênio, para isto os recipientes contendo os tratamentos foram fechados com tampas e nelas inserido uma torneira, que ligava a uma mangueira e esta, por sua vez, tinha sua extremidade imersa em uma garrafa pet com dois litros de água. Desta forma, apenas os gases produzidos pelos microrganismos eram expelidos, ao tempo que a água não permitia a entrada de oxigênio para o sistema. Sistema aberto ou aeróbico – neste os recipientes permaneceram abertos durante todo o processo de incubação, permitindo a entrada de oxigênio e favorecendo as trocas gasosas por parte dos microrganismos. Durante o período de condução todo o conteúdo foi agitado diariamente a fim de homogeneizá-lo.

Antes de realizar a agitação era realizado a aferição do pH, com o auxílio de um pHmêtro, e da condutividade elétrica, com o auxílio de um condutivímetro (Figura 2).



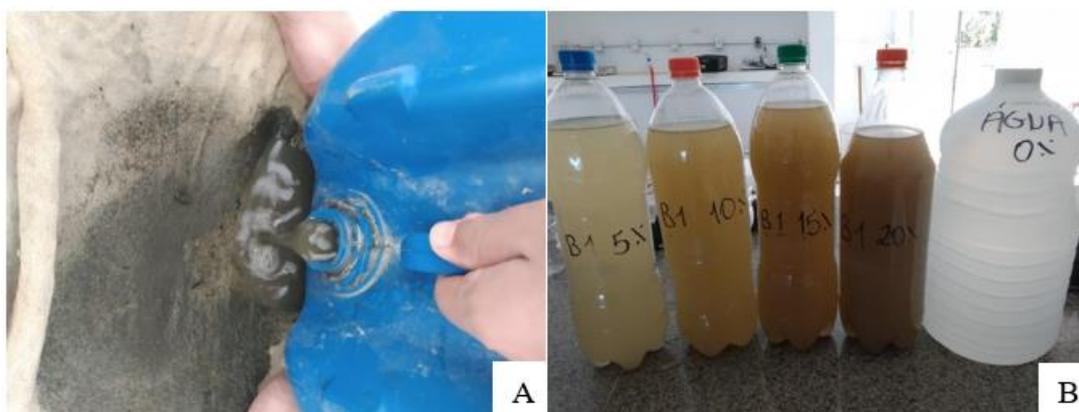
**Figura 2** – Avaliação das características do biofertilizante. A. Aferição do pH. B. Aferição da condutividade elétrica.

Para realizar a aferição foram coletados 20 ml de solução de cada biofertilizante, adicionados em um Becker de 50 ml e levados ao laboratório de microbiologia. As análises foram realizadas imediatamente após a coleta do material. As medidas de pH foram realizadas através de um pHmetro digital de bancada DG 2000 e logo em seguida através de um condutivímetro de bancada KGD003 foi aferida a condutividade elétrica das amostras.

Ao final do processo de avaliação e maturação dos biofertilizantes foi realizada o preparo das respectivas concentrações para fertirrigação das mudas.

### 3.2.1 Preparo das soluções nutritivas

O preparo das soluções nutritivas foi realizado utilizando as seguintes concentrações: 0, 5, 10, 15 e 20% de cada biofertilizante. Para isso o biofertilizante foi filtrado com o auxílio de um pano, após agitação, afim de separar a parte líquida dos resíduos sólidos. Em seguida, o biofertilizante foi medido em proveta para obter o volume exato de acordo as concentrações pré-definidas e colocado em outra proveta de 2000mL e aferido com água não clorada. A solução foi armazenada em garrafas pet a fim de, posteriormente, ser utilizada na fertirrigação das mudas de alface (Figura 3).



**Figura 3:** A. Separação da parte sólida e líquida do biofertilizante. B. Concentrações pré-definidas de um biofertilizante.

### 3.2.2 Caracterização química dos macronutrientes e micronutrientes do biofertilizante

Após a maturação do biofertilizante, mais precisamente aos 30 dias após a formulação, foram coletadas amostras de 100ml de cada um e encaminhados para o laboratório de análises de solos e fertilizantes da FAAFH (Faculdade Arnaldo Horácio Ferreira) em Luís Eduardo Magalhães-BA, para as análises quanto aos teores de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn).

### 3.3 Etapa 2: Elaboração do substrato para produção de mudas

Após a maturação do biofertilizante, foi dado início a segunda etapa da pesquisa que consistiu na lavagem do substrato comercial Bioplant® que apresenta em sua composição turfa de sphagnum, fibra de coco, casca de arroz, casca de pinus e vermiculita com o intuito de torná-lo inerte. Utilizou-se um balde de 20L com água e deixado submerso durante 3 minutos, dentro de um saco de ráfia, após isso colocado para secar e posteriormente adicionado as bandejas.



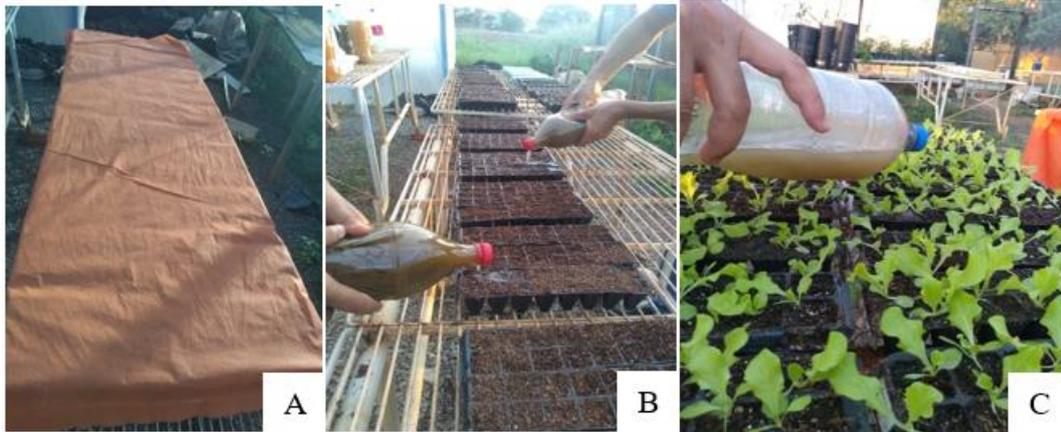
**Figura 4:** Lavagem do substrato.

### **3.4 Delineamento experimental**

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 6x5, onde o primeiro fator foi formado pelos 6 tipos de biofertilizantes e o segundo fator composto por soluções nutritivas com 5 concentrações de cada biofertilizante, com três repetições, totalizando 90 unidades experimentais. Sendo que cada unidade experimental foi composta por 16 mudas. As unidades experimentais foram arranjadas conforme casualização, em ambiente protegido, sob bancadas.

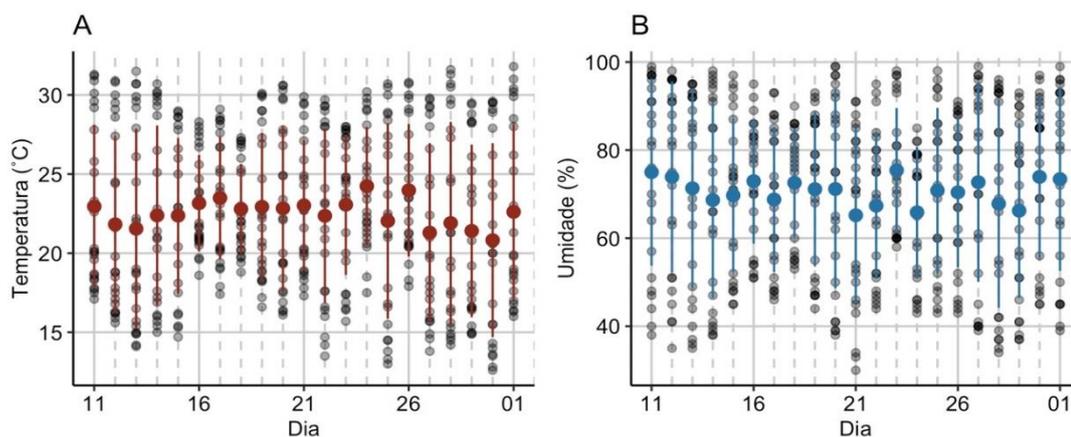
#### **3.4.2 Produção de mudas de alface**

O plantio foi realizado no dia 11 de junho de 2020 e para a semeadura, foram utilizadas sementes de alface do grupo Crespa Verde, cultivar Mônica SF 31. Foram utilizadas bandejas de polietileno contendo 120 células que foram limpas em água corrente. Após a limpeza foram formadas as unidades experimentais formadas por 16 células, onde foi realizada a semeadura, utilizando três sementes em cada. Após a semeadura as bandejas foram cobertas com tecido não tecido (TNT) afim de contribuir com a manutenção da umidade do substrato. A partir disso iniciou-se a rega feita diariamente de forma manual com a utilização das soluções nutritivas em suas respectivas concentrações (Figura 5).



**Figura 5:** A. Bandejas cobertas após a semeadura. B. Fertirrigação inicial das mudas. C. Fertirrigação com mudas em desenvolvimento.

Ao longo da condução das mudas foi aferido a temperatura e umidade média diária do ambiente (Figura 6).

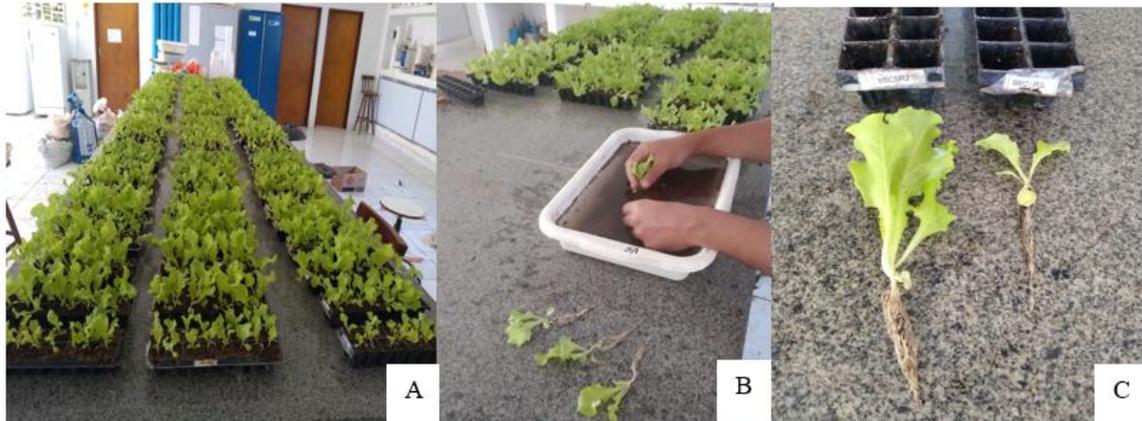


**Figura 6** – Aferição da temperatura e umidade diária do ambiente. A. Valores de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) e B. Valores de umidade relativa do ar (%), aferidos durante o período de realização do experimento com a produção das mudas de alface (11 de junho e 01 de julho de 2020). Os pontos destacados em vermelho (A) e em azul (B) são os valores médios diários de temperatura e umidade relativa do ar, respectivamente, associados ao desvio padrão.

Após as plantas apresentarem duas folhas definitivas, foi realizado o desbaste, mantendo-se a planta mais vigorosa, conduzindo apenas uma planta por célula, e após isso realizada a rega duas vezes ao dia.

Aos vinte DAS, as mudas foram levadas para o Laboratório do NEPPA (Núcleo de estudo e pesquisa em produção animal) para avaliação das características destrutivas.

As mudas foram retiradas de cada bandeja e em seguida tiveram seu sistema radicular lavado e secos com auxílio de toalha de papel (Figura 7).



