

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

FRANCISCA ROBEVANIA MEDEIROS BORGES

**CULTIVO DO PIMENTÃO SOB ÁGUA TRATADA POR ENERGIZAÇÃO E DOSES
DE BIOFERTILIZANTE**

FORTALEZA

2012

FRANCISCA ROBEVANIA MEDEIROS BORGES

CULTIVO DO PIMENTÃO SOB ÁGUA TRATADA POR ENERGIZAÇÃO E DOSES DE
BIOFERTILIZANTE

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola.
Área de concentração: Irrigação e Drenagem

Orientador: Prof. Dr. Thales Vinicius de Araújo Viana
Coorientadora: Prof. Dr^a. Albanise Barbosa Marinho

FORTALEZA

2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- B731c Borges, Francisca Robevania Medeiros.
 Cultivo do pimentão sob água tratada por energização e doses de biofertilizante / Francisca Robevania Medeiros Borges. –
 2012.
 97 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2012.
 Área de Concentração: Irrigação e Drenagem.
 Orientação: Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo
 Viana. Coorientação: Profa. Dra. Albanise
 Barbosa Marinho.
1. Adubos e fertilizantes orgânicos. 2. Pimentão - Irrigação. I. Título.

FRANCISCA ROBEVANIA MEDEIROS BORGES

CULTIVO DO PIMENTÃO SOB ÁGUA TRATADA POR ENERGIZAÇÃO E DOSES DE
BIOFERTILIZANTE

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola.
Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Aprovada em: ____ de _____ de 2012.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Thales Vinicius de Araújo Viana (Orientador)
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof^a. Dr^a. Albanise Barbosa Marinho (Coorientadora)
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB

Prof. Dr. Luis Gonzaga Pinheiro Neto (Conselheiro)
Instituto Federal de Roraima - IFRR – Campus Amajari

Prof. Dr. Manuel Antônio Navarro Vasquez (Conselheiro)
Instituto Federal do Ceará – Campus Sobral – IFCE

Aos meus pais Antônio Robério Borges e Valdenia Medeiros Borges, por serem orgulho e inspiração da minha vida, e sem os quais não teria alcançado tamanha vitória. Às minhas irmãs Valdeliz Neta, Valeska e Valéria, que também são o meu porto seguro. Pelo grande amor, companheirismo e incentivo.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus, porque é Dele cada vitória alcançada em minha vida e posso, tudo posso Naquele que me fortalece.

À Universidade Federal do Ceará, em especial ao Departamento de Engenharia Agrícola – DENA.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro através da concessão da bolsa de estudo.

A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FUNCAP pelo financiamento do projeto.

Ao professor Thales Vinicius de Araújo Viana, pela amizade, atenção, confiança e orientação na realização deste trabalho.

Aos professores Dr^a. Albanise Barbosa Marinho, Dr. Luis Gonzaga Pinheiro Neto e Dr. Manuel Antônio Navarro Vasquez pelo apoio técnico, colaboração e amizade.

Aos mestrandos e doutorandos do DENA – UFC pela amizade, convivência e auxílio.

Ao Grupo de Pesquisa de Agrometeorologia: Carlos Newdmar, Marcelo Lage, Jamille Ricelle, Joaquim Neto, Luiz Alves, Elayne Cristina, Geocleber Gomes, Laís Monique, Keivia Lino, Ana Paula Guimarães, Monikuelly Mourato, Inez Gifone, Wanderley Guimarães, Mário de Oliveira Neto, André Rufino, Lilian, Liliane e Aglodoaldo Junior.

Aos funcionários da Estação Agrometeorológica da UFC pelo apoio na condução desta pesquisa. Em especial ao Sr. Calixto (*in memorian*).

Aos meus familiares que tanto contribuíram nesta caminhada e que dividem comigo esta alegria. São ícones essenciais em minha vida, me conduziram na formação do meu caráter e dos valores humanos. Em especial ao tio Gilson Cruz (*in memorian*).

À Émerson Santana, porque as alegrias de hoje também são tuas, pois o teu amor, estímulo e carinho, também foram armas nessa vitória.

Aos amigos Clayton Moura de Carvalho, Helion Vidal Cavalcante Junior (*in memorian*), Christlene Nojosa, Daniele Araújo e Frederico Bandeira.

À todas as pessoas que sempre me incentivaram com votos de plena confiança, deixo os agradecimentos de uma verdadeira amizade.

“Cem vezes por dia eu me lembro de que minha vida interior e exterior dependem do trabalho de outros homens, que estão vivos e mortos, e que eu devo me esforçar para me manifestar na mesma medida em que recebi.”

- Albert Einstein

RESUMO

BORGES, Francisca Robevania Medeiros, Universidade Federal do Ceará. Março de 2012. **Cultivo do pimentão sob água tratada por energização e doses de biofertilizante.** Orientador: Thales Vinícius de Araújo Viana. Coorientadora: Albanise Barbosa Marinho. Conselheiro: Luis Gonzaga Pinheiro Neto. Conselheiro: Manuel Antônio Navarro Vasquez.

A água é um fator essencial na agricultura necessitando-se de novas tecnologias para o uso mais racional deste insumo, e a busca pela sustentabilidade planetária exige cada vez mais a procura por alimentos cultivados sem a degradação do ambiente. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de água energizada e de doses de biofertilizante no crescimento, na produtividade e na pós-colheita da cultura do pimentão híbrido Línea R-F1. A pesquisa foi conduzida em vasos com volume de 40 L, na área experimental da Estação Agrometeorológica pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições sendo a parcela constituída dos tratamentos com água energizada e não energizada e a subparcela, constituída por cinco doses de biofertilizante bovino (0, 250, 500, 750 e 1000 mL planta⁻¹ semana⁻¹). As análises de crescimento altura de planta, diâmetro de caule e número de folhas foram realizadas aos 27, 42, 55, 69, 83, 97, 112 e 173 dias após o transplântio - DAT. A colheita foi realizada semanalmente, sendo a primeira feita aos 85 DAT. As características avaliadas foram: altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), matéria seca da folha (MSF), matéria seca do caule (MSC), peso médio do fruto (PMF), número de frutos por planta (NF), produtividade de frutos por planta (PROD), produtividade (PROD ha⁻¹), comprimento do fruto (CF), diâmetro longitudinal do fruto (DF), espessura da polpa (EP) e sólidos solúveis (SS). Os resultados evidenciaram que a irrigação com água energizada não influenciou significativamente as variáveis de crescimento, de produção e as características de pós-colheita do pimentão híbrido amarelo. A aplicação do biofertilizante diferiu estatisticamente as variáveis de crescimento analisadas, obtendo um comportamento linear crescente com o incremento das doses aplicadas, exceto em AP e MSF. Houve interação significativa entre tratamento de energização da água e DAT para AP, entre doses de biofertilizante e DAT para as variáveis DC e NF. As doses de biofertilizante apresentaram um comportamento linear crescente para as variáveis de produtividade e de pós-colheita, com os maiores valores obtidos na maior dose de biofertilizante aplicada (1000 mL planta⁻¹ semana⁻¹). A produtividade máxima do pimentão

19.045 kg ha⁻¹ obtida a partir da dose de 1000 mL planta⁻¹ semana⁻¹ esteve em conformidade com a produção orgânica, e sendo 55,7% superior à produtividade de 8.444,2 kg ha⁻¹, alcançada com a testemunha.

Palavras-chave: *Capsicum annuum* L., Aquatron, fertilização orgânica.

ABSTRACT

BORGES, Francisca Robevania Medeiros, Universidade Federal do Ceará. March 2012. **Bell Pepper cultivation with energized water and different biofertilizer doses.** Advisor: Thales Vinícius de Araújo Viana. Co-advisor: Albanise Barbosa Marinho. Committee member: Luis Gonzaga Pinheiro Neto. Committee member: Manuel Antônio Navarro Vasquez.

Water is an essential factor in agriculture, which justifies the technological research seeking ways to rationalize its use. This rationalization is even less dispensable when considering the search for planetary sustainability, demanding food grown without environmental degradation. In this context, this study was aimed at evaluating the effect of energized water and different doses of biofertilizer on growth, yield and post-harvest of the Línea R-F1 hybrid bell pepper (*Capsicum annuum* L.). The experiment was conducted in pots with 40 L capacity at the site of the Meteorological Station of the Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará in Fortaleza (CE). The experimental design was that of randomized blocks in split plots with four replicates, with the subplots corresponding to the irrigation with water energized and not energized (treatments) and the plots corresponding to five doses of cattle biofertilizer (0, 250, 500, 750 and 1000 mL plant⁻¹ week⁻¹). Growth analysis of plant height, stem diameter and number of leaves were collected at 27, 42, 55, 69, 83, 97, 112 and 173 days after transplant (DAT). The harvest was carried out weekly, the first being made at 85 DAT. The characteristics evaluated were: plant height (AP), stem diameter (DC), number of leaves (NF), leaf dry matter (MSF), stem dry matter (MSC), average fruit weight (PMF) number of fruits per plant (NF), fruit yield per plant (PROD), productivity (PROD ha⁻¹), fruit length (CF), axial fruit diameter (DF), flesh thickness (EP) and soluble solids (SS). The results showed that irrigation with energized water did not significantly influence either the growth and production variables nor the post-harvest characteristics of the hybrid yellow bell peppers. The application of biofertilizer statistically influenced the analyzed growth variables, obtaining a linear increase with increasing biofertilizer doses, except with AP and MSF. There was significant interaction between energizing water treatment and DAT for AP, and between biofertilizer doses and DAT for the variables DC and NF. Arranging the biofertilizer doses in an increasing order, it corresponded to a linearly corresponding increase in the variables of productivity and post-harvest, with the highest values corresponding to the highest applied biofertilizer dose (1000 mL plant⁻¹ week⁻¹). The maximum bell pepper yield of 19,045 kg ha⁻¹ obtained from the dose of 1000 mL plant⁻¹

week⁻¹, was in accordance with an organic production, and was 55.7% higher than the 8444.2 kg ha⁻¹ yield achieved with the control.

Keywords: *Capsicum annuum L.*, Aquatron, organic fertilization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mudas de pimentão aos 15 dias após o plantio.	29
Figura 2 - Tutoramento das plantas de pimentão. Fortaleza, Ceará, 2011.	30
Figura 3 – Croqui da área experimental	31
Figura 4 - Controle eletrônico (A) e câmara de energia (B) do Aquatron® Green Machine...32	
Figura 5 - Contentor com agitação mecânica (centrífuga motora) para preparo do biofertilizante.....	33
Figura 6 – Tensiômetro instalado com cápsula porosa a 20 cm de profundidade.....	36
Figura 7 – Fruto de pimentão no período de colheita, planta com 85 DAT.....	36
Figura 8 - Trena graduada para mensuração da variável de crescimento altura de planta (A). Paquímetro digital para mensuração da variável de crescimento diâmetro do caule (B). .	37
Figura 9 – Pesagem da matéria fresca do caule.....	38
Figura 10– Extração do suco para mensuração dos sólidos solúveis do fruto de pimentão (A). Refratômetro digital para mensuração dos sólidos solúveis (B).	39
Figura 11 - Paquímetro digital para mensuração da variável espessura da polpa.	39
Figura 12 - Paquímetro digital para mensuração do comprimento de fruto e do diâmetro longitudinal do fruto.	39
Figura 13 – Variação da temperatura máxima média, temperatura média e da temperatura mínima média do ar (°C) durante o período de junho/2011 a novembro/2011 na área experimental. Fortaleza, Ceará, 2011.	42
Figura 14 – Valores mensais de ETo (mm mês ⁻¹), precipitação e lâmina aplicada (mm mês ⁻¹) durante o período de junho/2011 a novembro/2011 na área experimental. Fortaleza, Ceará, 2011.	43
Figura 15 – Altura de plantas aos 173 DAT de pimentão em função das doses de biofertilizante. Fortaleza, Ceará, 2011.....	45
Figura 16 – Altura de plantas de pimentão em função dos DAT (dias após o transplantio) e irrigação com água energizada e não energizada. Fortaleza, Ceará, 2011.	46
Figura 17 – Diâmetro do caule das plantas de pimentão em função das doses de biofertilizante. Fortaleza, Ceará, 2011.....	47
Figura 18 – Diâmetro do caule das plantas de pimentão em função dos DAT (dias após o transplantio) e irrigação com água energizada e não energizada sob doses de biofertilizante. Fortaleza, Ceará, 2011.	47

Figura 19 – Diâmetro do caule das plantas de pimentão em função dos DAT (dias após o transplante) e doses de biofertilizante. Fortaleza, Ceará, 2011.	48
Figura 20 – Número de folhas das plantas de pimentão em função das doses de biofertilizante. Fortaleza, Ceará, 2011.	49
Figura 21 – Número de folhas das plantas de pimentão em função dos DAT (dias após o transplante) e doses de biofertilizante. Fortaleza, Ceará, 2011.	50
Figura 22 – Matéria seca das folhas (MSF) de pimentão aos 173 DAT em função das doses de biofertilizante.	51
Figura 23 – Matéria seca do caule (MSC) de pimentão aos 173 DAT em função das doses de biofertilizante.	52
Figura 24– Teores de C (A), M.O (B), P (C), Mg (D), Na (E), SB (F) e CE (G) no substrato aos 173 DAT em função das doses de biofertilizante.	57
Figura 25 Teores de H+Al(A), CTC (B), K (C) e V (D) no substrato aos 173 DAT em função da irrigação com água energizada e não energizada e das doses de biofertilizante.	59
Figura 26 -Teores de P (A), Mg (B) e S (C) em folhas de pimentão, aos 67 DAT, em função das diferentes doses de biofertilizante, Fortaleza, Ceará, 2011.	62
Figura 27 -Teores de N (A) e P (B) em folhas de pimentão, aos 173 DAT, em função das diferentes doses de biofertilizante, Fortaleza, Ceará, 2011.	63
Figura 28 -Teores de N (A) e Ca(B) em folhas de pimentão em função de irrigação com água energizada e não energizada sob doses de biofertilizante líquido, Fortaleza, Ceará, 2011.	65
Figura 29 -Teores de K ($g\ kg^{-1}$) em folhas de pimentão em função de irrigação com água energizada e não energizada sob doses de biofertilizante líquido, Fortaleza, Ceará, 2011.	65
Figura 30 -Teores de Na em folhas de pimentão, aos 67 DAT, em função das diferentes doses de biofertilizante, Fortaleza, Ceará, 2011.	68
Figura 31 -Teores de Fe (A) e B (B) em folhas de pimentão, aos 67 DAT, em função das diferentes doses de biofertilizante, Fortaleza, Ceará, 2011.	69
Figura 32 -Teores de Fe (A), Cu (B), Mn (C) e B (D) em folhas de pimentão, aos 67 DAT, em função de irrigação com água energizada e não energizada sob doses de biofertilizante líquido, Fortaleza, Ceará, 2011.	70
Figura 33 -Teores de Zn (A), Cu (B) e Na (C) em folhas de pimentão, aos 173 DAT, em função de irrigação com água energizada e não energizada sob doses de biofertilizante líquido, Fortaleza, Ceará, 2011.	71
Figura 34 – Peso médio do fruto (PMF) de pimentão em função das doses de biofertilizante, Fortaleza, Ceará, 2011.	73

