

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE  
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

The seal of the Universidade Federal do Amazonas is a circular emblem. It features a central figure of a bird, possibly a toucan, with its wings spread. The bird is surrounded by a laurel wreath. Above the bird are three stars. The text "UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS" is written in a circle around the top, and "IN UNIVERSA SCIENTIA VERITAS" is written around the bottom. The seal is rendered in a light gray color.

**EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE DIFERENTES BIOFERTILIZANTES  
PRODUZIDOS A PARTIR DE RESÍDUOS DA AGRICULTURA  
FAMILIAR NO DESENVOLVIMENTO DA PIMENTA DE CHEIRO**

**CLEISSON HUGO BARBOSA**

**HUMAITÁ – AM  
2019**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE  
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**CLEISSON HUGO BARBOSA**

**EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE DIFERENTES BIOFERTILIZANTES  
PRODUZIDOS A PARTIR DE RESÍDUOS DA AGRICULTURA  
FAMILIAR NO DESENVOLVIMENTO DA PIMENTA DE CHEIRO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais; do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente da Universidade Federal do Amazonas como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais. Linha de Pesquisa: Componentes e dinâmicas dos ecossistemas com ênfase no bioma amazônico.

**Orientador: Prof. Dr. Paulo Rogério Beltramin da Fonseca**

**HUMAITÁ – AM  
2019**

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

B238e      Barbosa, Cleisson Hugo  
Eficiência nutricional de diferentes biofertilizantes produzidos a partir de resíduos da agricultura familiar no desenvolvimento da pimenta de cheiro / Cleisson Hugo Barbosa. 2019  
74 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Paulo Rogério Beltramin da Fonseca  
Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas.

1. adubação orgânica. 2. sustentabilidade. 3. frequência de aplicação. 4. nutrientes. I. Fonseca, Paulo Rogério Beltramin da II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO, AGRICULTURA E AMBIENTE  
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE DIFERENTES BIOFERTILIZANTES  
PRODUZIDOS A PARTIR DE RESÍDUOS DA AGRICULTURA FAMILIAR NO  
DESENVOLVIMENTO DA PIMENTA DE CHEIRO**

Mestrando: Cleisson Hugo Barbosa

Dissertação defendida em: \_\_\_/\_\_\_/ 2019, com a banca examinadora:

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Paulo Rogério Beltramin da Fonseca - Presidente  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) – UFAM

---

Prof. Dr. Vairton Radmann – Membro 1  
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

---

Prof. Dr. Luís Antônio Coutrim dos Santos – Membro 2  
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

**HUMAITÁ – AM  
2019**

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível”.

(Charles Chaplin)

## **DEDICATÓRIAS**

Dedico este trabalho,

A minha esposa Maria Clécia Gomes Sales, meu presente, sem ela nenhum sonho seria possível ou valeria a pena.

Ao meu pai Claudio e minha mãe Cleide, que um dia sonharam e hoje compartilham este importante momento comigo.

## AGRADECIMENTOS

Acima de tudo à Deus, por ter me concedido o dom da vida, por estar sempre presente nos meus caminhos, guiando-me, iluminando-me, pela paciência, amor e inspiração, pela força, pelas vitórias alcançadas.

Aos meus pais Cláudio Pereira Barbosa e Cleide Divina de Almeida Barbosa, pela dedicação, compreensão, confiança e principalmente pelo amor e carinho. Por terem acreditado em mim, apoiando-me em todos os momentos de minha vida, amo vocês.

A minha amada e querida avó Sebastiana Pereira Barbosa (*in memoriam*), pelo carinho e sabedoria, por me proporcionar os melhores momentos de minha vida.

Gostaria de agradecer a Maria Clécia Gomes Sales, minha amada esposa por ter sido tudo na minha vida, por ter sido mais que maravilhosa, por ser, muito companheira e ficar sempre ao meu lado me ajudando sempre que eu precisava, e por todo carinho, amor e força que me deu nesta etapa tudo isso devo a você.

As minhas irmãs Claudiana Aparecida Barbosa e Claucimeiry Maria Barbosa, que sempre me deram apoio, incentivo, mostrando que eu sempre poderia ir mais longe. E aos meus sobrinhos Ana Carla e João Felipe, pelo simples fato de existir e sorrir pra mim. A toda a minha família, pela compreensão e incentivo.

Ao meu orientador Prof. Dr. Paulo Rogério Beltramin da Fonseca, pela orientação, pela confiança, por ter acreditado em mim, pela paciência e compreensão, mas principalmente pelas oportunidades, muito obrigado por tudo.

Aos avaliadores Dr. Vairton Radmann e Dr. Luís Antônio Coutrim dos Santos pelas contribuições para melhoria deste trabalho.

Aos meus amigos e Professores. Dr. Douglas Marcelo Pinheiro da Silva e Ms. Diogo Pinheiro da Silva, pela disponibilidade de tempo e apoio oferecido no decorrer do curso e dedicação.

Aos colegas, professores e amigos do Curso de Pós-graduação pela alegria dos bons momentos e apoio nos maus, pela amizade, companheirismo e parceria, troca de experiência e conhecimento.

Ao Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente- IEAA, pela qual tenho muito orgulho e gratidão, pela oportunidade de me qualificar profissionalmente.

Agradeço ao Claudio, da secretaria de Pós-graduação em Ciências Ambientais da UFAM, pelo comprometimento e boa vontade em responder minhas perguntas e ajuda-me em questões burocráticas nestes anos de pesquisa.

Agradeço aos técnicos de laboratório e do IEAA/UFAM, pela confiança, profissionalismo e grande boa vontade em me auxiliar no momento de minhas pesquisas, os quais cito nominalmente José Cezar Frozzi e Ezequiel Soares da Silva.

Agradeço aos funcionários do IEAA/UFAM, José Esmar de Almeida e Pedro pela ajuda prestada no decorrer do projeto de pesquisa.

Ao produtor rural Sr. Danilo Pinheiro. Com certeza sempre terei carinho, respeito, admiração e agradecimento. Obrigado por tudo.

Enfim, a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para que eu pudesse alcançar essa etapa de minha vida.

**MUITO OBRIGADO!**

## RESUMO

O uso de tecnologias alternativas como o biofertilizante, vem sendo reconhecida em todo o mundo, por serem economicamente rentável e ocasionar equilíbrio com o meio ambiente. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito nutricional ocasionado pelo uso de diferentes biofertilizantes produzidos em meio anaeróbico, a partir de resíduos da agricultura familiar no desenvolvimento da pimenta de cheiro. A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação da Universidade Federal do Amazonas, Humaitá, AM. Os biofertilizantes foram produzidos a partir de resíduos adquiridos em propriedades pertencentes à agricultura familiar. Foi selecionada a cultivar de pimenta de cheiro mais consumida na região. Para a realização da pesquisa foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial 9 x 4, com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído por sete biofertilizantes e duas testemunhas (com e sem adubação). O segundo fator foi constituído por quatro frequências de aplicação. Foi realizado a análise da composição química dos biofertilizantes, análise das características de crescimento (altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas emitidas, massa seca das folhas, do caule e da raiz), e teores de nutrientes nas folhas. Todos os biofertilizantes apresentaram pH com valores baixos. A condutividade elétrica aumentou gradativamente entre os biofertilizantes. O biofertilizante B7 proporcionou os maiores teores de macronutrientes. Enquanto que o B5 proporcionou os maiores teores de micronutrientes. As quantidades de macro e micronutrientes encontrados em maior quantidade foram o K e Fe respectivamente. As diferentes frequências de aplicação evidenciaram que o número de folhas emitidas apresentou maior média no tratamento B2 quando submetida a frequência de 14 dias, não sendo observado diferença significativa entre as frequências para os demais parâmetros e biofertilizantes avaliados. Os diferentes biofertilizantes evidenciaram que os valores de matéria seca das folhas (MSF) e matéria seca do caule (MSC) apresentam diferença significativa entre os tratamentos B6 e B3 na frequência 14. Não houve alteração dos parâmetros de altura de planta (APL), diâmetro de caule (DC), número de folhas emitidas (NFE), matéria seca das folhas (MSF), matéria seca do caule (MSC) e matéria seca das raízes (MSR) entre demais biofertilizantes. Os teores dos macronutrientes nas folhas de pimenta de cheiro evidenciaram que os tratamentos foram eficientes no fornecimento de nitrogênio, potássio e magnésio, porém, não forneceram fósforo, cálcio e enxofre na quantidade recomendada para a cultura da pimenta de cheiro, com exceção do biofertilizante B4 na frequência 14 para o nutriente enxofre. Os teores dos micronutrientes nas folhas de pimenta de cheiro evidenciaram que todos os tratamentos na frequência 7 foram eficientes no fornecimento de cobre. Assim como B2, B4, B5, B6 e B7 na frequência 14; B1, B3, B6 e B7 na frequência 21 e; B3 e B4 na frequência 28. Os demais micronutrientes apresentaram teores abaixo do recomendado para a cultura, com exceção do biofertilizante B4 na frequência 14 para o nutriente zinco.

**Palavras-chave:** Adubação orgânica, sustentabilidade, frequência de aplicação, nutrientes.

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.** Croqui do delineamento experimental, M: metros; B: biofertilizantes .....31
- FIGURA 2.** Recipientes plásticos utilizados para produção dos diferentes biofertilizantes: A) Produção de diferentes biofertilizantes; B) Recipiente plástico com mangueira ligada a garrafa de água para retirada do gás metano.....32
- FIGURA 3.** Preparação para produção de mudas: A) Substrato composto por uma parte de solo e duas partes de adubo orgânico; B) Bandejas de poliestireno expandido (isopor) com 128 células sob telado em suporte tipo bancado.....34
- FIGURA 4.** Vista total da disposição das mudas de pimenta de cheiro na casa de vegetação em dois estágios de desenvolvimento: A) Mudas de pimenta de cheiro aos 64 dias após o plantio; B) Plantas de pimenta de cheiro aos 110 dias após o plantio.....35
- FIGURA 5.** Aplicação dos biofertilizantes nas unidades experimentais: A) Ajuste da condutividade elétrica dos biofertilizantes e aferição do pH; B) Aplicação dos biofertilizantes nas mudas de pimenta de cheiro.. .....35
- FIGURA 6.** Avaliação das Variáveis de crescimento das plantas: A) Trena graduada para mensuração da variável de crescimento da altura de planta (APL); B) Paquímetro digital para mensuração da variável de crescimento diâmetro do caule (DC)... .....37
- FIGURA 7.** Matéria seca das plantas pesadas em laboratório: A) Matéria seca das folhas (MSF); B) Matéria seca do caule (MSC); C) Matéria secada raiz (MSF), Humaitá, AM, 2019. ....37
- FIGURA 8.** Plantas de pimenta de cheiro aos 82 DAT.....43

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1.</b> Dados mensais das variáveis climáticas coletados durante a produção dos biofertilizantes, Humaitá, AM, 2018/2019.....	29
<b>TABELA 2.</b> Valores de alguns atributos químicos e físicos do solo (profundidade de 0–20 cm) antes da aplicação dos biofertilizantes. ....	30
<b>TABELA 3.</b> Materiais utilizados no preparo dos biofertilizantes anaeróbicos.. ....	31
<b>TABELA 4.</b> Composição química dos biofertilizantes produzidos de forma anaeróbico.....	39
<b>TABELA 5.</b> Teste de comparação de médias do parâmetro para altura de planta (cm) em pimenta de cheiro submetida a diferentes biofertilizantes e frequências de aplicação. ....	42
<b>TABELA 6.</b> Teste de comparação de médias do parâmetro para diâmetro do caule (mm) em pimenta de cheiro submetida a diferentes biofertilizantes e frequências de aplicação. ....	44
<b>TABELA 7.</b> Teste de comparação de médias do parâmetro para número de folhas emitidas em pimenta de cheiro submetida a diferentes biofertilizantes e frequências de aplicação.....	45
<b>TABELA 8.</b> Teste de comparação de médias do parâmetro para matéria seca das folhas em pimenta de cheiro submetida a diferentes biofertilizantes e frequências de aplicação. ....	46
<b>TABELA 9.</b> Teste de comparação de médias do parâmetro para matéria seca do caule em pimenta de cheiro submetida a diferentes biofertilizantes e frequências de aplicação. ....	47
<b>TABELA 10.</b> Teste de comparação de médias do parâmetro para matéria seca da raiz em pimenta de cheiro submetida a diferentes biofertilizantes e frequências de aplicação. ....	48
<b>TABELA 11.</b> Análise foliar para os teores de micronutrientes de Boro, Cobre, Ferro, Manganês e Zinco obtido nas folhas de pimenta de cheiro sobre o uso de diferentes biofertilizantes e frequências de aplicação. ....	50
<b>TABELA 12.</b> Análise foliar para os teores de micronutrientes de Boro, Cobre, Ferro, Manganês e Zinco obtido nas folhas de pimenta de cheiro sobre o uso de diferentes biofertilizantes e frequências de aplicação. ....	55

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. JUSTIFICATIVA .....	15
3. OBJETIVOS.....	16
3.1. Geral .....	16
3.1. Específicos.....	16
4. REVISÃO DE LITERATURA .....	17
4.1. Biofertilizantes .....	17
4.1.1. Composição química dos biofertilizantes.....	18
4.1.2. Aspectos da produção de biofertilizantes .....	19
4.1.3. Métodos de utilização de biofertilizantes e seus benefícios ao solo.....	21
4.2. Uso de biofertilizantes na agricultura familiar .....	22
4.3. Resíduos da agricultura familiar na produção de biofertilizantes .....	23
4.4. Utilização de biofertilizantes na produção de hortaliças .....	25
4.5. A cultura da pimenta de cheiro.....	25
4.6. Importância econômica da pimenta.....	27
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
5.1. Localização do experimento .....	29
5.2. Clima da região.....	29
5.3. Características químicas e físicas do solo .....	29
5.4. Delineamento experimental.....	30
5.5. Constituição e preparo dos biofertilizantes .....	31
5.6. Plantio e condução da cultura.....	33
5.7. Aplicação dos biofertilizantes .....	35
5.8. Manejo fitossanitário e tratamentos culturais.....	36
5.9. Variáveis analisadas .....	36

5.9.1. Características de crescimento.....	36
5.9.2. Teores de nutrientes nas folhas.....	37
5.10. Análise estatística .....	38
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	39
6.1. Composição química dos biofertilizantes.....	39
6.2. Crescimento vegetativo das plantas.....	42
6.2.1. Altura de planta .....	42
6.2.2. Diâmetro do caule.....	43
6.2.3. Número de folhas emitidas .....	45
6.2.4. Matéria seca das folhas.....	46
6.2.5. Matéria seca do caule .....	47
6.2.6. Matéria seca da raiz .....	48
6.3. Teores de nutrientes nas folhas.....	49
6.3.1. Macronutrientes .....	49
6.3.2. Micronutrientes.....	54
7. CONCLUSÕES .....	59
8. REFERÊNCIAS .....	60

## 1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade é um assunto que vem ganhando destaque na produção agrícola, propondo um modelo alternativo às práticas do modelo convencional e empregando técnicas de manejo menos destrutiva aos recursos naturais. Nesta perspectiva, um dos maiores desafios para a agricultura será desenvolver sistemas de cultivos sustentáveis, produzir alimentos com qualidade e estabelecer uma agricultura respeitante ao meio ambiente, preservando os recursos naturais e conseqüentemente a vida (KHATOUNIAN, 2001; FORNARI, 2002; SILVA et al., 2010).

Á vista disto, em um cenário no qual a conservação ambiental assume importância crescente frente aos impactos causados pela ação do homem na agricultura (VALARINI; RESENDE, 2007), a adoção de práticas que estimulem o aumento da produtividade enfatizando a sustentabilidade dos sistemas agrícolas e que sejam coerentes com as questões ambientais, torna-se prioritária (MÓGOR et al., 2008). Entre essas práticas, pode-se citar o uso de biofertilizantes.

O biofertilizante é um adubo orgânico líquido produzido em meio aeróbico ou anaeróbico a partir de uma mistura de materiais orgânicos (esterco, frutas, leite), minerais (macro e micronutrientes) e água, podendo ser obtido pela simples mistura de água e esterco fresco (TIMM et. al., 2004; SANTOS, 1992). De acordo com Souza et al. (2010), a utilização do biofertilizante na agricultura pode beneficiar tanto ao meio ambiente quanto ao produtor rural, visto que este produto contém nutrientes que são essenciais para o desenvolvimento das plantas (nitrogênio, fósforo e potássio), ocasiona a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, além de diminuir a utilização de agroquímicos. Deste modo, o uso de tecnologias alternativas como o biofertilizante, vem sendo reconhecida em todo o mundo, por serem economicamente rentável e ocasionar equilíbrio com o meio ambiente (BASET-MIA; SHAMSUDDIN, 2010).

Além disso, os biofertilizantes divergem dos fertilizantes químicos por serem produzidos em qualquer lugar e com diferentes matérias prima, incluindo resíduos de processamento agrícola (OGBO, 2010). Tais resíduos, asseguram resultados na produção com uma melhor otimização de tempo, e quando manipulados de forma adequada, auxiliam na conservação dos solos (CAMARGO, 2012), gerando ainda, economia de custos, já que o produtor não precisa comprar insumos agrícolas para a produção (TRANI et al., 2013), uma vez que as propriedades de pequenos produtores rurais podem possuir grandes quantidades de

resíduos, ricos em matéria orgânica, sais minerais, entre outras substâncias provenientes da diversificação de culturas e criações (CAPORAL; COSTABEBER, 2004).

Em virtude disso, a utilização de biofertilizante tem sido uma alternativa relevante na suplementação de nutrientes em hortaliças, podendo o mesmo ser aplicado via solo, via sistemas de irrigação ou em pulverização sobre as plantas (SOUZA; RESENDE, 2003). De acordo com Pinheiro; Barreto (2000) foram obtidos aumentos na produção comercial de algumas hortaliças como: pepino, berinjela, tomate, alface e pimentão, aplicando-se biofertilizante bovino. Filgueira (2000) corrobora que as hortaliças são beneficiadas pelo emprego de adubos orgânicos. No entanto a cultura da pimenta (*Capsicum spp*) é pouco estudada no Brasil, especialmente no que se refere à adubação orgânica (OLIVEIRA, 2011; OLIVEIRA et al., 2014; BORGES et al., 2015).

Em relação as espécies de pimentas, destaca-se a pimenta-de-cheiro (*Capsicum chinense* Jacquin) da família Solanaceae, pela elevada importância econômica, devido principalmente à alta demanda local dos frutos *in natura*, secos e moídos ou na forma de molhos, fato que tem contribuído para a implantação de cultivos comerciais com essa hortaliça, os quais constituem importantes fontes de renda para as populações locais da Amazônia (NASCIMENTO-FILHO et al., 2007).

Apesar de serem escassos os estudos que indaguem as exigências nutricionais dessa espécie (REGO et al., 2011; CARDOSO et al., 2014), os resultados mostram que o crescimento e produtividade da mesma são influenciados pelo fornecimento de alguns nutrientes, como o nitrogênio (LARA et al., 2008) e o fósforo (GÓMEZ et al., 2008). Portanto, o uso de biofertilizantes, pode ser uma alternativa importante para a nutrição desta cultura.

## **2. JUSTIFICATIVA**

Na atualidade, grande parte da produção agrícola no Brasil é realizada da forma convencional, a partir do uso de fertilizantes químicos como fonte de nutrientes às plantas (ARAÚJO-JUNIOR et al., 2015). No entanto, esse sistema de produção torna inviável com o passar dos anos, a continuidade do processo produtivo, devido aos danos causados ao meio ambiente (NASCIMENTO, 2016).

Em prol disso, percebe-se que na atualidade, o consumidor busca não só a qualidade do produto, mas cada vez mais está preocupado em adquirir produtos que, no seu processo produtivo, estimulem o menor impacto possível ao meio ambiente e que respeitem a qualidade de vida do trabalhador rural, sendo socialmente corretos (VENTURA, 2007). Dentre estes produtos, o biofertilizante merece destaque, principalmente pelo fato da crescente procura por novas tecnologias de produção que representem diminuição de custos, bem como a preocupação com a qualidade de vida do planeta (ARAÚJO et al., 2007).

Entretanto, sabe-se que a produção agrícola no Brasil, ainda é altamente dependente de fertilizantes químicos, porém é necessário buscar alternativas que sejam menos danosas para o meio ambiente, sendo economicamente acessível ao produtor. Nesse contexto, o uso de biofertilizantes na agricultura tem se mostrado uma alternativa promissora, pois são produzidos com resíduos agrícolas adquiridos na própria propriedade dos produtores rurais, resíduos estes que contém em sua composição elementos como microrganismos, macro e micronutrientes necessários ao desenvolvimento do vegetal.