**Figura 7** – Avaliação das mudas de alface. A. Todas as mudas prontas para avaliação. B. Sistemas radiculares sendo lavados. C. Comparação entre máxima concentração e a testemunha.

### 3.4.2 Características avaliadas na produção de mudas

Após a semeadura nas bandejas foi avaliado a emergência das plântulas e aos 25 dias foram avaliadas as outras características:

#### 3.4.2.1 Emergência de plântulas

Foram realizadas avaliações não destrutivas onde, a partir do terceiro dia após semeadura (DAS) até o sétimo dia foram contabilizadas as plântulas emergidas para avaliações não destrutivas como Velocidade de Emergência (VE), Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e Porcentagem de Emergência (PE). As plântulas consideradas emergidas foram aquelas que apresentavam os cotilédones perpendiculares com a superfície do substrato.

O VE foi analisado conforme a metodologia de Edmond e Drapala (1988), onde:

$$VE = ((N1 G1) + (N2 G2) + \dots + (Nn Gn)) / (G1 + G2 + \dots + Gn),$$

Em que:

V. E = velocidade de emergência (dias);

N: número de dias da semeadura a contagem e;

G: número de plântulas emergidas observadas em cada contagem.

O IVE foi determinado conforme a metodologia descrita por Maguire (1962), onde:

$$IVE = (N1/D1) + (N2/D2) + \dots + (NN/DN),$$

Em que:

IVE = Índice de Velocidade de Emergência;

N1: número de plantas emergidas na primeira contagem;

D1: número de dias para a primeira contagem;

NN: número de plantas emergidas na última contagem;

DN: número de dias da última contagem.

#### 3.4.2.2 Número de Folhas

Foram computadas o número total de folhas definitivas de cada planta.

#### 3.4.2.3 Relação de altura média de planta/comprimento médio de raiz

Foi obtida através da relação do comprimento da parte aérea (cm), dividido pelo comprimento da raiz (cm), (BLANCO e FOLEGATTI, 2003).



**Figura 8** – A. Medição da parte aérea. B. Medição do sistema radicular.

#### 3.4.2.4 Altura média de plantas

Foram realizadas com auxílio de um paquímetro sendo medidas desde o comprimento do colo ao ápice foliar.

#### 3.4.2.5 Comprimento médio de raiz

O comprimento médio de raiz foi obtido através da leitura com auxílio de um paquímetro.

#### 3.4.2.6 Massa fresca de planta

As plantas foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g e os resultados obtidos foram registrados em mg/planta (Figura 9).



**Figura 9** - Pesagem da massa fresca de planta.

#### 3.4.2.7 *Massa seca de planta*

As plântulas foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e levadas à estufa a 65°C até atingir peso constante (72 horas), decorrido esse período, foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001g e os resultados expressos em mg/planta.

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos fatores qualitativos avaliadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e os fatores quantitativos submetidos a análise de regressão, com auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

## **4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Ao observar as características relacionadas à germinação das sementes (VE, PE e IVE) evidenciou-se que estas não foram afetadas significativamente pelos biofertilizantes nem por suas concentrações. Isso representa uma excelente característica dos biofertilizantes utilizados neste trabalho, pois não houve uma ação prejudicial a semente, uma vez que, para que ocorra o processo germinativo isso irá depender das condições intrínsecas da semente (reservas fisiológicas), água e condições ambientais favoráveis.

Dados contrários foram obtidos por Soares et al., (2014) analisando emergência de plântulas de cupuaçu com diferentes doses de biofertilizante enriquecido com micronutrientes constatando que a medida que se aumentou as doses houve redução na porcentagem de emergência, assimilando que as doses mais altas podem ter provocado toxicidade devido a concentração de sais presentes.

Desta forma, acredita-se que as fontes de fertilizantes utilizadas, como o termofosfato e o termopotássio por serem de baixo teor de sais e pouco solúveis em água, além das concentrações relativamente baixas que foram utilizadas, podem ter contribuído para não afetarem os processos de germinação da semente. Corroborando com Medeiros et al., (2007) onde afirmam que, em sua maioria produtos dessa natureza não influenciam no percentual final de emergência de plântulas, seja de forma positiva ou negativa.

### **4.1 Número médio de folhas (NF)**

Com as comparações entre os efeitos dos seis biofertilizantes em cada concentração isoladamente, foi evidenciado diferenças significativas no número médio de folhas (NF) das plantas nas concentrações de 0, 5 e 15%, segundo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores médios do número de folhas de mudas de alface fertirrigadas com diferentes biofertilizantes (Bio) e concentrações.

Tratamentos	Concentrações de biofertilizantes (%)									
	0		5		10		15		20	
<b>Bio 1</b>	4,00	bC	4,94	cB	5,34	aAB	5,67	bAB	5,84	aA
<b>Bio 2</b>	4,54	abB	5,77	abA	5,97	aA	6,06	abA	6,17	aA
<b>Bio 3</b>	3,93	bC	5,00	bcB	5,75	aAB	5,68	bAB	5,91	aA
<b>Bio 4</b>	3,98	bB	5,68	abcA	5,89	aA	5,96	abA	6,34	aA
<b>Bio 5</b>	4,84	aB	5,99	aA	5,83	aA	6,21	abA	5,71	aA
<b>Bio 6</b>	4,67	abC	5,54	abcB	6,02	aAB	6,51	aA	5,61	aB
<b>CV %</b>	5,97		5,97		5,97		5,97		5,97	
<b>DMS trat</b>	0,79		0,79		0,79		0,79		0,79	
<b>DMS conc</b>	0,76		0,76		0,76		0,76		0,76	

\*Médias seguidas com a mesma letra minúscula na coluna e as médias seguidas com a mesma letra maiúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey (P=0,05).

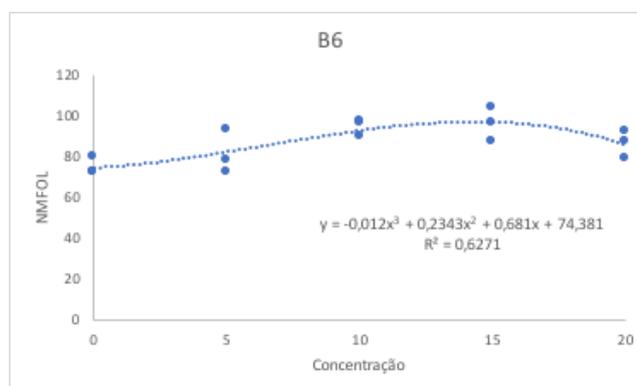
O número médio de folhas foi uma das poucas variáveis que apresentou diferenças significativas dentro da concentração 0 (zero), onde a rega foi realizada apenas com o uso da água. Esta incoerência pode ser explicada pela variação genética que cada planta de alface expressa, visto ser uma planta oriunda de semente de uma variedade.

Na concentração de 5%, o valor médio do NF foi significativamente mais baixo no tratamento com o B1 (4,94) e significativamente mais elevado no tratamento com o B5 (5,99), já na concentração de 15%, o valor médio de NF foi significativamente mais baixo nos tratamentos com os biofertilizantes B1 e B3 (5,67 e 5,68, respectivamente) e significativamente mais elevado no tratamento com o biofertilizante B6 (6,51). Esse foi o valor mais elevado de NF.

Nas concentrações de 10 e 20%, não houve diferenças entre o número médio de folhas das plantas mantidas sob os tratamentos com os diferentes biofertilizantes.

Quando o efeito das diferentes concentrações foi investigado dentro de cada tratamento de forma isolada, um padrão geral de aumento no NF com o aumento da concentração do biofertilizante foi evidenciado.

Apesar do padrão geral em comum, essa relação foi significativa nos tratamentos com os biofertilizantes B1, B3 e B6. Nos demais, houve aumento significativo no NF a partir da concentração de 5% em relação a testemunha (0%), mas com a continuação do aumento nas concentrações dos biofertilizantes, os aumentos posteriores no NF não foram significativos.



**Figura 10:** Relação geral entre o **número médio de folhas** das plantas fertirrigadas com o Bio 6 sob diferentes concentrações.

Em paralelo a isso, é importante destacar que nos tratamentos com os biofertilizantes B5 e B6, houve uma diminuição no NF quando as concentrações foram elevadas para 20%, no entanto no tratamento B6, essa diminuição foi significativa (Figura 10), havendo uma queda a partir do nível de 15%, descrevendo um comportamento polinomial de segundo grau ( $R^2 = 0,62$ ).

De certa forma esses dados corroboram com os dados encontrados por (BENICIO et. al., 2011) utilizando diferentes concentrações de biofertilizante foliar na composição de mudas de quiabeiro, onde para número médio de folhas foi constatado diferença significativa entre as concentrações utilizadas, sendo que, nas concentrações mais baixas foram encontrados os maiores resultados e à medida que as doses foram elevadas houve uma redução no número de folhas.

Araújo et al. (2008) em plantas de café, verificaram a diminuição do número médio de folhas em concentrações superiores a 15,5% do biofertilizante Supermagro e atribuiu esse decréscimo a um possível excesso de micronutrientes na calda.

Contudo, esse excesso não foi evidenciando no presente trabalho, uma vez que os percentuais de nutrientes através do processo de solubilização foram suficientes para suprir a necessidade da cultura além da disponibilização de macronutrientes que estimularam a produção de folhas na alface como o enxofre (S) que destaca-se como importante nutriente

como Primavesi (2018) aponta, onde a ínfima quantidade de folhas nas plantas podem ser atribuídas à deficiência desse macronutriente, onde o mesmo é essencial para a assimilação clorofiliana e como agente coenzimático, geralmente do conteúdo de enxofre do ar, da chuva e da matéria orgânica.

O potássio (K) também destaca-se como nutriente importante na produção e qualidade das folhas. Malavolta (2002), ressalta que, a alface é muito sensível à deficiência de potássio, sendo que a planta mostra aparência seca, crestamento nas bordas das folhas, e superfícies foliares desigualmente cloróticas. No entanto, sintomas característicos de deficiência de potássio não foram observados no presente trabalho devido o processo de solubilização do termpotássio pela microbiota presente no biofertilizante.

Os mecanismos de solubilização de K por via microbiana ainda não são totalmente esclarecidos. Também é pequeno o número de trabalhos que investigam tais fatores no processo de solubilização de K (MEENA et al., 2014, 2015). No entanto, estudos realizados recentemente, ressaltam que a produção de ácidos orgânicos pelos microrganismos é a principal via que tem se correlacionado com o aumento na disponibilização deste elemento a partir de rochas. Os ácidos oxálico, tartárico, glucônico, 2-ketoglucônico, cítrico, málico e succínico (ZARJANI et al., 2013; PRAJAPATI; MODI, 2012) já foram detectados nos sistemas de solubilização de K, sendo que todos são responsáveis por desempenhar diversos papéis importantes no desenvolvimento vegetal.

#### **4.2 Massa fresca de plantas (MF)**

Para a variável massa fresca da planta (MF) foi evidenciado que houve diferença significativa em todas as concentrações acima de 0%. Isso evidenciou que a adição de biofertilizante aumentou significativamente a MF (Tabela 3).

**Tabela 3.** Valores médios da massa fresca de mudas de alface fertirrigadas com diferentes tratamentos de biofertilizantes (Bio) e diferentes concentrações.