Figura 35 – Número de frutos por planta de pimentão em função das doses de biofertilizante.	74
Figura 36 – Produtividade de frutos por planta (PROD) de pimentão em função das doses de biofertilizante, Fortaleza, Ceará, 2011.....	76
Figura 37 – Produtividade de frutos (PRODT) de pimentão em função das doses de biofertilizante, Fortaleza, Ceará, 2011.....	77
Figura 38 – Comprimento do fruto (CF) de pimentão em função das doses de biofertilizante, Fortaleza, Ceará, 2011.....	78
Figura 39 – Diâmetro do fruto (DF) de pimentão em função das doses de biofertilizante, Fortaleza, Ceará, 2011.....	79
Figura 40 – Espessura da polpa (EP) do fruto de pimentão em função das doses de biofertilizante, Fortaleza, Ceará, 2011.....	80
Figura 41 – Sólidos solúveis (SS) do fruto de pimentão em função das doses de biofertilizante, Fortaleza, Ceará, 2011.....	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Valores da análise química do substrato da área experimental, na camada de 0 a 0,2 m, Fortaleza, Ceará, 2011.....	29
Tabela 2 – Análise química da água não energizada utilizada para irrigação das plantas de pimentão na área experimental, Fortaleza, CE, 2011.....	29
Tabela 3 – Análise química da água energizada utilizada para irrigação das plantas de pimentão na área experimental, Fortaleza, CE, 2011.....	30
Tabela 4 - Ingredientes do biofertilizante líquido para constituição de 1 m ³	33
Tabela 5 - Características químicas do biofertilizante líquido. Fortaleza - Ceará, 2011.....	34
Tabela 6 – Valores de Kc em função do número de dias após o transplântio (DAT) em condições de campo aberto, com ciclo de 125 DAT.	35
Tabela 7 – Temperatura do ar durante o período experimental, Fortaleza, Ceará, 2011	41
Tabela 8 - Variação da velocidade do vento (m s ⁻¹), precipitação (mm), ETo (mm mês ⁻¹) e lâmina aplicada (mm) durante o período de junho/2011 a novembro/2011 na área experimental., Fortaleza, Ceará, 2011	42
Tabela 9 - Resumo da análise de variância para as características altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF). Fortaleza, Ceará, 2011.....	44
Tabela 10- Resumo da análise de variância para matéria seca das folhas (MSF) e matéria seca do caule (MSC). Fortaleza, Ceará, 2011.	51
Tabela 11 - Resumo da análise de variância para teores de C, M.O., pH, P, K, Ca, Mg, Na, H + Al, SB, CTC, V, PST e CE no substrato ao final do experimento. Fortaleza, Ceará, 2011..	54
Tabela 12 – Valores médios de Ca, Na, SB, PST e CE do substrato ao final do experimento (173 DAT). Fortaleza, Ceará, 2011.	55
Tabela 13 - Resumo da análise de variância para teores de N, P, K, Ca, Mg e S em tecidos vegetais (folha) aos 67 DAT e 173 DAT (dias após o transplântio). Fortaleza, Ceará, 2011. .	60
Tabela 14 – Valores médios de K, Mg e S aos 67 DAT e Mg aos 173 DAT nas folhas de plantas de pimentão em função da irrigação com água não energizada e energizada. Fortaleza, Ceará, 2011.....	61
Tabela 15 -Resumo da análise de variância para teores de micronutrientes em tecidos vegetais (folha) aos 67 DAT (dias após o transplântio). Fortaleza, Ceará, 2011.	67
Tabela 16 –Valores médios de Z e Na aos 67 DAT e Fe, Mn e B aos 173 DAT nas folhas de plantas de pimentão em função da irrigação com água não energizada e energizada. Fortaleza, Ceará, 2011.....	67

Tabela 17-Resumo da análise de variância para peso médio do fruto (PMF), número de frutos por planta (NF) e produtividade (PROD). Fortaleza, Ceará, 2011.....	72
Tabela 18- Resumo da análise de variância para comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF), espessura da polpa (EP) e sólidos solúveis (SS). Fortaleza, Ceará, 2011.....	77
Tabela 19 - Quantidade de nutrientes fornecidos às plantas nas doses de biofertilizante aplicadas	83

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	10
LISTA DE FIGURAS	12
LISTA DE TABELAS	15
1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 A cultura do pimentão	17
<i>2.1.1 Origem e características da cultura</i>	17
<i>2.1.2 Importância econômica</i>	19
2.2 Energização da água	20
2.3 Fertilização Orgânica	22
2.4 Biofertilizantes	24
<i>2.4.1 Biofertilizante enriquecido e sua composição</i>	26
3 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 Localização e caracterização da área experimental	28
3.2 Plantio, adubação e condução da cultura	28
3.3 Delineamento experimental	30
3.4. Energização da água	31
3.5. Constituição e preparo do biofertilizante	32
3.6 Manejo da Irrigação	35
3.7 Colheita	36
3.8 Variáveis analisadas	37
<i>3.8.1 Crescimento</i>	37
<i>3.8.2 Características de produção</i>	38
<i>3.8.3 Características de pós-colheita</i>	38
3.9 Análises estatísticas	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1 Características meteorológicas	41
4.2 Crescimento das plantas	43
<i>4.2.1 Altura de planta</i>	44
<i>4.2.2 Diâmetro do caule</i>	46
<i>4.2.3 Número de folhas</i>	49

4.2.4 Matéria Seca das folhas e do caule	50
4.3 Características químicas do solo	53
4.4 Estado nutricional das plantas	60
4.4.1 Macronutrientes	60
4.4.2 Micronutrientes	66
4.5 Características de produção	72
4.5.1 Peso Médio do Fruto (PMF)	73
4.5.2 Número de frutos (NF)	74
4.5.3 Produção de frutos por planta	75
4.5.4 Produtividade de frutos (PRODT)	76
4.6. Características de pós-colheita	77
4.6.1 Comprimento do fruto (CF)	78
4.6.2 Diâmetro do fruto (DF)	79
4.6.3 Espessura da polpa (EP)	80
4.6.4 Sólidos Solúveis (SS)	81
5 CONCLUSÃO	84
REFERÊNCIAS	85

1 INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum L.*) é uma hortaliça perene, cultivada como cultura anual e encontra-se entre as dez de maior importância econômica no mercado hortifrutigranjeiro brasileiro. Seus frutos são comercializados, principalmente, na coloração verde, vermelha e amarela existindo no mercado ainda um grande número de híbridos coloridos, em cores que variam do marfim ao púrpura.

A demanda por pimentão produzido organicamente vem crescendo em resposta à divulgação frequente, pela mídia, de contaminação do produto por resíduos de agrotóxicos (ANVISA, 2009). O uso dessa tecnologia possibilita a redução do uso de insumos sintéticos visando à produção de alimentos de elevado valor nutricional sem a degradação do meio ambiente. Desse modo, a produção com fertilização orgânica de pimentão constitui um grande desafio para os produtores.

A água, que é um dos fatores essenciais na agricultura, necessita da utilização de novas tecnologias para um uso mais racional deste insumo na busca por sustentabilidade, como a energização pelo sistema Aquatron®. Com esse tratamento a água recebe uma alteração em suas ligações moleculares e assim possibilita uma maior absorção pelas plantas, por tornar-se mais disponível para as mesmas. Este processo, segundo o fabricante, também pode melhorar a disponibilidade de nutrientes na solução do solo para a planta.

Dentre os materiais com uso potencial na nutrição vegetal em um modelo de desenvolvimento sustentável destacam-se os biofertilizantes, que podem ser fabricados pelos agricultores na propriedade, além de apresentarem baixo custo e reduzir o emprego de insumos sintéticos ao solo, às plantas e ao ambiente. É produzido sob fermentação metanogênica anaeróbica ou aeróbica de partes iguais de esterco fresco de bovino e água, ou ainda enriquecido, aumentando a concentração de alguns nutrientes. É uma fonte de macro e micronutrientes e tem exercido efeitos positivos, e já comprovados, na germinação das sementes, nas trocas gasosas (transpiração, fotossíntese e condutância estomática), no crescimento e na produção de plantas. Sendo uma alternativa de baixo custo para o cultivo de hortaliças, em substituição aos insumos convencionais, proporcionando aumento de renda.

A reposição de água e nutrientes é essencial para o desenvolvimento adequado da planta e obtenção de produtividade satisfatória. Assim, pretendeu-se com este trabalho avaliar o efeito da aplicação de água tratada por energização e das doses de biofertilizante no

crescimento das plantas de pimentão, nas características de produtividade e características de pós-colheita da cultura do pimentão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do pimentão

2.1.1 Origem e características da cultura

O centro de origem do pimentão (*Capsicum annuum*, L) é considerado pela maioria dos autores como a região tropical dos continentes americanos, compreendendo o México, a América Central e a América do Sul (TIVELLI, 1998). Segundo Melo (1997), a variabilidade genética no gênero *Capsicum* é ampla, com vasta distribuição geográfica. No Brasil, o pimentão foi bastante apreciado por tribos indígenas brasileiras na época do descobrimento, supondo-se que diversas tribos cultivavam e colhiam devido à grande variabilidade de pimentão nativo (EMBRAPA, 2011). A utilização destas plantas não era apenas condimentar, mas também como substância conservante dos alimentos e para se evitar parasitas intestinais, tão freqüentes na época.

Reifschneider (2000) considera que os frutos do pimenteiro, possivelmente, geraram os primeiros aditivos utilizados pelas civilizações antigas das Américas para a preservação dos alimentos contra contaminação por bactérias e fungos patogênicos, além de proporcionar benefício para o sabor e o aroma.

O pimentão é classificado botanicamente como: Divisão - *Spermatophyta*; Subdivisão - *Angiosperma*; Subclasse - *Malvales-Tubiflorae*; Ordem - *Solanales*; Família - *Solanaceae*; Gênero - *Capsicum*; Espécie - *Capsicum annuum*. Nesta família, estão incluídos onze gêneros de regiões temperadas e tropicais (CASALI; COUTO, 1984). Segundo Nuez *et al.* (1996), a taxonomia dentro do gênero *Capsicum* é complexa, devido à grande variabilidade de formas existentes nas espécies cultivadas e à diversidade de critérios utilizados na classificação. Atualmente cinco espécies são aceitas como cultivadas: *C. annuum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. baccatum* e *C. pubescens*. Dentre essas, apenas *C. pubescens* não é cultivada no Brasil. A espécie mais utilizada, *C. annuum* é a que apresenta maior variabilidade. A esta espécie pertencem os pimentões, algumas cultivares de pimentas e poucas cultivares ornamentais.

A planta é arbustiva, com caule semilenhoso, que pode ultrapassar um metro de altura. No entanto, cultivadas em ambiente protegido, por longos períodos e com rigoroso controle fitossanitário, podem alcançar portes mais elevados (PEREIRA, 1990). As raízes atingem até um metro de profundidade, com pouco desenvolvimento lateral. Suporta uma

carga leve de frutos, mas exige tutoramento dos híbridos, devido à alta produtividade. É uma planta autógama, embora a taxa de cruzamento possa ser elevada, dependendo da ação de insetos polinizadores (FILGUEIRA, 2003).

O processo de ramificação do *Capsicum* segue um único sistema básico: depois que o broto é finalizado por uma flor, novos brotos vegetativos emergem das axilas das folhas que serão condicionados por dominância apical. Após o crescimento dos brotos terem produzido um número específico de órgãos florais, inicia-se uma continuação vegetativa do processo. Este ciclo se repete ao longo do período de crescimento. As flores são solitárias, hermafroditas, e o pedicelo é pendente ou inclinado, na fase de antese. A corola é branca, sem manchas na parte basal dos lóbulos, que são eretos. O cálice não possui constrição na junção com o pedicelo, porém pode apresentar-se enrugado principalmente em populações de fruto largo. Os dentes do cálice resultam do prolongamento das nervuras no próprio cálice e são bastante pronunciados (CASALI; COUTO, 1984).

O fruto é a parte comercial da planta, e caracteriza-se por uma estrutura oca e cheia de ar, composta por um pericarpo espesso, suculento e um tecido placentário onde se encontram anexadas as sementes (GÁZQUEZ, 2006). De acordo com Filgueira (2003), o fruto é uma baga oca de formato cônico ou cúbico, apresenta polpa firme, ampla variação de formas e cores. Entre 100 e 110 dias após a semeadura pode-se iniciar a colheita, a qual se estende por quatro a cinco meses, com produtividade média de 35 a 40 t ha⁻¹. Em ambiente protegido, a colheita pode estende-se até nove meses, porém, a produtividade média eleva-se para 150 toneladas por hectare. Em cultivos orgânicos, a produtividade varia de 25 a 30 toneladas por hectare. É uma cultura de retorno rápido aos investimentos, visto o curto período para o início da produção, por isto é largamente explorada por pequenos e médios horticultores (MARCUSI; BÔAS, 2003).

Outro aspecto indispensável ao cultivo de pimentão é a utilização de sistema de irrigação. A escolha do sistema de irrigação é, portanto, um dos pontos fundamentais para o cultivo do pimentão, sendo a irrigação por gotejamento o método mais indicado, e que propicia irrigação mais econômica ou com menor gasto de água (EMBRAPA, 2011), sob forma pontual, ficando a superfície do solo com área molhada em forma circular e o seu volume molhado com forma de um bulbo (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2009).

O solo mais adequado para o cultivo de pimentão é de textura média, profundo e bem drenado. Para o pimentão, o pH ótimo do solo se situa entre 5,5 a 7,0 (DOORENBOS; KASSAN, 1994).

Para o crescimento vegetativo da planta e produção de frutos de pimentão, faz-se necessário fornecer determinadas quantidades de nutrientes que variam em função do estado fenológico da planta, e a falta de qualquer um dos elementos considerados essenciais podem limitar a sua produção (PRADO, 2008). De acordo com Penteadó (1986) apud Leonel e Tecchio (2009), adubações equilibradas e satisfatórias durante a fase de formação e produtiva da planta são condicionantes de boas safras. Deve-se ressaltar que o nível de utilização efetiva de um nutriente pela planta depende da fonte utilizada na adubação, da época e do local de aplicação, das interações entre nutrientes, dentre outros fatores.

Ressalta-se que cada nutriente tem sua função específica no crescimento e no desenvolvimento vegetal. Os teores médios de N, P e K, nas folhas de pimentão, no início da frutificação, variam de: 30 a 60 g kg⁻¹ para N; 2 a 8 g kg⁻¹ para P e de 25 a 60 g kg⁻¹ para K (REUTER e ROBINSON, 1997; MELO *et al.*, 2000; RIBEIRO *et al.*, 2000).

Para solos de fertilidade mediana ou baixa, na falta de dados experimentais regionais, sugere-se a aplicação de adubos no sulco de transplante das mudas que contêm os seguintes teores (kg ha⁻¹) de macronutrientes: N: 40; P₂O₅: 350-600; K₂O: 120-180 (FILGUEIRA, 2003). Basseto Junior (2003) apud Trani; Tivelli; Carrijo (2011) recomenda a aplicação de 295 kg ha⁻¹ de N; 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅; 514 kg ha⁻¹ de K₂O; 139 kg ha⁻¹ de Ca e 103 kg ha⁻¹ de Mg até os 180 DAT de desenvolvimento da cultura. Devido ao período de colheita prolongado e à elevada produtividade dos híbridos, Filgueira (2003) recomenda complementar com 80-120 kg ha⁻¹ de N e igual dose de K₂O, parcelando-se em 4-6 aplicações.

Fernandes (1971) mostra que o nutriente mais absorvido pelo pimentão é o potássio. O potássio é um elemento essencial na nutrição de plantas, sendo o cátion mais importante nos processos fisiológicos, não somente pela sua concentração nos tecidos vegetais, mas também pelas funções bioquímicas exercidas: ativação enzimática, osmorregulação, fotossíntese e transporte de carboidrato.

2.1.2 Importância econômica

O pimentão é uma cultura de relevante importância econômica, pelo o seu alto valor nutritivo. Os frutos de *Capsicum* são fontes importantes de três antioxidantes naturais: a vitamina C, os carotenóides e a vitamina E (REIFSCHNEIDER, 2000) e ricas em capsaicinóides e compostos fenólicos responsáveis pelo sabor pungente ou picante (CARVALHO; BIACHETTI, 2004). É uma hortaliça perene de clima tropical, cultivada

como cultura anual em todo o território brasileiro e encontra-se entre as dez de maior importância econômica no mercado hortifrutigranjeiro brasileiro, tanto em valor, quanto em volume comercializado (ECHER *et al.*, 2002). Entre as solanáceas, é a terceira mais cultivada, sendo superada apenas pelo tomate (*Lycopersicon esculentum*) e a batata (*Solanum tuberosum* L.). Seus frutos são comercializados, principalmente, na coloração verde, vermelha e amarela (FILGUEIRA, 2003) existindo no mercado ainda um grande número de híbridos coloridos, em cores que variam do marfim ao púrpura.

De acordo com o último censo quinquenal agropecuário divulgado, a maioria dos estados brasileiros produz pimentão, divididos em 28.436 estabelecimentos agropecuários, alcançando produção de 248.767 toneladas de frutos. A maior produção está concentrada na região Sudeste, responsável por uma produção de 120.773 toneladas de frutos. (IBGE, 2006).