Sendo assim, a utilização de biofertilizantes orgânicos apresenta-se como alternativa de baixo custo, com tecnologia social e sustentabilidade ecológica. Com isso, torna-se interessante estudar e valorizar resíduos da agricultura familiar que possuam possível potencial na produção de biofertilizantes que sejam eficientes na adubação de plantas.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Geral**

➤ Avaliar o efeito nutricional e o desenvolvimento da pimenta de cheiro proporcionado pelo uso de diferentes biofertilizantes produzidos em meio anaeróbico a partir de resíduos da agricultura familiar.

#### **3.2. Específicos**

- Determinar o pH, condutividade elétrica e as concentrações de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, Zn, Na e B de cada biofertilizante anaeróbico;
- Determinar a altura de planta; diâmetro do caule; número de folhas emitidas; matéria seca das folhas, caule e raízes das pimentas de cheiro, em função das frequências de aplicação (7, 14, 21 e 28 dias) dos biofertilizantes anaeróbicos;
- Determinar os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, Zn e B nas folhas da pimenta de cheiro em função dos biofertilizantes anaeróbicos.

## **4. REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1. Biofertilizantes**

Os biofertilizantes são definidos, na Instrução Normativa nº 46 de 06 de outubro de 2011, 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, 2014).

De acordo com Santos (1992), o biofertilizante é produzido por meio da fermentação, em sistema aberto ou fechado, com presença ou ausência de ar (aeróbio ou anaeróbico), utilizando-se esterco fresco de gado ruminante em lactação, por apresentar uma alimentação mais balanceada e rica, aumentando desta forma, a qualidade do produto. O resultado da fermentação é um resíduo líquido, utilizado como adubo foliar e defensivo natural, geralmente rico em matéria orgânica e microrganismos (GONÇALVES et al., 2009).

Por ser um produto fermentado por microrganismos e ter como base a matéria orgânica, apresenta em sua composição quase todos os nutrientes exigidos pelas plantas, variando em suas concentrações, dependendo diretamente da matéria-prima a ser fermentada (TESSEROLI-NETO, 2006), gerando ainda, a produção de gás metano (CH<sub>4</sub>) e gás carbônico (CO<sub>2</sub>) durante o processo fermentativo (SANTOS, 2001).

De acordo com Rodrigues (2014), são produtos que tornam o manejo possível de obtenção de sucesso, podendo ser reproduzido com facilidade na propriedade rural com insumos internos e de baixo custo. Essa estratégia é indicada principalmente para os pequenos agricultores rurais, onde os recursos financeiros e tecnológicos são escassos, valendo-se de subprodutos da agropecuária que muitas vezes são descartados (ARAUJO, 2007).

Todavia, torna-se necessário que este processo seja produzido com eficiência, de maneira que a qualidade do insumo obtido possa permitir ao sistema aportes adequados de nutrientes e de agentes biológicos para o desenvolvimento equilibrado das plantas (TIMM et al., 2004).

A eficiência dos biofertilizantes depende de características dos materiais biodigeridos, do manejo dos biofertilizantes (época, forma e doses de aplicação), das características edafoclimáticas e do conhecimento dos mecanismos e interações entre os microrganismos e a fração mineral do solo (MOHAMMED et al., 2001).

Muito embora os biofertilizantes possuam na sua composição microrganismos benéficos, que atuam melhorando a fertilidade do solo e, conseqüentemente, a produtividade da colheita, podem apresentar em sua composição microrganismos patogênicos como *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Shigella* spp., *Klebsiella* spp. (ALFA et al., 2014). Devido a este fato, no Brasil, o uso de biofertilizantes produzidos deve seguir a Instrução Normativa nº46/2011, que estabelece valores de contaminantes biológicos que podem estar contidos nas formulações. De acordo com esta Normativa, os limites máximos permitidos com relação aos contaminantes biológicos, para fertilizantes são de 1000 (número mais provável por grama de sólidos totais) para coliformes fecais, ausência (10 gramas de matéria seca) para *Salmonella* spp. e 1 (número por 4 gramas de sólidos totais) para ovos viáveis de helmintos (BRASIL, 2011).

Contudo, a preparação de caldas biofertilizantes tem se expandido como um método de reciclagem de esterco e resíduos orgânicos para uso no manejo de plantas, uma vez que este método fornece nutrientes ao solo, diminui a poluição ambiental e a degradação do solo, reduz o descarte de resíduos (PARE et al., 1998). Sendo assim, os biofertilizantes são excelentes candidatos para o tratamento em ecossistemas naturais, pois mantém o equilíbrio da biodiversidade, sendo uma maneira racional e segura na nutrição das plantas e para o controle de doenças e na agricultura alternativa, uma vez que não oferece riscos ao homem e ao meio ambiente (MAGRINI, 2008), quando preparado adequadamente.

#### **4.1.1. Composição química dos biofertilizantes**

Os biofertilizantes apresentam em sua composição, macro e micronutrientes assimiláveis pelos vegetais, tais como: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, sódio, ferro, cloro, sílica, molibdênio, boro, cobre, zinco e manganês (TESSEROLINETO, 2006). Contudo, a maior importância do biofertilizante como fertilizante não está nos quantitativos dos seus nutrientes, mas na diversidade da composição mineral, que pode gerar compostos quelatizados e serem disponibilizados pela atividade biológica e como ativador enzimático do metabolismo vegetal (PRATES; MEDEIROS, 2001).

Em estudo realizado por Rodolfo-Junior (2007), o autor observou que a aplicação de biofertilizante na forma líquida no solo aumentou os teores de molibdênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, boro, cobre, manganês, zinco e sódio do solo. Santos et al. (2014), afirmaram que o biofertilizante aumentou os teores de matéria orgânica,  $K^+$  e  $Ca^{2+}$  trocáveis do solo, bem como os níveis de P disponível e  $Mg^{2+}$  trocável, na camada superficial. Estes

autores relataram ainda que o biofertilizante contribuiu para o aumento da condutividade elétrica,  $\text{Na}^+$  e pH do solo.

De acordo com Santos (1992), os biofertilizantes apresentam pH que pode variar de 7,0 a 8,0 e poderá também ser inferior quando a fermentação for incompleta. A faixa de pH entre 6,0 e 6,5 é a mais propícia para o desenvolvimento das plantas, visto que, nesta faixa, a disponibilidade de alguns nutrientes é máxima (caso dos macronutrientes) e não limitante para outros (micronutrientes) (FAQUIN, 2001; GUIMARÃES et al., 2002). Isso ocorre porque o pH apresenta um efeito direto na absorção, pela competição entre o  $\text{H}^+$  e outros cátions e  $\text{OH}^-$  com outros ânions (FAQUIN, 1994).

Logo, a constituição mineral do solo é beneficiada com a aplicação dos biofertilizantes, principalmente com a diminuição da acidez, proporcionando aumento do pH (MARROCOS, 2011). Segundo este autor, a matéria orgânica aplicada forma complexos orgânicos estáveis que interferem no processo de acidificação, retendo os constituintes dos adubos e dos corretivos que ficam ao dispor das plantas.

Além dos nutrientes, o biofertilizante, por consequência da ação de microrganismos presente no seu complexo fluido, fornece as plantas metabólitos intermediários como enzimas, vitaminas, hormônios de crescimento, o que beneficia a disponibilidade de nutrientes à planta (PINHEIRO; BARRETO, 2000).

#### **4.1.2. Aspectos da produção de biofertilizantes**

Não existe uma formulação padrão para produção de biofertilizantes. Receitas variadas vêm sendo testadas e utilizadas por pesquisadores para diferentes finalidades (ALVES et al., 2001). De acordo com Rodrigues (2014), a produção de biofertilizante resume-se em uma simples compreensão do processo de fermentação e de elementos constituintes básicos, que são peculiares ao acesso e a disponibilidade. Nessa questão, são consideráveis os resultados adquiridos através da utilização de biofertilizantes produzidos a partir de resíduos orgânicos e outros materiais de fácil aquisição, em pequenas propriedades rurais (ARAÚJO; HARIDASAN, 1997).

Basicamente, para a produção do biofertilizante, é utilizada uma fonte de esterco fresco de bovino (serve como inoculante de bactéria), uma fonte de energia para alimentar as bactérias (melaço, leite, entre outros), constituintes minerais para o enriquecimento do composto (cinzas, rochas moídas) e água (não clorada, de fonte fluvial ou pluvial) para diluição (PINHEIRO; BARRETO, 1996; MEDEIROS et al., 2003). Ainda assim, torna-se

necessário que este processo seja realizado com eficiência, de maneira que a qualidade do insumo obtido possa propiciar ao sistema, aportes adequados de nutrientes e de agentes biológicos para o desenvolvimento equilibrado das plantas (TIMM et al., 2004).

A fermentação, processo bioquímico para a produção de biofertilizante, pode ser realizada de duas formas: anaeróbica e aeróbica. Para se obter um biofertilizante de forma anaeróbica, deve-se ter um biodigestor hermeticamente fechado onde será adicionado os ingredientes que irão “nutrir” o biodigestor, que, por meio da atividade dos microrganismos na decomposição da matéria orgânica, irá produzir metano e o biofertilizante (ASSIS, 2013), sendo que, durante o processo, existe a necessidade de bomba de aeração para oxigenar o produto em fermentação (MORAES, 2009).

A fermentação anaeróbia pode ser considerada como uma sequência de três estágios. No primeiro, compostos orgânicos insolúveis são transformados, em compostos orgânicos solúveis de cadeia de carbono mais curta, por meio de hidrólise enzimática, devido a atividade dos microrganismos. Os compostos solúveis formados, transformam-se em substratos para os microrganismos do segundo estágio, quando então, são transformados em ácidos orgânicos, sobretudo o acético, de cadeias com até seis átomos de carbono. No terceiro estágio, as bactérias metanogênicas utilizam o ácido acético do estágio anterior para finalmente, produzir o gás metano (CETEC, 1982).

Para a produção do biofertilizantes de forma aeróbica, após a mistura dos ingredientes, o biofertilizante ainda “imaturado” deve ser mexido conforme a forma de preparo estabelecida na receita de cada biofertilizante, esta varia de diariamente até mensalmente, para que assim obtenha seu grau de maturação adequado e possa ser aproveitado como adubo orgânico (ASSIS, 2013).

A fermentação aeróbica pode ser realizada com substratos orgânicos e inorgânicos. Quando substratos orgânicos, a degradação dos mesmos pode ser completa ou incompleta. Na fermentação aeróbica completa, o substrato orgânico é completamente degradado para  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ . Na fermentação aeróbica incompleta, os substratos orgânicos são parcialmente oxidados, liberando os produtos dessas oxidações no meio (CETEC, 1982).

A temperatura é um dos fatores mais importantes, tanto para a fermentação aeróbica como para a anaeróbica, sendo que no período quente, a fermentação pode ser finalizada de 14 a 30 dias e em períodos mais frios, de 45 a 90 dias. A temperatura de 38 °C é considerada ideal para os biofertilizantes e a falta de fermentação do composto pode estar associada à

contaminação ou alteração abrupta do composto ou, ainda, quando o esterco é oriundo de animais tratados com antibióticos (MEIRELLES et al., 1997).

Para saber se o biofertilizante está pronto e se o processo de fermentação foi finalizado, observa-se a mangueira acoplada ao tambor. Se as bolhas de gases cessarem, é sinal que a fermentação foi concluída. Outras características que podem ser observadas são: O líquido formado apresenta odor agradável e encontra-se separado da parte sólida; e pode desenvolver uma camada de nata na superfície. Quando o biofertilizante não está maduro o suficiente, a nata da superfície e os líquidos podem ter coloração verde escuro. Nesta situação, é necessário deixar mais tempo fechado para finalizar o processo de fermentação até o líquido obter as características citadas acima (PAES, 2015).

#### **4.1.3. Métodos de utilização de biofertilizantes e seus benefícios ao solo**

A germinação, crescimento vegetativo, florescimento, frutificação, senescência e abscisão das plantas, são processos que podem ser interferidos positivamente através do uso dos biofertilizantes. Para exercer tal interferência, a substância pode ser aplicada via sementes, via foliar e/ou via solo. Somente é necessário que os biofertilizantes sejam completamente absorvidos pela planta para que ele consiga exercer sua atividade (WEBER, 2010).

A aplicação via semente é indicada no tratamento de sementes para o plantio. De acordo com Souza; Resende (2003), as sementes são mergulhadas no biofertilizante líquido sem diluição, por um período de um a dez minutos, posteriormente são secas à sombra por duas horas e plantadas em seguida. Essa aplicação aumenta o acesso e disponibilidade de nutrientes à semente e, ainda a protege contra enfermidade aumentando sua eficiência para finalidades agrícolas.

A aplicação via foliar é indicada após a germinação ou em culturas já estabelecidas (ANDRADE, 2011). Segundo Kupper et al. (2006), quando o biofertilizante é aplicado via foliar, existe a possibilidade dos microrganismos presentes no mesmo ativarem os mecanismos de resistência na planta. Uma vez que os biofertilizantes possuem efeito fito hormonal, fungicida, bacteriológico, nematicida, acaricida e de repelência contra insetos, atuando, como um protetor natural das plantas cultivadas contra doenças e pragas, causando ainda, menos danos ao ambiente, sem riscos para a saúde humana (SILVA et al., 2007).

Nos solos, a aplicação dos biofertilizantes pode contribuir para estimular a produção de substâncias húmicas que apresentam expressiva importância na fertilidade, com respostas

positivas na produção (MARROCOS et al., 2012), tornando-o mais solto, com menor densidade e estimulando as atividades biológicas (OLIVEIRA et al., 1986). Contribuindo também para o aumento da capacidade tampão, estruturação através da ligação de partículas minerais e na manutenção do regime hídrico dos solos. Além disso, os biofertilizantes auxiliam na dissolução de minerais e na redução de íons metálicos em reações redox microbianas ou abióticas (DUENHAS, 2004).

Segundo Cavalcante et al. (2009), a aplicação de biofertilizante no solo pode ainda, contribuir, para o aumento na velocidade de infiltração de água, devido à ação dos ácidos húmicos presentes na matéria orgânica que fazem parte da composição dos biofertilizantes. A matéria orgânica aplicada no solo, forma complexos orgânicos estáveis, que interferem no processo de acidificação, provocada pela lavagem das bases essenciais para a planta. Deste modo ela retém os componentes dos adubos e o dos calcários, que ficam à disposição das plantas, ao mesmo tempo em que impede o carregamento e a perda dos nutrientes pelas águas de chuvas e das irrigações pesadas (MARROCOS, 2011).

Os biofertilizantes contribuem também para a melhoria da estrutura e aeração do solo, aumentando o potencial de fertilidade, que resulta em plantas nutricionalmente mais equilibradas (SANTOS; SAMPAIO, 1993; SANTOS; AKIBA, 1996).

Portanto, os biofertilizantes, seja este aplicado na semente, na planta ou no solo, atuarão na colonização da rizosfera ou do interior da planta, possibilitando o crescimento vegetal pelo aumento no suprimento decorrente do aumento na disponibilidade de nutrientes, inclusive com reflexos positivos na absorção de nutrientes, no estado nutricional e na produtividade (CAVALCANTE et al., 2012). Podendo ser usado em culturas anuais e perenes, em sistemas convencionais e orgânicos, sendo, principalmente, utilizado em hortas e pomares (SILVA et al., 2007).

#### **4.2. Uso de biofertilizantes na agricultura familiar**

Existe no Brasil uma agricultura heterogênea, subdividida em dois grupos, conhecidos como “agricultura comercial ou patronal”, que são as grandes monoculturas com produção focada para o mercado externo, e a “agricultura familiar”, com sua produção norteadada basicamente ao mercado interno (ALVES et al., 2009).

A agricultura familiar é de suma importância para o desenvolvimento econômico do Brasil (PADUA et al., 2013). Segundo os dados do SEBRAE (2013), aproximadamente 87% da mandioca, 70% do feijão, 58% do leite, 50% das aves, 59% de suínos, 46% do milho, 38%

do café, 34% do arroz e outros, advém da agricultura com base familiar. De acordo com Padua et al. (2013) esse modelo de produção assume importância, tanto na geração de renda das famílias envolvidas, como na produção de alimentos e na redução do êxodo rural, além de favorecer o emprego de práticas produtivas ecologicamente mais equilibradas, como a diversificação de cultivos e a diminuição da utilização de insumos industriais.

Deste modo, cada vez mais o agricultor familiar distancia-se dos insumos sintéticos e passa a utilizar insumos orgânicos, que tem requisitado da pesquisa informações e indicadores de fertilidade, controle de pragas e doenças cada vez mais precisas (DORNELLES, 2005). Neste contexto, a substituição dos agroquímicos por produtos alternativos, como os biofertilizantes, vem crescendo em todo país (DIAS et al., 2003). Visto que são produtos capazes de propiciar proteção e resistência à planta contra agentes externos, além de atuarem na ciclagem de nutrientes no solo (MEDEIROS et al., 2003).

Conforme Candian et al. (2016), os biofertilizantes são compostos que apresentam em sua composição microrganismos, os quais contribuirão para a interação de novos seres vivos benéficos no solo, deste modo, quanto maior a diversidade de matéria-prima dos biofertilizantes, maior será a possibilidade de que haja interações entre os microrganismos antagonistas. Além de que, o biofertilizante é uma alternativa que vem sendo admitida na agricultura como opção de reaproveitamento de resíduos sem destinação adequada nas propriedades, estimulando a redução do uso de produtos químicos (MAGRINNI et al., 2011). Portanto, com a aplicação de biofertilizantes, o agricultor economiza com a compra de fertilizantes e agrotóxicos, ajuda a preservar o meio ambiente, aumenta sua produção e conseqüentemente aumenta sua renda familiar e melhora sua qualidade de vida e a de outros integrantes da comunidade, uma vez que vão consumir alimentos mais saudáveis (MÉLO-NETO et al., 2014).

#### **4.3. Resíduos da agricultura familiar na produção de biofertilizantes**

A ausência de um sistema eficiente para descarte dos resíduos das localidades rurais pode causar sérios problemas ao ambiente, como a contaminação da água, do solo e dos alimentos produzidos nas plantações, afetando a saúde humana, dado seu potencial de gerar insetos e outros tipos de pragas (SILVA et al., 2015).

Essa diversificação de resíduos produzidos nas propriedades, como: dejetos de animais, palhas, capins e resíduos de culturas podem ser otimizados como excelentes opções para a adubação orgânica, além disso, pode ser uma tentativa de o agricultor fugir dos pacotes

convencionais, fertilizantes químicos e defensivos agrícolas, amplamente utilizados na agricultura convencional, desde o descobrimento da química agrícola e mecânica no século XX (CAPORAL; COSTABEBER, 2004).

Nesse enfoque, o biofertilizante é um produto alternativo que vem sendo adotado na agricultura como opção de reaproveitamento de resíduos sem destinação adequada nas propriedades, incentivando a diminuição do uso de produtos químicos, contribuindo para a nutrição mineral de plantas, e promovendo um manejo agroecológico sustentável. (MAGRINNI et al., 2011). O uso de insumos próprios e naturais na cultura possibilita também uma redução nos custos de produção, tornando-a mais lucrativa ao produtor (PADUA et al., 2013). Além da deposição segura desses materiais no ambiente (FIGUEIREDO E TANAMATI, 2010).

Desta forma, a reciclagem de resíduos orgânicos, visando o seu reaproveitamento como fonte alternativa para a produção de biofertilizantes, é uma medida estratégica sob o ponto de vista ambiental e conveniente quando economicamente viável (FERNANDES; TESTEZLAF, 2002). Visto que, as propriedades de pequenos produtores rurais possuem grandes quantidades de resíduos, ricos em matéria orgânica, sais minerais, entre outras substâncias, oriundas de culturas e criações (SAMPAIO, 2013).

Nesse enfoque, o biofertilizante bovino tem se apresentado como uma alternativa que vem sendo adotada na agricultura como opção de reaproveitamento de resíduos sem destinação adequada nas propriedades (DIAS, 2014). Uma vez que um dos principais impactos causados pelo uso inadequado dos dejetos animais é a contaminação de cursos de água, que ocorre em função da deposição imprópria dos dejetos em rios, córregos ou lagos, e também pelo escoamento superficial em pastagens e lavouras adubadas com esses dejetos (BARBOSA; LANGER, 2011).