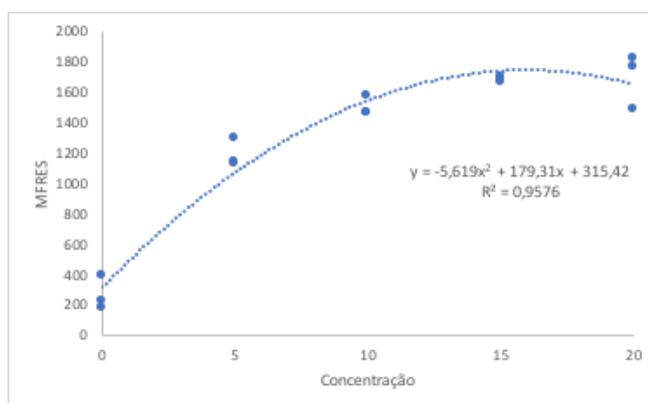
Tratamentos	Concentrações de biofertilizantes (%)									
	0		5		10		15		20	
<b>Bio 1</b>	173,73	aC	590,17	bcB	1036,92	bcA	1130,64	bcA	1306,85	abA
<b>Bio 2</b>	376,83	aB	853,72	abA	950,24	cA	903,45	cA	790,29	cA
<b>Bio 3</b>	123,71	aB	437,22	cB	893,85	cA	860,29	cA	877,09	cA
<b>Bio 4</b>	340,29	aD	987,17	abC	1433,55	abAB	1617,06	aA	1083,58	bcBC
<b>Bio 5</b>	263,68	aC	1190,47	aB	1500,22	aAB	1683,81	aA	1690,35	aA
<b>Bio 6</b>	347,05	aC	803,81	abcB	1413,78	abA	1450,23	abA	1176,91	bcAB
<b>CV %</b>	17,49		17,49		17,49		17,49		17,49	
<b>DMS trat</b>	401,25		401,25		401,25		401,25		401,25	
<b>DMS conc</b>	383,39		383,39		383,39		383,39		383,39	

\*Médias seguidas com a mesma letra minúscula na coluna e as médias seguidas com a mesma letra maiúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey (P=0,05).

Apesar do aumento na MF com adição de biofertilizante ter sido um padrão geral, houve diferenças em relação ao efeito dos biofertilizantes. Independentemente da concentração utilizada, o biofertilizante B3 apresentou médias significativamente mais baixas que os demais tratamentos. O biofertilizante B2 também apresentou médias significativamente mais baixas a partir da concentração de 10%, no entanto independentemente da concentração adotada, o biofertilizante B5 apresentou médias significativamente mais elevadas. Na concentração de 15% o biofertilizante B4 também se destacou apresentando média significativamente mais elevada que a observada nos tratamentos com B1, B2, B3 e B6.

Quando o efeito das diferentes concentrações foi investigado dentro de cada tratamento de forma isolada, um padrão geral de aumento na MF com o aumento da concentração dos biofertilizantes foi evidenciado. No tratamento com o biofertilizante B1, esse nível de aumento foi significativo até a concentração de 10%. A partir da concentração de 15%, uma tendência de aumento na MF com o aumento na concentração do B1 foi observada, contudo esse aumento não chegou a ser significativo. No tratamento com B2, o gradiente de aumento na MF não foi significativo a partir da concentração de 5%. Pode-se afirmar que a adição de 5% já foi

suficiente para atingir uma MF média estatisticamente similar a atingida com a concentração máxima testada (20%). No tratamento com B3 foi evidenciado que a adição do biofertilizante só surtiu efeito de aumento significativo a partir da concentração de 15%. Com a adição de 5%, a MF aumentou, mas não foi detectada diferença significativa em relação à ausência do biofertilizante. Aumentos posteriores na concentração induziram a uma tendência a aumento na MF, contudo esse aumento não foi significativo. Nos tratamentos com B4 e B6, o grau de aumento foi significativo até a concentração de 15%, a partir de 20% foi observado uma redução significativa na MF (Figura 11).



**Figura 11:** Relação geral entre a massa média fresca (mg planta<sup>-1</sup>) das plantas fertirrigadas com o Bio 5 sob diferentes concentrações.

Em outros trabalhos utilizando-se biofertilizante observou-se que, em relação à matéria fresca houve também decréscimo com o aumento da dose de biofertilizante em alface “Vera” (DAMATTO JÚNIOR et al., 2006). Esta redução no acúmulo de massa fresca pode estar relacionada ao excesso de nutrientes fornecidos, em especial nitrogênio e potássio, que podem gerar toxidez. Contudo, o percentual de nitrogênio no biofertilizante produzido nesse trabalho foi evidenciado em maior quantidade no B5 (3,65 g/kg), precisamente no tratamento em que foi constatado o maior percentual de MFRES.

Filgueira (2000) afirma que, o fornecimento adequado de nutrientes, como o N, aliado a outros fatores, expande a área fotossintética, assegura o desenvolvimento das plantas pelo crescimento da parte aérea e eleva o potencial produtivo das culturas. Outro fato a ser considerado sobre a elevação na biomassa fresca com a aplicação do biofertilizante pode ter ocorrido devido à eficiência de absorção de nutrientes pelas folhas. Os elementos K, N e Cl, sob a forma de íons K<sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e Cl<sup>-</sup>, contidos na calda, mesmo não sendo em concentrações tão elevadas podem ter causado um aumento de células, devido ao efeito osmótico promovendo

um aumento na produção de biomassa (FAQUIN, 1994). (SAGOE et al., 1998; VASSILEV et al., 2013) apontam que a atuação dos ácidos orgânicos na solubilização auxilia na formação de complexos como os cátions que estão ligados ao K e à quelatação de íons por meio dos grupos hidroxila e carboxila presentes na estrutura do ácido orgânico.

### 4.3 Massa seca de plantas (MS)

Para a massa média seca da planta ao realizar as comparações entre os efeitos dos seis biofertilizantes em cada concentração isoladamente, foi observado diferenças significativas em todas as concentrações acima de 0%. Isso evidenciou que a adição de biofertilizante aumentou significativamente a MS (Tabela 4).

**Tabela 4.** Valores médios da massa seca de mudas de alface fertirrigadas com diferentes tratamentos de biofertilizantes (Bio) e diferentes concentrações.

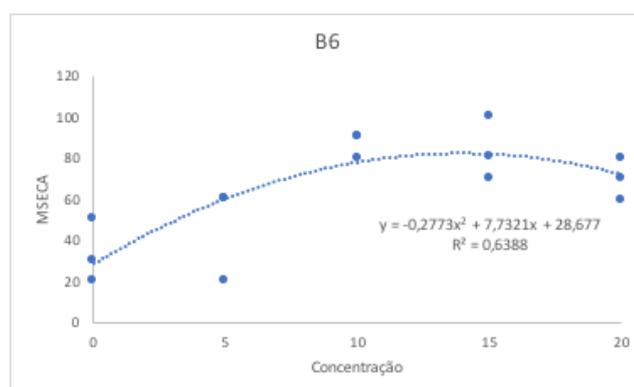
Tratamentos	Concentrações de biofertilizantes (%)									
	0		5		10		15		20	
<b>Bio 1</b>	16,87	aC	40,23	cBC	60,33	bcAB	63,67	bcAB	77,01	abA
<b>Bio 2</b>	26,75	aB	60,52	bcA	60,66	bcA	46,76	cAB	43,90	cAB
<b>Bio 3</b>	17,04	aB	37,36	cAB	53,81	cA	43,76	cAB	50,51	bcA
<b>Bio 4</b>	27,30	aC	73,60	abB	103,51	aA	110,63	aA	97,19	aAB
<b>Bio 5</b>	26,95	aB	93,82	aA	87,19	abA	80,39	bA	97,33	aA
<b>Bio 6</b>	33,86	aC	47,11	bcBC	87,03	abA	83,87	abA	70,12	abcAB
<b>CV %</b>	19,19		19,19		19,19		19,19		19,19	
<b>DMS trat</b>	27,97		27,97		27,97		27,97		27,97	
<b>DMS conc</b>	26,73		26,73		26,73		26,73		26,73	

\*Médias seguidas com a mesma letra minúscula na coluna e as médias seguidas com a mesma letra maiúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey (P=0,05).

Na ausência de biofertilizante, todos os tratamentos apresentaram valores médios de MS baixos. Com a adição de biofertilizante, foi observado que de forma geral os biofertilizantes B4 e B5 apresentaram os melhores incrementos na MS das plantas. Na concentração de 5%, os tratamentos com B3 e B1 apresentaram médias significativamente mais baixas (37,36 e 40,23 mg planta<sup>-1</sup>), enquanto o tratamento com B5 apresentou média significativamente mais elevada (93,82 mg planta<sup>-1</sup>). Com aumento na concentração para 10%, os valores médios de MS também aumentaram. O tratamento com B3 apresentou média significativamente mais baixa (53,81 mg planta<sup>-1</sup>), enquanto com B4 apresentou média significativamente mais elevada (103,51 mg

planta<sup>-1</sup>). Os valores de MS mais elevados foram observados com adição de 15% de biofertilizante. Nessa concentração, o tratamento com B3 e B2 apresentou média significativamente mais baixa (43,76 e 46,76 mg planta<sup>-1</sup>, respectivamente), enquanto com B4 a média foi significativamente mais elevada (110,63 mg planta<sup>-1</sup>). Na concentração de 20%, o tratamento com B2 apresentou média significativamente mais baixa (43,9 mg planta<sup>-1</sup>) e com B4 e B5 as médias foram significativamente mais elevadas (97,19 e 97,33 mg planta<sup>-1</sup>, respectivamente).

Quando o efeito das diferentes concentrações foi investigado dentro de cada tratamento de forma isolada, foi observado em todos os casos aumento na MS com adição de biofertilizante. Além disso, nos tratamentos com os biofertilizantes B1, B4 e B6 foi observado a ocorrência de gradientes de aumento na MS com aumento na concentração dos biofertilizantes (Figura 12).



**Figura 12:** Relação geral entre a **massa seca de plantas (mg planta<sup>-1</sup>)** fertirrigadas com o BIO 6 em diferentes concentrações.

No tratamento com B1 ficou evidenciado um gradiente de aumento na MS com o aumento na concentração do biofertilizante. A média mais baixa foi observada na ausência de biofertilizante (16,9 mg planta<sup>-1</sup>) e a mais elevada na concentração de 20% (77 mg planta<sup>-1</sup>). No tratamento com B2 não houve gradiente significativo no aumento da MS. A média mais baixa foi observada na ausência de biofertilizante (26,7 mg planta<sup>-1</sup>), e a média mais elevada foi observada com a adição de 5% (60,5 mg planta<sup>-1</sup>) e 10% (60,7 mg planta<sup>-1</sup>). No tratamento com B3 não houve gradiente significativo no aumento da MS. A média mais baixa foi encontrada na ausência do biofertilizante (17 mg planta<sup>-1</sup>) e as médias significativamente mais elevadas foram observadas nas concentrações de 10% e 20% (53,8 e 50,5 mg planta<sup>-1</sup>, respectivamente).

No tratamento com B4 foi observado um gradiente significativo no aumento da MS até a concentração de 15%. Com a adição de 20% houve diminuição da MS. A média mais baixa

foi observada testemunha (27,3 mg planta<sup>-1</sup>), enquanto as médias mais elevadas foram observadas nas concentrações de 10% e 15% (103,5 e 110,6 mg planta<sup>-1</sup>, respectivamente). No tratamento com B5 foi observado aumento significativo na MS com adição do biofertilizante, no entanto não foram observadas diferenças significativas entre as concentrações utilizadas. Dessa forma, a adição de 5% já foi suficiente para obtenção de valores de MS tão elevados quanto os obtidos após adição de 20%.