Conforme Cobbe (1983), o rendimento dessa cultura no Brasil de 27.500 kg ha⁻¹, já foi considerado como um dos maiores do mundo. No Ceará a área plantada de pimentão em 2010 foi de 725 ha⁻¹, sendo a região da Ibiapaba responsável por 98,5%. São 13 municípios que se destacam no plantio do pimentão, sendo Ubajara o principal produtor com 220 ha, ou seja, 30,5%. A área plantada em 2010 de pimentão orgânico foi de 66 ha, em quatro municípios, sendo Viçosa do Ceará com 39 ha, o principal produtor, ou seja, 59% da área produzida (EMATERCE, 2011). Em 2011, no Ceasa do Ceará, 97% do pimentão comercializado era proveniente do próprio Estado, correspondendo a 10.881,6 toneladas, e o restante do total comercializado (3%) era oriundo de outros estados, sendo eles Bahia, Espírito Santo, São Paulo e Santa Catarina, totalizando 336,6 toneladas. O consumidor cearense tem a sua preferência centrada nos pimentões verdes e, tradicionalmente, nos de formato cônico, embora o pimentão verde quadrado tenha boa aceitabilidade (CEASA, 2011).

2.2 Energização da água

A água é um fator essencial na agricultura necessitando-se de novas tecnologias para um melhor aproveitamento deste insumo (CHARLO *et al.*, 2009). Atualmente, mais da metade da população mundial depende de alimentos produzidos em áreas irrigadas, e a irrigação, no foco do agronegócio, se insere em um conceito mais amplo de agricultura irrigada, sendo uma estratégia para aumento da produção, produtividade e rentabilidade da propriedade agrícola de forma sustentável, preservando o meio ambiente e criando condições para manutenção do homem no campo, através da geração de empregos permanentes e estáveis (MANTOVANI; BERNARDO; PALARETTI, 2009). Além disso, ainda conforme os

autores, a irrigação não deve ser considerada isoladamente, mas sim como parte de um conjunto de técnicas utilizadas para garantir a produção econômica de determinada cultura com adequados manejos dos recursos naturais.

Segundo Trani; Tivelli; Carrijo (2011) é através do fluxo de água no sistema solo-planta-atmosfera que ocorre a absorção da maioria dos nutrientes pelas plantas, o resfriamento da superfície foliar pela perda de calor, a troca gasosa entre a planta e atmosfera e a abertura dos estômatos para a absorção de luz no processo de fotossíntese.

Com um tratamento de energização, a água pode apresentar-se mais disponível à planta, promovendo uma maior absorção. Este processo se dá através da utilização de um aparelho denominado Aquatron®, que também pode melhorar a disponibilidade de nutrientes na solução do solo para a planta. O sistema consiste em duas partes: um painel de controle eletrônico e uma câmara de energia (AQUATRON, 2011).

Segundo o fabricante do equipamento (Advanced AquaTronics International Corp.), o sistema Aquatron® é programado de acordo com as propriedades físico-químicas da água, de uso específico para benefícios fisiológicos das plantas, e controle de pragas e doenças. Ao passar pelo sistema, o controlador envia sinais eletromagnéticos aos eletrodos instalados no interior da câmara de energia, convertendo esses sinais em ondas U.B.F. (Ultra Baixa Frequência). As ondas e os elétrons modificam a disposição da molécula de água (poligonal), para uma disposição de estrutura mais linear, quebrando a tensão superficial da água. E assim, altera a carga de superfície natural de partículas em suspensão, possibilitando significativo aumento de eficiência na sua absorção pelo solo e pelas raízes das plantas, viabilizando uma economia substancial de água e de energia, bem como melhorando a sua qualidade. Em consequência, possivelmente aumenta a eficiência de aplicação dos biofertilizantes, a absorção do nitrogênio e de potássio (AQUATRON, 2011).

O equipamento é instalado em tubulações de irrigação para tratar toda a água que passa pelo sistema. De acordo com alguns produtores, o rendimento da produção de pimentão pode alcançar um crescimento de mais de 38%, um aumento na altura das plantas de 17%, e também no peso dos frutos de até 7% (AQUATRON, 2011). Alguns estudos realizados pelo fabricante indicam que a água energizada pelo Aquatron®, melhora a qualidade das culturas, melhorando sua aparência e aumentando a transpiração, e também com um aprofundamento da cor verde das folhas, um crescimento mais rápido da planta e diâmetros de caule mais grossos.

2.3 Fertilização Orgânica

A fertilidade do solo é resultado da combinação de fatores físicos, químicos e biológicos, capazes de, em conjunto, propiciar as melhores condições para obtenção de altos rendimentos (ARAÚJO, 2008b). Conforme o mesmo autor, a matéria orgânica, ou húmus, interfere positivamente em todos esses fatores. Práticas que visam conservar ou aumentar o teor de matéria orgânica do solo muitas das vezes são as mais indicadas para proporcionar rendimentos maiores às culturas.

A utilização de substratos orgânicos com características adequadas à espécie plantada possibilita redução do tempo de cultivo e do consumo de insumos, como fertilizantes químicos, defensivos e mão-de-obra (FERMINO; 2003).

Para Chaboussou (2006), é pelo equilíbrio biocenótico da fertilidade do solo que se possibilita a produção de alimentos limpos, com a ausência de agrotóxicos e fertilizantes solúveis. Tanto a carência quanto o excesso de nutrientes alteram a bioquímica das plantas, o que leva ao acúmulo de açúcares ou aminoácidos nas folhas, tornando-as susceptíveis ao ataque de pragas e doenças.

Em busca de uma melhor qualidade de vida, parte da população tem exigido a produção de alimentos livres de contaminantes químicos danosos à saúde. Esse é um dos motivos que obrigam o meio científico a buscar novas alternativas de fertilização, mais eficientes e econômicas, tendo em vista que os fertilizantes químicos incrementam o custo da produção. Dentre muitas formas de fertilização orgânica, considera-se como alternativa viável para a fertilização de solos a utilização de fontes orgânicas locais e regionais como excreções líquidas e sólidas de animais, porém para utilizar tais excreções como fertilizantes é necessário, antes, um tratamento que elimine potenciais agentes infecciosos à saúde humana e a microbiota do solo (ARAÚJO, 2008b).

A biotecnologia moderna, com produtos como o PT-4-O® (Concentrado com Alpha aminoácidos bioativos e quelatos de fósforo), que segundo seu fabricante (LBE Biotecnologia Ltda.), possui na sua composição zinco e aminoácidos, tem a matéria orgânica como vetor de bioatividade e a transforma de maneira rápida e barata em um verdadeiro bioadubo orgânico para uso mais apropriado em climas tropicais. É um instrumento poderoso na condução eficiente, rápida e econômica para a transformação de matéria orgânica em nutrientes orgânicos altamente bioativos, conferindo-lhe maior eficiência de ação prolongada após sua aplicação no campo.

O pimentão responde bem à adubação orgânica e a utilização de fertilizantes orgânicos, além de aperfeiçoar a produção propicia melhores resultados na pós-colheita, reduzindo a perecibilidade das olerícolas (MELO *et al.*, 2000). O rendimento comercial dos frutos em sistema orgânico de cultivo tem sido limitado pela insuficiente nutrição das plantas, mesmo em condições onde o solo foi manejado organicamente por vários anos. Uma das alternativas utilizadas para a melhoria da produção tem sido a utilização de biofertilizantes (SOUZA, 2000).

Resultados positivos quanto à fertilização orgânica na cultura do pimentão, podem ser encontrados na literatura. Alves *et al.* (2009) aplicando diferentes doses e fontes de biofertilizantes no pimentão (*Capsicum annuum* L.), verificaram que os biofertilizantes puro e o agrobio apresentaram resultados semelhantes para o estado nutricional do pimentão. Sedyama *et al.* (2009), avaliando o efeito da adubação orgânica associada à adubação mineral na produção de pimentão, verificaram que a adubação com composto orgânico foi eficiente na nutrição das plantas proporcionando incremento na produtividade de pimentão a qual foi estimada quando se associou 84,43 t ha⁻¹ de composto orgânico com a maior dose de adubo mineral. Sousa *et al.* (2006) encontraram maior produtividade (38,3 t ha⁻¹) com adubação orgânica em pimentão, quando avaliaram o desempenho da cultura promovendo irrigação com reúso de água associada à adubação orgânica (vermicomposto) ou mineral.

Em outras culturas, o efeito positivo da fertilização orgânica também pode ser observado nas mais diversas variáveis. Braga (2010) relata que os níveis de diluições de biofertilizante bovino proporcionaram um aumento linear sobre o conteúdo de clorofila (g m⁻²) na cultura do pinhão manso. Menezes Junior *et al.* (2008) descreveram que a adição do biofertilizante supriu as exigências nutricionais do mamoeiro em micronutrientes, exceto em manganês, e contribuiu para elevação dos teores de boro, cobre, ferro e zinco ao longo da idade das plantas. No solo, a adição do insumo orgânico não interferiu no acúmulo de matéria orgânica, na capacidade de troca catiônica e no pH nas distintas épocas avaliadas, mas proporcionou aumentos médios nas concentrações de boro, ferro, cobre e zinco da primeira para a segunda amostragem.

Backes *et al.* (2009) atribuíram efeito positivo ao lodo de esgoto em relação ao crescimento em altura de plantas, onde encontraram resposta linear da altura de mamoneira, aos cinquenta dias de avaliação, com aplicação de 32 t ha⁻¹ de lodo de esgoto. Cancellier *et al.* (2011), trabalhando com adubo orgânico a base de esterco bovino, observaram aumento na produção de milho, sob aplicação isolada ou combinada do insumo orgânico com adubação química.

2.4 Biofertilizantes

Com a normatização do sistema de produção orgânica pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) na Instrução Normativa nº07 de maio de 1999, têm-se observado o desenvolvimento de produtos que sejam considerados viáveis, como excreções de animais, para a fertilização do solo e conseqüentemente, a nutrição da planta.

No decreto nº 86.955, de 18 de fevereiro de 1982 do Ministério da Agricultura, aparece na lei pela primeira vez a palavra biofertilizante, que de acordo com o Capítulo I das disposições preliminares, pode ser definido como sendo um produto que contenha princípio ativo ou agente capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou partes das plantas cultivadas, elevando a sua produtividade.

Biofertilizantes são compostos bioativos, resíduo final da fermentação de compostos orgânicos, contendo células vivas ou latentes de microorganismos (bactérias, leveduras, algas e fungos filamentosos) e por seus metabólitos, além de quelatos organominerais (ALVES *et al.*, 2001). A utilização desse adubo orgânico torna-se, uma alternativa viável e econômica na produção orgânica para os pequenos e médios produtores de hortaliças, uma vez que melhora a fertilidade e a conservação do solo (ARAÚJO *et al.*, 2007), e a qualidade dos produtos (RODRIGUÊS *et al.*, 2008), além de reduzir os níveis de contaminação do solo e da água (RODOLFO JÚNIOR *et al.*, 2009).

A produção de biofertilizantes é decorrente do processo de fermentação, ou seja, da atividade dos microorganismos na decomposição da matéria orgânica e complexação de nutrientes, o que pode ser obtido com a simples mistura de água e esterco fresco (TIMM *et al.*, 2004; SANTOS, 1992), reciclando os resíduos gerados nas propriedades que praticam a agricultura de base familiar. Para Araújo (2008c) o ideal é que o esterco seja coletado o mais fresco possível para uma maior atividade microbológica. Ainda conforme o autor, o biofertilizante sólido ou líquido quando bem manejado não possui cheiro desagradável, tampouco atrai moscas e pode ser aplicado diretamente às plantas no campo, em quantidades adequadas via solo ou foliar. O odor característico das excreções é consideravelmente diminuído ou até eliminado pela ação dos microorganismos presentes no processo de fermentação.

O biofertilizante geralmente aumenta a retenção de bases pela formação de complexos orgânicos e pelo desenvolvimento de cargas negativas (GALBIATTI *et al.*, 1996; COLLARD *et al.*, 2001), elevando pH do solo (SOUSA *et al.* 2012). Outro efeito benéfico dessa fonte orgânica está no aumento de nutrientes essenciais presentes em sua composição

química. Rodolfo Júnior *et al.* (2009); Rodriguês *et al.* (2009); Alves *et al.* (2009) verificaram aumento nos teores de P, Ca, Mg, N e K no solo.

O uso de biofertilizantes líquidos na forma de fermentados microbianos, simples ou enriquecidos, tem sido um dos processos empregados no controle das pragas e doenças e na composição mineral das plantas. Segundo Penteadó (2007), o biofertilizante exerce funções importantes no crescimento, nas trocas gasosas e na produtividade das plantas.

Diversos autores verificaram efeitos positivos do biofertilizante líquido no crescimento, nas trocas gasosas e na produção de plantas cultivadas, como o milho, couve e pimentão. Avaliando a aplicação de biofertilizante no crescimento e na produção do milho, Melo *et al.* (2009) observaram que a concentração de biofertilizante de 30 ml evidenciou maiores valores no crescimento inicial e na produtividade do milho. Vilanova e Silva Junior (2010), avaliando a trofobiose em cultivos orgânico e convencional de couve e pimentão observaram que as variáveis fotossíntese, condutância estomática e transpiração apresentaram valores significativamente maiores no tratamento orgânico.

Campos *et al.* (2008), em estudo realizado com aplicação de doses de biofertilizante bovino, observaram maior crescimento das plantas em relação aos tratamentos sem o insumo no maracujazeiro-amarelo, comprovando que o biofertilizante exerce função de ativador de crescimento, conforme afirmam Icuma *et al.* (2000), mas diverge de Santos (2004) ao verificar que o biofertilizante bovino aplicado ao solo, não exerceu efeitos significativos sobre o crescimento biométrico do maracujazeiro-amarelo.

Salienta-se que a adição de materiais orgânicos é fundamental à qualidade do solo, caracterizando-se pela liberação gradativa de nutrientes, que reduz processos como lixiviação, fixação e volatilização. O biofertilizante pode proporcionar ainda, aumento significativo da massa foliar, do número e do tamanho das células vegetais e do espaçamento das paredes das células da camada de epiderme vegetal, da pigmentação colorida nos frutos e da concentração de licopeno (pigmentação vermelha), além de tornar os processos fotossintéticos mais efetivos, gerando uma elevação na produção de pigmentação verde intensa (cloroplastos) e resistência das plantas aos agentes fitopatogênicos (SANTOS,1996).

Em hortaliças, os fertilizantes orgânicos líquidos aplicados via solo ou em pulverização sobre as plantas vem sendo utilizado como suplementação de nutrientes na produção orgânica (SOUZA; RESENDE, 2003), bem como na melhoria das propriedades físicas do solo (estrutura e porosidade) proporcionado por eles (SHETEAWI e TAWFIK, 2007).

Araújo *et al.* (2007), avaliando a produção de pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante, concluíram que o biofertilizante bovino, aplicado de forma isolada ou associado com material orgânico, pode ser utilizado como alternativa para fertilização não-convencional no pimentão.

2.4.1 Biofertilizante enriquecido e sua composição

O uso de produtos utilizados como fonte orgânica vem crescendo no meio científico. Esses produtos podem variar desde o seu material de preparo como na sua composição. Geralmente a composição do biofertilizante varia conforme o método de preparo e a sua qualidade vai depender, principalmente, do esterco a ser utilizado na preparação. A fermentação pode ser realizada em meio anaeróbico, semi-aeróbico ou aeróbico (ARAÚJO, 2008c).

O princípio de produção dos diversos tipos de biofertilizantes é o mesmo, porém pode-se aumentar a concentração de alguns nutrientes com a adição de substâncias energéticas, protéicas, nutrientes minerais naturais, entre outros. São os chamados biofertilizantes enriquecidos. O processo de enriquecimento pode acontecer com a adição de cinza de madeira ou cinza de casca de arroz, urina de vaca, plantas trituradas, frutas, farinha de rochas naturais, leite, esterco bovino e de aves ou macro e micronutrientes concentrados (TIMM *et al.*, 2004).

Quanto à parte analítica de sua composição, o biofertilizante apresenta macro e micronutrientes assimiláveis pelo vegetal, tais como: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, sódio, ferro, cloro, sílica, molibdênio, boro, cobre, zinco e manganês. O seu pH pode variar de 7,0 a 8,0 e poderá também ser inferior quando a fermentação for incompleta (SANTOS, 1992).