Quanto aos resíduos vegetais, a fabricação do biofertilizante pode ser feita com qualquer tipo de matéria orgânica fresca como: compostos de poda de árvores (SOUSA et al., 2015), torta de filtro (OLIVEIRA et al., 2015), palha de carnaúba (SOUSA et al., 2015), bagaço de cana, palha de arroz carbonizado (SAIDELES et al., 2009) entre outros. Os quais geralmente mostram baixo risco de contaminação ambiental, e são aceitos para uso na agricultura ecológica (FEBRER, 2002).

#### **4.4. Utilização de biofertilizantes na produção de hortaliças**

A demanda por hortaliças no Brasil tem sofrido um aumento relevante devido às modificações no estilo de vida das pessoas em busca de uma alimentação mais saudável (RODRIGUES et al., 2013). No entanto, a produção em várias regiões, ocorre de maneira insustentável por diversas razões, tais como: aplicação abusiva de agrotóxicos; destruição da camada fértil do solo; contaminação química e biológica dos mananciais hídricos; intoxicação aguda e crônica de trabalhadores rurais e de consumidores urbanos (TANAKA et al., 2003). Dessa forma, se faz necessário o atendimento às exigências nutricionais da cultura a partir de fontes sustentáveis (BONFIN, 2016).

Uma das alternativas para a suplementação de nutrientes em hortaliças tem sido a utilização de biofertilizantes (TESSEROLI-NETO, 2006), uma vez que este contém os nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas, assegura a melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo, além de diminuir o uso de agroquímicos e os custos com o cultivo, o que aumenta a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (SOUZA et al., 2010).

Nessa perspectiva, Filgueira (2000) afirma que as hortaliças reagem bem a este tipo de adubação, tanto em produtividade como em qualidade dos produtos obtidos, sendo que o esterco bovino é a fonte mais aproveitada pelos olericultores, devendo ser empregado principalmente em solos pobres em matéria orgânica.

Para hortaliças de ciclo curto, apesar da absorção total de nutrientes ser relativamente pequena, são muito exigentes no pequeno espaço de tempo que tem para retirar os nutrientes do solo. Neste sentido, fertilizantes orgânicos líquidos como os biofertilizantes, devem ser mais eficazes do que os sólidos, devido a maior disponibilidade de nutrientes e do suprimento no momento de acordo com a exigência da cultura (LUDKE et al., 2009).

Tendo em vista a importância que os biofertilizantes apresentam, tanto no que se refere a sustentabilidade, redução dos impactos ambientais gerados e redução do custo, torna-se essencial o estudo desses quanto a sua real contribuição para a produtividade de hortaliças (BOMFIM, 2016).

#### **4.5. A cultura da pimenta de cheiro**

A pimenta de cheiro (*Capsicum chinense*) é uma hortaliça considerada a mais brasileira de todas as espécies de pimentas domesticadas (RIBEIRO et al., 2008). Pertence à

família Solanácea e ao gênero *Capsicum* L. (CERQUEIRA, 2012). Essa espécie, originalmente encontrada na bacia do rio Amazonas, é comercialmente distribuída por todo o Norte e Sul do Brasil, uma vez que apresenta fácil adaptação a diferentes solos e climas, e seu apreciado aroma cítrico. (REIFSCHNEIDER, 2000; LANNES et al., 2007). No mercado brasileiro, as pimentas de cheiro são muito apreciadas e são caracterizadas pela grande variabilidade no formato, na pungência e na coloração dos frutos (RUFINO; PENTEADO, 2006; MOREIRA et al., 2006), sendo comumente cultivada em pequenas propriedades, nas quais se utiliza mão-de-obra familiar (FARIA et al., 2013).

Esta espécie pode ser encontrada em tom amarelo leitoso, amarelo-claro, amarelo-forte, alaranjado, salmão, vermelho e até preto (RUFINO; PENTEADO, 2006). Apresentam pungência e um aroma característico que permitem sua diferenciação das demais pimentas, sendo este o motivo da preferência dos consumidores que a apreciam (ANDRADE, 2008).

Os frutos apresentam vários formatos, geralmente são pendentes, persistentes, com polpa firme e as sementes são cor de palha. As flores se apresentam em número de duas a cinco por nó (raramente solitárias). Na antese, os pedicelos geralmente são inclinados ou pendentes, no entanto, podem se apresentar eretos (COSTA; HENZ, 2007). De um modo geral, essa hortaliça apresenta flores hermafroditas e como sistema de reprodução a autofecundação, sendo, portanto, autocompatível (COSTA et al., 2008).

A corola é branca esverdeada sem manchas (raramente branca ou com manchas púrpuras) e com lobos planos (que não se dobram) e as anteras são geralmente azuis, roxas ou violetas. Os cálices dos frutos maduros são pouco dentados e normalmente apresentam uma constrição anelar na junção com o pedicelo (COSTA; HENZ, 2007).

O cultivo da pimenta-de-cheiro é realizado em regiões de clima tropical, com precipitação pluviométrica variando de 600 mm a 2.000 mm e temperatura média anual em torno de 25 °C (FRAIFE-FILHO, 2010). A germinação ocorre de 15 a 20 dias após a semeadura, e as plantas somente devem ser transferidas para o local definitivo quando apresentarem de dois a três pares de folhas ou com 20 cm de altura, o que acontece de 50 a 60 dias após a semeadura. (MOREIRA et al., 2010). O início da colheita dos frutos se inicia aproximadamente aos 50 dias após o transplântio das mudas e o ciclo de produção normalmente ocorre entre 80 a 140 dias, com o rendimento de 12 a 50 t ha<sup>-1</sup> (RUFINO; PENTEADO, 2006).

#### 4.6. Importância econômica da pimenta

As pimentas (*Capsicum* spp.) estão entre as especiarias mais consumidas no planeta (ZANCANARO, 2008). Segundo dados da FAO, em 2013 foram cultivados aproximadamente 4,6 milhões de hectares de pimentas e pimentões no mundo, totalizando uma produção de 50,6 milhões de toneladas (FAO, 2016).

O Brasil é considerado um dos maiores países produtores e consumidores de pimentas, a área cultivada ocupa cerca de 19 mil hectares e a produção atinge em torno de 42,339 toneladas por ano (FAOSTAT, 2014). De acordo com Reifschneider et al. (2014), as pimentas são cultivadas em todos os estados da federação, contudo, os maiores produtores são Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Rio Grande do Sul, Ceará e Bahia.

O consumo no Brasil destaca-se em vários setores da economia, tanto na forma “*in natura*”, quanto na forma processada, devido à sua utilidade na culinária, e ainda no preparo de produtos alternativos na agricultura, produção de remédios, produtos agroindustriais, além de ser muito exigido por clientes nos restaurantes (HENZ, 2004).

Para Caixeta et al. (2014), o desenvolvimento do setor nos últimos anos é resultado da agregação de valor ao produto, seja pelo seu processamento na forma de molhos, conservas e geleias ou, ainda, pela desidratação na forma de pó para fabricação de corantes e temperos, dentre outras. Conforme Barbosa et al. (2002), isto se deve a presença de alcaloides, os capsaicinóides (derivado vanil amídico do ácido isodecilânico), presente na placenta dos seus frutos, responsável pelo seu ardor pungente, além disso, as pimentas desse gênero também são uma excelente fonte de s-caroteno, vitaminas A e C.

O cultivo da pimenta no Brasil é praticado quase sempre por agricultores familiares, que cultivam pequenas áreas, até 2 hectares, com o uso intensivo de mão-de-obra. Este sistema tem proporcionado até 30 toneladas por hectare, com aceitável retorno econômico (ALVES, 2006).

Do ponto de vista social, o agronegócio da pimenta tem importância, especialmente por demandar grande quantidade de mão-de-obra, principalmente durante a época de colheita (MOREIRA et al., 2006, DOMENICO et al., 2012). De acordo com Lima (2012), o agronegócio de pimentas está entre os melhores exemplos de integração entre todos os atores dessa cadeia produtiva, pois grande número de pequenos produtores faz conservas de pimentas e a comercializa diretamente em feiras livres, mercados de beira de estrada, pequenos estabelecimentos comerciais e atacadistas. Em contrapartida, empresas de médio porte comercializam conservas, molhos, geleias, conservas ornamentais em supermercados,

lojas de conveniência e de produtos importados e até em lojas de decoração. Enquanto que as grandes empresas exportam a pimenta na forma desidratada, páprica, pasta e conservas ornamentais.

No Brasil, as variedades de pimentas mais plantadas pertencem às espécies *C. annuum* (tipo jalapeño), *C. baccatum* (tipo dedo-de-moça), *C. chinense* (tipo pimenta-de-bode e tipo pimenta-de-cheiro) e *C. frutescens* (tipo malagueta) (CARVALHO et al., 2006). Entre estas cinco espécies cultivadas, destaca-se *C. chinense* cujo cultivo e consumo predominam na região Norte. Destacam-se pela grande variabilidade no formato, coloração e pungência dos frutos (RUFINO; PENTEADO, 2006; MOREIRA et al., 2006), e pela elevada importância econômica, as quais constituem importantes fontes de renda para as populações locais da Amazônia (NASCIMENTO-FILHO et al., 2007).

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1. Localização do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no período de outubro de 2018 à junho de 2019, no Instituto de Educação, agricultura e ambiente (IEAA), da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Campus Vale do Rio Madeira (CVRM), localizado no município de Humaitá, que está situado na microrregião do madeira, no Sul do estado do Amazonas, tendo as coordenadas geográficas 07° 30' 22" S, 63° 01' 15" W e altitude média de 90 metros em relação ao nível do mar.

### 5.2. Clima da região

De acordo com a classificação de Köppen, a zona climática pertence ao grupo A (Clima Tropical Chuvoso) e tipo climático Am (chuvas do tipo monção), apresentando um período seco de pequena duração e pluviosidade limitada pelas isoietas de 2.200 e 2.800 mm ao ano, com período chuvoso iniciando em outubro e prolongando-se até junho. As médias anuais de temperatura variam em torno de 25 °C a 27 °C e, a umidade relativa do ar varia entre 85% a 90% (BRASIL, 1978).

Na Tabela 1, encontram-se os dados mensais referentes à temperatura em C°, umidade relativa do ar em %, dias de chuva/mês e a precipitação pluviométrica em mm/mês durante a produção dos biofertilizantes entre os meses de dezembro de 2018 a março de 2019.

**Tabela 1.** Dados mensais das variáveis climáticas coletados durante a produção dos biofertilizantes, Humaitá, AM, 2018/2019.

Período	Temperatura	Umidade Relativa	Dias de chuva	Precipitação
Mês	(C°)	(%)	(n°)	(mm)
Dezembro	25,84	84	22	392,40
Janeiro	26,10	83	23	398,80
Fevereiro	26,28	84	20	304,00
Março	26,40	84	21	253,80

Fonte: INMET. Instituto nacional de meteorologia.

### 5.3. Características químicas e físicas do solo

Antes da instalação do experimento, foram coletadas no mês de Fevereiro de 2019, na área da fazenda experimental do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente – IEAA/UFAM, no município de Humaitá, AM, amostras de solos da camada superficial (0-20

cm) de um Cambissolo Háplico Alítico. Segundo Campos (2009) esse tipo de solo é predominante nas áreas de campo alto na região Sul do Amazonas. Destaca-se que os solos no Amazonas possuem predominantemente baixa quantidade de nutrientes (LIMA et al., 2006), com áreas de solos agricultáveis de reação ácida e baixa capacidade de troca catiônica (CUNHA et al., 2007, QUESADA et al., 2009).

As análises químicas e físicas foram realizadas respectivamente no Laboratório de Fertilidade do Solo da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” UNESP, segundo a metodologia descrita pelo manual da Embrapa (1997), Tabela 2. O solo possui textura média, apresenta um baixo pH, teores baixos em fósforo, potássio, cálcio, magnésio, e teor de matéria orgânica médio.

**Tabela 2.** Valores de alguns atributos químicos e físicos do solo (profundidade de 0 – 20 cm) antes da aplicação dos biofertilizantes.

Atributos Químicos											
Prof.	pH	M.O	P <sub>resina</sub>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Na	K	Ca	Mg	SB	CTC
cm	(CaCl)	g/dm <sup>-3</sup>	mg/dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>-3</sup>							
0-20	3,5	26	4	5,7	19,9	-	0,05	0,2	0,1	0,3	20,2
Atributos Físicos											
V	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Areia	Argila	Silte	Textura	
%	g/dm <sup>-3</sup>						(g/kg)			Do solo	
2	11	0,27	0,8	73	0,3	3,0	298	272	430	Média	

\*Análises feitas em Laboratório de Fertilidade do Solo da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Botucatu-SP.

#### 5.4. Delineamento experimental

Para a realização da pesquisa foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), no esquema fatorial 9 x 4, com quatro repetições, totalizando 144 plantas, sendo que cada planta representa uma unidade amostral (Figura 1). O primeiro fator foi constituído por 9 tratamentos sendo 7 biofertilizantes e duas testemunha (com adubação e sem adubação) e o segundo fator constituído por quatro frequências de aplicação realizadas a cada (7, 14, 21 e 28 dias).

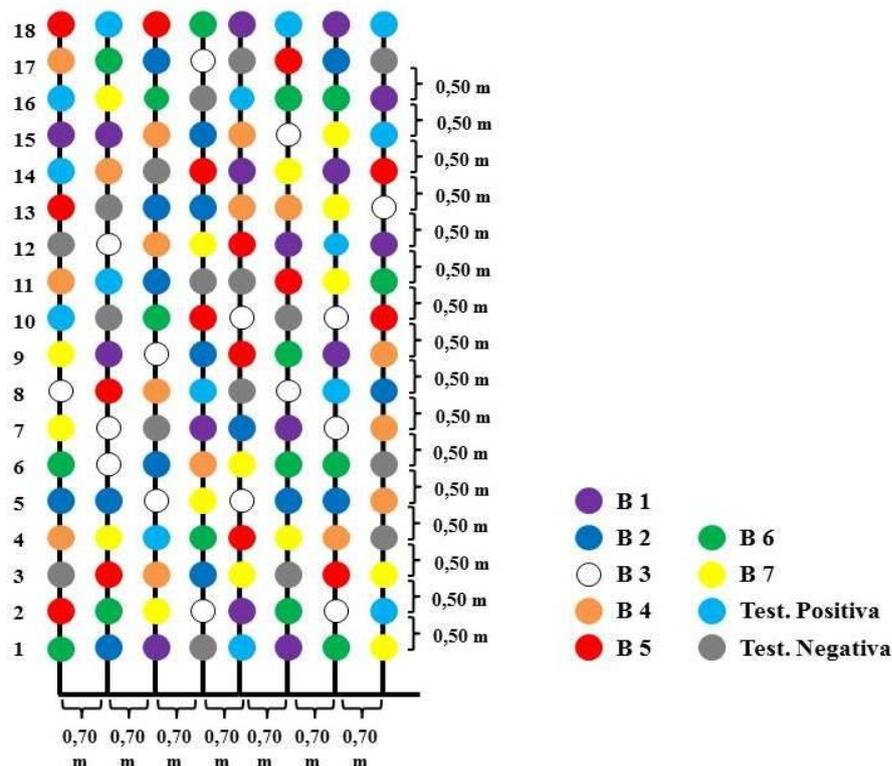


Figura 1. Croqui do delineamento experimental, m: metros; B: Biofertilizantes.

### 5.5. Constituição e preparo dos biofertilizantes

Os biofertilizantes foram produzidos a partir de resíduos adquiridos em propriedades rurais pertencentes à agricultura familiar no município de Humaitá, AM. Na Tabela 3 são apresentados os materiais utilizados para a produção de 262 litros de biofertilizante anaeróbicos.

Tabela 3. Materiais utilizados no preparo dos biofertilizantes anaeróbicos.

	Materiais	Quantidade	Unidade
1	Esterco bovino fresco	91	L
2	Água não clorada,	91	L
3	Caroço de açaí triturado	18	Kg
4	Folhas de Feijão-caupi ( <i>Vigna unguiculata</i> )	5	Kg
5	Cinzas de madeira,	3,5	Kg
6	Manipueira	9	L
7	Casca de castanha do Brasil triturada	6	Kg
8	Casca de macaxeira triturada	3	Kg
9	Leite	7	L
10	Melaço	7	L

Para o preparo dos biofertilizantes foram utilizados sete recipientes plásticos com capacidade de 50,0 litros cada, onde foram inseridos os ingredientes e misturados para a homogeneização. Posteriormente esses recipientes foram hermeticamente fechados, contendo uma mangueira ligada a uma garrafa plástica com água, visando à retirada do gás metano produzida no interior do recipiente pela fermentação das bactérias anaeróbias (Figura 2). O recipiente foi completado em 75% pelos ingredientes e pela água. Os outros 25% restantes ficou sem nada, apenas com uma das pontas da mangueira (SANTOS, 1992).



**Figura 2.** Recipientes plásticos utilizados para produção dos diferentes biofertilizantes: **A)** Produção de diferentes biofertilizantes; **B)** Recipiente plástico com mangueira ligada a garrafa de água para retirada do gás metano. **Fonte:** Barbosa, C.H, (2018).

Os biofertilizantes foram formulados contendo as seguintes proporções em cada recipiente:

- **Biofertilizante 1:** 13,0 Kg de esterco bovino fresco e 13,0 L de água não clorada;
- **Biofertilizante 2:** 13,0 Kg de esterco bovino fresco, 13,0 L de água não clorada + 3,0 Kg de caroço de açaí triturado;
- **Biofertilizante 3:** 13,0 Kg de esterco bovino fresco, 13,0 L de água não clorada, 3,0 Kg de caroço de açaí triturado + 1,0 Kg de folha de Feijão-caupi (*Vigna unguiculata*);
- **Biofertilizante 4:** 13,0 Kg de esterco bovino fresco, 13,0 L de água não clorada, 3,0 Kg de caroço de açaí triturado, 1,0 Kg de folha de Feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) + 0,5 Kg de cinzas de madeira;
- **Biofertilizante 5:** 13,0 Kg de esterco bovino fresco, 13,0 L de água não clorada, 3,0 Kg de caroço de açaí triturado, 1,0 Kg de folha de Feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), 0,5 Kg de cinzas de madeira + 3,0 L de manipueira;

- **Biofertilizante 6:** 13,0 Kg de esterco bovino fresco, 13,0 L de água não clorada, 3,0 Kg de caroço de açaí triturado, 1,0 Kg de folha de Feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), 0,5 Kg de cinzas de madeira, 3,0 L de manipueira + 3,0 Kg casca de castanha do Brasil triturada;
- **Biofertilizante 7:** 13,0 Kg de esterco bovino fresco, 13,0 L de água não clorada, 3,0 Kg de caroço de açaí triturado, 1,0 Kg de folha de Feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), 0,5 Kg de cinzas de madeira, 3,0 L de manipueira, 3,0 Kg de casca de castanha do Brasil triturada + 3,0 Kg casca de macaxeira triturada.

Para cada biofertilizante foi adicionando uma quantidade de 1,0 L de leite e 1,0 L de melado. O leite funcionou como alimento e energia para os microrganismos. Enquanto que o melado teve a função de fornecer energia e alimento necessário para ativar o metabolismo e o processo de fermentação (GONÇALVEZ, et al., 2009).

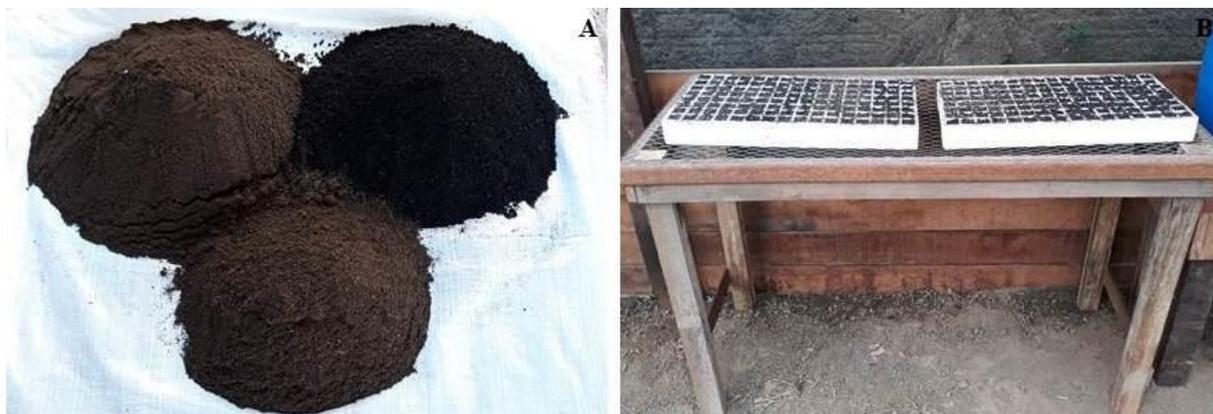
Os biofertilizantes constituídos ficaram prontos em um período pré-estabelecido de 120 dias após o preparo (incubação). De acordo com Santos (1992) o biofertilizante leva aproximadamente 30 dias ou mais, dependendo da atividade microbiana e da temperatura. Este é o tempo necessário para que ocorra o metabolismo de alterações nos componentes dos biofertilizantes, mediante a ação de microrganismos, liberando os macros e micronutrientes e formando proteínas, vitaminas e hormônios, aumentando a sua disponibilidade para promover o crescimento das plantas.