No tratamento com B6 foi observado um gradiente significativo de aumento nos valores de MS com o aumento da concentração do biofertilizante até 15%. Com adição de 20% ocorreu diminuição no valor médio de MS. Esses dados corroboram com os encontrados por (BENICIO et al., 2011) em que na utilização da dose mais alta de biofertilizante a matéria seca apresentou os piores valores, ressaltando que altas doses de biofertilizante podem ocasionar efeito inibitório. No entanto resultados contrários foram encontrados por Sediya et al. (2009) onde foi observado que os melhores resultados em plantas de quiabo foram exatamente com a maior dose testada. Em relação a dinâmica do fósforo na matéria seca das plantas a maioria dos autores que trabalham com inoculação de fungos solubilizadores de fósforo obtém como resultado da inoculação maior produção de matéria seca e um incremento na absorção de fósforo verificado através da quantidade total no tecido das plantas testadas. Numa revisão dos resultados dos últimos cinquenta anos, Whitelaw (2000) cita incrementos que variam de 2 a 93% na produção de matéria seca, e de 3 a 383% na absorção de fósforo de plantas inoculadas com fungos solubilizadores de fosfatos. Vidhyasekaran et al. (1973), por exemplo, obtiveram incrementos na ordem de 80% sobre o peso da matéria seca e 98% sobre a quantidade de fósforo absorvido por grãos de amendoim inoculado com *Penicillium digitatum* e *Aspergillus awamori*. Entretanto, outros autores, como Kucey (1987), Freitas, Banerjee, Germida (1997) e Narloch et al. (2002), obtiveram maior produtividade sem apresentar maior absorção de fósforo pelas plantas, sugerindo o envolvimento de outros fatores na promoção do crescimento vegetal.

#### **4.4 Altura de planta (AP)**

Para a variável altura de planta (AP) ao analisar cada tratamento foi observado que na testemunha, não houve diferença significativa entre si (Tabela 5).

**Tabela 5.** Valores médios da altura de planta de mudas de alface fertirrigadas com diferentes tratamentos de biofertilizantes (Bio) e diferentes concentrações.

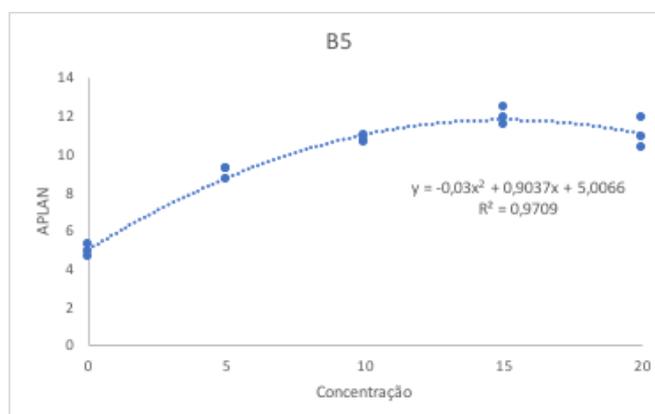
Tratamentos	Concentrações de biofertilizantes (%)									
	0		5		10		15		20	
<b>Bio 1</b>	4,68	aD	7,17	cC	8,67	bcB	9,15	bcAB	9,89	aA
<b>Bio 2</b>	5,14	aC	8,90	aA	8,15	cA	7,99	cA	6,58	cB
<b>Bio 3</b>	4,46	aC	6,41	cB	8,17	cA	8,01	cA	7,95	bA
<b>Bio 4</b>	4,67	aC	8,64	abB	9,93	aA	10,21	bA	10,88	aA
<b>Bio 5</b>	4,94	aD	9,01	aC	10,74	aB	11,97	aA	11,04	aAB
<b>Bio 6</b>	4,96	aD	7,61	bcC	9,62	abA	9,05	bcAB	7,88	bBC
<b>CV %</b>	6,39		6,39		6,39		6,39		6,39	
<b>DMS trat</b>	1,24		1,24		1,24		1,24		1,24	
<b>DMS conc</b>	1,18		1,18		1,18		1,18		1,18	

\*Médias seguidas com a mesma letra minúscula na coluna e as médias seguidas com a mesma letra maiúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey (P=0,05).

As médias foram baixas de forma geral, no entanto com a adição de biofertilizantes, houve aumento significativo. Nos tratamentos com adição de 5%, as médias foram significativamente mais baixas nos tratamentos com os biofertilizantes B3 e B1 (6,4 e 7,2 cm, respectivamente) e significativamente mais elevadas nos tratamentos com B2 e B5 (8,9 e 9 cm, respectivamente). Na concentração de 10%, as médias foram significativamente mais baixas nos tratamentos com B2 e B3 (8,1 e 8,2 cm, respectivamente). Nos tratamentos com B4 e B5 as médias foram significativamente mais elevadas (9,9 e 10,7 cm, respectivamente). Na concentração de 15%, as médias foram significativamente mais baixas nos tratamentos com B2 e B3 (8 cm) e significativamente mais elevadas no tratamento com B5 (12 cm). Na concentração mais elevada (20%), as médias foram significativamente mais elevadas nos tratamentos com B1, B4 e B5 (9,9, 10,9 e 11 cm, respectivamente). O tratamento com B2 apresentou média significativamente mais baixa (6,6 cm).

Quando o efeito das diferentes concentrações foi investigado dentro de cada tratamento de forma isolada, foi observado que independentemente da concentração de biofertilizante adicionada, houve aumento significativo na AP em relação a testemunha. No tratamento com o

biofertilizante B1, foi evidenciado um gradiente de aumento significativo na AP com o aumento da concentração do biofertilizante até 20% (Figura 13).



**Figura 13:** Relação geral entre a **altura de plantas (cm)** fertirrigadas com o Bio 5 sob diferentes concentrações.

No tratamento com B2, as médias de AP foram significativamente mais elevadas nas concentrações de 5 a 15%. Com aumento para 20% a AP diminuiu significativamente. No tratamento com B3, as médias de AP foram significativamente mais elevadas nas concentrações de 10-20%. No entanto, o aumento na AP com a adição de 5% já foi significativo quando comparado com a testemunha. O ínfimo valor dessa variável pode ter sido acarretado pela baixa disponibilidade de nutrientes da solução nutritiva do cujo tratamento, possivelmente pela baixa disponibilidade de nitrogênio (N) que é um macronutriente fundamental para as plantas, onde possui função estrutural e contribui na formação de aminoácidos, proteínas, enzimas, coenzimas, vitaminas e nos pigmentos presentes nas moléculas de clorofila, exercendo uma certa influência no crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas (TAIZ; ZEIGER, 2017).

No tratamento com B4, também foi evidenciado um certo grau de aumento na APLAN com o aumento da concentração do biofertilizante. Contudo, esse nível de aumento foi significativo até a concentração de 10%. A partir dessa concentração, houve uma tendência ao aumento da APLAN, mas não foi constatado diferença significativa. No tratamento com B4, também foi evidenciado um grau de aumento na AP com o aumento da concentração do biofertilizante. Contudo, esse gradiente foi significativo até a concentração de 10%. A partir dessa concentração, houve uma tendência ao aumento da AP com o aumento da concentração do biofertilizante, mas essa tendência não foi significativa estatisticamente. Os valores de AP foram significativamente mais elevados nas concentrações de 10 a 20%. No tratamento com B5

também foi evidenciado um nível de aumento significativo na AP com o aumento da concentração do biofertilizante, em especial até a concentração de 15% (média significativamente mais elevada). (DELEITO et al., 2004) ressalta que o melhor desenvolvimento das plantas é resultado de uma interação complexa envolvendo provavelmente um conjunto de fatores, podendo-se incluir entre estes a ação dos metabólitos produzidos pelos microrganismos durante o processo de fabricação do biofertilizante, competição microbiana no filoplano e efeitos nutricionais ou promotores de crescimento presentes no produto. Para Santos & Akiba (1996) o biofertilizante possui em sua composição fito-hormônios do crescimento vegetal, como Ácido Indol Acético, giberelinas e cofatores (piridoxina, riboflavina e tiamina), que agem como precursores dos fitoestimulantes influenciando diretamente no crescimento das plantas.

No tratamento com B6 dois gradientes significativos foram evidenciados. Inicialmente, com a adição de biofertilizante ocorreu aumento significativo na AP até a concentração de 10%, na qual a média de AP foi mais elevada. Com aumento posterior na concentração do biofertilizante, um gradiente de diminuição na AP com o aumento na concentração até 20% foi evidenciado. (NETO et al., 2009), utilizando diferentes doses de biofertilizante no crescimento do pimentão constatou que houve efeito redutor da altura de planta em concentrações mais elevadas comprovando que a aplicação de biofertilizante em concentração acima de certo limite pode inibir o crescimento das plantas.

#### **4.5 Comprimento de raiz (CR)**

Para variável comprimento médio de raiz (CR) ao analisar o desempenho dos diferentes biofertilizantes dentro de cada nível de concentração foi verificado que não houve diferenças significativas entre os tratamentos nas concentrações de 0, 10, 15 e 20%. Na concentração de 5% o tratamento com o biofertilizante B4 apresentou CR significativamente mais elevado (13,5 cm) (Tabela 6).

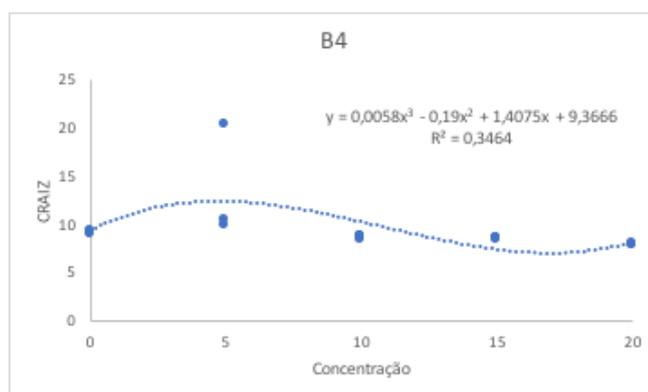
**Tabela 6.** Valores médios do comprimento da raiz de mudas de alface fertirrigadas com diferentes tratamentos de biofertilizantes (Bio) e diferentes concentrações.

Tratamentos	Concentrações de biofertilizantes (%)									
	0		5		10		15		20	
<b>Bio 1</b>	8,35	aA	8,99	bA	9,49	aA	8,72	aA	8,31	aA
<b>Bio 2</b>	8,85	aA	8,79	bA	7,11	aAB	6,48	aAB	5,72	aB
<b>Bio 3</b>	8,34	aA	8,76	bA	8,66	aA	7,49	aA	6,76	aA
<b>Bio 4</b>	9,09	aB	13,5	aA	8,64	aB	8,51	aB	7,92	aB
<b>Bio 5</b>	9,76	aA	9,35	bA	8,32	aA	7,57	aA	7,12	aA
<b>Bio 6</b>	8,92	aA	8,14	bA	7,63	aA	7,04	aA	6,61	aA
<b>CV %</b>	13,98		13,98		13,98		13,98		13,98	
<b>DMS trat</b>	2,79		2,79		2,79		2,79		2,79	
<b>DMS conc</b>	2,67		2,67		2,67		2,67		2,67	

\*Médias seguidas com a mesma letra minúscula na coluna e as médias seguidas com a mesma letra maiúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey (P=0,05).

O comprimento total das raízes das plantas é estimulado pelo fósforo (P) (ELWAN, 1993), sendo que, na cultura da alface o fósforo é essencial para a formação de raízes, germinação, emergência, e durante toda a formação do sistema radicular, enquanto o potássio tem maior efeito na qualidade do produto (MENEZES JUNIOR et al., 2000). Com isso o fato da concentração de 5% ter sido considerada significativamente melhor no CR pode associar-se esse fato a influência exercida pelo Fósforo (P) presente no biofertilizante, que em condições tanto de falta como de excesso, pode ter esse efeito sobre o correto desenvolvimento do sistema radicular (SILVA et al., 2009). O fosforo presente no biofertilizante pode ter sido solubilizado em quantidade ótima para o desenvolvimento radicular por queda do pH, a qual tem sido associado com sua capacidade de secretar ácidos orgânicos de baixo peso molecular, tais como glucônico, 2-cetoglucônico, oxálico, cítrico, acético, málico, e succínico, e assim por diante (MALIHA et al., 2004; SHARMA et al., 2005). O efeito da acidez sobre a solubilização de fosfatos tem sido estudado através da concentração de íons H<sup>+</sup> (pH) e da concentração de ácidos na solução (acidez titulável). Inúmeros estudos demonstram uma correlação linear entre o decréscimo do pH e o fósforo solubilizado (ARORA & GAUR, 1979; ASEA et al.; 1988; MIKANOVÁ & KUBÁT, 1994; NAHAS).