Para a preparação do biofertilizante enriquecido são usados três grupos de ingredientes básicos: o componente orgânico (esterços frescos, frutas e/ou plantas), o componente mineral (água não clorada, farinhas de rocha, cinzas, calcário, fosfato natural e/ou sais solúveis) e o inoculante (leite, soro de leite sem sal, material sedimentado no fundo do tanque), contendo ainda açúcar (rapadura) na formulação para agregar energia e aumentar a fermentação (GONÇALVES *et al.*, 2009).

Não existe fórmula padrão para produção de biofertilizantes (WEINGÄRTNER, 2006), que podem ser elaborados com qualquer tipo de matéria orgânica fresca (fonte de organismos fermentadores). Portanto, muitas fórmulas empíricas são utilizadas por diversos

agricultores, com o objetivo de aumentar a sua produção fazendo uso de adubos orgânicos formados a partir de compostos aproveitados de sua propriedade agrícola. Neste trabalho, utilizou-se uma formulação que se configura no âmbito dos agricultores familiares da região da Serra da Ibiapaba- CE (principal pólo de hortaliças do Estado do Ceará), para realizar uma fundamentação científica desta formulação e dosagens aplicadas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O estudo foi conduzido na área experimental da Estação Agrometeorológica pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará (UFC), localizado no Campus do Pici, em Fortaleza (03°44'S; 38°33'W; 19,5 m).

O clima da região é do tipo Aw', sendo caracterizado como tropical chuvoso, muito quente, com chuvas predominantes nas estações do verão e outono (KOPPEN, 1923) com médias anuais registradas entre o período de 1981 a 2011 de: precipitação, 1.606,3 mm; temperatura, 27,0 °C; umidade relativa do ar, 76 %; e evapotranspiração 1.832,7 mm.

3.2 Plantio, adubação e condução da cultura

O plantio foi realizado em 18/05/2011 utilizando as sementes do híbrido de pimentão amarelo Línea-R F1 em bandejas de poliestireno expandido (isopor) de 128 células preenchidas com o substrato produzido na área experimental composto por uma parte de vermiculita e duas partes de adubo orgânico (Figura 1). As bandejas foram colocadas sob telado em suporte tipo bancadas, formada por tela de arame a 0,70 m do solo, a fim de que houvesse luz na parte inferior da bandeja a fim de impedir o desenvolvimento das raízes por baixo da bandeja, o que facilitou a retirada das mudas por ocasião do transplante. Posteriormente, aos 22 dias após o plantio, em 09/06/2011, foi realizado o transplante das mudas quando apresentavam aproximadamente 10 cm de altura para os vasos de 40 L, onde a cultura foi conduzida. O substrato utilizado nos vasos foi constituído por uma parte de esterco bovino, uma parte de areia, e outra de solo local, classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2006). No interior dos vasos, colocou-se uma camada de brita para facilitar a drenagem. Aos 13 DAT (dias após o transplante) deu-se início a aplicação dos tratamentos com biofertilizante líquido.

Figura 1 – Mudanças de pimentão aos 15 dias após o plantio.



Fonte: Autora, 2011.

Antes da aplicação dos tratamentos, foram coletadas amostras do substrato dos vasos na camada de 0,0 a 0,20 m de profundidade. Em seguida, as amostras foram homogeneizadas e submetidas à análises laboratoriais para caracterização química (Tabela 1), conforme Embrapa (1997).

Tabela 1- Valores da análise química do substrato da área experimental, na camada de 0 a 0,2 m, Fortaleza, Ceará, 2011.

Características químicas													
g kg ⁻¹		pH		mg dm ³		mmol _c dm ³					%		
C	M.O.			P	K	Ca	Mg	Na	H+Al	SB	CTC	V	PST
12,83	22,12	7,0		1,064	3,68	41,5	33,5	5,61	5,8	84,3	90,1	94	0

Fonte: Laboratório de solos e água para Irrigação, IFCE de Limoeiro do Norte.

As análises químicas das águas não energizada e energizada podem ser visualizadas nas Tabelas 2 e 3, respectivamente. As irrigações ocorreram diariamente, conforme manejo apresentado no tópico 3.6.

Tabela 2 – Análise química da água não energizada utilizada para irrigação das plantas de pimentão na área experimental, Fortaleza, CE, 2011.

Cátions (mmol _c L ⁻¹)					Ânions (mmol _c L ⁻¹)					pH	RAS	CE (dS.m ⁻¹)	Classificação
Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Σ				
1,00	1,7	4,3	0,2	7,2	3,8	-	3,6	-	7,4	7,9	3,81	0,73	C ₂ S ₁

Fonte: Laboratório de Solo e Água da Universidade Federal do Ceará.

Tabela 3 – Análise química da água energizada utilizada para irrigação das plantas de pimentão na área experimental, Fortaleza, CE, 2011.

Cátions (mmol _c L ⁻¹)					Ânions (mmol _c L ⁻¹)					pH	RAS	CE (dS.m ⁻¹)	Classificação
Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Σ	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Σ				
0,7	1,8	5,1	0,3	7,9	4,2	-	3,6	-	7,8	7,8	4,61	0,79	C ₃ S ₁

Fonte: Laboratório de Solo e Água da Universidade Federal do Ceará.

Ao longo da condução do trabalho experimental, o manejo da cultura obedeceu às recomendações para a cultura do pimentão e foram utilizadas varas e fitilhos para o amarrio das plantas, conforme o seu desenvolvimento (Figura 2).

No decorrer do ciclo da cultura, o controle de pragas e doenças foi realizado utilizando-se pulverizações costais com produtos permitidos para o uso na agricultura orgânica, como por exemplo, soluções à base de farinha de trigo, extrato de castanha, sabão e produtos tendo como princípio ativo o neem indiano (*Azadirachta indica* A. Juss), para que o experimento apresentasse características de uma produção orgânica.

Figura 2 - Tutoramento das plantas de pimentão. Fortaleza, Ceará, 2011.



Fonte: Autora, 2011.

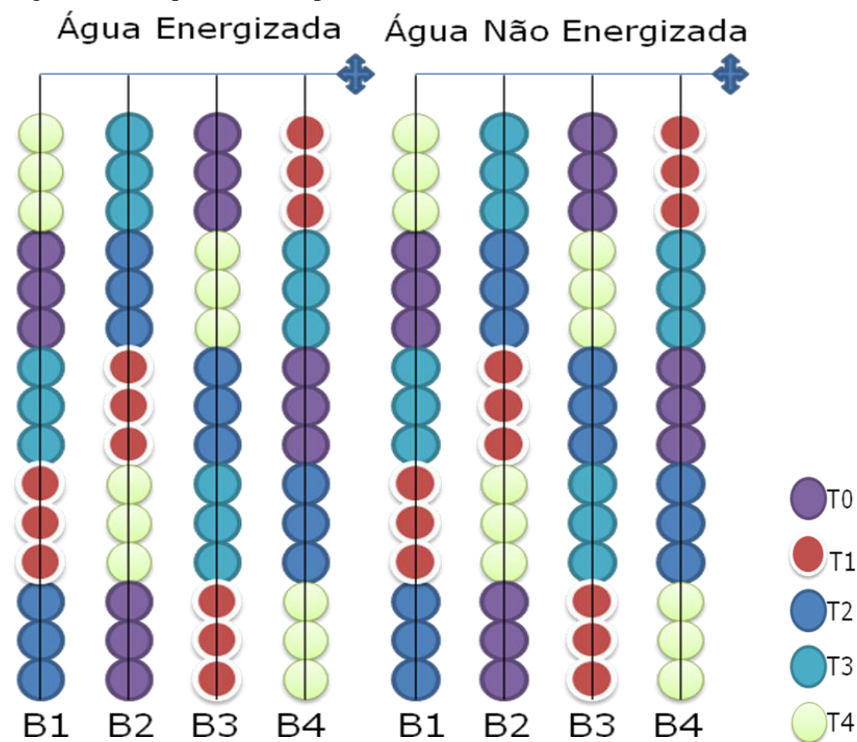
3.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, no esquema parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelos tratamentos água energizada e não energizada e as subparcelas por cinco doses de biofertilizante líquido (0,

250, 500, 750 e 1000 mL planta⁻¹ semana⁻¹), sendo 40 unidades experimentais com três plantas para cada tratamento, totalizando 120 plantas, sendo todas consideradas plantas úteis. O experimento foi conduzido em ambiente aberto (a pleno sol) numa área de 12,0 x 12,8 m (Figura 3), com um ciclo de 173 DAT, correspondendo à 09/06/2011 à 28/11/2011.

O delineamento experimental para as análises de crescimento foi de blocos ao acaso, no esquema parcelas subdivididas no tempo de acordo com as avaliações de crescimento realizadas, onde a parcela foi o a irrigação com água não energizada e energizada, na subparcela as doses de biofertilizante e na subsubparcela, as épocas de avaliação ao longo dos dias após o transplântio (27, 42, 55, 69, 83, 97, 112 e 173 DAT).

Figura 3 – Croqui da área experimental



Fonte: Autora, 2011.

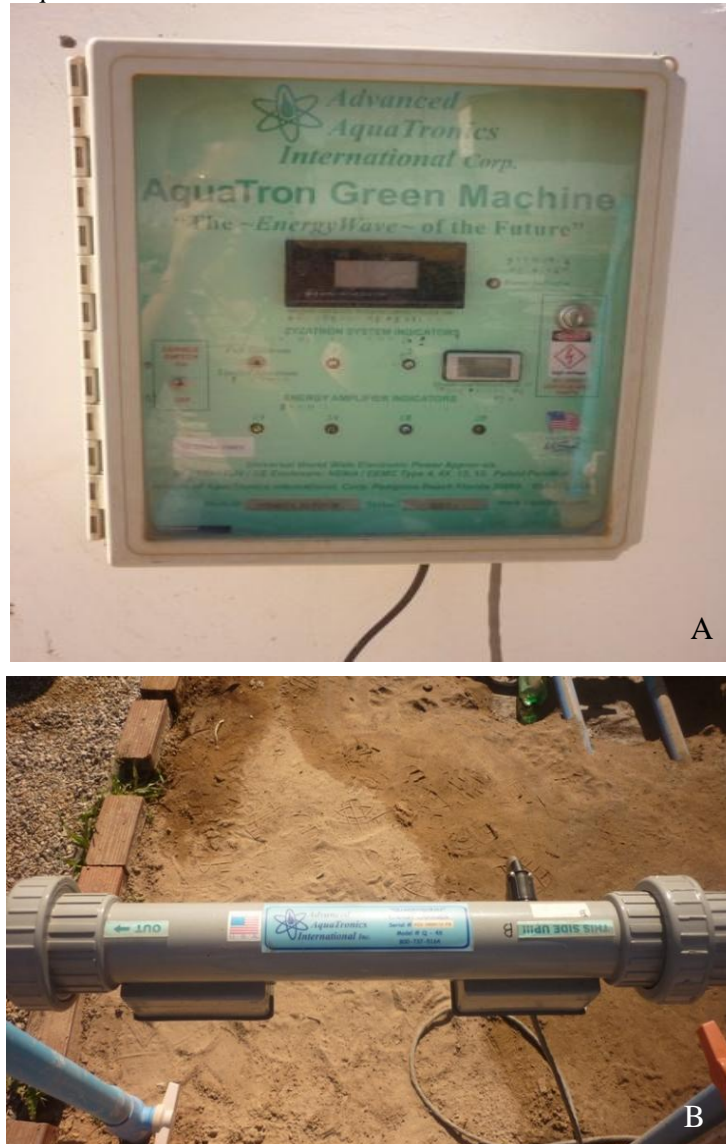
3. 4. Energização da água

O tratamento da água por energização foi realizado através do equipamento Aquatron® Green Machine, que consiste em duas partes: um painel de controle eletrônico (Figura 4A) e uma câmara de energia (Figura 4B).

Durante o tratamento, a água foi submetida à energização, conforme descrição a seguir: o controlador enviava sinais eletromagnéticos aos eletrodos instalados no interior da

câmara de energia convertendo esses sinais em UBF (Ultra-Baixa-Frequência). Segundo o fabricante, as ondas de U.B.F. modificam a disposição da molécula de água (de poligonal para uma estrutura mais linear) e quebram a sua tensão superficial, facilitando a sua absorção pelo sistema radicular.

Figura 4 - Controle eletrônico (A) e câmara de energia (B) do Aquatron® Green Machine.



Fonte: Autora, 2011.

3.5. Constituição e preparo do biofertilizante

O biofertilizante foi produzido na área experimental em um recipiente com agitador mecânico – centrífuga motora (Figura 5) com capacidade para produção de 706 L. A

centrífuga de aço é composta por um motor elétrico de 2,0 cv, com finalidade de revolver todo o material e acelerar a fermentação aeróbica.

Figura 5 - Contentor com agitação mecânica (centrífuga motora) para preparo do biofertilizante.



Fonte: Autora, 2011.

Para o preparo de 1 m³ do biofertilizante líquido utilizaram-se os ingredientes apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Ingredientes do biofertilizante líquido para constituição de 1 m³

Ingredientes	Quantidade	Unidade
Esterco Bovino	250	L
PT-4-O (acelerador)	35	mL
Rapadura moída	1,4	Kg
Leite	2,8	L
Pó de Pedra	29,8	Kg
Calcário dolomítico	10	Kg
Gesso	29,8	Kg
Cana-de-açúcar picada	28,4	L
Restos culturais	28,4	L
Farinha de Osso	1,42	Kg
Farelo de trigo	14,2	Kg

O acelerador utilizado – PT-4-O – é um concentrado de radical carboxílico orgânico e composto de nitrogênio bioativo, sintetizados em laboratório, mais fósforo

orgânico fixado em molécula microcelulose. Segundo o fabricante (LBE) é recomendado para aceleração da compostagem de resíduos orgânicos.

Para o preparo do biofertilizante, foram seguidas as seguintes etapas:

1. Misturou-se no tanque os seguintes produtos sólidos: esterco bovino, pó de pedra, calcário, gesso, cana-de-açúcar, restos culturais, farinha de osso e farelo de trigo;
2. Preencheu-se o tanque com água até aproximadamente 8 cm da borda;
3. Misturou-se a rapadura moída com um pouco de água para dissolvê-la e adicionou-se o PT- 4; logo após despejou-se no tanque;
4. Com a mistura completa realizou-se uma agitação forçada (2 vezes por dia no mínimo, durante uma hora) por um período de aproximadamente 20 dias até o produto ter se tornado solubilizado;
5. Após ter sido consumida a carga do tanque, o procedimento de preparo do biofertilizante foi repetido.

Foram analisadas as características do biofertilizante líquido, cujos resultados estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Características químicas do biofertilizante líquido. Fortaleza - Ceará, 2011.

Características químicas								
		g L ⁻¹						
C (%)	C/N	N	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	S	
0,21	15	0,20	0,1	0,8	4,3	0,7	0,01	
		mg L ⁻¹						
%	d Sm ⁻¹	pH	Fe	Zn	Cu	Mn	B	Na
M.O.	C.E.	7,23	88,2	4,0	0,01	0,7	0,62	224
0,37	4,10							

Fonte: Laboratório de Solo e Água da Universidade Federal do Ceará.

As cinco doses de biofertilizante líquido testadas (0, 250, 500, 750 e 1000 mL planta⁻¹ semana⁻¹) foram parceladas a fim de que fossem aplicadas duas vezes por semana. A recomendação das dosagens foi elaborada com base na necessidade nutricional da cultura segundo Basseto Junior (2003 apud TRANI; TIVELI; CARRIJO, 2011), na análise inicial do substrato e na análise do biofertilizante líquido. A aplicação do biofertilizante líquido foi realizada duas vezes por semana, de acordo com as dosagens calculadas para cada tratamento.

3.6 Manejo da Irrigação

Utilizou-se o método de irrigação localizada do tipo gotejamento, por apresentar uma ótima eficiência e excelentes resultados com a cultura do pimentão. O sistema de irrigação foi dimensionado para operar com uma linha de emissores por fileira de planta, com um emissor por planta com vazão média por emissor de 8 L h⁻¹. O controle das irrigações foi efetuado por registros instalados no início de cada linha (tratamento).