Depois de prontos, foi coletada, uma amostra de cada um dos sete diferentes biofertilizantes. As amostras foram acondicionadas individualmente em garrafas plásticas, e posteriormente encaminhadas para análise da determinação do pH, condutividade elétrica e da composição química (Cu; Fe; Mn; Zn; B, N, P, K, Ca; Mg; S; Na) no Laboratório de Fertilidade do Solo da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Botucatu-SP.

## 5.6. Plantio e condução da cultura

A produção das mudas de pimenta de cheiro foi realizada em 07/02/2019 utilizando sementes extraídas de frutos sadios e sem deformação que foram adquiridos de produtores rurais da região. As mudas foram formadas em bandejas de poliestireno expandido (isopor) com 128 células, preenchida com substrato produzido na área experimental, composto por uma parte de solo e duas partes de adubo orgânico. As bandejas foram dispostas sob telado em suporte tipo bancada, formada por uma tela de arame com altura de 0,70 m do solo,

proporcionando a entrada de luz na parte inferior da bandeja a fim de impedir o desenvolvimento das raízes por baixo das bandejas, com o intuito de facilitar a retirada das mudas (Figura 3).



**Figura 3.** Preparação para produção de mudas: **A)** Substrato composto por uma parte de solo e duas partes de adubo orgânico; **B)** Bandejas de poliestireno expandido (isopor) com 128 células sob telado em suporte tipo bancado. **Fonte:** Barbosa, C.H, (2019).

A irrigação foi realizada duas vezes ao dia, nas horas de temperaturas mais amenas, no início da manhã e no final da tarde, utilizando-se água fresca e em quantidade suficiente até que se verificou apenas o início da drenagem (gotejamento) na parte inferior da bandeja. Posteriormente aos 50 dias após a sementeira, quando as mudas apresentaram em torno de seis a oito folhas definitivas e altura de 10 cm, foram transferidas para vasos, onde a cultura foi conduzida.

Para instalação do experimento foram utilizados 144 vasos de polietileno, com dimensões de 21 cm, 27 cm e 25 cm, para diâmetro menor, diâmetro maior e altura, respectivamente, com capacidade para 11 litros, distribuídos na casa de vegetação em uma área total de  $10,0 \times 6,0 \text{ m} = 60 \text{ m}^2$ , no espaçamento de 0,70 m entre fileiras e 0,50 m entre plantas (Figura 4), com um ciclo de 80 DAT, correspondendo o período entre 29/03/2019 a 15/06/2019. Para o enchimento de cada vaso foi utilizado 9,0 Kg de solo classificado como Cambissolo Háplico Alítico. Devido à alta acidez do solo, foi realizada a calagem com 28,99 g de calcário Filler por vaso. No tratamento da testemunha com adubação foi utilizado 30g do fertilizante NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) na formulação 20-05-20 sendo aplicado simultaneamente 80g de superfosfato simples + 2g de FTE BR-12 antes do transplante das mudas para os vasos.

Durante a condução do experimento nos vasos, foi realizada a irrigação com o fornecimento diário de água de 500 ml por planta nas horas mais amenas do dia, mantendo dessa maneira a umidade suficiente para o bom desenvolvimento da cultura.



**Figura 4.** Vista total da disposição das mudas de pimenta de cheiro na casa de vegetação em dois estágios de desenvolvimento: **A)** Mudas de pimenta de cheiro aos 64 dias após o plantio; **B)** Plantas de pimenta de cheiro aos 110 dias após o plantio. **Fonte:** Barbosa, C.H, (2019).

### 5.7. Aplicação dos biofertilizantes

A aplicação dos biofertilizantes foi realizada em quatro frequências de aplicações: a cada 7, 14, 21 e 28 dias, iniciada no 10º dia após o transplântio (DAT), sendo aplicado com auxílio de um Becker de vidro em média de 200 ml/vaso de biofertilizante no solo para cada planta, sempre ao final da tarde. Antes da aplicação os biofertilizantes foram coados e diluído em água e ajustados até atingir a condutividade elétrica de  $1,5 \text{ dS.m}^{-1}$  e feito a aferição do pH (Figura 5).



**Figura 5.** Aplicação dos biofertilizantes nas unidades experimentais: **A)** Ajuste da condutividade elétrica dos biofertilizantes e aferição do pH; **B)** Aplicação dos biofertilizantes nas mudas de pimenta de cheiro. **Fonte:** Barbosa, C.H, (2019).

## **5.8. Manejo fitossanitário e tratos culturais**

Durante o período de condução do experimento foram realizadas pulverizações com o objetivo de impedir a disseminação de patógenos passíveis de prejudicar o desenvolvimento da cultura da pimenta de cheiro. Constatou-se infestação de formigas cortadeiras, mosca branca e ácaros, que foram controladas ou reduzidas a níveis não significantes, com o uso de pulverizações regular e alternado de inseticida e acaricida sendo utilizados os produtos Vertimec 18 EC + Assist EC e Evidence 700 WG.

Para realização dos tratos culturais foram realizadas capinas ao redor e no interior da casa de vegetação, de forma manual e regular, durante o desenvolvimento da cultura, com o intuito de evitar a proliferação de doenças e pragas nas plantas. As espécies daninhas que eventualmente surgiram nos vasos foram eliminadas manualmente, a fim de se evitar a competição por água e nutrientes das mesmas com as plantas de pimenta.

## **5.9. Variáveis analisadas**

### **5.9.1. Características de crescimento**

A análise de crescimento de planta consiste no método que descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, para se quantificar o seu desenvolvimento (MAGALHÃES, 1979). Para a determinação desta característica, foram avaliadas as seguintes variáveis: Altura da planta (APL), diâmetro do caule (DC) e número de folhas emitidas (NFE) aos 82 (DAT).

A altura da planta foi avaliada através de medições de todas as plantas úteis, a partir do nível do solo até o ápice do broto terminal, com auxílio de uma trena graduada em centímetros (Figura 6A). O diâmetro do caule foi medido em milímetros, determinados a cinco centímetros do colo da planta, utilizando-se paquímetro digital (Figura 6B). Enquanto que a determinação do número de folhas emitidas foi realizada através da contagem direta de folhas maiores que 2,5 cm.



**Figura 6.** Avaliação das Variáveis de crescimento das plantas: **A)** Trena graduada para mensuração da variável de crescimento da altura de planta (APL); **B)** Paquímetro digital para mensuração da variável de crescimento diâmetro do caule (DC). **Fonte:** Barbosa, C.H, (2019).

Ao final do experimento foi determinada a matéria seca das folhas (MSF), matéria seca do caule (MSC) e a matéria seca das raízes (MSR), através da colheita de todas as plantas separadas por tratamento, pesadas e expressa em grama por planta (Figura 7). Quanto as raízes, estas foram cuidadosamente removidas do solo, submetidas a lavagem em peneira e separadas da parte aérea. Em seguida, as amostras tanto da parte aérea como das raízes, foram acondicionadas em sacos de papel previamente identificados e postos para secar em estufa de circulação de ar forçada, em temperatura de 45 °C ( $\pm 1$  °C) até atingir massa constante. Posteriormente foram pesadas para a determinação da matéria seca da raiz e matéria seca da parte aérea em gramas por planta.



**Figura 7.** Matéria seca das plantas pesadas em laboratório: **A)** Matéria seca das folhas (MSF); **B)** Matéria seca do caule (MSC); **C)** Matéria secada raiz (MSF).

### 5.9.2. Teores de nutrientes nas folhas

Para a determinação dos teores de nutrientes, aos 70 (DAT) das mudas de pimenta de cheiro, foram coletadas 10 folhas do terço médio das plantas (folhas recém desenvolvidas) de cada tratamento, e acondicionadas em sacos de papel e postas para secar em estufa de

circulação de ar forçada a 45 °C até a obtenção da massa constante, sendo posteriormente moídas em moinho do tipo Willey, com malha menor que 2 mm para a determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, Zn e B de acordo com a metodologia de Tedesco et al. (1995).

#### **5.10. Análise estatística**

Os dados para cada variável avaliada foram submetidos à análise de variância (Anova). Posteriormente, os dados referentes aos nove tratamentos e as quatro frequências de aplicação quando significativos pelo teste F, foram submetidos a teste de médias pelo teste de Tukey ao nível 5% de significância, com o auxílio do programa computacional Software AgroEstat 1.0.

## 6. RESULTADO E DISCUSSÃO

### 6.1. Composição química dos biofertilizantes

Na Tabela 4 são apresentados os resultados dos teores de macro e micronutrientes, pH e condutividade elétrica obtidos na composição química dos biofertilizantes preparados de forma anaeróbica.

**Tabela 4.** Composição química dos biofertilizantes produzidos de forma anaeróbica.

Biofertilizantes	pH	N	P	K	Ca	Mg	S
		-----mg L <sup>-1</sup> -----					
B-1	5,3	723,33	188,44	1309,50	611,41	682,12	49,72
B-2	5,5	672,00	179,15	908,86	494,95	567,40	44,67
B-3	5,5	1031,33	214,88	1553,97	621,23	611,77	74,63
B-4	5,7	1358,00	182,34	1666,05	684,70	628,34	106,31
B-5	5,7	1439,67	200,66	1589,33	641,00	638,27	119,19
B-6	5,8	991,67	138,34	1728,66	570,85	665,60	86,95
B-7	6,0	1381,33	206,50	2110,03	616,90	721,63	122,65
	CE	Fe	Cu	Mn	Zn	Na	B
	dS.m <sup>-1</sup>	-----mg L <sup>-1</sup> -----					
B-1	8,30	150,58	1,29	22,94	10,98	134,64	1,15
B-2	8,53	99,44	0,77	32,36	10,54	76,15	0,81
B-3	9,95	251,90	1,18	36,90	12,74	146,22	1,57
B-4	10,19	237,47	1,83	35,48	16,57	159,71	1,74
B-5	10,23	281,21	2,35	35,58	19,87	140,20	2,47
B-6	11,09	177,50	1,01	29,40	8,31	139,37	1,87
B-7	11,11	246,12	1,82	33,48	16,96	153,62	2,32

Observa-se que todos os biofertilizantes apresentaram pH com valores baixos, evidenciando elevada acidez aos mesmos. Segundo Santos et al. (1992), o pH pode variar de 7,0 a 8,0, porém, poderá também ser inferior quando a fermentação for incompleta. Os baixos valores de pH observados neste estudo devem-se provavelmente, à liberação de ácidos orgânicos pelos fungos e bactérias, responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, pois à medida que esses microrganismos digerem a matéria orgânica liberam-se ácidos que se acumulam e acidificam o meio (MARROCOS et al., 2012). Posteriormente estes ácidos são decompostos até serem completamente oxidados o que ocasiona o aumento do pH (JIMENEZ; GARCIA, 1989).

A condutividade elétrica (CE) aumentou gradativamente entre os biofertilizantes, desta forma o biofertilizantes B1 apresentou o menor valor de condutividade (8,30 dS.m<sup>-1</sup>) e o B7 o maior valor (11,11 dS.m<sup>-1</sup>). Segundo Meurer (2004), a condutividade elétrica, os íons em

solução conduzem correntes elétricas. Quanto maior a concentração salina, maior a concentração de íons e mais intensa a corrente conduzida pela solução. A CE é determinada em extrato resultante da saturação do solo com água. Sendo que valores de condutividade elétrica maiores que  $4 \text{ dS.m}^{-1}$  caracterizam salinidade aos solos (GONÇALVES, 1982). Porém, para a cultura da pimenta os valores de condutividade elétrica no solo não podem ser superiores a  $1,5 \text{ dS.m}^{-1}$  durante todas as fases de desenvolvimento da cultura (MASS; HOLFMAN, 1990). Altos níveis de condutividade elétrica podem inibir o desenvolvimento do sistema radicular e limitar a capacidade das raízes de absorver água e nutrientes (BERNERT et al., 2015). Dessa forma, para evitar sintomas de fitotoxicidade nas plantas, os biofertilizantes foram diluídos antes de cada aplicação para a concentração de CE de  $1,5 \text{ dS.m}^{-1}$  ideal para a cultura da pimenta de cheiro. Oliveira et al. (2002) recomendam que, ao adicionar fertilizantes orgânicos ao solo, é necessário fazer o monitoramento periódico da salinidade para se evitar possíveis efeitos salinos sazonais, condição que certamente prejudicará a produtividade de muitas culturas.

As análises químicas evidenciaram que o teor de N foi o segundo elemento encontrado em maior quantidade entre os biofertilizantes, sendo o teor mais elevado no biofertilizante B5 ( $1439,67 \text{ mg L}^{-1}$ ). Este teor pode estar relacionado as variações da matéria prima utilizada na produção do composto, pois além do esterco bovino e folhas de feijão caupi, que são ricos em nitrogênio, há nessa composição a manipueira, que de acordo com Ribas et al. (2019), é rica em nitrogênio e micronutrientes como ferro, cobre e zinco, conforme verificado neste estudo. Portanto, sua utilização como fertilizante é perfeitamente viável (ARAGÃO; PONTE, 1995).

O fósforo apresentou menor e maior concentração nos biofertilizantes B6 ( $138,34 \text{ mg L}^{-1}$ ) e B3 ( $214,88 \text{ mg L}^{-1}$ ) respectivamente. De acordo com Oliveira (2012), o fósforo exerce ação positiva por estimular o desenvolvimento das raízes utilizando melhor os nutrientes do solo, e por aumentar a eficiência da planta, promovendo um caule vigoroso e uma folhagem sadia. Quanto ao manganês, a acumulação variou de  $22,94$  a  $36,90 \text{ mg L}^{-1}$  para o biofertilizantes B1 e B3 respectivamente. O Mn interfere na absorção, transporte e utilização de vários elementos essenciais incluindo Ca, Fe, Cu, Mg, K, P e N, e seu excesso de Mn reduz a absorção de certos elementos e aumenta a dos outros (MUKHOPADHYAY; SHARMA, 1991). A composição química do biofertilizante pode variar em função da população microbiológica presente naquele meio. O qual pode acelerar ou não o processo de decomposição dos biodigestores (SAMPAIO, 2013), e conseqüentemente aumentar ou diminuir a concentração de determinado nutriente.

O potássio foi o nutriente encontrado em maior quantidade nos biofertilizantes, sendo que o biofertilizante B7 apresentou o teor mais elevado deste macronutriente ( $2010,03 \text{ mg L}^{-1}$ ). Este resultado corrobora com Marrocos et al. (2012), que estudando a composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição, também observou maior concentração de potássio que os demais nutrientes. Este importante macronutriente é o segundo nutriente mineral requerido em maior quantidade pelas culturas (DECHEN; NACHTIGALL, 2006). Apresentando importante função no estado energético da planta, na translocação, no armazenamento de assimilados e na manutenção de água nos tecidos vegetais e ativador de muitas enzimas (MENGEL; KIRKBY, 2001; MEURER, 2006; MARSCHNER, 2012).

O biofertilizante B7 apresentou ainda maiores concentrações de magnésio ( $721,63 \text{ mg L}^{-1}$ ) e enxofre ( $122,65 \text{ mg L}^{-1}$ ). Essas variações ocorrem provavelmente, devido a outros materiais usados na produção do composto. Anjos et al. (2017) encontrou valores de 1,10, 1,48 e  $6,95 \text{ g Kg}^{-1}$  para magnésio, enxofre e potássio em casca de castanha do Brasil. Souza et al. (2015), encontrou valores superiores de magnésio em casca de mandioca ( $790 \text{ mg Kg}^{-1}$ ) quando comparados ao da manipueira ( $222,00 \text{ mg L}^{-1}$ ), atribuindo a esses resultados ao fato da manipueira apresentar teores de nutrientes diluídos na forma de um resíduo líquido, já que o mesmo é representado por uma considerável quantidade de água em sua constituição. O Mg desempenha importantes papéis fisiológicos e moleculares nas plantas e o S é um dos elementos essenciais para o desenvolvimento das plantas, onde seu teor total nas partes vegetativas das culturas varia entre 0,1 a 2,0% do peso seco (HANEKLAUS et al., 2007).

Os teores de cálcio e sódio encontrados nos biofertilizantes B4 ( $684,70 \text{ mg L}^{-1}$  e  $159,71 \text{ mg L}^{-1}$  respectivamente) foram superiores aos demais biofertilizantes, embora todos tenham apresentado altas concentrações desses nutrientes. O nível ideal de Ca na matéria seca da planta está entre  $5-30 \text{ mg g}^{-1}$  de matéria seca (MENGUEL e KIRKBY, 2001). Quando fornecido em elevadas concentrações este elemento pode chegar a mais de 10% do peso seco, por exemplo, em folhas maduras, sem sintomas de toxicidade grave ou a inibição do crescimento das plantas (MARSCHNER, 2012). Em relação ao sódio, mesmo não sendo um elemento essencial, apresentou a segunda maior proporção em relação aos micronutrientes, perdendo apenas para o ferro. Porém, o excesso de sais de sódio, além de trazer prejuízos às propriedades físicas e químicas do solo, provoca a redução generalizada do crescimento das plantas cultivadas provocando sérios prejuízos à atividade agrícola (CAVALCANTE et al., 2010). Em geral, as culturas são relativamente tolerantes à salinidade durante a germinação,

mas se tornam mais sensíveis na emergência e no estágio inicial do crescimento (RHOADES, 1992).

O boro e o cobre foi o nutriente encontrado em menor concentração entre os biofertilizantes. Trata-se de um micronutriente essencial para as plantas e requerido em níveis diferentes de acordo com cada espécie. A utilização agrônômica de boro favorece a obtenção de plantas com qualidade e estado nutricional adequado (XAVIER, 2014).

As menores concentrações de nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, cobre, sódio e boro foram observados no biofertilizante B1. De acordo com Marrocos et al. (2011), a composição química do biofertilizante varia conforme o material que o origina. Portanto, atribui-se esse resultado ao biofertilizante B1 devido este apresentar menos materiais orgânicos que os demais biofertilizantes.

## 6.2. Crescimento vegetativo das plantas

### 6.2.1. Altura de planta

As análises estatísticas não revelaram efeitos significativos pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância entre as diferentes frequências de intervalo de aplicação para cada biofertilizante (Tabela 5).

**Tabela 5.** Teste de comparação de médias do parâmetro para altura de planta (cm) em pimenta de cheiro submetida a diferentes biofertilizantes e frequências de aplicação.

Freq.	TRATAMENTOS								
	-----Biofertilizantes-----							---T. Adicional---	
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Pos.	Neg.
	-----Altura de Planta (cm)-----								
07	60aAB	64aAB	60aAB	57aAB	65aAB	66aAB	67aA	61bAB	47aB
14	58aA	64aA	57aA	62aA	58aA	70aA	60aA	67abA	59aB
21	58aA	61aA	57aA	61aA	55aA	59aA	68aA	68abA	54aB
28	57aB	53aB	60aAB	63aAB	59aAB	69aAB	63aAB	78aA	58aB

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Isto indica que não houve influência das frequências de aplicação no desenvolvimento desta variável, quando avaliados para cada biofertilizante de forma isoladamente (Figura 8).



**Figura 8.** Plantas de pimenta de cheiro aos 82 DAT.

Quando avaliadas as frequências de forma isolada, observa-se que na frequência 7, o B7 e a testemunha negativa diferiram entre si, sendo observado melhor resultado quando aplicados o biofertilizante a cada 7 dias. Essa diferença ocorreu provavelmente, devido a riqueza de materiais usado na produção do biofertilizante, favorecendo a melhoria da composição química do mesmo, que quando associado ao curto intervalo de aplicação possibilitou um melhor aproveitamento dos nutrientes presentes no solo. Oliveira (2012), avaliando o uso de diferentes tipos de biofertilizantes no desenvolvimento de pimenta dedo de moça não verificou diferença significativa para altura de plantas. Entretanto, Silva (2017), estudando o uso de biofertilizantes com diferentes proporções de estirpe de babaçu, casca de arroz carbonizada e esterco caprino no desenvolvimento de pimenta biquinho, observou maiores valores para esta variável. O que evidencia que o tipo de matéria prima utilizada na produção dos biofertilizantes influencia diretamente na resposta da planta ao uso de biofertilizantes. De acordo com Marrocos et al. (2012), a composição química do biofertilizante varia conforme o método de preparo, o tempo de decomposição, a população microbológica, temperatura e pH do composto, bem como o material que o origina.