Nos tratamentos com os biofertilizantes B5 e B6 (tratamentos submetidos a anaerobiose), uma tendência geral de diminuição na CR com o aumento da concentração de biofertilizante adicionado foi observada. Contudo, essa tendência não foi estatisticamente significativa, uma vez que não houve diferença entre as médias obtidas a partir das diversas concentrações. Por outro lado, no tratamento com B2, essa tendência foi significativa já que a CRAIZ foi significativamente mais baixa no grupo de plantas submetido a concentração de 20% (Figura 14).



**Figura 14:** Relação geral entre o **comprimento de raiz (cm)** das plantas fertirrigadas com o Bio 4 sob diferentes concentrações.

Embora não haja um consenso quanto aos efeitos do excesso de fósforo nas plantas, Alves et al. (2003) evidenciou aumento na quantidade de carboidratos nas raízes das plantas tratadas com altas concentrações desse nutriente, ocasionando redução na produção fotossintética foliar. No tratamento com B4, esse padrão de diminuição no CR com aumento da concentração do biofertilizante também foi observado. No entanto, nesse tratamento o CR apresentou um aumento significativo com a adição de 5%. Esse foi o único caso no qual observou-se diferença significativa, o que indica que o biofertilizante B4 (tratamento submetido a anaerobiose em pH ácido) na concentração de 5% incentivou o desenvolvimento das raízes.

Os insumos orgânicos, inclusive o biofertilizante bovino na forma líquida, promovem a melhoria físico-hídrica do substrato resultando em maior espaço poroso (MELLEK et al., 2010) para o crescimento radicular; promovendo também, redução do potencial osmótico entre o interior das raízes e a solução do solo. A maior expansão radicular das plantas no solo com biofertilizante, em geral é resposta da melhor condição física proporcionada ao substrato pelas substâncias húmicas (LIANG et al., 2005; ABDEL LATEF et al., 2011), assim como ao maior acúmulo de solutos orgânicos como carboidratos solúveis e outras substâncias como prolina

nas plantas elevando a capacidade de ajustamento osmótico (BAALOUSHA et al., 2006; SUCRE et al., 2011).

No tratamento com o B3 não ocorreu diferença significativa entre o CR das plantas submetidas às diferentes concentrações do biofertilizante. No tratamento com B1, foi observada uma tendência de aumento no CR com o aumento da concentração do biofertilizante até 10%. A partir desse ponto, ocorreu uma tendência à diminuição no CR com incrementos na concentração do biofertilizante. Apesar da observação dessas tendências a aumento e diminuição a depender da concentração utilizada, as diferenças não foram estatisticamente significativas.

#### **4.6 Relação de altura de planta e comprimento de raiz (AP/CR)**

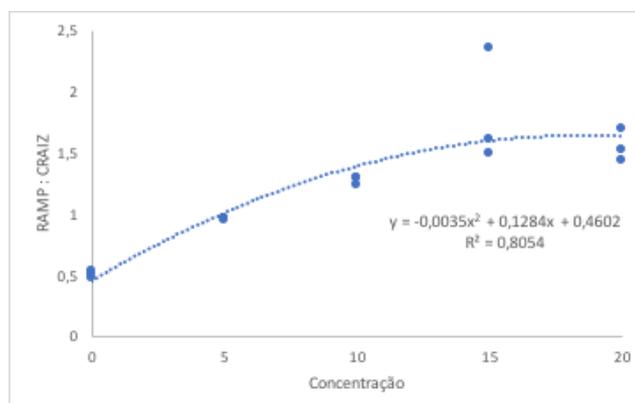
Analisando a Relação Altura de Planta/Comprimento de Raiz (AP/CR) ao comparar os desempenhos dos biofertilizantes dentro de cada concentração específica, foi observado que na ausência de biofertilizante não houve diferença significativa na AP/CR entre os grupos (Tabela 7). Com adição de 5% de biofertilizante, a AP/CR média foi significativamente mais baixa no tratamento com B3 (0,73) e significativamente mais elevada no tratamento com B2 (1). Com adição de 10% de biofertilizante, as médias foram significativamente mais baixas nos tratamentos com os biofertilizantes B1 e B3 (0,9 e 0,94, respectivamente) e significativamente mais elevadas nos tratamentos com os biofertilizantes B6 e B5 (1,26 e 1,27, respectivamente). Com adição de 15% e 20% de biofertilizante, a AP/CR média foi significativamente mais elevada no tratamento com o biofertilizante B5 (1,82 e 1,55, respectivamente).

**Tabela 7.** Valores médios da relação altura /comprimento da raiz de plântulas de alface fertirrigadas com diferentes tratamentos de biofertilizantes (Bio) e diferentes concentrações.

Tratamentos	Concentrações de biofertilizantes (%)									
	0		5		10		15		20	
<b>Bio 1</b>	0,56	aD	0,79	abCD	0,90	bBC	1,12	bAB	1,25	bA
<b>Bio 2</b>	0,58	aB	1,00	aA	1,10	abA	1,18	bA	1,14	bA
<b>Bio 3</b>	0,53	aC	0,73	bBC	0,94	bAB	1,07	bA	1,18	bA
<b>Bio 4</b>	0,51	aC	0,86	abB	1,15	abA	1,22	bA	1,38	abA
<b>Bio 5</b>	0,50	aE	0,96	abD	1,27	aC	1,82	aB	1,55	aA
<b>Bio 6</b>	0,57	aC	0,93	abB	1,26	aA	1,30	bA	1,19	bA
<b>CV %</b>	10,29		10,29		10,29		10,29		10,29	
<b>DMS trat</b>	0,25		0,25		0,25		0,25		0,25	
<b>DMS conc</b>	0,24		0,24		0,24		0,24		0,24	

\*Médias seguidas com a mesma letra minúscula na coluna e as médias seguidas com a mesma letra maiúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey (P=0,05).

Ao comparar os diferentes níveis de concentrações de cada biofertilizante, foi evidenciado a formação de gradientes significativos de aumento na AP/CR com o aumento das concentrações para a maioria dos biofertilizantes (B1, B3, B4, B5 e B6). No tratamento com B2, foi observado apenas aumento significativo com a adição do biofertilizante, porém aumentos na concentração do biofertilizante não induziram aumentos significativos na AP/CR. Nos tratamentos com os biofertilizantes B1 e B5, o gradiente significativo de aumento na AP/CR com aumento nas concentrações utilizadas foi muito evidente, em especial no tratamento com B5 (Figura 15).



**Figura 15:** Relação geral entre a altura média de planta/comprimento médio da raiz das plantas fertirrigadas com o Bio 5 sob diferentes concentrações.

Esse fato pode estar relacionado ao maior percentual de nitrogênio nesse tratamento (3,65 g/kg), onde Bredemeier et al (2000) explica que uma quantidade significativa de nitrogênio fornecida em determinado meio possibilita não só o transporte desse nutriente para as partes superiores da planta, como também pode apresentar incorporação do mesmo pela própria raiz, realizando os processos metabólicos com o auxílio de carboidratos importados das próprias folhas. Apesar do N ser o principal responsável por grande parte do crescimento dos tecidos vegetais, vale enfatizar ainda a importância do P e K presentes no biofertilizante. Esses nutrientes participam nas diversas funções fisiológicas e metabólicas, além de melhorar a absorção do N pelas plantas (ANDRADE et al., 2000). Além disto as raízes das plantas também podem produzir fosfatases que, juntamente com as fosfatases microbianas, atuam na mineralização da matéria orgânica e podem contribuir para a nutrição vegetal.

Em ambos, os valores de AP/CR foram significativamente mais baixos na ausência do biofertilizante e aumentaram progressivamente e significativamente com os aumentos nas concentrações. A diferença entre os dois tratamentos é que com B1 os aumentos continuaram até a concentração de 20%, enquanto com B5 os aumentos ocorreram até a concentração de 15%. Em seguida houve diminuição. Nos demais tratamentos, foi evidenciado um gradiente significativo de aumento na AP/CR até a concentração de 10%. Acima dessa concentração não ocorreu aumentos significativos da AP/CR.

#### **4.7 Resultado da análise de macro e micronutrientes**

As análises de macro e micronutrientes foram realizadas ao final do processo de obtenção do biofertilizante, com o objetivo de avaliar o potencial da fertilidade da solução enriquecida. Os resultados abaixo mostram o significativo incremento nutricional de cada nutriente em cada tratamento (Tabela 8).

**Tabela 8:** Teores de macro e micronutrientes presentes nos biofertilizantes após 30 dias de incubação.

	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g/kg					mg/kg					
<b>Bio 1</b>	1,21	1,03	1,58	4,53	1,33	0,23	21,69	13,73	535,16	195,23	68,75
<b>Bio 2</b>	1,06	0,60	8,22	2,50	0,77	0,24	16,28	4,29	321,98	66,07	27,67
<b>Bio 3</b>	0,47	0,33	1,31	2,98	0,59	0,23	13,70	4,49	248,54	59,03	18,23
<b>Bio 4</b>	0,41	0,11	0,48	1,66	0,48	0,21	11,89	1,93	188,70	14,26	2,74
<b>Bio 5</b>	3,65	0,30	1,00	2,44	0,59	0,23	13,29	2,11	247,52	65,03	16,20
<b>Bio 6</b>	1,41	0,10	0,98	1,19	0,52	1,75	12,35	0,00	159,46	11,68	2,89

O B1 foi o tratamento que apresentou os maiores percentuais de nutrientes, como P, Ca, Mg, (1,03, 4,53, 1,33 g/kg respectivamente) e B, Cu, Fe, Mn e Zn (21,69, 13,73, 195,23, 68,75 mg/kg respectivamente). O conhecimento da exigência nutricional das culturas é de fundamental importância para se obter as produtividades desejadas (ARAÚJO, 2005). Diante disso o fósforo (P), é um nutriente essencial para as culturas, sendo que, na alface o mesmo desempenha papel importante principalmente no favorecimento do sistema radicular, vigor das plantas, produção de matéria seca, aumenta a precocidade da colheita e melhora as características pós-colheita (FILGUEIRA, 2000). Seguindo a mesma linha de estudo Katayama (2003) ressalta que, o fósforo também é exigido na fase final da cultura sendo que deficiências do nutriente nessa fase levam a má formação de cabeça, além de reduzir o crescimento da planta e provocar coloração verde opaca nas folhas velhas e tonalidades vermelho-bronze ou púrpura nas folhas jovens.

O cálcio destaca-se como importante nutriente por apresentar diversas funções na planta, atuando na fotossíntese, divisão celular, movimentos citoplasmáticos e aumento do volume celular. Além disso é responsável por manter a integridade estrutural das membranas e das paredes celulares. Sua deficiência faz com que as membranas extravasem ocasionando o rompimento dos compartimentos celulares afetando as ligações do cálcio com a pectina da parede celular, ocasionando desordens fisiológicas nas plantas, como o *tipburn* na alface (MALAVOLTA et al., 1997; ALVARENGA et al., 2003). Diferente do cálcio, o magnésio é bastante móvel no floema de modo que sua redistribuição é fácil. Sem dúvida o papel mais

importante conhecido do magnésio na vida da planta refere-se à sua presença na molécula de clorofila e os cloroplastos que possuem a metade do magnésio foliar (MALAVOLTA 1976).