O tempo de irrigação utilizado diariamente foi calculado a partir da evaporação medida no tanque classe “A”, em conformidade com a equação 01.

$$T = \frac{ECA * Kp * Kc * Av * F_C}{Ei * q_g} \quad (01)$$

em que,

T - é o tempo de irrigação, em h;

ECA - evaporação medida no tanque classe “A”, em mm (equivalente a L m⁻²);

Kp - coeficiente do tanque, adimensional (utilizou-se 0,85);

Kc - coeficiente da cultura, adimensional (conforme Tabela 6);

Av – Área do vaso (0,096 m²);

F_C - fator de cobertura do solo, adimensional (utilizou-se 0,8);

Ei - eficiência de irrigação, adimensional (utilizou-se 85%);

q_g - vazão do gotejador, em L h⁻¹ (8 L h⁻¹).

Foram utilizados diferentes valores de kc em função do estágio de desenvolvimento e idade da cultura (Tabela 6). No estágio I que vai do transplântio até o início da floração utilizou-se o Kc de 0,40, chegando a 1,05 no período de maturação. A partir do período de maturação, quando a cultura completou aproximadamente 105 DAT, o valor do kc reduz para 0,85.

Tabela 6 – Valores de Kc em função do número de dias após o transplântio (DAT) em condições de campo aberto, com ciclo de 125 DAT.

Estágio	I – transplântio ao início da floração	II- Início da floração até floração plena	III – Floração até início da maturação	IV – Maturação até última colheita
DAT	0-25	26-60	61-105	106-125
KC	0,40	0,70	1,05	0,85

Fonte: Allen, 1998.

A frequência de irrigação foi diária, sendo feito o acompanhamento do potencial mátrico do solo diariamente por meio de tensiômetros de punção instalados com a cápsula porosa a 20 cm de profundidade no solo (Figura 6).

Figura 6 – Tensiômetro instalado com cápsula porosa a 20 cm de profundidade.



Fonte: Autora, 2011.

3.7 Colheita

A colheita foi realizada semanalmente, sendo a primeira feita aos 85 DAT quando os frutos apresentavam cerca de 75% da coloração amarelada (Figura 7) e estendeu-se até aproximadamente 140 DAT. Cortou-se o pedúnculo com uma tesoura de poda, à distância de 1-2 cm do fruto – uma medida para prevenir podridões, prolongando a conservação pós-colheita (FILGUEIRA, 2003).

Figura 7 – Fruto de pimentão no período de colheita, planta com 85 DAT.



Fonte: Autora, 2011.

3.8 Variáveis analisadas

3.8.1 Crescimento

A análise de crescimento descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo. Nesta analisou-se altura de planta, diâmetro do caule e número de folhas emitidas. As medições ocorreram aos 27, 42, 55, 69, 83, 97, 112 e 173 DAT, totalizando 8 avaliações.

As medidas de altura da planta foram realizadas do colo da planta até o seu ápice, com o auxílio de uma trena graduada em centímetros (Figura 8A). O diâmetro de caule foi medido na altura da planta do colo da planta com um paquímetro digital (Figura 8B) e a determinação do número de folhas emitidas foi realizada através de contagem direta.

Ao final do experimento, a matéria seca das folhas e do caule também foi mensurada, a partir da colheita de todas as plantas separadas por tratamento, pesadas (Figura 9) e expressa em gramas por planta. Em seguida, foram levadas para secagem em estufa a 65 °C, onde permaneceram até atingirem peso constante (aproximadamente por um período de 72 horas) sendo novamente pesadas para determinação da matéria seca em gramas por planta.

Figura 8 - Trena graduada para mensuração da variável de crescimento altura de planta (A). Paquímetro digital para mensuração da variável de crescimento diâmetro do caule (B).



Fonte: Autora, 2011.

Figura 9 – Pesagem da matéria fresca do caule.



Fonte: Autora, 2011.

3.8.2 Características de produção

A colheita foi realizada semanalmente, iniciando-se aos 85 DAT e estendendo-se até aproximadamente 140 DAT. Os frutos colhidos foram quantificados, qualificados e pesados em balança de precisão. Após o término de cada colheita quantificou-se as variáveis: peso médio dos frutos, número médio de frutos por planta e produtividade por planta e por hectare.

3.8.3 Características de pós-colheita

As avaliações de pós-colheita dos frutos do pimentão foram realizadas em todo o período de colheita e consistiram na determinação dos sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), da espessura da polpa, do comprimento do fruto e do diâmetro longitudinal do fruto.

Para determinação dos sólidos solúveis, utilizou-se um refratômetro de leitura direta, modelo Digital Hand-held "Pocket" Refratômetro PAL-1 - ATAGO (Figuras 10A e 10B). O teor de sólidos solúveis foi determinado por meio do suco extraído por pressão manual de uma amostra de tecido da polpa.

A espessura da polpa, o comprimento do fruto e o diâmetro longitudinal do fruto foram mensurados utilizando-se um paquímetro digital, modelo 144B 150 mm/200 mm 0,01/0005 – Mitutoyo, sendo expressas em mm – Figuras 11, 12A e 12B, respectivamente.

Figura 10– Extração do suco para mensuração dos sólidos solúveis do fruto de pimentão (A). Refratômetro digital para mensuração dos sólidos solúveis (B).



Fonte: Autora, 2011.

Figura 11 - Paquímetro digital para mensuração da variável espessura da polpa.



Fonte: Autora, 2011

Figura 12 - Paquímetro digital para mensuração do comprimento de fruto e do diâmetro longitudinal do fruto.



Fonte: Autora, 2011.

3.9 Análises estatísticas

Os dados para cada variável foram submetidos à análise de variância (Anova). Posteriormente, quando significativos pelo teste F, os dados referentes à qualidade de água (tratamentos qualitativos) foram submetidos ao teste de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% (*) e 1%(**) de significância. Já os dados referentes as doses do biofertilizante (tratamentos quantitativos) foram submetidos à análise de regressão buscando-se ajustar equações com significados biológicos. Na análise de regressão, as equações que melhor se ajustaram aos dados foram escolhidas com base na significância dos coeficientes de regressão a 5% (*) e no maior coeficiente de determinação (R^2). Foram testados os modelos linear, logarítmico, exponencial e o polinomial quadrático.

A análise de variância para as variáveis de crescimento altura de plantas, diâmetro do caule e número de folhas emitidas foi realizada em parcelas subdivididas no tempo, onde a parcela foi o a irrigação com água não energizada e energizada, na subparcela as doses de biofertilizante e na subsubparcela, as épocas de avaliação ao longo dos dias após o transplântio.

Os dados da interação irrigação com água não energizada e energizada versus dosagens do biofertilizante foram submetidos à testes de média. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos aplicativos Microsoft Office Excel (2007) e por meio do programa estatístico ASSISTAT 7.5 (2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características meteorológicas

Os dados climáticos da temperatura média do ar, da temperatura máxima média, da temperatura mínima média e da umidade relativa coletados na estação meteorológica automática próximo à área experimental (50 m) durante o período experimental de 09/06/2011 a 28/11/2011, estão expostos na Tabela 7.

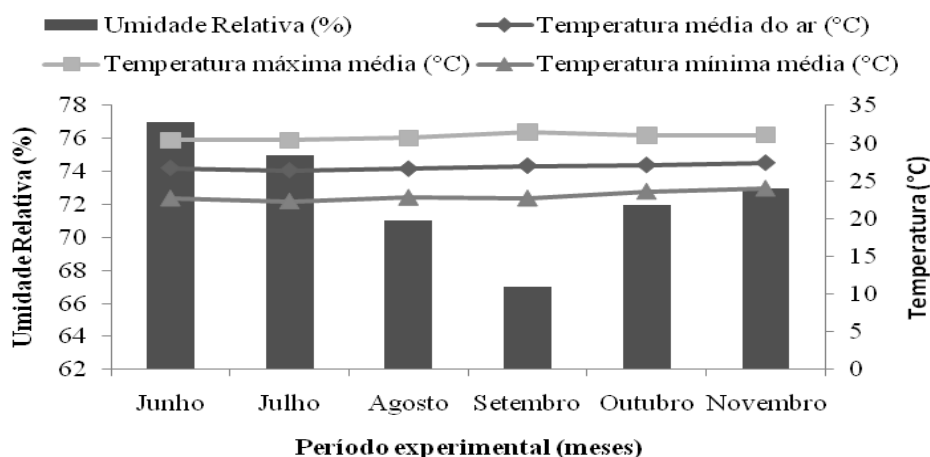
Tabela 7 – Temperatura do ar durante o período experimental, Fortaleza, Ceará, 2011

Mês	Dias	Temperatura média do ar (°C)	Temperatura máxima média (°C)	Temperatura mínima média (°C)	Umidade Relativa (%)
Junho	22	26,7	30,4	22,7	77
Julho	31	26,4	30,4	22,3	75
Agosto	31	26,6	30,7	22,8	71
Setembro	30	27,0	31,5	22,7	67
Outubro	31	27,1	31,0	23,6	72
Novembro	28	27,4	31,1	24,0	73
Total/Média	173	26,9	30,8	23,0	72,5

Fonte: Estação Agrometeorológica da Universidade Federal do Ceará.

A temperatura média no período foi de 26,9 °C, sendo a temperatura máxima média de 30,8 °C e a mínima média de 23,0 °C. A umidade relativa média do ar no período foi de 72,5%, variando de 67% a 77%. De acordo com Siviero & Gallerani (1992), a faixa ideal de temperatura para a cultura do pimentão está entre a mínima de 16°C e a máxima de 30°C e a faixa ideal da umidade relativa do ar (UR) é de 50 a 70%, sendo que valores abaixo de 50% induzem à redução do nível de polinização das flores por desidratação do pólen, enquanto que a UR próxima à saturação ocasiona o rompimento do mesmo devido à absorção excessiva de água (TIVELLI, 1998). Na Figura 13 podem ser observadas as médias mensais para temperatura máxima média, temperatura média, temperatura mínima média e UR.

Figura 13 – Variação da temperatura máxima média, temperatura média e da temperatura mínima média do ar (°C) durante o período de junho/2011 a novembro/2011 na área experimental. Fortaleza, Ceará, 2011.



Os dados climáticos de velocidade do vento, precipitação e evapotranspiração de referência (ET_o) coletados na estação meteorológica automática e a lâmina aplicada durante o período experimental estão expostos na Tabela 8.

Tabela 8 - Variação da velocidade do vento (m s^{-1}), precipitação (mm), ET_o (mm mês^{-1}) e lâmina aplicada (mm) durante o período de junho/2011 a novembro/2011 na área experimental., Fortaleza, Ceará, 2011

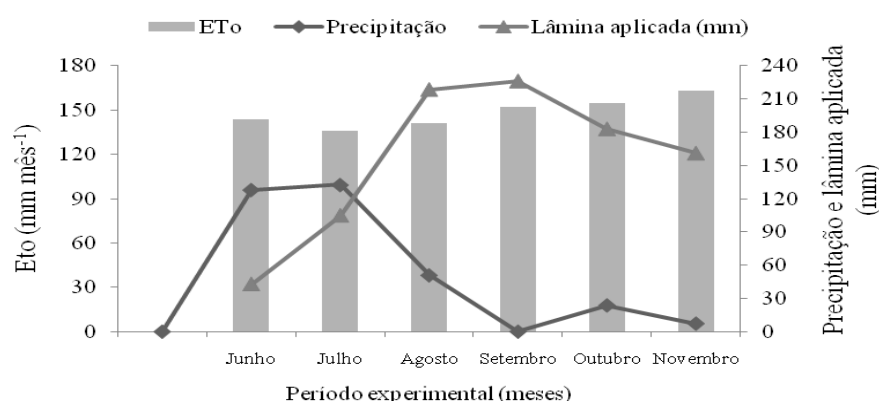
Mês	Dias	Velocidade do Vento (m s^{-1})	Precipitação (mm)	ET _o (mm mês^{-1})	Lâmina aplicada (mm)
Junho	22	3,2	128,2	143,9	42,87
Julho	31	2,9	132,7	135,7	104,79
Agosto	31	4,1	51,0	141,2	218,42
Setembro	30	4,5	0,0	152,1	226,02
Outubro	31	4,2	23,8	154,8	182,79
Novembro	28	3,8	7,3	163,0	160,97
Total/Média	173	3,8	343,0	890,7	935,86

Fonte: Estação Agrometeorológica da Universidade Federal do Ceará.

A precipitação total no período experimental correspondeu a 343,0 mm. Os meses mais chuvosos foram junho e julho de 2011, com 128,2 e 132,7 mm, respectivamente e os meses com menor pluviosidade foram outubro e novembro de 2011, com 23,8 e 7,3 mm, respectivamente. No mês de setembro não houve precipitação. O período experimental se caracterizou como um ano atípico para a região em relação à precipitação. Na Figura 14, pode ser visualizada a clara diferença de precipitação entre os meses do período experimental. Segundo Filgueira (2003), bons rendimentos com a cultura do pimentão são obtidos em condições de precipitação de 600 a 1200 mm bem distribuídos durante o período de crescimento, portanto a necessidade do uso da irrigação.

A menor ETo ocorreu no mês de julho (135,7 mm mês⁻¹) e a maior no mês de novembro (163 mm mês⁻¹), sendo a média do período experimental de 148,45 mm mês⁻¹. Os dados de ETo podem ser visualizados na Figura 14 e foram necessários para calcular a reposição da água que foi consumida pela cultura sendo que este consumo variou também em função do estágio de desenvolvimento da cultura e do coeficiente de cultivo (Kc), conforme exposto na Tabela 6.

Figura 14 – Valores mensais de ETo (mm mês⁻¹), precipitação e lâmina aplicada (mm mês⁻¹) durante o período de junho/2011 a novembro/2011 na área experimental. Fortaleza, Ceará, 2011.



4.2 Crescimento das plantas

De acordo com o resumo da análise de variância aplicada aos dados de altura da planta, do diâmetro do caule e do número de folhas emitidas do pimentão obtidos ao longo do ciclo de cultivo (Tabela 9), observou-se que essas características não sofreram influência do uso da água energizada. Por outro lado, para as mesmas características, as diferentes doses de biofertilizante aplicadas e os dias após o transplântio (DAT) apresentaram efeito significativo aos níveis de significância de 5% e 1% pelo teste F. Não houve significância na interação entre água não energizada e energizada e as doses de biofertilizante. Já a interação entre água não energizada e energizada e dias após o transplântio foi significativa para altura de planta e diâmetro do caule, e a interação biofertilizante e dias após o transplântio mostrou-se significativa para diâmetro do caule e número de folhas.

Tabela 9 - Resumo da análise de variância para as características altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF). Fortaleza, Ceará, 2011.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio		
		AP	DC	NF
Blocos	3	122,683 ^{ns}	9,689 ^{ns}	888,185 ^{ns}
Energização da água (En)	1	493,107 ^{ns}	71,467 ^{ns}	14622,778 ^{ns}
Resíduo (a)	3	396,784	18,858	1826,859
Biofertilizante (Bio)	4	529,981 ^{**}	22,631 ^{**}	16637,205 ^{**}
Interação En x Bio	4	217,878 ^{ns}	4,192 ^{ns}	284,867 ^{ns}
Resíduo (b)	24	111,218	3,653	950,585
Dias após o transplântio (DAT)	7	11599,222 ^{**}	439,720 ^{**}	451770,484 ^{**}
Energização x DAT	7	118,809 ^{**}	3,880 ^{**}	962,404 ^{ns}
Bio x DAT	28	23,729 ^{ns}	1,274 [*]	7852,061 ^{**}
En x Bio x DAT	28	18,089 ^{ns}	0,692 ^{ns}	349,616 ^{ns}
Resíduo (c)	210	18,402	0,716	747,247
Total	319	-	-	-
CV - a (%)	-	41,17	38,51	37,10
CV - b (%)	-	21,80	16,95	26,76
CV - c (%)	-	8,87	7,51	23,73

GL = Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; * = Significativo a 1%, ** Significativo a 5% e ns = não significativo.

Uma possível explicação para a ausência de significância do tratamento de água não energizada e energizada para estas variáveis é que a cultura foi conduzida em tensões médias de 6,4 kPa. Marouelli (2008) sugere que a tensão-limite para a cultura do pimentão no sistema de irrigação utilizado esteja entre 10-20 kPa, onde o solo estará em ótimas condições de umidade. Provavelmente, o tratamento por energização não possibilitou alterações significativas quanto à absorção de água nessas condições.