Na frequência 14, assim como na frequência 21, não houve diferença significativa entre os biofertilizantes e a testemunha positiva. Porém, todos diferiram significativamente das testemunhas negativas, as quais apresentaram os menores resultados. Os biofertilizantes B1 e B2 diferiram significativamente da testemunha positiva quando aplicados a cada 28 dias, apresentando resultados próximos aos da testemunha negativa. O que indica que a frequência 28 dos biofertilizantes B1 e B2 não interferiram positivamente na variável altura de planta.

### **6.2.2. Diâmetro do caule**

A partir dos resultados foi possível observar que as diferentes frequências de intervalo de aplicação não diferiram entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey,

quando avaliadas para cada biofertilizante isoladamente, sendo que somente as testemunhas apresentaram diferenças significativas (Tabela 6). Resultados contrários foram observados por Rodrigues (2014), que avaliando a frequência de biofertilizantes na fertirrigação da cultura do milho encontrou valores maiores significativos para diâmetro de caule quando aplicados a cada 14 dias.

**Tabela 6.** Teste de comparação de médias do parâmetro para diâmetro do caule (mm) em pimenta de cheiro submetida a diferentes biofertilizantes e frequências de aplicação.

TRATAMENTOS									
Freq.	-----Biofertilizantes-----							----T. Adicional----	
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Pos.	Neg.
	-----Diâmetro do Caule (mm)-----								
<b>07</b>	9,07aAB	9,23aAB	9,30aAB	8,59aAB	9,40aAB	9,56aA	9,24aAB	9,45abAB	7,94aB
<b>14</b>	9,70aA	9,71aA	8,84aA	9,26aA	8,99aA	8,81aA	8,76aA	10,0abA	7,05abB
<b>21</b>	9,20aA	8,97aAB	9,07aA	9,67aA	9,16aAB	9,53aA	9,47aA	10,12aA	7,67abB
<b>28</b>	8,70aA	8,83aA	8,87aA	8,90aA	8,99aA	8,95aA	8,75aA	8,76bA	6,55bB

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Ao comparar os biofertilizantes B1, B2, B3, B4, B5, B6 e B7, observa-se que as frequências 14 e 28, isoladamente, promoveram aumento do diâmetro do caule em relação a testemunha negativa, porém não houve diferença significativa entre os biofertilizantes e a testemunha positiva. Na frequência 7, observa-se que o biofertilizante 6, embora tenha apresentado o maior valor de média, não se diferenciou dos demais biofertilizantes e da testemunha positiva, mas foi estatisticamente superior a testemunha negativa. Quando aplicados a cada 21 dias, os biofertilizantes B1, B4, B6 e B7 foram estatisticamente superiores a testemunha negativa, não se diferenciando significativamente dos demais tratamentos (Tabela 6). Estes resultados corroboram em parte com Collard et al. (2001) que estudando o efeito do biofertilizantes na cultura do maracujazeiro amarelo observou que nos tratamentos que receberam biofertilizante, o diâmetro do caule aumentou em 17,8% quando comparados a testemunha e/ou só adubo.

Portanto, nota-se que valores destes referidos biofertilizantes diferiram da testemunha negativa e se mantiveram próximos da testemunha positiva, evidenciando o seu potencial nutritivo, uma vez que expressaram valores próximos a testemunha que recebeu adubação química (Tabela 6). Estes resultados podem estar relacionados com os macros e micronutrientes disponíveis nos biofertilizantes, que uma vez disponível em teores favoráveis e líquidos atuam de forma mais rápida no metabolismo das plantas, promovendo um maior

crescimento e desenvolvimento (WECKNER et al., 2018). De acordo com Oliveira et al. (2009) plantas com diâmetros de caule maiores é um aspecto importante por garantir maior sustentação da parte aérea.

### 6.2.3. Número de folhas emitidas

Avaliando as diferentes frequências de intervalo de aplicação para cada biofertilizante, nota-se diferença significativa entre as frequências de intervalo de aplicação do biofertilizante B2 ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey. Observa-se que o número de folhas diminuiu significativamente com o aumento do intervalo de aplicação do biofertilizante para frequências de 21 e 28 dias. Isso pode ser explicado talvez devido essas frequências não serem suficientes para atender a carga nutricional exigida pela cultura para esta variável. Enquanto que para as aplicações realizadas a cada 14 dias a planta expressou o seu melhor potencial, quando comparadas as demais frequências do B2 (Tabela 7). A diminuição do número de folhas indica o decréscimo na quantidade de assimilados destinados às folhas e pode ocasionar redução na taxa de crescimento relativo (NILWIK, 1981). De acordo com Moraes et al. (2012) a diminuição da área foliar da cultura é um bom indicativo do grau de estresse nas plantas, sabendo-se que o crescimento foliar interfere diretamente na capacidade produtiva das plantas.

**Tabela 7.** Teste de comparação de médias do parâmetro para número de folhas emitidas em pimenta de cheiro submetida a diferentes biofertilizantes e frequências de aplicação.

TRATAMENTOS									
Freq.	-----Biofertilizantes-----							-T. Adicionais-	
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	P	N
	-----Número de Folhas Emitidas-----								
<b>07</b>	160aA	172abA	119aA	174aA	142aA	149aA	139aA	111aA	102aA
<b>14</b>	159aAB	202aA	132aAB	157aAB	170aA	165aAB	128aAB	129aAB	91aB
<b>21</b>	176aA	131bA	151aA	133aA	133aA	151aA	147aA	153aA	99aA
<b>28</b>	134aAB	123bAB	121aAB	115aAB	181aA	149aAB	114aAB	134aAB	97aB

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Ao analisar as frequências isoladamente, não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os biofertilizantes submetidos a frequências de 7 dias e 21 dias. Plantas com maior número de folhas na frequência 14 ocorreram quando adubadas com os biofertilizantes B2 e B5, que embora não tenham diferido entre si e entre os demais biofertilizantes, foram significativamente maiores que a testemunha negativa e equipararam-

se ao tratamento com adubação química. O mesmo ocorreu para o B5 quando aplicados nas plantas a cada 28 dias. Indicando que essas frequências pode ter sido fundamental para as plantas dos referidos tratamentos, no que se refere a atender a demanda de nutrientes para os processos fisiológicos das células, e com isso, o aumento do número de folhas em relação a testemunha negativa (Tabela 8).

Vale ressaltar que as plantas de pimenta de cheiro apresentaram queda foliar ao longo do experimento, sendo observadas plantas apresentando folhas novas com coloração verde claro e nas folhas velhas, a coloração verde amarelada. De acordo com Lima; Haag (1987) estes sintomas podem estar associados a deficiência de Fósforo. O que pode ser evidenciado com os resultados da análise do teor de nutrientes das folhas obtidas para este estudo (Tabela 8), onde se observa que os teores deste nutriente para todos os tratamentos estão abaixo do recomendado para a cultura, que de acordo com Veigas et al. (2013) é de 7 g Kg<sup>-1</sup>.

#### 6.2.4. Matéria seca das folhas

Dos dados de matéria seca das folhas das plantas de pimenta de cheiro, vê-se que quando comparadas as diferentes frequências de aplicação para cada biofertilizante nota-se que o comportamento foi semelhante às variáveis altura da planta e diâmetro do caule, ou seja, não houve diferença significativa entre as frequências de aplicação ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey, uma vez que todas apresentaram o mesmo desempenho (Tabela 8).

**Tabela 8.** Teste de comparação de médias do parâmetro para matéria seca das folhas em pimenta de cheiro submetida a diferentes biofertilizantes e frequências de aplicação.

Freq	TRATAMENTOS							T. Adicional	
	Biofertilizantes							Pos.	Neg.
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7		
	-----Matéria Seca das Folhas (g)-----								
07	10,49aA	8,42aA	8,52aA	8,22aA	8,35aA	9,73aA	8,82aA	9,92bA	8,35aA
14	8,69aBC	8,95aBC	7,38aC	10,32aBC	9,35aBC	12,45aAB	8,58aBC	16,49aA	5,85aC
21	8,29aB	6,87aB	6,99aB	8,31aB	8,35aB	10,89aB	9,40aB	17,43aA	7,68aB
28	8,45aA	7,76aA	7,71aA	7,55aA	8,16aA	9,04aA	7,62aA	10,32bA	7,86aA

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Ao analisar as frequências isoladamente, observa-se que quando os biofertilizantes foram aplicados a cada 14 dias, apenas as plantas adubadas com o B6 apresentaram valores

próximos a testemunha positiva. Os demais tratamentos não promoveram quantidade satisfatória de matéria seca de folhas. O aumento verificado com a aplicação deste biofertilizante no intervalo de 14 dias ocorreu, provavelmente, devido a melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo, com o decorrer do tempo (DAMATTO JÚNIOR, NOMURA e SAES, 2009).

Quando adubadas com intervalo de aplicação de 21 dias, todos os tratamentos diferiram significativamente da testemunha positiva, sendo que esta expressou maior acúmulo de matéria seca de folhas. Para as demais frequências não houve diferença significativa entre os tratamentos. Resultados superiores foram encontrados por Viana et al (2003), que ao avaliarem adubação verde, compostos orgânicos e biofertilizante no cultivo de cenoura, observaram que a aplicação de biofertilizante proporcionou maior desenvolvimento vegetativo e maior produção da cultura.

A pouca quantidade aportada de matéria seca de folhas com a aplicação dos biofertilizantes pode estar associada ao aumento acentuado da população de microrganismos no solo com o incremento do biofertilizante e conseqüentemente o aumento do consumo de nutrientes, havendo em conseqüência disto, redução da disponibilidade destes para plantas (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

### 6.2.5. Matéria seca do caule

Observou-se que a aplicação dos biofertilizantes não promoveram diferenças significativas para massa seca do caule quando comparadas as diferentes frequências de aplicação. O que significa dizer que os biofertilizantes não foram eficientes no desenvolvimento deste parâmetro morfológico (Tabela 9).

**Tabela 9.** Teste de comparação de médias do parâmetro para matéria seca do caule em pimenta de cheiro submetida a diferentes biofertilizantes e frequências de aplicação.

TRATAMENTOS									
Freq	-----Biofertilizantes-----							---T. Adicional---	
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Pos.	Neg.
	-----Matéria Seca do Caule (g)-----								
<b>07</b>	14,26aA	13,38aA	11,63aA	12,11aA	12,68aA	13,76aA	12,79aA	12,99cA	10,90aA
<b>14</b>	11,83aBC	12,63aBC	8,44aC	13,40aBC	13,21aBC	15,95aB	10,57aBC	22,95abA	9,87aBC
<b>21</b>	11,02aB	9,11aB	8,32aB	11,40aB	11,39aB	11,76aB	12,48aB	26,44aA	12,15aB
<b>28</b>	11,36aB	13,14aB	11,24aB	11,73aB	11,55aB	12,56aB	11,23aB	20,45bA	10,87aB

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Quando avaliadas as frequências de forma isolada observa-se que a testemunha positiva apresentou o maior acúmulo de MSC quando comparada aos biofertilizantes aplicados nas frequências 14, 21 e 28, com exceção da frequência 7, em que nenhum dos tratamentos se diferenciaram estatisticamente (Tabela 9)

O baixo desenvolvimento do diâmetro do caule de pimenta pode estar associado a deficiência de fósforo observada para todos os tratamentos. A importância desse nutriente para o incremento de biomassa também foi constatado por Silva et al. (2009), cuja pesquisa com omissão de P apontou redução de 68 % na produção de MS total de mudas de pinhão-manso. Sousa et al. (2001), estudando a adubação NPK em pimenta, concluiu ser fósforo o nutriente de efeito mais pronunciado em aumentar a produção de matéria seca de galhos e folhas, uma evidência de sua importância para essa espécie.

#### 6.2.6. Matéria seca da raiz

As análises estatísticas não revelaram efeito significativo entre as diferentes frequências de intervalo de aplicação para cada biofertilizante (Tabela 10).

**Tabela 10.** Teste de comparação de médias do parâmetro para matéria seca da raiz em pimenta de cheiro submetida a diferentes biofertilizantes e frequências de aplicação.

TRATAMENTOS									
Freq.	Biofertilizantes							T. Adicional	
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Pos.	Neg.
Matéria Seca da Raiz (g)									
<b>07</b>	6,71aB	6,05aB	5,94aB	7,17aAB	6,73aB	6,29aB	6,78aB	10,70bA	6,11aB
<b>14</b>	7,77aB	5,94aB	4,23aB	5,82aB	6,56aB	7,50aB	6,03aB	13,78aA	5,48aB
<b>21</b>	6,23aB	5,02aB	5,53aB	6,34aB	6,18aB	6,15aB	7,25aB	12,50abA	6,47aB
<b>28</b>	7,58aA	7,22aA	6,64aA	7,38aA	6,55aA	6,75aA	7,97aA	6,24cA	4,82aA

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Ao analisar as frequências isoladamente, observa-se que quando os biofertilizantes foram aplicados a cada 7 dias, apenas as plantas adubadas com o B4 apresentaram valores próximos a testemunha positiva. Esse comportamento de acumulação de MSR pode estar relacionado ao reflexo da melhoria nas propriedades do solo proporcionada pelo uso do biofertilizante e conseqüentemente maior disponibilidade de nutrientes que os demais biofertilizantes, favorecendo o acúmulo de MSR. Sendo que o teor desses nutrientes depende

da qualidade e quantidade dos adubos orgânicos, bem como do tipo de solo (LUND; DOSS, 1980).

Os demais tratamentos não promoveram quantidade satisfatória de MSR, e não diferiram da testemunha negativa. Quando aplicados em intervalos de 14 e 21 dias, os biofertilizantes foram semelhantes a adubação negativa, que apresentou menos MSR do que a testemunha positiva. Medeiros et al. (2007), avaliando a produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos também encontrou valores semelhantes a testemunha, sendo os maiores valores relatados para a adubação química. As aplicações realizadas a cada 28 dias não surtiram efeitos significativos entre os tratamentos. Santos et al. (2013) avaliando a aplicação de biofertilizantes em alface, também não encontrou diferença significativa entre os tratamentos.

### **6.3. Teores de nutrientes nas folhas**

#### **6.3.1. Macronutrientes**

Na Tabela 11 são apresentados os resultados da análise foliar dos diferentes biofertilizantes para os teores de macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre), em função dos tratamentos com diferentes frequências de aplicação, bem como os tratamentos adicionais com adubação química (positiva) e sem adubação (negativa).

**Tabela 11.** Análise foliar para os teores de macronutrientes de Nitrogênio, Fosforo, Potássio, Cálcio, Magnésio e Enxofre obtido nas folhas de pimenta de cheiro sobre o uso de diferentes biofertilizantes e frequências de aplicação.

Freq.	Biofertilizantes							T. Adicional	
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Pos.	Neg.
-----Nitrogênio (g Kg <sup>-1</sup> )-----									
<b>07</b>	50	50	47	47	48	51	48	49	45
<b>14</b>	49	47	53	52	53	51	52	49	45
<b>21</b>	52	50	53	51	52	52	48	49	45
<b>28</b>	47	48	52	52	46	48	45	49	45
-----Fosforo (g Kg <sup>-1</sup> )-----									
<b>07</b>	2,2	2,0	2,0	2,0	1,9	2,1	2,1	2,1	1,5
<b>14</b>	2,2	2,0	2,5	2,3	2,0	2,4	2,0	2,1	1,5
<b>21</b>	2,3	2,2	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,1	1,5
<b>28</b>	2,0	2,0	2,2	1,9	1,8	2,2	1,9	2,1	1,5
-----Potássio (g Kg <sup>-1</sup> )-----									
<b>07</b>	50	40	41	47	42	47	46	43	37
<b>14</b>	41	42	49	49	44	46	44	43	37
<b>21</b>	44	43	46	40	45	47	49	43	37
<b>28</b>	42	40	42	42	41	43	39	43	37
-----Cálcio (g Kg <sup>-1</sup> )-----									
<b>07</b>	10	11	11	12	11	10	12	11	6
<b>14</b>	11	13	11	14	13	11	11	11	6
<b>21</b>	12	12	11	12	11	13	13	11	6
<b>28</b>	9	9	10	9	12	11	11	11	6
-----Magnésio (g Kg <sup>-1</sup> )-----									
<b>07</b>	10,6	10,5	10,5	11,9	11,9	10,1	10,2	9,1	8,5
<b>14</b>	10,0	11,0	10,2	12,8	11,6	9,2	10,6	9,1	8,5
<b>21</b>	10,7	11,3	10,5	11,2	10,4	11,3	11,6	9,1	8,5
<b>28</b>	9,2	10,9	9,3	8,9	10,8	9,8	10,8	9,1	8,5
-----Enxofre (g Kg <sup>-1</sup> )-----									
<b>07</b>	3,7	2,2	2,1	2,1	2,5	2,6	2,3	5,0	2,3
<b>14</b>	2,4	2,4	3,1	4,8	2,3	3,5	2,4	5,0	2,3
<b>21</b>	2,1	2,7	2,5	2,5	2,5	3,4	2,3	5,0	2,3
<b>28</b>	2,1	2,4	2,1	2,2	2,0	2,2	2,1	5,0	2,3

### Nitrogênio (N)

Nota-se que os maior teor de N (53 g Kg<sup>-1</sup>) foi expressado pelo biofertilizantes B3 nas frequências 14 e 21 e pelo B5 na frequência 14, sendo esses teores superiores ao encontrado para a testemunha positiva (49 g Kg<sup>-1</sup>) e inferiores ao encontrado para a testemunha negativa (45 g Kg<sup>-1</sup>), evidenciando o seu potencial para este nutriente, uma vez que expressaram valores superiores a testemunha que recebeu adubação química (Tabela 11).

Estes valores elevados estão de acordo com o encontrado por Silva et al (2001), que obtiveram teores médios foliares de N determinados em folhas recém-maduras de pimentão, no início do florescimento em média de 54,3 g kg<sup>-1</sup>. No entanto, nota-se para o presente estudo que todos os tratamentos apresentam teores de N dentro do recomendado para a cultura da pimenta de cheiro, que de acordo com Malavolta et al. (1997), é de 35 g Kg<sup>-1</sup>.

O suprimento adequado de nitrogênio é de extrema importância para o crescimento e desenvolvimento das plantas, havendo uma relação estreita e positiva entre fitomassa e o nutriente em questão (THIES et al., 1995; LARCHER, 2000). De acordo com Chapin (1980), a sua baixa disponibilidade está associada à redução da divisão e expansão celular, da área foliar e da fotossíntese. No entanto, quantidades adequadas de N estimulam o crescimento da parte aérea e raiz, com as quantidades adequadas, a planta ganha maior área foliar, maior absorção de nutrientes e cresce mais vigorosa (PINTO et al., 2001). Por outro lado, altos níveis de N podem proporcionar efeito depressivo no desenvolvimento das plantas (OKA, 2017). Uma vez que doses excessivas de N diminuem o crescimento das raízes de reserva, o índice de colheita e favorecem o crescimento da parte vegetativa; além de prolongar o ciclo de cultivo (HERMANN, 1997).

### **Fósforo (P)**

Os teores de fósforo das folhas para todos os tratamentos encontram-se abaixo da faixa considerada adequada para a cultura da pimenta (Tabela 11), que de acordo com Veigas et al. (2013) é de 7 g Kg<sup>-1</sup> para obtenção de plantas bem nutridas. A redução da absorção de P nas plantas, sob deficiência do elemento na solução nutritiva, levou ao aparecimento de sintomas visuais, sendo observado nos tratamentos plantas apresentando folhas novas com coloração verde claro e nas folhas velhas, a coloração verde amarelada, (LIMA; HAAG, 1987).

Os sintomas de deficiência de P se refletem na redução do crescimento da planta que conseqüentemente reduzem o perfilhamento, induzem uma dormência prolongada com senescência precoce das folhas, além de reduzir o tamanho e número de flores e botões (MENGEL e KIRKBY, 2001; MARSCHNER, 2012). Sousa et al. (2001), estudando a adubação NPK em pimenta-longa concluiu ser fósforo o nutriente de efeito mais pronunciado em aumentar a produção de matéria seca de ramos e folhas. Pesquisas com outras culturas, como a batata, indicam que se aplicado em doses excessivas, causa a redução nos teores de matéria seca (OLIVEIRA et al., 2006), conforme foi observado no presente estudo.