O boro é um micronutriente que difere dos demais pela não identificação de sua participação na composição de qualquer composto ou enzima específica, sendo sua essencialidade determinada pelo critério indireto (DECHEN et al., 1991). O boro auxilia no crescimento radicular, e está relacionado a incorporação do cálcio na parede celular, auxiliando o cálcio na parede celular (YAMAUCHI et al., 1986), ou seja, este elemento atua na biossíntese da parede celular auxiliando o cálcio na deposição e formação de pectatos envolvidos na construção destas estruturas.

O cobre é um elemento químico que tem papel fundamental na planta por atuar nos processos enzimáticos, respiração, fotossíntese e no metabolismo do nitrogênio e dos carboidratos (YRUELA, 2009). A sua deficiência ocasiona redução na atividade de enzimas, na produção de matéria seca quando a deficiência ocorre no estágio vegetativo, murchamento e deformação das folhas (MALAVOLTA, 2006; PRADO, 2008).

O ferro é constituinte da clorofila e, em casos de deficiência as folhas tornam-se cloróticas e às vezes de cor branca; em casos mais avançados pode ocorrer amarelecimento total seguido de necrose nos bordos do limbo e consequente desfolha total das plantas (MARTINEZ & CLEMENTE, 2011).

A importância do manganês está na participação em várias etapas no desenvolvimento da planta atuando como cofator de algumas enzimas, no metabolismo do nitrogênio e também nos compostos cíclicos como precursor na produção de alguns hormônios (auxinas), fenóis, lignina e aminoácidos aromáticos (MANN et al., 2002), proteção contra estresse oxidativo (HUSTED et al., 2011), na fotólise da água na reação de fotossíntese especificamente no transporte de elétron, no metabolismo energético, na formação de cloroplastos e clorofila (MELARATO et al., 2002).

O zinco é constituinte de diversas enzimas, como desidrogenase alcóolica, anidrase carbônica, carboxipeptidase, fosfolipase, RNA polimerase entre outras, além de ser ativador enzimático de várias incluindo desidrogenases, aldolases, isomerases transfosforilases. O zinco também como cofator da síntese de proteínas, do metabolismo de carboidratos, da síntese do triptofano precursor do IAA, além de exercer influência na integridade e permeabilidade da membrana (MARSCHNER, 1995).

O B2 foi o tratamento que apresentou o maior percentual de potássio (8,22g/kg). O potássio favorece a formação e a translocação de carboidratos, e uso eficiente da água, a abertura e fechamento dos estômatos, a permeabilidade das membranas, a síntese de proteínas

e tem como principal função bioquímica, a ativação enzimática (FAQUIM, 1994; MALAVOLTA et al., 1997; FILGUEIRA, 2000). A deficiência de potássio é caracterizada por clorose, seguida de necrose das margens e pontas das folhas mais velhas. Induz a deficiência de ferro, prejudicando a diferenciação dos tecidos condutores, perda da atividade cambial, levando o aumento de nitrogênio alfa amínico e amídico e, de ácidos orgânicos. Também reduz o teor de açúcar e amido em órgãos de reserva e a atividade de diversas enzimas (MALAVOLTA et al., 1997).

O B5 foi o tratamento que apresentou os maiores teores de N (3,65 g/kg). O fornecimento de nitrogênio de forma adequada em hortaliças favorece o crescimento vegetativo, expande a área fotossinteticamente ativa e eleva o potencial de produção da cultura. No caso específico das hortaliças herbáceas como a alface, apresentam efeito direto na produtividade, pois o produto comercializável são justamente as folhas e hastes, que mais se beneficiam pela aplicação de nitrogênio (FILGUEIRA 2000). O B6 foi o tratamento que apresentou os maiores teores de (S), enxofre (1,75). O enxofre interage fortemente com o nitrogênio nos vegetais, visto que parte desse elemento encontrado nas plantas está constituindo as proteínas, sendo o enxofre constituinte de dois importantes aminoácidos, cisteína e metionina. Portanto, na ausência de enxofre, as proteínas que contêm esses dois aminoácidos não serão formadas. Dessa forma, na recomendação de adubação, as quantidades desses dois elementos devem ser equilibradas para não interferir no crescimento e na produção das culturas (MARSCHNER, 2012).

## **5.0 CONCLUSÕES**

A produção de biofertilizantes líquidos em meio anaeróbico, independente da condição do pH apresenta maior eficiência no desenvolvimento de mudas de alface, sendo a solução nutritiva a 5% de biofertilizante suficiente na utilização da fertirrigação das mudas.

## **6.0 REFERÊNCIAS**

AGUIAR, Adriano Tosoni da Eira et al. Alface. In: **Instruções Agrícolas para as Principais Culturas Econômicas**. Boletim, IAC nº200. 7 ed. 452 p. 8-10. Campinas, 2014.

AGUILERA, JG, Zuffo, AM, Ratke, RF, Trento, ACS, Lima, RE, Gris, GA, Morais, KAD, Silva,

AHRING, B. K.; IBRAHIM, A.A.; MLADENOVSKA, Z. Effect of temperature increase from 55 to 65° C on performance and microbial population dynamics of an anaerobic reactor treating cattle manure. **Water Res.** V. 35, p. 2446-2452. 2001.

ALVARENGA, M. A. R.; SILVA, E. C.; CARVALHO, J. G. Teores e acúmulos de macronutrientes em alface-americana, em função da aplicação de nitrogênio no solo e de cálcio via foliar. **Ciência Agrotécnica**, Lavras. Edição Especial, p. 1569-1575, 2003.

ALVES E.; CARDOSO L. R.; SCAVRONI J.; FERREIRA L. C.; BOSTO C. S. F.; CATANEO A. C. Avaliações fisiológicas e bioquímicas de plantas de aguapé (*Eichhornia crassipes*) cultivadas com níveis excessivos de nutrientes. **Plant Daninha**, v. 21, p.27-35, 2003.

ALVES, S. B. et al. Trofobiose microorganismos na proteção de plantas: Biofertilizantes e entomopatógenos na citricultura orgânica. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, n. 21, p.16-21, 2001.

ANDRADE F. M. C. **Caderno dos microrganismos eficientes (EM), Instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM.** Departamento de Fitotecnia Campus da Universidade Federal de Viçosa-MG, 2011. 32p.

Andrade, A.C.; Fonseca, D.M.; Gomide, J.A.; Alvarez, V.H.; Martins. C.E. e Souza, D.P.H. (2000) - Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 29, n. 6, p. 1589-1595. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982000000600001>.

ANDRADE, F. H. A.; ALVES, A. S.; ARAUJO, C. S. P.; SOUSA, V. F. O.; OLIVEIRA, D. S.; NETO, B. M. A.; SILVA, F. A.; MORAIS, R. R. Cattle manure and liquid biofertilizer for biomass production of yellow passion fruit seedlings. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, p. 1430-1436, 2017.

ANSARI, M. F.; TIPRE, D. R.; DAVE, S. R. Efficiency evaluation of commercial liquid biofertilizers for growth of *Cicer arietinum* (chickpea) in pot and field study. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 4, p. 17-24, 2015.

ARAÚJO, E. N. Rendimento do pimentão (*Capsicum annum L.*) adubado com esterco bovino e biofertilizante. Areia: Programa de pós graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, 2005. 82 p. Dissertação de Mestrado.

ARAÚJO, J. B. S.; CARVALHO, G. J.; GUIMARÃES, R. J.; MORAIS, AR.; CUNHA, R. L. Composto Orgânico e Biofertilizante Supermagro na Formação de Cafeeiros. **Coffee Science**, v.3, n.2, p.115-123, 2008.

ARORA, D. & GAUR, A.C. - Microbial solubilization of different inorganic phosphates. *Indian J. Exp. Biol.*, 17: 1258-1261, 1979.

ASEA, P.E.A.; KUCEY, R.M.N.; STEWART, J.W.B. - Inorganic phosphate solubilization by two *Penicillium* species in solution culture and soil. *Soil Biol. Biochem.*, 20: 459-464, 1988.

Baalousha, M.; Heino, M.M. e Le Coustumer, B.K. (2006) - **Conformation and size of humic substances: effects of major cation concentration and type, pH, salinity and residence time.** *Colloids and surfaces. Physicochemical and Engineering Aspects*, Amsterdam, 222/1-2: 48-55.

BARMAN, M.; PAUL, S.; CHOUDHURY, A. G.; ROY, P.; SEN, J. Biofertilizer as prospective input for sustainable agriculture in India. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 6, n. 11, p. 1177-1186, 2017.

BARREIRAS. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Plano Setorial de Abastecimento de Água e esgotamento Sanitário de Barreiras, 2010. Disponível em: [http://barreiras.ba.gov.br/pdf/rel\\_pssb\\_barreiras.pdf](http://barreiras.ba.gov.br/pdf/rel_pssb_barreiras.pdf). Acesso em: 19 de julho de 2020.

BATISTA, Raquel Oliveira et al. Avaliação preliminar de um processo de compostagem associado ao uso de rochas como fontes de fósforo e potássio. In: **Embrapa Milho e Sorgo- Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2011, Uberlândia. Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas. Uberlândia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011.

Benicio. L. P. F.; Reis. A. F. B.; Rodrigues. H. V. M. Diferentes concentrações de biofertilizante foliar na formação de mudas de quiabeiro. **Revista Verde** (Mossoró – RN – Brasil) v.6, n.5, p. 92 – 98. 2011.

BERNARDO, E. R. A.; BETTIOL, W. **Controle da pinta preta dos frutos cítricos em cultivo orgânico com agentes de biocontrole e produtos alternativos**. Tropical plant pathology, Brasília, v. 35, n. 1, p. 37 - 42, 2010.

BETTIOL, W. **Resultados de pesquisa com métodos alternativos para o controle de doenças de plantas**. In: HEIN, M. (org.) Resumos do 1o Encontro de Processos de Proteção de Plantas: controle ecológico de pragas e doenças. Botucatu, agroecológica, 2001. p.125-135.

Bezerra PSG, Grangeiro LG, Negreiros MZ de & Medeiros JF de (2007) Utilização de bioestimulante na produção de mudas de alface. **Científica**, 35:46-50.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M.V. A new method for estimating the leaf area index of cucumber and tomato plants. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 666-669, outubro/dezembro 2003.

BORASTE, A et al. Biofertilizers: **A novel tool for agriculture**. **International Journal of Microbiology Research**, v. 1, n. 2, p. 23–31, 2009.

BREDEMEIER C.; MUNDSTOCK C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciencia Rural**, v. 30 (2), p. 365-72, 2000.

CAJAMARCA, S. M. N. **Composição química de resíduos agro-industriais e sua relação com o potencial agrônomo de um biofertilizante líquido aeróbico - HORTBIO**. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília- Brasília, 2019; 120p.

CARMELLO, Q. A. C. Nutrição e adubação de mudas hortícolas. In: MINAMI, K. Produção de mudas de alta qualidade. São Paulo: T.A. Queiroz, 1995. P 27-37.

CHRISTY, P. M.; GOPINATH, L. R.; DIVYA, D. A review on anaerobic decomposition and enhancement of biogas production through enzymes and microorganisms. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 34, p. 167-173, 2014.

COLLARD, F.H.; ALMEIDA, A.; COSTA, M.C.R.; ROCHA, M.C. Efeito do uso de biofertilizante agrobio na cultura do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg.). **Revista Biociência**, Taubaté, v.7, n.1, p.32-37, 2001.

CORVELLEC, H. Sustainability objects as performative definitions of sustainability: The case of food-waste-based biogas and biofertilizers. **Journal and Material Science**, v. 21, p. 383-401, 2016.

CUNHA, Sidney Rodrigues da. **Desenvolvimento de biodigestor anaeróbico com sistema eletrônico de controle de temperatura**. 2018. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

D'ANDREA, P. A. Microbiol Indústria e Comércio LTDA. **Processo de compostagem líquida contínua – CLC e biofertilizante**. BR.n.PI0207342-0. Dez, 2010.