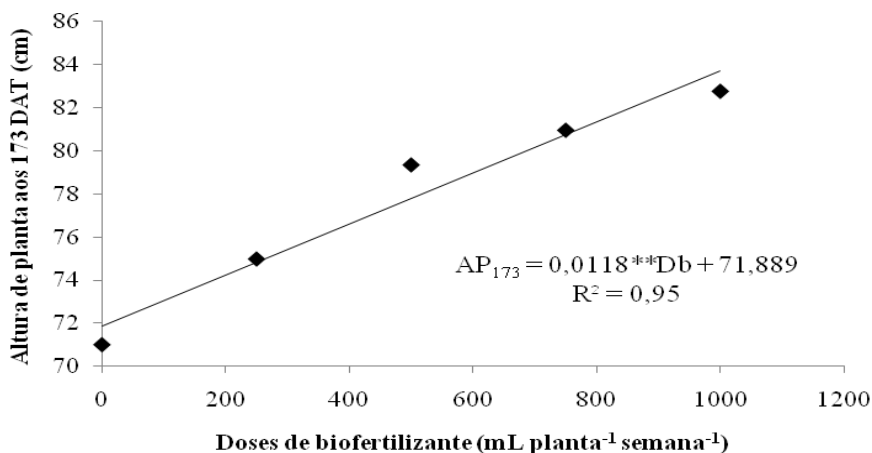
A influência significativa das doses de biofertilizante, deve-se à diversidade da composição mineral do insumo, por estimular a produção de substâncias vitais como solutos orgânicos, ácidos nucléicos e proteínas (VESSEY, 2003). Para Santos & Akiba (1996), o biofertilizante possui em sua composição fitohormônios do crescimento vegetal, como Ácido Indol Acético, giberelinas e co-fatores (piridoxina, riboflavina e tiamina), que agem como precursores dos fitoestimulantes.

4.2.1 Altura de planta

A análise de regressão aplicada aos dados de altura das plantas aos 173 DAT (avaliação final de crescimento) em função das doses de biofertilizante (Figura 15) ajustou-se ao modelo linear crescente, com coeficiente de determinação (R^2) 0,95. A altura da planta

aumentou à medida que houve incremento nas doses de biofertilizante, com valores que variaram entre 70,98 e 82,75 cm.

Figura 15 – Altura de plantas aos 173 DAT de pimentão em função das doses de biofertilizante. Fortaleza, Ceará, 2011.

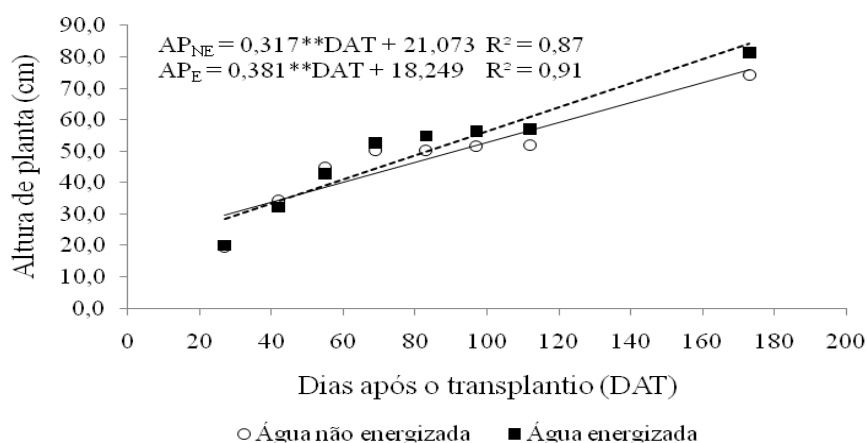


Esta influência positiva do biofertilizante sobre a altura de plantas além de refletir sobre o suprimento de nutrientes promovendo uma liberação rápida para as plantas, também proporciona a melhoria da fertilidade e da estrutura do solo. Estes resultados estão associados a essa influência que supriram, de forma equilibrada, às necessidades nutricionais da cultura e estão em concordância com os resultados obtidos por Deleito *et al.* (2005) ao concluírem que o biofertilizante estimulou o crescimento e a produção do pimentão. Outros autores também afirmam efeitos benéficos de biofertilizantes sobre o crescimento das plantas, quando aplicados diretamente nas folhas ou mesmo no solo, na forma de fertirrigação (SILVA *et al.*, 2007; DUENHAS, 2004) e com pulverizações semanais (DIAS *et al.*, 2003). Araújo *et al.* (2008a) constataram que o crescimento do maracujazeiro amarelo foi estimulado pelas doses de biofertilizante bovino.

Resultados divergentes foram encontrados por Cavalcante *et al.* (2007) quando avaliaram a aplicação de biofertilizantes na cultura do maracujazeiro-amarelo e verificaram que os tipos e doses de biofertilizantes não exerceram efeitos significativos sobre o período de crescimento em altura da haste principal das plantas, até atingirem o ponto de poda do broto terminal, nem sobre o crescimento dos ramos laterais. Sousa *et al.* (2009), trabalhando com diferentes concentrações e intervalos de aplicação do biofertilizante sob o crescimento e a produção de pimentão, verificaram que as dosagens de biofertilizante também não apresentaram efeitos significativos sobre a variável de crescimento altura de planta.

Na Figura 16, tem-se a relação da altura das plantas de pimentão em função das épocas de avaliação para água não energizada e energizada. Observa-se que as plantas cresceram linearmente com o tempo para água não energizada e energizada. Quando irrigadas com água não energizada, o valor médio da altura das plantas aos 173 DAT atingiu 74,2 cm, porém quando irrigadas com água energizada atingiram um valor médio de 81,3 cm. Observa-se em ambos os tratamentos de energização um crescimento mais intenso das plantas até os 80 DAT e a partir do período de floração/produção há uma redução na taxa de crescimento.

Figura 16 – Altura de plantas de pimentão em função dos DAT (dias após o transplante) e irrigação com água energizada e não energizada. Fortaleza, Ceará, 2011.

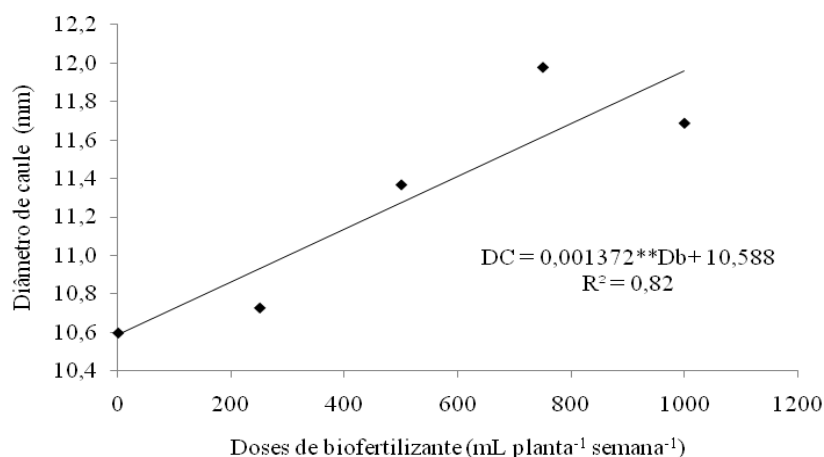


As médias encontradas neste trabalho mostram-se superiores às encontradas por Santos *et al.* (2003) em campo (47 cm) e inferior para o cultivo do pimentão em ambiente protegido (93 cm) aos 190 DAT, quando estudou e comparou o manejo de fertilizantes.

4.2.2 Diâmetro do caule

A análise de regressão aplicada aos dados de diâmetro do caule (DC) do pimentão em função das doses de biofertilizante (Figura 17) mostrou um ajuste ao modelo linear crescente, com coeficiente de determinação (R^2) de 0,82. Resultados semelhantes foram obtidos por Campos *et al.* (2008), ao afirmarem que o biofertilizante proporciona a formação de um ambiente mais úmido, favorecendo assim um maior número de divisão e expansão celular e resultando num maior diâmetro do caule.

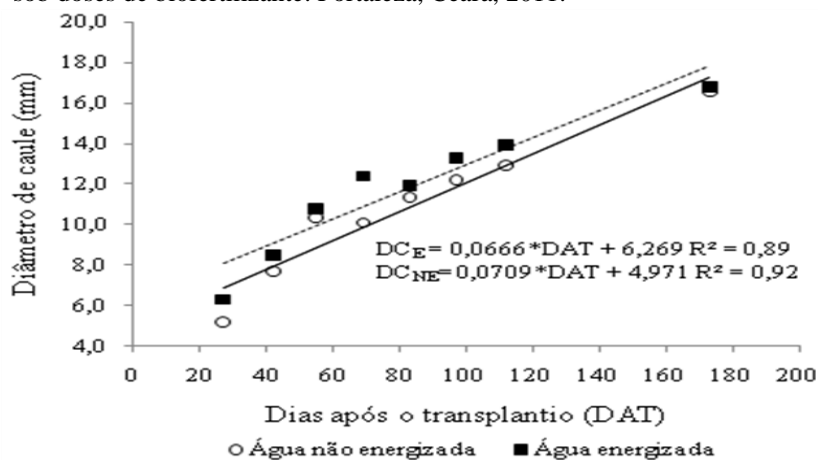
Figura 17 – Diâmetro do caule das plantas de pimentão em função das doses de biofertilizante. Fortaleza, Ceará, 2011.



Na Figura 18, tem-se o crescimento do diâmetro de caule de plantas irrigadas com água não energizada e energizada em função das épocas de avaliação. Observa-se que o diâmetro médio do caule para água não energizada e energizada, aos 173 DAT, foram de aproximadamente 16,5 e 16,8 mm, respectivamente. Estudos realizados pelo fabricante do equipamento indicam que a água energizada pelo Aquatron®, melhora a qualidade das culturas, promovendo um crescimento mais rápido da planta e diâmetros de caule mais grossos (AQUATRON, 2011).

Sousa *et al.* (2006), avaliando o desempenho da cultura do pimentão com uso de água residuária, encontrou valores de diâmetro do caule que variam entre 12,87 e 16,54 mm, próximos aos valores expostos neste estudo.

Figura 18 – Diâmetro do caule das plantas de pimentão em função dos DAT (dias após o transplante) e irrigação com água energizada e não energizada sob doses de biofertilizante. Fortaleza, Ceará, 2011.

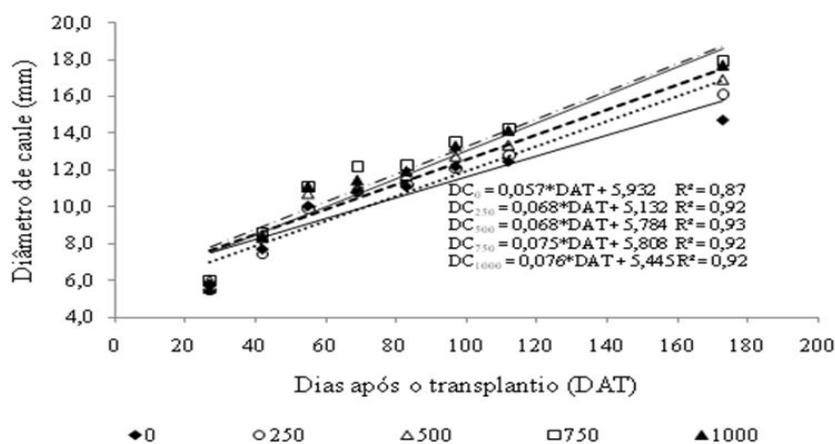


Ocorreu efeito significativo no diâmetro de caule em função da interação entre as doses de biofertilizante e os dias após o transplante, cuja evolução pode ser visualizada na

Figura 19. Semelhante à interação tratamento de energização da água e DAT, a interação doses de biofertilizante e DAT também se ajustou a modelos lineares crescentes. Os valores de diâmetro de caule aos 173 DAT atingiu um valor de 14,7 mm quando irrigado com água não energizada e 17,9 mm quando irrigado com água energizada. Em termos absolutos, nota-se que o processo de energização de água proporcionou um aumento no diâmetro. Campos *et al.* (2011) também verificou estatisticamente, influência positiva da interação biofertilizante bovino e idade de avaliação das plantas, no diâmetro caulinar do maracujazeiro amarelo.

Observou-se que houve um crescimento contínuo ao longo do período, evidenciando a resposta do pimentão à fertilização orgânica com biofertilizante realizada ao longo do período. Nos primeiros dias após o transplantio, registrou-se um grande aumento de massa seca, causado pelo acúmulo de compostos orgânicos formados com a incorporação de CO₂ (fotossíntese), além de absorção de nutrientes pelas raízes. Quando reduz o seu crescimento, o acúmulo de matéria seca estabiliza e os assimilados que serão produzidos pela fonte neste período são encaminhados para os drenos (frutos) (CAIRO *et al.*, 2008).

Figura 19 – Diâmetro do caule das plantas de pimentão em função dos DAT (dias após o transplantio) e doses de biofertilizante. Fortaleza, Ceará, 2011.



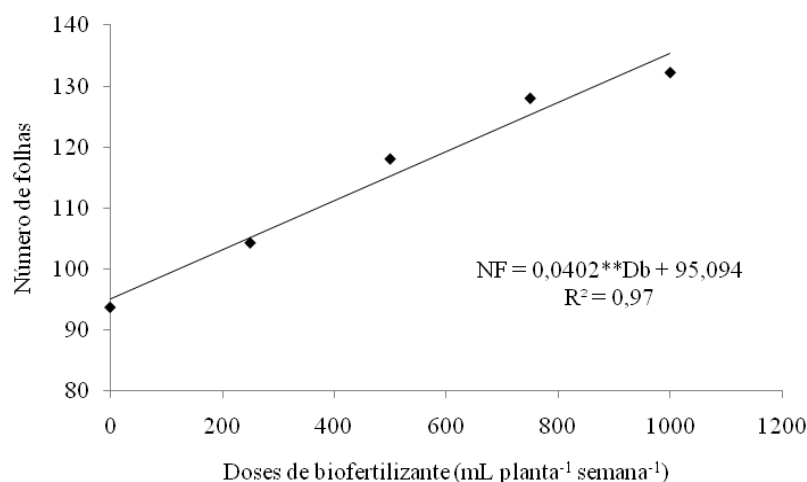
Nascimento *et al.* (2011) avaliando os efeitos da utilização de biofertilizante bovino na produção de mudas de pimentão, observaram que as plantas tratadas com o biofertilizante apresentaram caule mais desenvolvido ao longo do período.

4.2.3 Número de folhas

A análise de regressão do número de folhas em função das doses de biofertilizante (Figura 20) ajustou-se a um modelo linear crescente, com R^2 0,97, onde a maior dose de biofertilizante (1000 mL planta⁻¹ semana⁻¹), proporcionou maior número de folhas (132,1 folhas). Esses resultados corroboram com os encontrados por Oliveira *et al.* (2004), que ao aplicarem biofertilizante líquido a base de urina de vaca na cultura do pimentão (*Capsicum annuum*. L.), obtiveram aumento linear no número de folhas emitidas.

Pela presença de substâncias húmicas no biofertilizante e vitais às plantas, à medida que se aumentou a dose do insumo, pode ter acontecido aumento do potencial osmótico na zona radicular, que se refletiu no crescimento, expansão e divisão celular, favorecendo o surgimento de maior número de folhas (MARSCHNER, 1995).

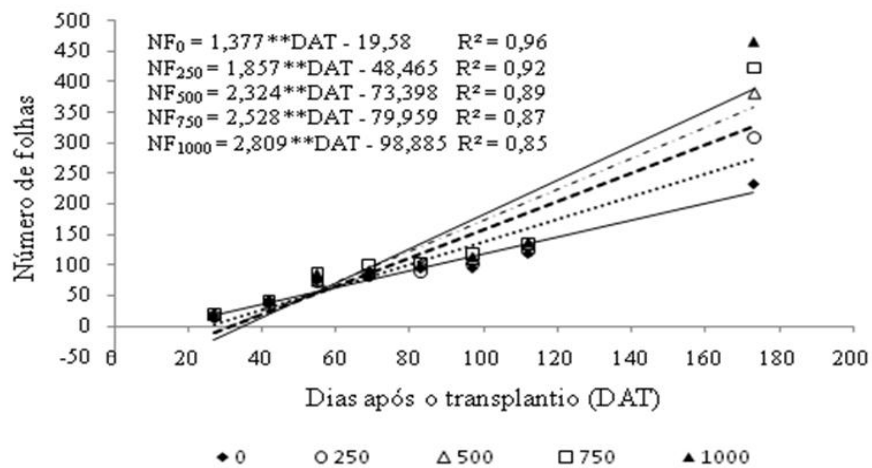
Figura 20 – Número de folhas das plantas de pimentão em função das doses de biofertilizante. Fortaleza, Ceará, 2011.