As plantas suprimidas de fósforo tiveram prejuízo na produção de matéria seca pela importância deste elemento na nutrição da planta, pois ele está ligado à função estrutural, no processo de transferência e armazenamento de energia (MALAVOLTA, 1989), influenciando em processos no metabolismo da planta como a síntese de proteínas e ácido nucleico (MENGEL; KIRKBY, 2001).

### **Potássio (K)**

O potássio foi o nutriente observado em maior quantidade dentro dos macronutrientes avaliados neste estudo. Os biofertilizantes que expressaram maior e menor teor de K nas folhas de pimenta foram o B1 na frequência F7 (50 g Kg<sup>-1</sup>) e o B7 na frequência F28 (39 g Kg<sup>-1</sup>) respectivamente. Observa-se que a testemunha positiva expressou teores maiores que a testemunha negativa, esta última apresentou o menor valor entre os tratamentos (37 g Kg<sup>-1</sup>). No entanto, nota-se que as plantas de todos os tratamentos estavam adequadamente supridas em K conforme o teor de 25 g Kg<sup>-1</sup> proposto por Malavolta et al. (1997) (Tabela 11). A alta concentração de potássio expressa ação promissora dos biofertilizantes na disponibilidade de potássio, podendo estar relacionada a adição de esterco bovino na composição dos mesmos, uma vez que além do nitrogênio, o esterco bovino é rico em potássio. De acordo com Trazzi et al. (2012), estudando esterco de origem animal em substratos para a produção de mudas florestais, observou que o esterco bovino foi o material que proporcionou maior disponibilidade de potássio nos substratos.

Segundo Rosolem et al. (2003), o potássio não é metabolizado na planta e forma ligações com complexos orgânicos de fácil reversibilidade. Sendo, portanto, rapidamente liberado no processo de decomposição dos resíduos vegetais (DEDINI, 2012). Em quantidades adequadas, o potássio desempenha várias funções na planta, tais como: controle da turgidez celular, ativação de enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese, regulação dos processos de abertura e fechamento de estômatos, transporte de carboidratos, transpiração, resistência à geada, seca, salinidade e às doenças; aumentar a resistência ao acamamento, além de estar diretamente associado à qualidade dos produtos agrícolas (MALAVOLTA, 1980; MARSCHNER, 1995; DAVIS et al., 1997).

### **Cálcio (Ca)**

Nota-se que o menor teor de cálcio nas folhas de pimenta foi observado nos biofertilizantes B1, B2 e B4 na frequência 28, que expressaram um teor de 9 g Kg<sup>-1</sup>, sendo

este valor superior ao observado para a testemunha negativa ( $6 \text{ g Kg}^{-1}$ ). Enquanto que o maior valor de Ca foi expressando pelo tratamento B4, na frequência 14 ( $14 \text{ g Kg}^{-1}$ ), o qual apresentou teor de Ca superior ao observado para as testemunhas positiva ( $11 \text{ g Kg}^{-1}$ ) (Tabela 11). No entanto, há de se ressaltar que os tratamentos não foram capazes de suprir a recomendação total deste macronutriente, que de acordo com Malavolta et al. (1997) é de  $25 \text{ g Kg}^{-1}$ . Todavia, esses valores não foram suficientes para induzir sintomas visuais de deficiência de Ca nas folhas, que de acordo com Viégas et al. (2004) apresentam leve amarelecimento da margem, necrose do ápice das folhas novas e velhas, sendo as folhas novas deformadas e enroladas para a face inferior, “em forma de gancho”.

Flores et al. (2012), estudando o crescimento e desordem nutricional em pimenta malagueta cultivada em soluções nutritivas suprimidas de macronutrientes, observou que as plantas que não receberam Ca na solução nutritiva apresentaram menor altura, diâmetro do colmo, área foliar, número de folhas e índice relativo de clorofila, e conseqüentemente apresentando menor produção de matéria seca da parte aérea, nas raízes e na planta inteira. Nota-se ainda que o órgão mais afetado pela deficiência de Ca foi a raiz, diminuindo em 84,6% a matéria seca, o que poderia ser explicado pela função do cálcio na planta, fazendo parte das pectinas por meio dos pectatos de cálcio, sendo requerido para a alongação e a divisão mitótica celular, refletindo diretamente no crescimento radicular (PRADO, 2008), justificando-se, assim, a importância deste nutriente no crescimento das raízes.

### **Magnésio (Mg)**

Os teores de magnésio nas folhas para todos os tratamentos encontram-se dentro da faixa descrita por Malavolta et al. (1997), que é de  $7,4 \text{ g Kg}^{-1}$  para obtenção de plantas bem nutridas. O maior teor de Mg nas folhas de pimenta foi observado no tratamento B4, na frequência 14 ( $12,8 \text{ g Kg}^{-1}$ ). Enquanto que o menor teor foi observado na testemunha negativa ( $8,5 \text{ g Kg}^{-1}$ ). Observa-se ainda que todos os biofertilizantes apresentaram valores superiores a testemunha que recebeu adubação química, evidenciando que a adição dos biofertilizantes estimulou a absorção de Mg pelas folhas (Tabela 11).

O Mg desempenha importantes papéis fisiológicos e moleculares nas plantas, um exemplo disso é seu papel fundamental como componente da molécula de clorofila, e atua como cofator para muitos processos enzimáticos associados à fosforilação, desfosforilação e a hidrólise de vários compostos orgânicos e como um estabilizador estrutural para vários nucleotídeos (MERHAUT, 2007; El-SAADY et al., 2011; MARSCHNER, 2012).

## **Enxofre (S)**

Ao comparar os diferentes tipos de biofertilizantes deste estudo, foi observado maior teor de enxofre no tratamento B4, na frequência F14 ( $4,8 \text{ g Kg}^{-1}$ ), estando este valor dentro do recomendado por Malavolta et al. (1997) para a cultura da pimenta de cheiro, que é de  $4 \text{ g Kg}^{-1}$ , mostrando que este composto, utilizado a cada 14 dias como fonte de adubo, é um bom fornecedor deste nutriente. No entanto, observa-se que o valor encontrado para este tratamento foi inferior ao encontrado para a testemunha positiva ( $5 \text{ g Kg}^{-1}$ ). Nota-se ainda que os demais tratamentos não atenderam a exigência da cultura para este nutriente (Tabela 11).

O enxofre é absorvido pelas plantas na forma do ânion  $\text{SO}_4^{2-}$ . Em muitos solos, esse ânion não é retido no solo, sendo facilmente lixiviado (NOBILE et al., 2010). Um fator muito importante na adsorção do enxofre nos colóides do solo é o pH, quanto maior, menor será a adsorção (RAIJ, 1991). Este nutriente é muito importante para as características da matéria seca da parte aérea e número de folhas, uma vez que está envolvido na formação de aminoácidos como cistina, metionina e cisteína, participando de inúmeros compostos e reações como a fotossíntese e respiração celular (VITTI et al., 2006).

### **6.3.2. Micronutrientes**

Na Tabela 12 são apresentados os resultados da análise foliar dos diferentes biofertilizantes para os teores de micronutrientes de (boro, cobre, ferro, manganês e zinco), em função dos tratamentos com diferentes frequências de aplicação, bem como os tratamentos adicionais com adubação química (positiva) e sem adubação (negativa).

**Tabela 12.** Análise foliar para os teores de micronutrientes de Boro, Cobre, Ferro, Manganês e Zinco obtido nas folhas de pimenta de cheiro sobre o uso de diferentes biofertilizantes e frequências de aplicação.

Freq.	Biofertilizantes							T. Adicional	
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Pos.	Neg.
-----Boro (mg Kg <sup>-1</sup> )-----									
<b>07</b>	20	2	6	6	1	3	4	46	0,5
<b>14</b>	3	4	6	31	11	17	2	46	0,5
<b>21</b>	1	5	4	3	2	23	4	46	0,5
<b>28</b>	2	8	2	3	5	3	1	46	0,5
-----Cobre (mg Kg <sup>-1</sup> )-----									
<b>07</b>	11	10	10	10	12	10	8	10	6
<b>14</b>	9	12	8	11	12	10	11	10	6
<b>21</b>	14	9	12	9	9	12	12	10	6
<b>28</b>	8	8	10	10	9	9	9	10	6
-----Ferro (mg Kg <sup>-1</sup> )-----									
<b>07</b>	209	132	152	157	159	144	167	180	107
<b>14</b>	113	175	117	308	167	205	132	180	107
<b>21</b>	136	152	133	150	141	236	187	180	107
<b>28</b>	135	123	108	125	185	173	193	180	107
-----Manganês (mg Kg <sup>-1</sup> )-----									
<b>07</b>	101	66	79	80	79	73	75	80	62
<b>14</b>	65	85	89	179	104	98	78	80	62
<b>21</b>	77	80	98	84	83	116	91	80	62
<b>28</b>	68	74	66	69	87	90	84	80	62
-----Zinco (mg Kg <sup>-1</sup> )-----									
<b>07</b>	48	25	34	35	31	36	31	38	26
<b>14</b>	29	30	36	73	36	48	33	38	26
<b>21</b>	32	33	37	31	34	60	37	38	26
<b>28</b>	25	25	31	25	33	33	30	38	26

### Boro (B)

Os teores de boro determinados na matéria seca das folhas de pimenta presentes no tecido vegetal, dos diferentes tratamentos, estão abaixo do recomendado para esta cultura, que situa-se na faixa de 50 – 70 mg Kg<sup>-1</sup> (MALAVOLTA et al., 1997). Observa-se que todos os tratamentos apresentaram valores inferiores a testemunha positiva (46 mg Kg<sup>-1</sup>), sendo que entre os biofertilizantes, o maior valor encontrado foi de 31 mg Kg<sup>-1</sup> para o tratamento B4 na frequência 14. Todavia, observa-se valores extremamente baixos de B (1 mg Kg<sup>-1</sup>), como nos tratamentos B1, B5 e B7 nas respectivas frequências 21, 7 e 28 (Tabela 12).

A mobilidade deste elemento na planta é muito baixa, assim, os sintomas de deficiência se apresentam nas zonas de crescimento dos tecidos foliares e raízes (WIMMER;

EICHERT, 2013). Em pimenteiras, os sintomas de deficiência são caracterizados pela redução acentuada no crescimento das plantas, folhas deformadas, reduzidas, retorcidas, coriáceas (acúmulo de carboidratos), nervuras proeminentes, possivelmente devido ao aumento de lignina, e morte da gema terminal (VIÉGAS et al., 2013). No presente estudo foi observado a presença de folhas deformadas, reduzidas e retorcidas, confirmando a deficiência deste nutriente.

Estes sintomas são explicados pelo fato de o boro ter importante papel no crescimento vegetativo, um dos principais locais onde atua é na parede celular e na membrana citoplasmática, alterando suas propriedades mecânicas, principalmente na fase de crescimento (VIÉGAS et al., 2013).

### **Cobre (Cu)**

O maior teor de cobre observados na matéria seca das folhas de pimenta de cheiro foi expressado pelo tratamento B1, na frequência 21 ( $14 \text{ mg Kg}^{-1}$ ). O qual apresentou valor superior a testemunha positiva ( $10 \text{ mg Kg}^{-1}$ ) e negativa ( $6 \text{ mg Kg}^{-1}$ ) (Tabela 12). De acordo com Malavolta et al. (1997), a faixa dos teores foliares de cobre considerados adequados para a pimenta de cheiro varia de 10 a  $15 \text{ mg Kg}^{-1}$ .

Desta forma, observa-se todos os biofertilizantes da frequência 7 foram eficientes no fornecimento de cobre para as plantas, assim como B2, B4, B5, B6 e B7 na frequência 14; B1, B3, B6 e B7 na frequência 21 e; B3 e B4 na frequência 28. Evidenciando que estes tratamentos forneceram a quantidade suficiente de Cu para atender a exigência da cultura para esse nutriente. Observa-se com estes resultados que os teores de cobre nas folhas sofreram declínio com o aumento da frequência de aplicação dos biofertilizantes (Tabela 12).

O cobre é um nutriente essencial para o crescimento e desenvolvimento normal das plantas, apesar de também ser potencialmente tóxico quando em excesso. Participa de vários processos fisiológicos, sendo co-fator essencial para muitas metaloproteínas (YRUELA, 2005). A principal função do cobre no metabolismo vegetal é como ativador ou componente de enzimas que participam de reações de oxirredução. As plantas deficientes em cobre mostram as folhas novas inicialmente verdes escuras e com aspecto flácido, com tamanho desproporcionalmente grande. As folhas encurvam-se para baixo e as nervuras podem ficar salientes (FAQUIN, 2005).

## **Ferro (Fe)**

Entre os micronutrientes avaliados neste estudo, o ferro foi o elemento que apresentou maior teor na matéria seca das folhas de pimenta de cheiro, com valores variando de 108 mg Kg<sup>-1</sup> para o tratamento B3 na frequência 28 a 308 mg Kg<sup>-1</sup> no B4, frequência 14. Sendo estes valores maiores que os encontrados para a testemunha positiva (180 mg Kg<sup>-1</sup>) e negativa (107 mg Kg<sup>-1</sup>). Observa-se ainda que todos os tratamentos apresentaram valores superiores a testemunha negativa (Tabela 12). Contudo, estão abaixo do recomendado para esta cultura, que situa-se na faixa de 500 – 700 mg Kg<sup>-1</sup> (MALAVOLTA et al., 1997).

Grande parte dos solos contém milhares de quilos de ferro, mas devido a fixação, muito pouco está disponível para as plantas. São vários os fatores que afetam a sua disponibilidade: a calagem, quando o pH atinge valores iguais a 7,0 ou mais, pode induzir a deficiência de ferro às culturas (SENGIK, 2003). Geralmente, solos ricos em matéria orgânica são pobres em ferro, o que pode explicar a deficiência deste nutriente nos tratamentos com biofertilizantes.

Veloso et al. (1998), observou sintomas de deficiência em pimenta do reino caracterizada inicialmente pela clorose generalizada nas folhas novas, semelhante à deficiência de Mn. Com a evolução do sintoma, a folha apresentou coloração amarelo-pálida e esbranquiçada. Houve redução no crescimento da planta em relação ao tratamento completo. De acordo com Dechen et al. (1991), o ferro não é facilmente transportado nos tecidos e por isso deficiências ocorrem nas partes novas das plantas.

## **Manganês (Mn)**

O maior teor de Mn determinado na matéria seca das folhas, foi expressado pelo tratamento B4, na frequência 14 (179 mg Kg<sup>-1</sup>), sendo este valor superior ao encontrado para a testemunha positiva (80 mg Kg<sup>-1</sup>) e negativa (62 mg Kg<sup>-1</sup>) (Tabela 12). Nascimento et al. (2006), estudando os teores foliares de manganês em pimentão com o uso de biofertilizantes, relatou que o maior teor encontrado para este nutriente foi 100 mg Kg<sup>-1</sup>, sendo este valor inferior ao observado neste estudo.

O teor mais baixo de Mn foi expressado pelo biofertilizante B1, na frequência F14 (Tabela 12). Porém, os teores de Mn nas folhas para todos os tratamentos encontraram-se abaixo da faixa recomendada para a cultura da pimenta de cheiro, que é de 250 a 400 mg Kg<sup>-1</sup> (MALAVOLTA et al., 1997).

De acordo com Kirkby e Römheld (2007) o Mn atua diretamente na fotossíntese e indiretamente na formação de carboidratos, assim, deficiências leves de Mn afetam a fotossíntese e diminuem o nível de carboidratos solúveis na planta. Além disso, é responsável pela formação de lignina, substância presente na parede celular, em que lhe confere impermeabilidade (MARSCHNER, 1995; MCDUGALL et al., 1996). Os sintomas de deficiência são caracterizados pela clorose internerval nas folhas, surgindo primeiramente nas folhas mais jovens (MOREIRA, 2017).

### **Zinco (Zn)**

Os teores foliares de Zinco considerados adequados para a cultura da pimenta de cheiro variam de 60 a 70 mg Kg<sup>-1</sup> (MALAVOLTA et al., 1997). No presente trabalho, foi encontrado teor de Zn variando de 26 mg Kg<sup>-1</sup> (testemunha negativa) a 73 mg Kg<sup>-1</sup> (B4/F14). Porém, nota-se que apenas os tratamentos B4 e B6, nas frequências 14 e 21 respectivamente, atingiram os teores recomendados para nutrição da cultura (Tabela 12).

É importante ressaltar que os teores baixos de zinco nas plantas não foram suficientes para expressar os sintomas de deficiência deste nutriente, que de acordo com Sengik (2003) é caracterizado pelo aparecimento de plantas raquíticas, clorose internerval das folhas mais novas e internódios curtos. As deficiências tendem a ocorrer em plântulas cujo crescimento radicular foi lento, incapaz de absorver zinco suficiente para o crescimento da planta.

O zinco ocorre na solução do solo na forma de Zn<sup>2+</sup>, que também é a forma absorvida pelas plantas. Sua concentração diminui cerca de 100 vezes para cada aumento de uma unidade de pH. Em solos com adequado teor de matéria orgânica, a maior parte do Zn da solução ocorre em formas complexadas ou quelatos com radicais orgânicos. Assim, em solos com pH mais elevado e/ou com baixo teor de matéria orgânica a deficiência de Zn pode ser um sério problema (FURTINI NETO et al., 2001).

## 7. CONCLUSÕES

✓ Todos os biofertilizantes apresentaram pH com valores baixos, evidenciando elevada acidez aos mesmos. A condutividade elétrica aumentou gradativamente entre os biofertilizantes, desta forma o biofertilizante B1 apresentou o menor valor de condutividade ( $8,30 \text{ dS.m}^{-1}$ ) e o B7 o maior valor ( $11,11 \text{ dS.m}^{-1}$ ).

✓ O biofertilizante B7 proporcionou os maiores teores de macronutrientes (K, Mg e S) em relação aos demais biofertilizantes. Enquanto que o B5 proporcionou os maiores teores de micronutrientes (Fe, Cu e Zn) em sua composição. As quantidades de macro e micronutrientes encontrados em maior quantidade foram o K e Fe respectivamente.

✓ As diferentes frequências de aplicação evidenciaram que o número de folhas emitidas apresentou maior média no tratamento B2 quando submetida a frequência de 14 dias, não sendo observado diferença significativa entre as frequências para os demais parâmetros e biofertilizantes avaliados.

✓ Os diferentes biofertilizantes evidenciaram que os valores de MSF e MSC apresentam diferença significativa entre os tratamentos B6 e B3 na frequência 14, em que o maior valor foi obtido para B6. Não houve alteração dos parâmetros APL, DC, NFE, MSF, MSC e MSR entre demais biofertilizantes.

✓ Os teores dos macronutrientes nas folhas de pimenta de cheiro evidenciaram que os tratamentos foram eficientes no fornecimento de nitrogênio, potássio e magnésio, porém, não forneceram fósforo, cálcio e enxofre na quantidade recomendada para a cultura da pimenta de cheiro, com exceção do biofertilizante B4 na frequência 14 para o nutriente enxofre.

✓ Os teores dos micronutrientes nas folhas de pimenta de cheiro evidenciaram que todos os tratamentos na frequência 7 foram eficientes no fornecimento de cobre na quantidade recomendada para a cultura da pimenta de cheiro, assim como B2, B4, B5, B6 e B7 na frequência 14; B1, B3, B6 e B7 na frequência 21 e; B3 e B4 na frequência 28. Os demais micronutrientes apresentaram teores abaixo do recomendado para a cultura, com exceção do biofertilizante B4 na frequência 14 para o nutriente zinco.

## 8. REFERENCIA

ALFA, M. I.; ADIE, D. B.; IGBORO, S. B.; ORANUSI, U. S.; DAHUNSI, S. O.; AKALI, D. M. Assessment of biofertilizer quality and health implications of anaerobic digestion of effluent of cow dung and chicken droppings. **Renewable Energy**, v. 63, p. 681–686, 2014.

ALVES, J.; FIGUEIREDO, A. M. R.; BOUNJOUR, P. D. S. C. M.; GOMES, M. B. A agricultura familiar em Mato Grosso. **Revista Eletrônica Documento e Monumento**, Cuiabá, v.1, p.69-86, 2009.