D'ANDRÉA, P.A., MEDEIROS, M. B. **Biofertilizantes biodinâmicos na nutrição e produção de hortaliças**, In: AMBROSANO E. (Coord.) CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA ORGÂNICA, NATURAL, ECOLOGICA E BIODINÂMICA, 1. Anais, Piracicaba: Agroecológica 2002.

DAMATTO JÚNIOR., E. R.; BÔAS, R. L V.; BUENO, O. C.; SIMON, E. J. Doses de biofertilizante na produção de alface. 2006. Disponível em: [http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/46\\_0441.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/46_0441.pdf). Acesso em: 05 out. 2009.

DEBSKA, B.; DŁUGOSZ, J.; PIOTROWSKA-DŁUGOSZ, A.; BANACH-SZOTT, M. The impact of a bio-fertilizer on the soil organic matter status and carbon sequestration– results from a field-scale study. **Journal of Soils and Sediments**, v. 16, p. 2335-2343, 2016.

DECHEN, A.R.; HAAG, H.P; CARMELLO, Q.A. Funções dos micronutrientes nas plantas: mecanismos de absorção e de translocação de micronutrientes. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C. (ed.). **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da potassa e do fosfato, 1991. Cap. 3, p. 65-97.

DELEITO, C. S. R.; CARMO, M. G. F.; FERNANDES, M. C. A.; ABOUD, A. C. S. Biofertilizante agrobio: uma alternativa no controle da mancha bacteriana em mudas de pimentão (*Capsicum annum* L.). **Ciência Rural**, v.34, n.4, p.1035-1038, 2004.

EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds. Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci., Washington, D.C., v. 71, p. 428-434, 1988.

ELWAN, I. M. Response of nutrient status of plants in calcareous soils receiving phosphorus fertilization and mycorrhiza. **Annals of Agricultural Science**, Cairo, v. 38, n. 2, p. 841-849, 1993.

FAO – Food and Agriculture Organization. Use of phosphate rocks for sustainable agriculture. Roma, 2004, 148p. FAVOINO, E. AND HOGG, D. The potencial role of compost in reducing reenhouse gases. **Waste Manage & Res.**, 26 p. 61-69, 2008.

FAQUIN V. **Nutrição Mineral de plantas**. Lavras: ESAL-FAEPE. 1994. 227p.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para ... UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258.

FILGUEIRA F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2ª ed. Viçosa: UFV. 2008. 412p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, 2000, 402p.

- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. 3 rep. Viçosa: UFV, 2012. 421p.
- FONTES, P. C. R. **Olericultura: teoria e prática**, Viçosa-MG: UFV, 2005. 486p.
- FORGERINI, Daniely. **Obtenção e caracterização de biofertilizantes a partir de técnicas de compostagem sólida**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- FREITAS, J.R.; BANERJEE, M.R.; GERMIDA, J.J. - Phosphate-solubilizing rhizobacteria enhance the growth and yield but not phosphorus uptake of canola (*Brassica napus* L.). *Biol. Fertil. Soils*, 24: 358-364, 1997.
- GOEDERT, W.J.; LOBATO, E. Avaliação agronômica de fosfatos em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.8, p.97-102, 1984.
- GONÇALVES, M.M.; SCHIEDECK, G.; SCHWENGBER, J. E. **Produção e uso de biofertilizantes em sistemas de produção de base ecológica**. Circular técnica nº 78. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 7p. 2009. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/747044>.
- GURAV, R. G.; JADHAV, J. P. A novel source of biofertilizer from feather biomass for banana cultivation. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 20, p. 4532-4539, 2013.
- HIGASHIKAWA, F. S.; SILVA, C. A.; BETTIOL, W. Chemical and physical properties of organic residues. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1743-1752, 2010.
- HUSTED, S., PERSSON, D. P., LAURSEN, K. H., HANSEN, T. H., PEDAS, P., SCHILLER, M., HEGELUND, J. N., SCHJOERRING, J. K. "Review: The role of atomic spectrometry in plant science". *J. Anal. At. Spectrom.*, 26: 52, 2011.
- JX & Martins, WC. (2020). Influência de dosis de polvo de basalto sobre cultivares de soya. KARLSSON, T.; KONRAD, O.; LUMI, M.; SCHMEIER, N. P.; MARDER, M.; CASARIL, C. E.; KOCH, F. F.; PEDROSO, A. G. **Manual básico de biógas**. Lajes, Rio Grande do Sul: Ed. Univates, 2014, 69 p.
- KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. (Eds). **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da potassa e do Fosfato, 2003. P. 141-148.
- KHATOUNIAN, C. A. A reconstrução ecológica da agricultura. Botucatu: **Agroecologia**, 2001. 348p. MELLO, F. de A. F.de; BRASIL SOBRINHO, M. de O. C. do; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R. I.; COBRA NETTO, A.; KIEHL, J. de C. **Fertilidade do Solo**. Nobel, São Paulo, 1983.
- KIM, Y. K.; HONG, S. J.; SHIM, C. K.; KIM, M. J.; CHOI, E. J.; LEE, M. H.; JEE, H. J. Functional Analysis of *Bacillus subtilis* isolates and biological control of red pepper powdery mildew using *Bacillus subtilis* R2-1. **Research in plant disease**, 2012.
- KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2 ed. Santa Maria: UFSM. 2009.
- KUCEY, R.M.N. - Increased phosphorus uptake by wheat and field beans inoculated with a phosphorus-solubilizing *Penicillium bilajii* strain and with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Appl. Environ. Microbiol.*, 53: 2699-2703, 1987.

- KUPPER, K. C., BELLOTTE, J. A. M., DE GOES, A. Controle alternativo de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da queda prematura dos frutos cítricos. **Revista Brasileira de Fruticultura**. N. 4. P. 1004-1015. 2009.
- KUPPER, K. C.; GIMENES-FERNANDES, N.; GOES, A. de. Controle biológico de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da queda prematura dos frutos cítricos. **Fitopatologia Brasileira**. V. 28, p. 251-257. 2003.
- LIANG, Y.C.; SI, J.; NIKOLIC, M.; PENG, Y.; CHENG, W. E JIANG, Y. (2005) - Organic manure stimulates biological activity barley growth in soil subject to secondary salinization. *Soil Biology and Biochemistry*. **Acta Horticulturae**, 37: 1185-1195.
- LIN, K H.; HUANG, M. Y.; HUANG, W. D.; HSU, M. W.; YANG, Z. W.; YANG, C. M. The effects of red, blue, and White light-emitting diodes on the growth, development, and edible quality of hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L. var. capitata). **Scientia Horticulturae**, v. 150, p. 86-91, 2013.
- LIRA, R. P. et al. **Trocas gasosas, crescimento e produção do rabanete adubado com estercor bovino, biofertilizante e adubação mineral**. 2015.
- LUCCI, C. de S. **Nutrição e Manejo de Bovinos Leiteiros**. São Paulo: Manole, 1997. 169 p.
- MAGRINI, F. E.; CAMATTI-SARTORI, V.; VENTURIN, L. Avaliação Microbiológica, pH e Umidade de Diferentes Fases de Maturação do Biofertilizante Bokashi. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 431–435, 2009.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1982.
- MALAVOLTA E; PIMENTEL-GOMES F; ALCARDE JC. 2002. Adubos e adubação. São Paulo: **Agronômica Ceres**.
- MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo. São Paulo: **Ceres**, 1976. 528p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. Ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MALIHA, R.; SAMINA, K.; NAJMA, A.; SADIA, A.; FAROOQ, L. Organic acids production and phosphate solubilization by phosphate solubilizing microorganisms under in vitro conditions. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, v. 7, p. 187–196, 2004.
- MANCIULEA, I.; DUMITRESCU, L.; BOGATU, C.; DRAGHICI, C.; LUCACI, D. **Compost based on biomass wastes used as biofertilizers or as sorbents**. *Nearly Zero Energy Communities*, v. 1, p. 566-585, 2018.
- MANN, E. N., REZENDE, M. P., MANN, R. S., CARVALHO, J. G., PINHO, E. V. R. V. “Efeito da aplicação de manganês no rendimento e na qualidade de sementes de soja”. *Pesq. agropec. bras.*, 37 (12) : 1757, 2002.
- Manning, D. A. C., & Theodoro, S. H. (2018). **Enabling food security through use of local rocks and minerals**. *Extractive Industries and Society*.
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2012) Instrução Normativa MAPA nº 46 de 06/10/2011 - Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. Disponível em: <http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=78910>. Acessado em: 29 de agosto de 2021.

- MARQUES, P. A. A., BALDOTTO, P. V. SANTOS, A. C. P., OLIVEIRA, L. Qualidade de mudas de alface formadas em bandejas de isopor com diferentes números de células. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 649-651, 2003.
- MARQUES, P. A. A.; BALDOTTO, P. V.; SANTOS, A. C. P.; OLIVEIRA, L. Qualidade de mudas de alface formadas em bandejas de isopor com diferentes números de células. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 649-651, out. dez. 2003.
- MARROCOS, S. DE T. P. et al. Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 4, p. 34–43, 2012.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. London: Elsevier, 2012, 651p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.
- MARTIN, C.; WILLIAMS, A.G.; MICHALET-DOREAU, B. Isolation and characteristics of the protozoal and bacterial fractions from bovine ruminal contents. **Journal of animal Science, Champaing**, v. 72, n. 11, p. 2962-2968, 1994.
- MARTINEZ, H.P.; CLEMENTE, J.M. **O Uso do Cultivo Hidropônico de Plantas em Pesquisa**. 1ª Ed. Viçosa: UFV, 2011. 76 p.
- MEDEIROS, D. C. et al. Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, n.3, p.433-436, 2007.
- MEDEIROS, M. B. DE; LOPES, J. DE S. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. **Bahia Agrícola**, v. 7, p. 24–26, 2006.
- MEDEIROS, M. B.; BARBOSA, A. S.; MELO, A. S.; LEITE, J. U.; LIRA, W. B.; LACERDA, P. B. **Processos de transição ecológica: o uso de biofertilizantes líquidos no manejo de pragas agrícolas**. III Jornada Nacional da Agroindústria, Bananeiras 5 a 8 de agosto de 2008 – ISSN 1980-1122.
- MEENA, V. S.; MAURYA, B. R.; VERMA, J. P. Does a rhizospheric microorganism enhance K + availability in agricultural soils? *Microbiological Research*, Jena, v. 169, n. 5/6, p. 337-347, 2014. doi.org/10.1016/j.micres.2013.09.003.
- MEENA, V. S.; MAURYA, B. R.; VERMAC, J. P.; AEROND, A.; KUMARA, A.; KIM, K.; BAJPAIF, V. K. Potassium solubilizing rhizobacteria (KSR): isolation, identification, and K-release dynamics from waste mica. **Ecological Engineering**, Oxford, v. 81, p. 340-347, 2015.
- MEIRELLES, L.; BRACAGIOLI NETO, A.; MEIRELLES, A.L. **Biofertilizantes enriquecidos: Caminho sadio da nutrição e proteção das plantas**. Ipê: CAE, 1997. 24p.
- MELARATO, M., PANOBIANCO, M., VITTI, G. C., VIEIRA, R. D. “Manganês e potencial fisiológico de sementes de soja”. **Ciência Rural**, 32 (6) : 1069, 2002.
- MELLEK, J. E.; DIECKOW, J.; SILVA, V. L.; FAVARETTO, N.; PAULETTI, V.; VEZZANI, F. M.; SOUZA, J. L. M. **Dairy liquid manure and no-tillage: Physical and hydraulic properties and carbon stocks in a Cambisol of Southern Brazil**. **Soil & Tillage Research**, v.110, p.69-76, 2010.