Na Figura 21, observa-se que os dados do número de folhas em função das doses de biofertilizante e dias após o transplante, ajustaram-se a modelos lineares crescentes, em todas as doses aplicadas. Resultados semelhantes foram encontrados por Campos *et al.* (2011), onde verificaram que o número de folhas cresceu linearmente com o aumento da proporção de biofertilizante ao longo do período após a emergência das plântulas. Rebequi *et al.* (2009), avaliando os efeitos da salinidade da água de irrigação e do biofertilizante bovino na formação de mudas de limão cravo, verificaram que os tratamentos com biofertilizante proporcionaram um aumento médio percentual de 29 % no número de folhas por planta em relação aos tratamentos sem o insumo orgânico na água de irrigação.

Cavalcante *et al.* (2009) evidenciaram que, independentemente da época de aplicação o aumento do percentual do esterco bovino líquido fermentado no substrato, estimulou o crescimento das plantas em altura, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, comprimento da raiz principal, fitomassa aérea e radicular nas mudas de maracujazeiro amarelo.

Figura 21 – Número de folhas das plantas de pimentão em função dos DAT (dias após o transplante) e doses de biofertilizante. Fortaleza, Ceará, 2011.



4.2.4 Matéria Seca das folhas e do caule

A matéria seca das folhas e do caule foi analisada aos 173 DAT, no final do experimento. O tratamento de energização da água não proporcionou efeito significativo sob as variáveis em questão. Para o incremento das doses de biofertilizante aplicadas, houve significância aos níveis de 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, como mostra a análise de variância (Tabela 10). Não houve interação entre estes dois fatores para a matéria seca da folha (MSF) e matéria seca do caule (MSC).

Tabela 10- Resumo da análise de variância para matéria seca das folhas (MSF) e matéria seca do caule (MSC). Fortaleza, Ceará, 2011.

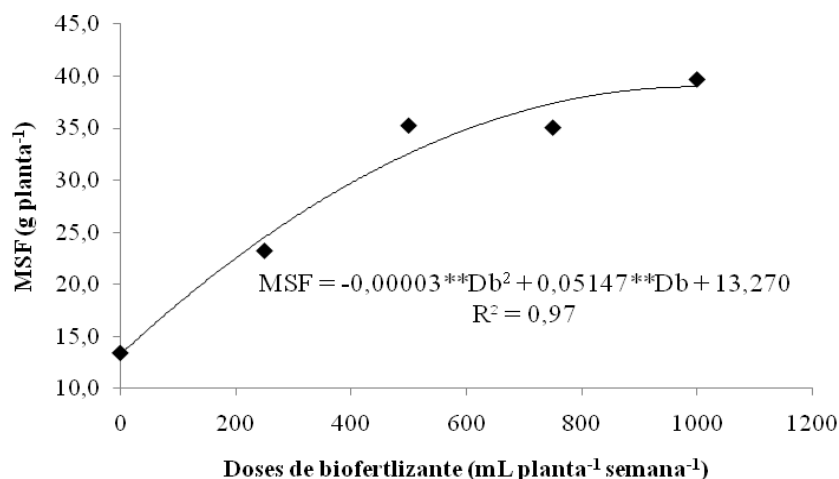
Fonte de variação	GL	Quadrado Médio	
		MSF	MSC
Blocos	3	4,24 ^{ns}	173,05 ^{ns}
Energização da água (En)	1	144,16 ^{ns}	189,22 ^{ns}
Resíduo (a)	3	64,24	768,32
Biofertilizante (Bio)	4	927,65**	2320,45**
Interação En x Bio	4	26,86 ^{ns}	132,36 ^{ns}
Resíduo (b)	24	38,54	91,91
CV – a (%)	-	27,31	45,68
CV – b (%)	-	21,16	15,80

GL = Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; * = Significativo a 1%, ** Significativo a 5% e ns = não significativo.

Provavelmente, os resultados encontrados foram consequência não só do aumento da fertilidade, uma vez que, com a aplicação dos adubos orgânicos ao solo houve maior adição de nutrientes. As superioridades nos tratamentos com as maiores doses do insumo orgânico também podem ser resultado da liberação de substâncias húmicas em solos pela ação positiva dos biofertilizantes (CAVALCANTE *et al.*, 2007) e a proliferação de microorganismos no solo aumentando o grau de disponibilidade de nutrientes às plantas (RAJENDRAN e DEVARAJ, 2004).

Ao se analisar o efeito das doses de biofertilizante sobre a matéria seca das folhas de pimentão, por meio da análise de regressão, constatou-se que o modelo que melhor se ajustou aos dados foi o polinomial quadrático, R^2 de 0,97 (Figura 22). A MSF atingiu o valor máximo de 35,35 g planta⁻¹ para a dose de 857,83 mL planta⁻¹ semana⁻¹ de biofertilizante líquido bovino.

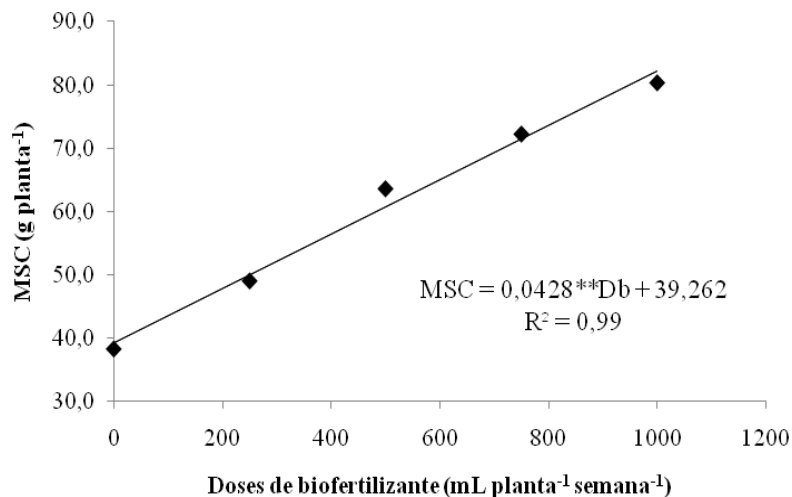
Figura 22 – Matéria seca das folhas (MSF) de pimentão aos 173 DAT em função das doses de biofertilizante.



Semelhantemente a este estudo, Deleito *et al.* (2004) testando o efeito do biofertilizante Agrobio sobre o desenvolvimento das mudas de pimentão, em condições de casa de vegetação, puderam afirmar, que o biofertilizante melhorou o desenvolvimento das mudas, expresso pela matéria seca da parte aérea por reduzir a taxa de desfolha. Tendências semelhantes em plantas de milho cultivadas com adubo orgânico foram registradas por Saraiva *et al.* (2010) e por Santos e Trindade (2010) em plantas de milho e melancia, respectivamente. Ambos os estudos foram conduzidos em condições de casa de vegetação. Porém, Dias (2003), trabalhando com biofertilizante líquido na produção e na qualidade da alfafa, verificaram não significância na produção de matéria seca.

O aumento das doses de biofertilizante bovino influenciou significativamente a produção de matéria seca do caule (Figura 23). Os dados se ajustaram a um modelo linear crescente, com R^2 de 0,99. Os valores sofreram uma variação de 52,27%, comparando-se o valor obtido com a maior dose (80,27 g planta⁻¹) com o valor obtido na testemunha (38,31 g planta⁻¹).

Figura 23 – Matéria seca do caule (MSC) de pimentão aos 173 DAT em função das doses de biofertilizante.



Atribui-se que o biofertilizante tenha influenciado nos processos de suprimento de água e de minerais do sistema radicular para a parte aérea, além da síntese e do transporte de reguladores de crescimento entre o sistema radicular e a parte aérea. De acordo com Pearce *et al.* (1993), o crescimento e o comportamento da parte aérea estão estreitamente relacionados com o crescimento e o comportamento do sistema radicular, refletido na relação raiz/parte aérea.

Diniz *et al.* (2011), avaliando o efeito da aplicação de esterco bovino líquido e uréia no crescimento e na alocação de biomassa nos diferentes órgãos do maracujazeiro amarelo, verificaram que nos tratamentos com esterco líquido sem uréia, a biomassa caulinar aumentou em função das concentrações do insumo orgânico aplicado.

Diferentemente desse estudo, Duarte *et al.* (2010) avaliando o crescimento em mudas de melancia sob doses de adubo orgânico no substrato registraram um modelo quadrático para matéria seca do caule. Segundo esses autores, a máxima produção de matéria seca foi de (138,78 mg) obtida com a dose de 2,297 L do esterco no substrato. Almeida Neto *et al.* (2009) não encontraram efeitos significativos na massa seca de plantas de pimentão em função de concentrações de biofertilizante.

4.3 Características químicas do solo

As análises de solo foram realizadas ao final do experimento em função da energização da água e das doses de biofertilizante. O resumo da análise de variância apresentado na Tabela 11, mostra que os teores de Ca e Percentagem de Sódio Trocável (PST) foram influenciados estatisticamente apenas pela aplicação da água energizada. Em relação às doses de biofertilizante, os teores de C, Matéria Orgânica (M.O.), P e Mg receberam influência da aplicação deste tratamento. Os teores de Na, Soma de bases (SB) e CE apresentaram diferenças significativas para ambos os tratamentos, porém sem interação entre eles. Houve interação significativa entre os tratamentos nos teores de K, Acidez potencial (H + Al), Capacidade de Troca de Cátions (CTC) e Percentagem de saturação por bases (V).

O pH do solo, ao final do experimento em todos os tratamentos aplicados, apresentou variação entre 7,7 e 8,2. Na classificação química, esta variação de pH é considerada de alcalinidade elevada e na classificação agrônômica, qualquer pH maior que 7,0 é considerado muito alto (ALVAREZ *et al.*,1999).

Tabela 11 - Resumo da análise de variância para teores de C, M.O., pH, P, K, Ca, Mg, Na, H + Al, SB, CTC, V, PST e CE no substrato ao final do experimento. Fortaleza, Ceará, 2011.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio						
		C	M.O.	pH	P	K	Ca	Mg
Energização da água	1	3,15 ^{ns}	9,31 ^{ns}	0,13 ^{ns}	85867,50 ^{ns}	1,49*	43,20**	0,09 ^{ns}
Resíduo (a)	4	9,92	29,46	0,05	409005,05	0,18	0,98	0,22
Biofertilizante	4	16,80*	49,94*	0,05 ^{ns}	14942431,24**	2,99**	13,34 ^{ns}	5,95**
Interação Ta x Tb	4	6,52 ^{ns}	19,35 ^{ns}	0,05 ^{ns}	285402,56 ^{ns}	0,88**	8,29 ^{ns}	0,21 ^{ns}
Resíduo (b)	16	5,15	15,31	0,02	150550,42	0,13	4,92	0,26
CV – a (%)	-	17,67	17,67	2,78	20,40	20,99	2,54	3,24
CV – b (%)	-	12,74	12,73	1,93	12,38	18,15	5,69	3,59
Regressão Linear	1	49,03**	145,73**	-	45335733,75**	10,47**	-	22,51**
Regressão Quadrática	1	3,84 ^{ns}	11,37 ^{ns}	-	12437043,85**	1,50**	-	0,87 ^{ns}

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio						
		Na	H + Al	SB	CTC	V	PST	CE
Energização da água	1	62,21*	52,27 ^{ns}	8,43**	18,72 ^{ns}	63,07 ^{ns}	54,67*	0,11*
Resíduo (a)	4	3,24	9,39	0,34	10,58	12,32	4,22	0,005
Biofertilizante	4	127,39*	19,76 ^{ns}	281,31**	237,22 ^{ns}	46,23 ^{ns}	88,31 ^{ns}	0,17**
Interação Ta x Tb	4	79,76 ^{ns}	279,95*	117,99 ^{ns}	390,73*	296,13**	67,99 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Resíduo (b)	16	37,46	58,99	54,99	93,77	58,88	37,47	0,008
CV – a (%)	-	14,23	16,42	0,86	3,76	4,44	14,42	4,72
CV – b (%)	-	48,36	41,16	10,91	11,18	9,70	42,96	5,76
Regressão Linear	1	275,93*	-	805,93**	-	-	-	0,66**
Regressão Quadrática	1	35,92 ^{ns}	-	7,74 ^{ns}	-	-	-	0,0006 ^{ns}

GL = Grau de liberdade; CV = Coeficiente de variação; * = Significativo a 1%, ** Significativo a 5% e ns = não significativo.

A análise comparativa de médias pelo teste de Tukey é apresentada na Tabela 12 para os teores de Ca, Na, SB, PST e CE. A água não energizada apresentou superioridade (5,98%) em relação à água energizada apenas para os teores de Ca. Este fato pode ter ocorrido devido aos teores de Ca encontrados nas análises químicas das águas utilizadas na irrigação (Tabelas 2 e 3), onde verifica-se na água não energizada um teor de Ca de 1,0 mmol_c L⁻¹ enquanto que a água energizada apresentava um teor de Ca de 0,7 mmol_c L⁻¹, sendo, portanto, uma superioridade de 30 % da água não energizada em relação à água energizada. Já nos teores de Na, SB, PST e CE, a água energizada mostrou-se superior em relação à água não energizada em 20,4%, 1,5%, 17,3% e 7,4%, respectivamente. Na análise das águas de irrigação, observa-se que os teores de Na⁺, SB e CE da água energizada são superiores aos encontrados na água não energizada em 15,7%, 8,9% e 7,6%, respectivamente. É importante salientar que a água energizada foi classificada como alta salinidade, C₃S₁, enquanto que a água não energizada foi classificada como salinidade média, C₂S₁.

Tabela 12 – Valores médios de Ca, Na, SB, PST e CE do substrato ao final do experimento (173 DAT). Fortaleza, Ceará, 2011.

Valores médios	Água não energizada	Água energizada
Ca (mmolc dm ⁻³)	40,16 a	37,76 b
Na (mmolc dm ⁻³)	11,22 b	14,09 a
SB (mmolc dm ⁻³)	67,44 b	68,50 a
PST (%)	12,90 b	15,60 a
CE (dS m ⁻¹)	1,51 b	1,63 a

As médias seguidas por mesma letra, na linha, não diferem entre si, a 1% de probabilidade, pelo teste Tukey.

As doses de biofertilizante aplicadas exerceram influências significativas estatisticamente nos teores de C, M.O., P, Mg, Na, SB e CE.

Quanto aos teores de C, o melhor ajuste foi o modelo linear cujos valores oscilaram entre 15,9 e 20,1 g kg⁻¹ com o aumento das doses de biofertilizante (Figura 24 A). Os teores de M.O. também se ajustaram ao modelo linear de regressão e apresentaram uma variação entre 27,4 e 34,7 g kg⁻¹, com média de 30,7 g kg⁻¹, valores estes que aumentaram com o incremento das doses do insumo orgânico aplicado (Figura 24 B), elevando os teores de médio (22,1 g kg⁻¹) antes de instalação do experimento para alto (>30,0 g kg⁻¹), exceto na dose 250 mL planta⁻¹ semana⁻¹, conforme interpretação de Fernandes (1993). Com isso, verifica-se que o biofertilizante exerceu efeitos positivos teor da matéria orgânica do substrato. Porém, para Alvarez *et al.* (1999) e Tomé Júnior (1997) estes teores encontrados ao final do experimento são considerados médios, pois estão abaixo de 50,0 g kg⁻¹.

A matéria orgânica é uma importante fonte de nutrientes para as plantas, microflora e fauna terrestre (KIEHL, 1985) e a presença de microorganismos é umas das principais características do biofertilizante, que são responsáveis pela decomposição desta matéria orgânica, pela produção de gás e na liberação de metabólitos. O incremento da matéria orgânica ao final do experimento é resultado do aporte fornecido pelo biofertilizante. Resultados semelhantes foram relatados por Rodolfo Junior (2009) que observou aumento da quantidade de matéria orgânica do solo sob aplicação de biofertilizante, porém não em níveis satisfatórios para o bom desenvolvimento para o cultivo do maracujazeiro.