ALVES, M. K. **Avaliação da Ação Antiinflamatória e Antidislipidêmica de *Capsicum baccatum* var. *pendulum* L. (Solanaceae) – pimenta dedo-de-moça**. 2006. 30f. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Molecular). Pós-graduação em Biologia Celular e Molecular. Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2006.

ALVES, S. B.; MEDEIROS, M. B.; TAMAI, M. A.; LOPES, R. B. Trofobiose e Microrganismos 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, Viçosa-MG, 32, p. 2011.

ANDRADE, L. T. A. **Processamento de queijo mussarela de leite de búfala com diferentes níveis de gordura e temperados com pequi e pimenta-de-cheiro**. 2008. 63f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Goiana, 2008.

ANJOS, D. B.; RIBEIRO, C. F.; NUNES, T. A.; SILVA, J. Potencial da casca da castanha do Brasil como biofertilizante no cultivo de *Lactuca Sativa* L. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 4, p. 193-199, 2017.

ARAGÃO, M. L.; PONTE, J. J. Uso da manipueira extrato líquido das raízes de mandioca como adubo foliar. **Ciência Agrônômica**, v. 26. n. 1-2, p. 45-48, 1995.

ARAÚJO, E. N.; OLIVEIRA, A. P.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; BRITO, N. M.; NEVES, C. M. L.; SILVA, É. É. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.11, n.5, p.466–470, 2007.

ARAÚJO, G. M.; HARIDASAN, M. Estrutura fitossociológica de duas matas mesófilas semidecíduas, em Uberlândia, Triângulo Mineiro. **Naturalia**, n.22, p.115-129, 1997.

ARAÚJO-JÚNIOR, B. B.; MELO, A. E.; MATIAS, J. N. R.; FONTES, M. A. Avaliação de variedades crioulas de milho para produção orgânica no semiárido potiguar. **Holos**, v. 3, p. 102-108, 2015.

ARAÚJO, M. A. Fundamentos de Agronegócios. **São Paulo: Atlas**, 2007.

ASSIS, B. P. **Efeito de biofertilizante na produção de feijoeiro inoculado com rizóbio e nas propriedades químicas e físicas de um argissolo**. 2013. 109f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Pós-Graduação em Produção Vegetal. Universidade Estadual de Santa Cruz, 2013.

BARBOSA, G.; LANGER, M. Uso de Biodigestores em propriedades rurais: uma alternativa à sustentabilidade rural. **Unoesc & Ciência - ACET**, v.2, p.87-96, 2011.

BARBOSA, R. I.; LUZ, F. J. F.; NASCIMENTO-FILHO, H. R.; MADURO, C. B. Pimentas do gênero *Capsicum* cultivadas em Roraima, Amazônia Brasileira. I. Espécies domesticadas. **Acta Amazônica**, v. 32, n. 2, p. 177-192, 2002.

BASET-MIA, M. A.; SHAMSUDDIN, Z. H. *Rhizobium* as crop enhancer and biofertilizer for increased cereal production. **African Journal of Biotechnology**. v.9, n.3, p.6001-6009, 2010.

BERNERT, M. R.; ESCHEMBAK, V.; JADOSKI, S. O.; LIMA, A. S.; POTT, C. A. Características do pH e condutividade elétrica no manejo de fertirrigação. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava-PR, v.8, n.1, p.80-87, 2015.

BOMFIM; C.A. **Biofertilizante Hortbio®: Características Microbiológicas e Efeito na Qualidade da Alfaca**. 2016. 136f. Dissertação (Mestrado em Biologia Microbiana). Pós-graduação em Biologia Microbiana. Universidade de Brasília, 2016.

BORGES, K. M.; VILARINHO, L. B. O.; MELO-FILHO, A. A.; MORAIS, B. S.; ROGRIGUES, R. N. S. Caracterização morfoagronômica e físico-química de pimentas em Roraima. **Revista Agro@mbiente**, v.9, n.3, p.292-299, 2015.

BRASIL. **Legislação dos Orgânicos. Instrução Normativa nº 46, 2011.**

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto **Radambrasil, folha SB. 20, Purus**. Rio de Janeiro, 561 p. 1978.

CAIXETA, F.; VON PINHO, E.V.R.; GUIMARÃES, R. M.; PEREIRA, P. H. A. R.; CATÃO, H. C. R. M. Physiological and biochemical alterations during germination and storage of habanero pepper seeds. **African Journal of Agricultural Research**, v.9, n.6, p.627-635. 2014.

CAMARGO, M. C. A importância do uso de fertilizantes para o meio ambiente. **Pesquisa & Tecnologia**, v.9, n.2, 4p. 2012.

CAMPOS, M. C. C. **Pedogeomorfologia aplicada a ambientes Amazônicos do Médio Rio Madeira**. 2009. 260p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

CANDIAN, J. S.; FERREIRA, R. P.; MARTINS, R. C.; LORENZETTI, E. R.; BASTIANI, M. L. R. Biofertilizantes na produção e na caracterização das alfases Americana, Crespa e Mimosa. **VÉRTICES (CAMPOS DOS GOITACAZES)**, v. 18, p. 5-270, 2016.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A.; **Agroecologia: alguns conceitos e princípios**. EMATER/PA. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 2004, 24p.

CARDOSO, A. A. S.; SANTOS, J. Z. L.; TUCCI, C. A. F.; BARBOSA, T. M. B. Acúmulo de nutrientes e crescimento da pimenta-de-cheiro em função de doses de calcário. **Agro@ambiente**, v.8, n.2, p.165-174, 2014.

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B.; RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A. **Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2006. 27p. (Embrapa Hortaliças, Documentos 94).

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, Í. H. L.; RODOLFO-JÚNIOR, F.; BECKMANN-CAVALCANTE, M.Z.; SANTOS, G. P. Leaf-macronutrient status and fruit yield of biofertilized yellow passion fruit plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 35, p. 176-191, 2012.

CAVALCANTE, L. F.; CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, I, H, L.; DIAS, T. J. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. Semina: **Ciências Agrárias**, v.31, p.1281-1290, 2010.

CAVALCANTE, L. F.; SILVA, G. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, T. J. ALVES, J. C.; COSTA, A. P. M. Crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, v.4, n.4, p.414-420, 2009.

CERQUEIRA, P. A. **Conservação pós-colheita de pimentas-de-cheiro (*Capsicum chinense*) armazenadas sob atmosfera modificada e refrigeração**. 2012. 80f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Pós-graduação em Produção Vegetal. Universidade Federal do Tocantins, 2012.

CHAPIN, F. S. III. The mineral nutrition of wildplants. Annual. **Review of Ecology and Systematics**, v. 11, p. 233-260, 1980.

COLLARD, F. H.; ALMEIDA, A. de.; 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**, v.7, n.1, p.15-21, 2001.

COSTA, C. S. R.; HENZ, G. P. (Org.) **Pimentas *Capsicum* spp. Botânica. Sistemas de Produção 2**. Brasília: Embrapa Hortaliças. 2007. ISSN 1678 880x. Disponível em: <[http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta\\_capsicum\\_spp/botanica.html](http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/botanica.html)> Acesso em: 02 jul. 2019.

COSTA, L.V.; LOPES, M. T. G.; LOPES, R.; ALVES, S. R. M. Polinização e fixação de frutos em *Capsicum chinense* Jacq. **Acta Amazonica**. v.38, n.2, p.361-364. 2008.

CUNHA, T. J. F.; MADARI, B. E.; BENITES, V. M.; CANELAS, L. P.; NOVOTNY, E. H.; MOUTTA, R. O.; TROMPOWSKY, P.; SANTOS, G. A. Fracionamento químico da matéria orgânica e características de ácidos húmicos de solos com horizonte A antrópico da Amazônia (Terra Preta). **Acta Amazônica**, v. 37, p. 91-98, 2007.

DAMATTO JUNIOR, E. R.; NOMURA, E. S.; SAES, L. A. Experiências com o uso de adubação orgânica na cultura da banana. In: GODOY, L. J. G.; GOMES, J. M. **Tópicos sobre a nutrição e adubação da banana**. Botucatu/SP:FEPAP/UNESP, 2009. 143P.

DAVIS, R. M.; SUBBARAO, K. V.; RAID, R. N.; KURTZ, E. A. 1997. **Compendium of lettuce diseases**. California: Academic Press. 79p.

DECHEN, A. R.; HAAG, H. P.; CARMELLO, Q. A. C. Mecanismos de absorção e de translocação de micronutrientes. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. (Ed.). **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Potafos-CNPq, 1991. p. 79-98.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos essenciais e benéficos às plantas superiores. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006.

DEDINE, G. F. A. **Adubação Verde em Cultivo Consorciado para Produção de Pimenta Biquinho (*capsicum chinense*) em Sistema Orgânico**. 2012. 80f. Dissertação (Mestrado em Ciências agrárias)- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

DIAS, C. N. **Cultivo do morango sob diferentes condições de ambientes e doses de biofertilizante na região do Maciço de Baturité, Ceará**. 2014. 94f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem). Pós-graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal do Ceara, 2014.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; LEAL, M. A. A. SCHIMIDT, L.T. Efeito do biofertilizante líquido na produtividade e qualidade de Alfafa (*Mendicago sativa* L.) no município de Seropédica – RJ. **Revista Agronomia**, v.37, n.1, p.16-22, 2003.

DOMENICO, C. I.; COUTINHO, J. P.; GODOY.; H. T.; MELO, A. M. T. Caracterização agrônômica e pungência em pimenta de cheiro. **Horticultura Brasileira** v. 30, p. 466-472, 2012.

DORNELLES, M. S. **Avaliação do estado nutricional e do controle da mancha angular do feijoeiro pulverizado com biofertilizantes líquidos**. 2005. 133f. (Tese de Doutorado em Produção Vegetal). Pós-graduação em Produção Vegetal. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2005.

DUENHAS, L. H. **Cultivo orgânico de melão: aplicação de esterco e de biofertilizantes e substâncias via fertirrigação**. 2004. 73f. Tese (Doutorado em Agronomia). Pós-graduação em Irrigação e Drenagem. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2004.

EL-SAADY, A. M.; ABDALLA, F. E.; EI-METWALLY, A. E.; SAFINA, S. A.; EI-SAWY, S. S. Influence of magnesium and copper foliar application on wheat yield and quality of grains under sandy soil condition. **Journal of American Science**, v. 9, n. 2, p. 109–115, 2011.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de solos, 1997. 212p.

FAO, “Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT ”. **Production quantity: chillies and pepper green and chillies and pepper dry**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org>>. Acesso em: 22 mar. 2016a.

FAO, “Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT ”. **Area harvest: chillies and pepper green and chillies and pepper dry**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org>>. Acesso em: 22 mar. 2016b.

FAOSTAT (2014) **Área plantada, rendimento e produção de pimentas no Brasil**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 19 de jun. 2017.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL/ FAEPE, 1994. 227p.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 182p.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**/Valdemar Faquin. Lavras: UFLA/FAEPE. Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente, 2005.

FARIA, P. N., LAIA, G. A., CARDOSO, K. A., FINGER, F. L., CECON, P. R. Estudo da variabilidade genética de amostras de pimenta (*Capsicum chinense* Jacq.) existentes num banco de germoplasma: um caso de estudo. **Revista Ciência Agrária**. v. 36, p. 17-22. 2013.

FEBRER M. C. A. Dinâmica da decomposição mesófila de resíduos orgânicos misturados com águas residuárias da suinocultura. **Engenharia Agrícola**, v.10, p.18-30, 2002.

FERNANDES, A. L. T.; TESTEZLAF, R. Fertirrigação na cultura do melão em ambiente protegido, utilizando-se fertilizantes organominerais e químicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.1, p. 45-50, 2002.

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

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

FLORES, R. A.; ALMEIDA, T. B. F.; POLITI, L. S.; PRADO, R. de M.; JOSÉ C.; BARBOSA, J. C. Crescimento e desordem nutricional em pimenteira-malagueta cultivada em soluções nutritivas suprimidas de macronutrientes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 1, p. 104-110, 2012.

FORNARI, E. **Manual prático de agroecologia**. São Paulo: Aquariana, 2002, 321p.

FRAIFE-FILHO, G. A. **Pimenta**. Ilhéus: CEPLAC/CEPEC, 2010. 2 p.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS/CETEC. **Estado da arte da digestão anaeróbia**. Belo Horizonte, 1982.

FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R.; RESENDE, A. V.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252P.

GÓMEZ, L. B.; FREGOSO, M. S.; VILLARREAL, V. C.; COHUO, E. V.; PÉREZ, G. P. Correlación y calibración del análisis de fósforo en suelos de Yucatán, México, para el cultivo de chile habanero. **Agrociência**, v.42, p.21-27, 2008.

GONÇALVES, A. N. **Fatores para o Fatores limitantes para o crescimento e desenvolvimento de árvores em regiões áridas e semi-áridas do nordeste.** Série Técnica IPEF, Piracicaba, v. 3, n. 10, p. 99 – 105, 1982.

GONÇALVES, M. M.; SCHIEDECK, G.; SCHWENGBER, J. E. **Produção e Uso de Biofertilizantes em Sistemas de Produção de Base Ecológica.** Pelotas: Embrapa, 2009. (Circular Técnica 78) Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/747044/1/Circular78.pdf>>. Acessado em 03 jul. 2019.

GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S. Nutrição do cafeeiro: extração de nutrientes, calagem e gessagem nas fases de plantio, formação e produção. In: GUIMARÃES, R.J. et al. **Cafeicultura.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. p.194-234.

HANEKLAUS, S.; BLOEM, E.; SCHNUG, E.; KOK, L. J. de; STULEN, I. Sulfur. In: BARKER, A. V., PILBEAM, D. J. (Eds.), **Handbook of plant nutrition.** CRC Press, Boca Raton. 2007. 662p.

HENZ, G. P. Encontro nacional do agronegócio pimentas (*capsicum* spp.), 1.; Mostra nacional de pimentas e produtos derivados, 1, 2004, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2004.

HERMANN, M. Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). In: HERMANN, M.; HELLER, J. (Eds.). **Andean roots and tubers:** ahupa, arracacha, maca and yacon. Roma: IPGRI, 1997. p.75-172.

JIMÉNEZ, E. I.; GARCIA, V. P. Evaluation of city refuse compost maturity: A review. **Biological Wastes.** v. 27, n 2, p.115-142, 1989.

KHATOUNIAN, C. A. **A reestruturação ecológica da agricultura.** Botucatu: Agroecologia, 2001, 333p.

KIRKBY, E.A.; RÖMHELD, V. Micronutriente na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. International Plant Nutrition Institute. **Informações Agronômicas,** v. 118, p. 1-24, 2007.

KUPPER, K. C.; GIMENES-FERNANDES, N.; GOES, A. Controle biológico de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da queda prematura dos frutos cítricos. **Fitopatologia Brasileira,** v.28, n.3, p.113-142. 2006.

LANNES, S. D.; FINGER, F. L.; SCHUELTER, A. R.; CASALI, V. W. D. Growth and quality of Brazilian accessions of *Capsicum chinense* fruits. **Scientia Horticulturae,** v. 112, p. 266-270, 2007.

LARA, F. M.; MACHADO, I. E.; ARJONA, R. P.; LAU, N. R.; GUZMÁN-ANTONIO, A.; ESTEVEZ, M. M. Influence of nitrogen and potassium fertilization on fruiting and capsaicin content in habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). **Hort Science,** v.43, p.1549-1554, 2008.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal.** cap. 3. 2000. 478 p.

LIMA, A. M. L. P.; HAAG, H. P. Nutrição mineral de plantas ornamentais XII: Deficiências de N, P, Ca, Mg, S e B em crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* cv golden polaris). **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, 1987, v. 44, n. 2, p. 1001-1024.

LIMA, H. N.; MELLO, J. W. V.; SCHAEFER, C. E. G. R.; KER, J. C.; LIMA, A. M. N. Mineralogia e química de três solos de uma topossequência da Bacia Sedimentar do Alto Solimões, Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p. 59-68, 2006.

LIMA, L. S. L. **Estudo socioeconômico da pimenta malagueta na região sudoeste da Bahia**. 2012. 58f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Pós-graduação em Agronomia. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2012.

LUDKE, I.; SOUZA, R. B.; RESENDE, F. V.; DELVICO, F. M. S.; MEIRELLES, S. M.; BRAGA, D.O. Produção orgânica de alface americana fertirrigada com biofertilizantes em cultivo protegido. In: 49. Congresso Brasileiro de Olericultura, 2009, Águas de Lindóia/SP. **Horticultura Brasileira** (Impresso). Campinas/SP: Associação Brasileira de Horticultura, 2009. v.27. p.3370-3377.

LUND, Z. F.; DOSS, B. D. Residual effects of dairy cattle manure on plant growth and soil properties. **Agronomy Journal**, Madison, v. 72, n. 1, p. 123-130, 1980.

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M. G (Coord). **Fisiologia vegetal**, v. 1. São Paulo: EPU. ed. USP, p.331-350, 1979.

MAGRINI, F. E. **Avaliação microbiológica, macro e micronutrientes de diferentes fases de maturação do biofertilizante Bokashi**. 2008. 50f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul, 2008.

MAGRINI, F. E.; CAMATTI-SARTORI, V., FINKLER, R., TORVES, J.; VENTURIN, L. Características químicas e avaliação microbiológica de diferentes fases de maturação do biofertilizante Bokashi, **Revista Agrarian**, v.4, n.12, p.146-151, 2011.

MALAVOLTA E. 1980. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres. 251p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 201p.

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: 27 de jun de 2019.

MARROCOS, S. T. P. **Composição de biofertilizantes e sua utilização via fertirrigação em meloeiro**. 2011. 62f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2011.

MARROCOS, S. T. P.; NOVO-JUNIOR, J.; GRANGEIRO, L. C.; AMBROSIO, M. M. Q.; CUUNHA, A. P. A. 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**. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed London: Elsevier, 2012. 643p.

MASS, E. V.; HOLFMAN, G. J. Crop salt tolerance. In: TANJI, K. K. Agricultural salinity assessment and management manual. **New York: Asce**, v. 13, p. 262 – 304, 1990.

McDOUGALL, G. J.; MORRISON, I. M.; STEWART, D.; HILLMAN, J. R. Plant cell walls as dietary fibre: range, structure, processing and function. **Journal Science Food Agriculture**, London, v. 70, n. 2, p. 133-150, 1996.

MEDEIROS, D. C. de.; LIMA, B. A. B. de.; BARBOSA, M. R.; ANJOS, R. S. B. do.; BORGES, R. D.; CAVALCANTE NETO, J. G.; MARQUES, L. F. Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 433-436, 2007.

MEDEIROS, M. B.; WANDERLEY, P. A.; FRANKLIN, F.; FERNANDES, F. S.; ALVES, G. R.; DANTAS, P.; CORDÃO, R. P.; XAVIER, W. M. R.; LEAL-NETO, J. S. Uso de biofertilizantes líquidos no manejo ecológico de pragas agrícolas. In: Encontro temático meio ambiente e educação ambiental da UFPB, 2., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, p.19-23, 2003.

MEDEIROS, M. B.; WANDERLEY, P. A.; ARAÚJO, W. M. J.; Biofertilizantes Líquidos: Processo trofobiótico para proteção de plantas em cultivos orgânicos. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**. Edição n. 31, 2003.

MEIRELLES, L.; BRACAGIOLI-NETO, A.; MEIRELLES, A. L.; GONÇALVES, A; GUAZZELLI, M. J.; VOLPATO, C.; BELLÉ, N. **Biofertilizantes enriquecidos: caminho da nutrição e proteção das plantas**. Ipê: Centro de Agricultura Ecológica, CAE Ipê. 1997. 12p.

MELO-NETO, M. P.; LEITE, F. F.; ALMEIDA, K. M.; ARAÚJO, J. V.de. **Manipueira – de poluidor ambiental a fertilizante natural**. Lajedo, 2014.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. **Principles of plant nutrition**. 5. ed. Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. **Principles of plant nutrition**. 5. ed. Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849p. MEURER, E. J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de Plantas**. SBCS, 2006. p. 281-298.

MERHAUT, D. J. Magnesium. In: BARKER A. V.; PILBEAM, D. J. (Eds.), **Handbook of plant nutrition**. CRC Press: Boca Raton. 2007.

MEURER, E. J. **Fundamentos de Química do Solo**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2a. Ed. Genesis, 2004.

MÓGOR, A. F.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; MÓGOR, G. Aplicação foliar de extrato de alga, ácido L- glutâmico e cálcio em feijoeiro. **Scientia Agrária**. v.9, n.4, p.431-437, 2008.