MENEZES JÚNIOR FO; FERNANDES HS; MANCH CR; SILVA JB. 2000. Caracterização de diferentes substratos e seu desempenho na produção de mudas de alface em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira** 18:183-187.

MIKANOVÁ, O. & KUBÁT, J. - Inoculation by Bradyrhizobium japonicum strains with different P-solubilizing activity and its effect on soybean yields. *Sci. Agric. Bohem.*, 25: 63-67, 1994a.

MINAMI K. **Produção de Mudanças de Alta Qualidade em Horticultura**. São Paulo. TA. Editor. 1995. 128p.

MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade**. Piracicaba, SP: Degaspari, 2010. 440p.  
NAGARAJA, T. G.; TITGEMEYER, E. C., Ruminal acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional outlook. **Journal of Dairy Science**. V. 90 (Supl.E): E17-E38, 2007.

NAHAS, E.; CENTURION, J.F.; ASSIS, L.C. - Microrganismos solubilizadores de fosfatos e produtores de fosfatases de vários solos. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, 18: 43-48, 1994.

NAHAS. E. **Solubilização microbiana de fosfatos e de outros elementos**. In: SIQUEIRA, J.O.; et al. (Eds.). *Interrelação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas*. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1999. P. 467-486.

NARLOCH, C.; OLIVEIRA, V.L.; ANJOS, J.T.; SILVA FILHO, G.N. - Respostas da cultura do rabanete à inoculação de fungos solubilizadores de fosfatos. **Pesq. Agropec. Bras.**, 37: 841-845, 2002.

NASCIMENTO, G. R. **Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de genótipos de alface (Lactuca sativa L.) em diferentes épocas e condições de cultivo.**, 2016, 61 p. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

NETO, S. C. A.; BEZERRA, L. L.; MELO, D. R. M.; SANTOS, J. G. R.; Andrade, R. Efeito de diferentes concentrações de biofertilizante e intervalos de aplicação no crescimento e produção do pimentão. **Revista Verde**, v.4, n.3, p. 07 – 13. 2009.

OGBO, F. C. **Bioresource Technology Conversion of cassava wastes for biofertilizer production using phosphate solubilizing fungi**. *Bioresource Technology*, v. 101, p. 4120–4124, 2010.

OLIVEIRA, E. A. G. **Desenvolvimento de substratos orgânicos, com base na vermicompostagem, para produção de mudas de hortaliças em cultivo protegido**. 2011. 78p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

PINHEIRO S.; BARRETO, S.B. MB-4: **Agricultura sustentável, trofobiose e biofertilizantes**. Florianópolis: Fundação Juquira candiru, Mibasa, 1996. 273 p.

PRADO, R. M. **Nutrição de Plantas**. São Paulo. Ed. UNESP, 92p. 2008.

PRAJAPATI, K. B.; MODI, H. A. Isolation and characterization of potassium solubilizing bacteria from ceramic industry soil. *CIBTech Journal of Microbiology*, v. 1, n. 1/2, p. 8-14, 2012.

PRIMAVESI, A. M.; PRIMAVESI, A. **A Biocenose do Solo na Produção Vegetal: Deficiências Minerais em Culturas, nutrição e produção vegetal**. São Paulo: Expressão Popular, 2018. 607 p.

**Revista Research, Society and Development**, 9 (1), e51973974.

REYES, I. et al. Effect of nitrogen source on the solubilization of diferente inorganic phosphates by na isolate of *Penicillium rugulosum* and two UV-induced mutants. **FEMS Microbiology Ecology**, Amsterdam, v. 28, p. 281-290, 1999.

RODER, C. MÓGOR, A. F.; ZECCHIN, V. J. S.; FABRIN, E. G. S; GEMIN, L. G. Uso do biofertilizante na produção de mudas de repolho. **Revista Ceres** v. 62. 2015.

RODRIGUEZ, H.; FRAGA, R. **Phosphate solubilizing bactéria and their role in plant growth promotion**. **Biotechnology Advances**, New York, v. 17, p.319-339, 1999.

SAGOE, C. I.; ANDO, T.; KOUNO, K.; NAGAOKA, T. Relative importance of protons and solution calcium concentration in phosphate rock dissolution by organic acids. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 44, p. 617-625, 1998.

SANTINATO, Felipe; SANTINATO, R.; MATIELLO, J. B. **Ekosil, nova fonte de potássio em lavoura de café**. 2017.

SANTOS, A.C.V. **A ação múltipla do biofertilizante líquido como ferti e fito protetor em lavouras comerciais**. In: HEIN, M. (org.) Resumos do 1o Encontro de Processos de Proteção de Plantas: controle ecológico de pragas e doenças. Botucatu, agroecológica, 2001. p.91-96.

SANTOS, A.C.V. **Biofertilizante líquido: defensivo da natureza**. 2. ed. Niterói: EMATER-RIO, 1992. 16p.

SANTOS, A.C.V.; AKIBA, F. **Biofertilizante líquido: uso correto na agricultura alternativa**. Seropédica: UFRRJ/Imprensa Universitária, 1996. 35p.

SANTOS, K. S. **Atuação de fosfato natural coma dição de enxofre com *acidithiobacillus* na solubilização de fósforo e no desenvolvimento de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) em solo de tabuleiro**. 2002. 68 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2002.

SCHÜTZ, L.; GATTINGER, A.; MEIER, M.; MÜLLER, A.; BOLLER, T.; MÄDER, P.; MATHIMARAN, N. Improving crop yield and nutrient use efficiency via biofertilization - A global meta-analysis. **Frontiers Plant Science**, v. 8, p. 1-13, 2018.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, M. R.; VIDIGAL, S. M.; SALGADO, L. T.; PEDROSA, M. W.; JACOB, L. L. Produtividade e estado nutricional do quiabeiro em função da densidade populacional e do biofertilizante suíno. **Bragantia**, v.68, n.4, p.913-920, 2009.

SHARMA, V.; KUMAR, V.; ARCHANA, G.; NARESH, K. G. Substrate specificity of glucose dehydrogenase (GDH) of *Enterobacter asburiae* PSI3 and rock phosphate solubilization with GDH substrates as C sources. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 51, p. 477-482, 2005

SHELAT, H. N.; VYAS, R. V.; JHALA, Y. K. Biofertilizers and PGPR for evergreen agriculture In: VERMA, D. K.; SRIVASTA, V. (eds). **Microorganisms in Sustainable**

Agriculture, Food and the Environment. **New York: Apple Academic Press**, p. 262-285, 2017.

SILVA A. A.; DELATORRE C. A. Alterações na arquitetura de raiz em resposta à disponibilidade de fósforo e nitrogênio. **Rev Cien Agrovet**, v. 28 (2), p. 152- 63, 2009.

SILVA FILHO, G.N.; NARLOCH, C.; SHARF, R. Solubilização de fosfatos naturais por microrganismos isolados de cultivos de *Pinus* e *Eucalyptus* de Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, p.847-854, 2002.

SINGH, J. S.; PANDEY, V. C.; SINGH, D. P. Efficient soil microorganisms: a new dimension for sustainable agriculture and environmental development. **Agriculture, Ecosystem & Environmental**, v. 40, p. 339-353, 2011.

SOARES, E. R.; BASEGGIO, E. A.; SENA, S. P.D. Emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de cupuaçu em substrato enriquecido com biofertilizante. **Rev. Bras. de Agroecologia**, v. 9, n. 1, p. 176-184, 2014.

SOUSA, G. G.; RODRIGUES, V.; SOARES, S. C.; DAMASCENO, I. N.; FIUSA, J. M.; SARAIVA, S. E. L. **Irrigation with saline water in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) in a soil with bovine biofertilizers**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 22, n. 9, p. 604-609, 2018.

SOUZA, J. L. de; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil. 2003. 546p.

SWAIN, M. R.; RAY, R.C Biocontrol and other beneficial activities of *Bacillus subtilis* isolated from cowdung microflora, **Microbiological Research**, v. 164, e. 2, p. 121-130, 2009. TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

TESSEROLI NETO, Eoroclito Antonio. **BIOFERTILIZANTES: Caracterização Química, Qualidade Sanitária e Eficiência em Diferentes Concentrações na Cultura da Alfaca**. 2006. 52p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. Disponível em: [http://www.iapar.br/arquivos/File/zip\\_pdf/biofert\\_netodarolt06.pdf](http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/biofert_netodarolt06.pdf). Acesso em: 28 mar. 2020.

TRANI, Paulo Espíndola et al. Alfaca. In: AGUIAR, Adriano Tosoni da Eira et al. (editores). **Instruções Agrícolas para as Principais Culturas Econômicas**. Instituto Agrônomo de Campinas, 2014. cap. 3, p. 8-10. Disponível em: [http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/porassunto/pdf/boletim200\\_iac.pdf](http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/porassunto/pdf/boletim200_iac.pdf). Acesso em: 10 ago. 2021.

TRECHA, Rosiméri Damasceno. **Produção de mudas de alfaca em substratos alternativos a partir de sementes peletizadas com vermicomposto bovino, peletizadas comerciais e não peletizadas**. 2017.

VAIRO DOS SANTOS, A. C.; Biofertilizante líquido: o defensivo agrícola da natureza. 2. ed. rev. Niterói: EMATER-RJ, 1995. 16 p. **Agropecuária Fluminense**, 8.

VALERIANO, T. T. B.; SANTANA, M. J. MACHADO, L. J. M.; OLIVEIRA, A. F. Alfaca americana cultivada em ambiente protegido submetida a doses de potássio e lâminas de irrigação. **Irriga**, v. 21, n. 3, p. 620-630, 2016.

VAN STRAATEN P. **Rocks for crops: Agrominerals of Sub-Saharan Africa**. ICRAF, Nairobi, Kenya, 2002. 338p.

VASSILEV, N.; MENDES, G.; COSTA, M.; VASSILEVA, M. Biotechnological tools for enhancing microbial solubilization of insoluble inorganic phosphates. *Geomicrobiology Journal*, v. 31, p. 751-763, 2013.

VIDHYASEKARAN, P.; BALARAMAN, K.; DEIVEEGASUNDARAM, M.; VISWANATHAN, G. - Phosphate dissolving activity of *Aspergillus awamori*. *Indian J. Microbiol.*, 13:51-53, 1973.

VILLAS BOAS, R. L., PASSOS, J. C., FERNANDES, D. M., BÜLL, L. T., CEZAR, V. R. S., & GOTO, R. Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 28- 34, 2004.

WHITELAW, M.A. - Growth promotion of plants inoculated with phosphate- solubilizing fungi. *Adv. Agron.* 69: 99-151, 2000.

WHITELAW, M.A.; HARDEN, T.J.; HELYAR, K.R. Phosphate solubilization in solution culture by the soil fungus *Penicillium radicum*. *Soil Biology and Biochemistry*, Elmsford, v. 31, p. 655-665, 1999.

YAMAUCHI, T.; HARA, T.; SONODA, Y. Effects of boron deficiencies and calcium supply on the calcium metabolism in tomato plant. **Plant and Soil**, v. 93, n.223/231, 1986.

YRUELA, I. Copper in plants: acquisition, transport and interactions. *Functional Plant Biology*, v.36, p.409-430, 2009.

YURI, Jony Eishi et al. Nutrição e adubação da cultura da alface. In: PPRADO, Renato de Mello; CECÍLIO FILHO, Arthur Bernardes. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Jaboticabal, 2016.

ZARJANI, J. K.; ALIASGHARZAD, N.; OUSTAN, S.; EMADI, M.; AHMADI, A. Isolation and characterization of potassium solubilizing bacteria in some Iranian soils. *Archives of Agronomy and Soil Science*, v. 77, p. 75-89, 2013. <http://dx.doi.org/10.1080/03650340.2012>.