MOHAMMED, A. S.; ABDEL-MONEM, M. A.; KHALIFA, H. E.; BEIDER, M.; EL GHANDOUR, I. A.; GALAL, Y.G.M. Using biofertilizers for maize production: response and economic return under different irrigation treatments. **Journal of Sustainable Agriculture**, v.19, n.1, p.41-48, 2001.

MORAES, D. P.; CAMPELO, D. H.; NASCIMENTO, I. B.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, S. S. V.; ALMEIDA, J. L. **Determinação da área foliar de diferentes culturas em dois solos e irrigadas com água salinas**. In: IV Workshop internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação, Fortaleza- CE, 2012.

MORAES, R. M. D. **Produção orgânica de cebola**. 2009. 57f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, 2009.

MOREIRA, A.; TEIXEIRA, P. C.; ZANINETTI, R. A.; PLÁCIDO-JUNIOR, C. G. **Fertilizantes e corretivo da acidez do solo em pimenta de cheiro (*Capsicum chinense*) cultivada no Estado do Amazonas (1ª aproximação)**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2010 (Série Documentos).

MOREIRA, G. R.; CALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H.; RIBEIRO, C. S. C. Espécies e variedades de pimenta. **Informe Agropecuário**, v.27, n.235, p.16-29, 2006.

MOREIRA, V. O. G. **Aplicações de Zinco e Boro em Milho Cultivado em Cabissolo da Chapada do Apodi-CE**. 2017. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Pós-graduação em ciência do solo. Universidade Federal do Ceará. 2017.

MUKHOPADHYAY, M.; SHARMA, A. Manganese in cell metabolism of higher plants. **Botanical Review**, v. 57, p. 117-149, 1991.

NASCIMENTO-FILHO, H. R.; BARBOSA, R. I.; LUZ, F. J. F. Pimentas do gênero *Capsicum* cultivadas em Roraima. **Acta Amazônica**, v. 37, p. 561-568, 2007.

NASCIMENTO, F. K. S. do. **Eficiência de uso de nitrogênio em milho sob aplicação de biofertilizante com noni e rizobactérias**. 2016. 56f. Dissertação (Mestrado em agroecologia). Pós-graduação em Agroecologia. Universidade Estadual do Maranhão, 2016.

NASCIMENTO, J. A. M.; ALVES, G. S.; SANTOS, D.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, T. A. G. **Teores foliares de manganês, zinco e sódio no pimentão cultivado em solo tratado com biofertilizantes**. In: 46º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2006, Goiânia. Revista da Associação Brasileira de Horticultura. Brasília: Sociedade de Olericultura do Brasil, 2006. v.24.

NILWIK, H. J.M. Growth analysis of sweet pepper (*Capsicum annum* L.) and interacting effects of irradiance, temperature and plant age in controlled conditions. **Annals of Botany**, v. 48, p.137-145, 1981.

NOBILE, F.O. de; GALBIATTI, J.A.; MURAISHI, R.I.; RIBEIRO, A.G.; FREDDI, O.S. Quantificação de macronutrientes no solo e em folhas de cana-de-açúcar em função de doses de resíduo da mineração de bauxita. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.1, p.168-178, 2010.

OGBO, F. C. Conversion of cassava wastes for biofertilizer production using phosphate solubilizing fungi. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 11, p. 4120-4124, 2010.

OKA, J. M. **Crescimento e acúmulo de nutrientes em pimenteira-de-cheiro (*capsicum chinense jacquin*) cv. lupita, em Manaus, AM.** 2017. 113f. Tese (Doutorado em Agronomia Tropical). Pós-graduação em Agronomia Tropical. Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

OLIVEIRA, A. M. C. de. **Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante in vitro e atividade antifúngica de pimentas do gênero *Capsicum* spp.** 2011. 81f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição). Pós-graduação em Alimentos e Nutrição. Universidade Federal do Piauí, 2011.

OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E.; MARCIANO, C. R. ABREU JUNIOR, C. H. Alterações em atributos químicos de um Latossolo pela aplicação de composto de lixo urbano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 4, p. 529-538. 2002.

OLIVEIRA, F. L. N.; STAMFORD, N. P.; NETO, D. S.; OLIVEIRA, E. C. A.; OLIVEIRA, W. S.; SILVA SANTOS, C. E. R. Effects of biofertilizers produced from rocks and organic matter, enriched by diazotrophic bacteria inoculation on growth and yield of sugarcane. **Australian Journal of Crop Science**. v. 9, n. 6, p. 504-508, 2015.

OLIVEIRA, I. P.; SOARES, M.; MOREIRA, J. A. A.; ESTRELA, M. F. C.; DAL´ACQUA, F. M.; PACHECO-FILHO, O. **Resultados técnicos e econômicos da aplicação de biofertilizante bovino nas culturas de feijão, arroz e trigo.** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1986. 24 p. (Circular Técnica, 21).

OLIVEIRA, J. R. de. **Uso de biofertilizantes na produção de pimenta Dedo de Moça.** 2012. 62f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Pós-graduação em Agronomia – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2012.

OLIVEIRA, J. R.; GOMES, R. L. F.; ARAÚJO, A. S. F.; MARINI, F. S.; LOPES, J. B.; ARAÚJO, R. M. Estado nutricional e produção da pimenteira com o uso de biofertilizantes líquidos. **Agriambi**, v.18, n.12, p.1241-1246, 2014.

OLIVEIRA, M. I.; CASTRO, E. M.; COSTA, L. C. B.; OLIVEIRA, C. Características biométricas, anatômicas e fisiológicas de *Artemisia vulgaris* L. cultivada sob telas coloridas. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, v.11, n.1, p.56-62, 2009.

OLIVEIRA, V. R.; ANDRIOLO, J. L.; BISOGNIN, D. A.; PAULA, A. L.; TREVISAN, A. P.; ANTES, R. B. Qualidade de processamento de tubérculos de batata produzidos sob diferentes disponibilidades de nitrogênio. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p.660-663, 2006.

PAES, L.S.O.P. **Biofertilizantes e defensivos naturais na agricultura orgânica**, 2015 Disponível em: <[http://web.ademadan.org.br/wpcontent/uploads/2015/12/CartilhaBiofertilizantes-e-defensivos-naturais-na-agriculturaorg%C3%A2nica\\_ADEMADAN\\_site.pdf](http://web.ademadan.org.br/wpcontent/uploads/2015/12/CartilhaBiofertilizantes-e-defensivos-naturais-na-agriculturaorg%C3%A2nica_ADEMADAN_site.pdf)>. Acesso em: 11 de mar. 2019.

PADUA, J. B.; SCHLINDWEIN, M. M.; GOMES, E. P. Agricultura familiar e produção orgânica: uma análise comparativa considerando os dados dos censos de 1996 e 2006. **Interações (UCDB)**, v. 14, p. 225-235, 2013.

PARE, T.; DINEL, H.; SCHINITZER, M.; DUMONTET, S. Transformations of carbon and nitrogen during composting of animal manure and shredded paper. **Biology and fertility of soils**. v.26. p.173-178, 1998.

PINHEIRO, S.; BARRETO, S. B. **MB-4 Agricultura sustentável, trofobiose e biofertilizantes**. Blumenau. Cooperativa Ecológica Colmeia, 1996.

PINHEIRO, S.; BARRETO, S. B. **MB-4 Agricultura sustentável trofobiose e biofertilizantes**. Fundação Juquira Candiru, MIBASA, 6ª ed. 269 p., 2000.

PINHEIRO, S.; BARRETO, S. B. **MB-4 agricultura sustentável, trofobiose e biofertilizantes**. Alagoas: MIBASA, 2000. 273 p.

PINTO, M. G.; BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S. Potencial produtivo de 40 genótipos de arroz inundado em solo pobre, sem adição de N. **Agronomia**, v. 35, p. 43-46, 2001.

PRADO, R.M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 417p.

PRATES, H. S.; MEDEIROS, M. B. MB-4. Entomopatógenos e biofertilizantes na citricultura orgânica. Campinas: SAA/ **Coordenadoria de defesa Agropecuária**. 2001.

QUESADA, C. A.; LLOYD, J.; ANDERSON, L. O.; FYLLAS, N. M.; SCHWARZ, M.; CZIMCZIK, C. I. Soils of Amazonia with particular reference to the Rain for sites. Biogeosciences Discussion, **München**, v. 6, n. 2, p. 3851–3921, 2009.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1991. 343 p.

REGO, E. R.; SILVA, D. F.; RÊGO, M. M.; SANTOS, R. M. C.; SAPUCAY, M. J. L. C.; SILVA, D. R. Diversidade entre linhagens e importância de caracteres relacionados à longevidade em vaso de linhagens de pimenteiras ornamentais. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, 16:165-168, 2011.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Capsicum: pimentas e pimentões no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, Comunicação para transferência de tecnologia/ EMBRAPA hortaliças, 2000. 113 p.

REIFSCHNEIDER, F. J. B.; NASS, L. L.; RIBEIRO, C. S. C. 2014. Establishment of a habanero-type pepper (*Capsicum chinense*) synthetic base population. In: **International pepper conference**, 22. Book of abstracts. Viña del Mar: Serie Actas INIA N° 55, p.28

RHOADES, J. D; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Tradução de H. R. GHEYI, J. R. de SOUSA, J. E. QUEIROZ. Campina Grande, UFPB, 1992. 117p.

RIBAS, M. M. F.; CEREDA, M.P.; VILLAS BOAS, R.L. Use of cassava wastewater treated anaerobically with alkaline agents as fertilizer for maize (*Zea mays* L.). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.53, p.55-62, 2010.

RIBEIRO, C. S. C.; CARVALHO, S. I. C.; LOPES, C. A.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. 2008. Pimentões e pimentas do gênero *Capsicum*. In: ALBUQUERQUE ACS; SILVA AG (org). **Agricultura tropical - quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica v. 1, p.595-608.

RODOLFO-JUNIOR, F. **Respostas do maracujazeiro-amarelo e da fertilidade do solo com biofertilizantes e adubação mineral com NPK**. 2007. 96f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal da Paraíba. 2007.

RODRIGUES, J. F.; REIS, J. M. R.; REIS, M. A. Utilização de esterco em a adubação mineral na cultura do rabanete. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v.7, n.2, p.160-168, 2013.

RODRIGUES, J. S. **Frequência e doses de biofertilizante na fertirrigação da cultura do milho (*Zea mays* L.) no Vale do São Francisco**. 2014. 72f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Pós-graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2014.

ROSOLEM, C. A.; CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S. Lixiviação de potássio da palhada de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.2, p.355-362, 2003.

RUFINO, J. L. S.; PENTEADO, D. C. S. Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta. **Informe Agropecuário**, v.27, n.235, p.7-15, 2006.

SAIDELLES, F. L. F.; CALDEIRA, M. V. W.; SCHIRMER, W. N.; SPERANDIO, H. V. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira. **Ciências Agrárias**, v.30, n.1, p.1173-1186, 2009.

SAMPAIO, B. S. **Biofertilizantes na produção de alface**. 2013. 85f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical). Pós-graduação em Agricultura Tropical. Universidade Federal Espírito Santo, 2013.

SANTOS, A. C. V. Biofertilizantes líquidos: o defensivo agrícola da natureza. 2 ed., **Revista Niterói: EMATER – RIO**, 162p. Agropecuária Fluminense, v.8. 1992.

SANTOS, A. C. V. A ação múltipla do biofertilizante líquido como ferti fitoprotetor em lavouras comerciais. In: Encontro de processos de proteção de plantas: controle ecológico de pragas e doenças, 1., 2001, Botucatu. **Resumos...** Botucatu. Agroecológica, 2001. p. 91-96.

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

SANTOS, A. C. V.; SAMPAIO, H. N. Efeito do biofertilizante líquido obtido a partir da fermentação anaeróbia do esterco bovino, no controle de insetos prejudiciais à lavoura de

citros e seus inimigos naturais. In: SEMINÁRIO BIENAL DE PESQUISA, 1993, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: Seropédica:/UFRJ, 1993. p. 34.

SANTOS, A. J.; MONÇÃO, O. P.; RIBEIRO, P. R. C. C.; AMARAL, R. F.; REIS, T. C. Efeito da aplicação foliar de biofertilizante na cultura da alface crespa veneranda (*Lactuca sativa* L.). **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer** - Goiânia, v. 9, n. 17; p. 2013.

SANTOS, J. W. G.; HERNANDEZ, F. F. F.; AQUINO, B. F.; SILVA, F. N.; ANJOS, D. C.; FERREIRA, J. T. P. Respostas da bananeira (*Musa* sp.), cultivar Pacovan em sistemas de manejo com aplicação de fertilizante mineral e biofertilizante. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 4, p. 142-152, 2014.

SEBRAE. 2013. **Cartilha selo da agricultura familiar**. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/setor/carne/Cartilha%20Selo%20Agricultura.pdf>>. Acesso em 14 de março de 2019.

SENGIK, E. S. **Os macronutrientes e os micronutrientes das plantas**. 2003. Disponível em: <<http://www.dzo.uem.br/disciplinas/Solos/nutrientes.doc>>. Acesso em: 23 jul.2019.

SILVA, A. F.; PINTO, J. M.; FRANÇA, C. R. R. S.; FERNANDES, S. C.; GOMES, T. C. A.; SILVA, M. S. L; MATOS. A. N. B. **Preparo e uso de biofertilizantes líquidos**, Petrolina, PE, 2007, 4 p.(comunicado técnico).

SILVA, E. N.; SILVEIRA, J. A. G.; FERNANDES, C. R. R.; DUTRA, A. T. B.; ARAGÃO, R. M. Acúmulo de íons e crescimento de pinhão manso sob diferentes níveis de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, p. 240-246, 2009.

SILVA, F. A. M.; VILLAS-BOAS, R. L.; SILVA, R. B. Resposta da alface à adubação nitrogenada com diferentes compostos orgânicos em dois ciclos sucessivos. **Acta Scientiarum. Agronomy**. v. 32, n. 1, p. 131-137, 2010.

SILVA, M. A. G.; BOARETTO, A. E.; MURAOKA, T.; FERNANDES, H. G.; GRANJA, F. A.; SCIVITTARO, W. B. Efeito do nitrogênio e potássio na nutrição do pimentão cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 913-922, 2001.

SILVA, M. L. da. **Uso de biofertilizante e substratos alternativos no desenvolvimento de *Capsicum chinense***. 2017. 25f. Monografia (Graduação em Agronomia) Universidade Federal do Maranhão, 2017.

SILVA, R. A.; FÉLIX, K. K. F.; SOUZA, M. J. J. B.; SIQUEIRA, E. S. A Gestão dos Resíduos Sólidos no Meio Rural: O Estudo de um Assentamento da Região Nordeste do Brasil. **Gestão e Sociedade** (UFMG), v. 8, p. 593-613, 2015.

SOUSA, L. B.; NÓBREGA, R. S. A.; LUSTOSA, J. F.; AMORIM, S. P. N.; FERREIRA, L. V. M.; NÓBREGA, J. C. A. Cultivo de *Sesbania virgata* (Cav. Pers) em diferentes substratos. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 58, n. 3, p. 240-247, 2015.

SOUSA, M. M. M.; LÉDO, F. J. S.; PIMENTEL, F. A. Efeito da adubação e do calcário na produção de matéria seca e de óleo essencial de pimenta-longa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 405-409, 2001.

SOUZA, J. A. R.; MOREIRA, D. A.; FERREIRA, P. A.; MATOS, A. T. Avaliação de Frutos de Tomate de Mesa Produzidos com Efluente do Tratamento Primário da Água Residuária da Suinocultura. **REVENG, Engenharia na Agricultura**, v. 18, n. 3, p. 198-207, 2010.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de Horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564 p.

SOUZA, S. de O.; SILVA, A. P. B. da; SILVA, R. M. da; OLIVEIRA, L. C. de; GOVEIA, D.; BOTERO, W. G. Resíduos de casas de farinha do agreste alagoano: perspectivas de utilização. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 9, n. 1, p. 65-73, 2015.

TANAKA, M. T.; SENGIK, E.; SANTOS, H. S.; HABEL-JÚNIOR, C.; SCAPIM, C. A. S. L.; KVITSCHAL, M. V.; ARQUEZ, I. C. Efeito da aplicação foliar de biofertilizantes, bioestimulantes e micronutrientes na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 315-321, 2003.

TEDESCO, M. J.; BOHNEM, H.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 174p. (Boletim Técnico, 5). 1995.

TESSEROLI-NETO, E. A. **Biofertilizantes: Caracterização Química, Qualidade Sanitária e Eficiência em Diferentes Concentrações na Cultura da Alface**. 2006. 52f. Dissertação (Mestrado em Ciência do solo) - Pós-graduação em Ciência do solo. Universidade Federal do Paraná, 2006.

THIES, J. E.; WOOMER, P. L.; SINGLETON, P. W. Enrichment of Bradyrhizobium spp. populations in soil due to cropping of the homologous host plant. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 27, p. 633-636, 1995.

TIMM, P. J.; GOMES, J. C. C.; MORSELLI, T.B. Insumos para agroecologia: Pesquisa em vermicompostagem e produção de biofertilizantes líquidos. **Revista Ciência & Ambiente**, v. 29, 2004.

TRANI, P. E.; TERRA, M. M.; TECCHIO, M. A.; TEIXEIRA, L. A. J.; HANASIRO, J. **Adubação Orgânica de Hortaliças e Frutíferas**. IAC. Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas, SP. 2013.

TRAZZI, P. A.; CALDEIRA, M.V.W.; COLOMBI, R.; PERONI, L.; GODINHO, T. O. Estercos de origem animal em substratos para a produção de mudas florestais: atributos físicos e químicos. **Scientia Forestalis**, v. 40, p. 455-462, 2012.

VALARINI, P. J.; RESENDE, F. V. **Sustentabilidade do manejo orgânico e convencional na produção de hortaliças do Distrito Federal**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 12p.

VELOSO, C. A. C.; MURAOKA, T.; MALAVOLTA, E.; CARVALHO, J. G. Deficiências de micronutrientes em pimenteira do reino (*Piper nigrum*, L.). Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília-DF, v. 33, n.11, p. 1883-1888, 1998.

VENTURA, J. A.; COSTA, H.; SANTANA, E. N.; MARTINS, M. V. V.; Diagnóstico e Manejo das Doenças do Cafeeiro Conilon (*Coffea canephora*). In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G. & MUNER, L. H.; **Café Conilon**. 1ª Ed., pag 453-497 – Vitória, ES: Incaper, 2007.

VIANA, J. V.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, V. F. SANTOS, G. P. ARAÚJO FILHO, J. O. Produção de cenoura (*Daucus carota* L.) sob diferentes fontes de adubação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43, 2003, **Anais...** 2003, p.23.

VIÉGAS, I. J. M.; SOUSA, G. O. SILVA; A. F. CARVALHO, J. G. LIMA, M. M. **Composição mineral e sintomas visuais de deficiências de nutrientes em plantas de pimenta-longa (*Piper hispidinervum* C. DC.).** *Acta Amazônia*. v. 43, n. 1, p. 43-50, 2013.

VITTI, G. C.; LIMA, E; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: Fernandes, M. S. (Org.). Nutrição mineral de plantas. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2006, v, p. 299-325.

WEBER, H.; SREENIVASULU, N.; WESCHKE, W. Molecular physiology of seed maturation and seed storage protein biosynthesis. In: PUA, E.C.; DAVEY, M.R. (Eds.) **Plant Developmental Biology: Biotechnological Perspectives**. Berlin, Heidelberg: Springer, v. 2, p. 83-104, 2010.

WECKNER, F. C.; CAMPOS, M. C. C.; MANTOVANELLI, B. M.; CUNHA, J. M. Efeito da aplicação de biofertilizantes à base de esterco bovino fresco no crescimento de pimenta de cheiro (*Capsicum Chinense* Jacq.). **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 1, p. 1-10, 2018.

WIMMER, M. A.; EICHERT, T. (2013). Review: mechanisms for boron deficiency-mediated changes in plant water relations. **Plant science**, v. 203, p.25-32.

XAVIER, C. V. **Influência do boro no crescimento e acúmulo de nutrientes em porta-enxertos de caramboleira**. 2014. 62f. Dissertação (mestrado em Agronomia) - Pós-graduação em Agronomia – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2014.

YRUELA, I. Cooper in Plants. **Braz. J. Plants Physiol.** v. 17, n.1, p. 145-156, 2005.

ZANCANARO, R. D. **Pimentas: tipos, utilização na culinária e funções no organismo**. **Universidade de Brasília**. 2008. 43p. Monografia (Curso de Especialização em Gastronomia e Saúde). Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, 2008.