Os teores de P no substrato aos 173 DAT em função das doses de biofertilizante obtiveram melhor ajuste ao modelo polinomial quadrático de regressão com coeficiente de determinação (R²) de 0,97 (Figura 24C). O P atingiu seu maior teor no substrato (4.365,7 mg dm⁻³) com a dose 776,6 mL planta⁻¹ semana⁻¹. Para o extrator Mehlich, independente do tipo de solo e da cultura, serão baixos teores, menores que 3 mg dm⁻³ e altos teores acima de 30 mg dm⁻³ (TOMÉ JUNIOR, 1997). Antes da instalação do experimento, o teor de P no

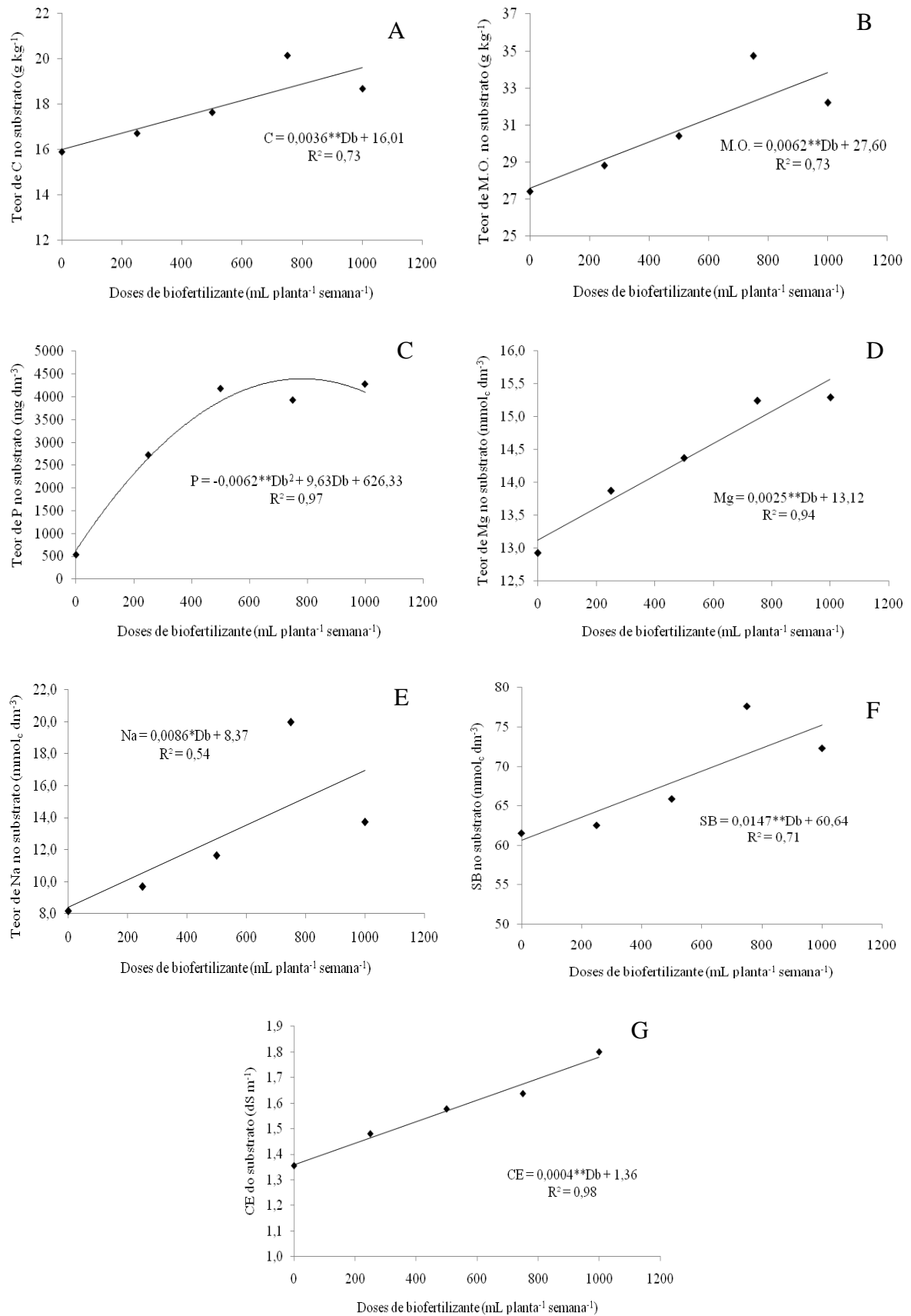
substrato era 1.064 mg dm^{-3} , já considerado estritamente alto. Aumento do nutriente também foi confirmado por Silva (2003) e por Santos (2004) ao verificarem que o teor de fósforo em dois solos arenosos foi aumentado de 7 para até 223 e 249 mg dm^{-3} quando tratados com biofertilizantes puro e enriquecido com macro e micronutrientes.

Alves *et al.* (2009), verificando as propriedades químicas de um solo cultivado com pimentão submetido à aplicação de dois tipos de biofertilizantes, constataram que, semelhantemente aos resultados obtidos neste trabalho, o fósforo no solo ajustou-se ao modelo quadrático de regressão. Araújo (2005) também verificou incremento no teor de P do solo adubado com biofertilizante puro no cultivo de pimentão.

Analisando a Figura 24 D, verifica-se que os teores de Mg no substrato aos 173 DAT em função das doses de biofertilizante, ajustaram-se ao modelo linear com coeficiente de determinação (R^2) de 0,94, com teores oscilando entre 12,9 e 15,3 mmolc dm^{-3} , que conforme interpretações de Tomé Júnior (1997) e Fernandes (1993) são considerados altos. Na análise realizada antes da instalação do experimento, o teor de Mg no substrato já era considerado alto ($33,5 \text{ mmolc dm}^{-3}$). Contudo, houve um decréscimo do teor desse nutriente no decorrer do período experimental e condução da cultura. Alvarez *et al.* (1999) consideram que o teor adequado de magnésio no solo deve estar acima de $24,1 \text{ mmolc dm}^{-3}$ para o crescimento e o rendimento produtivo das culturas. Araújo *et al.* (2008a) também verificaram aumento nos teores de magnésio com o incremento das doses aplicadas, porém com ajuste polinomial quadrático.

Os teores de Na e SB em função das doses de biofertilizante aplicadas podem ser visualizados nas Figuras 24 E e 24 F, onde se ajustaram ao modelo linear de regressão com coeficientes de determinação (R^2) de 0,54 e 0,71, respectivamente. Os teores de Na variaram entre 8,1 e 20 mmolc dm^{-3} e a SB, entre 61,5 e 72,3 mmolc dm^{-3} . O sódio, apesar de não ser um elemento essencial às plantas, é incluído por alguns autores, como Marschner (1995), em um grupo útil às plantas, e este nutriente pode substituir algumas funções bioquímicas do potássio no metabolismo vegetal (TOMÉ JUNIOR, 1997) justificando a sua inclusão nos estudos de avaliação de fertilidade do solo, mesmo não sendo feito rotineiramente. A SB está relacionada ao fornecimento de bases (Ca, Mg, K e Na) em níveis ótimos para o desenvolvimento das plantas. A filosofia da saturação por base é baseada no conceito de criar relações ideais de Ca, Mg e K no solo, para a produção máxima das culturas (ECKERT, 1987).

Figura 24– Teores de C (A), M.O (B), P (C), Mg (D), Na (E), SB (F) e CE (G) no substrato aos 173 DAT em função das doses de biofertilizante.



Na Figura 24 G, tem-se os teores de CE do substrato aos 173 DAT em função das doses de biofertilizante aplicadas. Observa-se que os mesmos apresentaram uma tendência linear crescente com coeficiente de determinação (R^2) de 0,98, e valores entre 1,3 e 1,8 dSm^{-1} . Segundo Landon (1984) com esses valores obtidos, os efeitos da salinidade são geralmente negligenciáveis, porém Ayers e Westcot (1991), a tolerância à salinidade do pimentão para um rendimento potencial 100% em função da salinidade do solo é 1,5 dS m^{-1} .

De acordo com a Figura 25 A, os teores de K no substrato aos 173 DAT quando irrigado com água não energizada constituíram um melhor ajuste linear com coeficiente de determinação (R^2) de 0,84. Resultados semelhantes foram encontrados por Araújo (2005), onde o K do solo adubado com biofertilizante também sofreu incremento com as doses de biofertilizante no cultivo do pimentão. Porém, quando irrigado com água energizada, constituíram-se em um ajuste polinomial quadrático com coeficiente de determinação (R^2) de 0,94; que desenvolvendo-se a derivada primeira da equação alcançou-se com a dose 650 $\text{mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$ um teor de K no substrato correspondente a 2,83 mmolc dm^{-3} , como ponto de máximo teor. Em relação à análise realizada antes da instalação do experimento, o teor de K apresentou um declínio. Inicialmente, o substrato continha 3,68 mmolc dm^{-3} de K, sendo que ao final do experimento (173 DAT) os teores de K oscilaram entre 0,72 a 3,31 mmolc dm^{-3} , dependendo do tratamento aplicado e com o incremento da dose de biofertilizante, houve aumento dos teores de K, provavelmente o consumo do nutriente foi maior que a oferta do mesmo nas dosagens aplicadas. Segundo Fernandes (1993), o teor de K classifica-se como baixo quando apresenta valores entre 0 e 1,15 mmolc dm^{-3} , médio entre 1,15 e 2,3 mmolc dm^{-3} e alto 2,3 e 4,6 mmolc dm^{-3} .

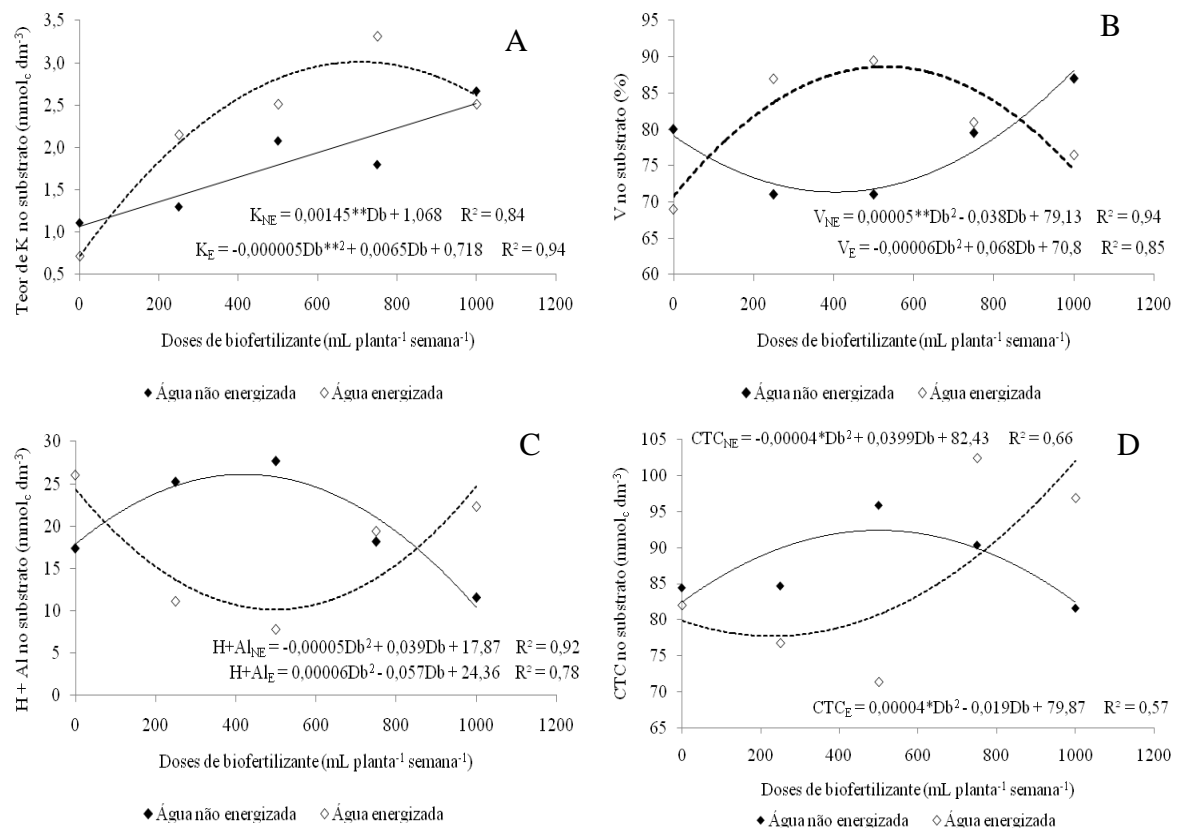
Na Figura 25 B pode-se observar a saturação por bases em função das doses de biofertilizante para água não energizada e energizada. Na aplicação da água não energizada, o coeficiente de determinação (R^2) foi de 0,94, sendo que a menor saturação por bases (71,9%) foi alcançada com a dose 380 $\text{mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$. Na aplicação da água energizada, o coeficiente de determinação (R^2) foi de 0,85, sendo que a saturação por bases de 90,1%, valor máximo, foi alcançada com a dose 566,6 $\text{mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$. A Saturação por bases (V) é um excelente indicativo das condições gerais da fertilidade do solo (TOMÉ JUNIOR, 1997), classificando como férteis (Eutróficos) solos que apresentam $V > 50\%$ e pouco férteis (Distróficos) solos que apresentam $v < 50\%$.

Com referência à acidez potencial ($H + Al$) no substrato aos 173 DAT em função da irrigação com água não energizada e energizada para as doses de biofertilizante (Figura 25 C), observam-se que os ajustes foram polinomiais quadráticos. Na irrigação com água não

energizada, os teores de H + Al apresentaram um coeficiente de determinação (R^2) de 0,92, sendo que nesse modelo, a maior acidez potencial ($25,4 \text{ mmolc dm}^{-3}$) foi obtida com a dose $390 \text{ mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$. Na irrigação com água energizada, os teores de H + Al apresentaram um coeficiente de determinação (R^2) de 0,78, sendo que a dose $457 \text{ mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$ proporcionou a menor acidez potencial ($10,8 \text{ mmolc dm}^{-3}$). Não há classificação para os teores de H + Al, sendo que o objetivo principal da determinação da acidez potencial é o cálculo da CTC (TOMÉ JUNIOR, 1997).

A CTC apresentou tendência semelhante à acidez potencial, sendo o melhor ajuste o polinomial quadrático (Figura 25 D). Na irrigação com água não energizada, o coeficiente de determinação (R^2) foi 0,66, onde o valor $92,4 \text{ mmolc dm}^{-3}$ foi obtido com a dose $498,7 \text{ mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$. Já na irrigação com água energizada, o coeficiente de determinação (R^2) foi 0,57, onde o valor $77,6 \text{ mmolc dm}^{-3}$ foi obtido com a dose $237,5 \text{ mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$.

Figura 25 Teores de H+Al(A), CTC (B), K (C) e V (D) no substrato aos 173 DAT em função da irrigação com água energizada e não energizada e das doses de biofertilizante.



4.4 Estado nutricional das plantas

4.4.1 Macronutrientes

Na análise foliar realizada aos 67 DAT constata-se pelos resumos das análises de variância (Tabela 13), que os teores de K foram mais influenciados estatisticamente pela energização da água; já os teores de P foram mais influenciados pelas doses de biofertilizante. Os teores de Mg e S sofreram influência de ambos os tratamentos. Houve interação significativa para os teores de N e Ca. Porém, na análise foliar realizada aos 173 DAT (Tabela 13), o tratamento de energização de água apresentou efeitos significativos apenas para os teores de Mg e as doses de biofertilizante, para os teores de P, Mg e S, com interação significativa entre os tratamentos para os teores de N e Ca.

Tabela 13 - Resumo da análise de variância para teores de N, P, K, Ca, Mg e S em tecidos vegetais (folha) aos 67 DAT e 173 DAT (dias após o transplântio). Fortaleza, Ceará, 2011.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio – 67 DAT					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Energização da água	1	0,056 ^{ns}	0,011 ^{ns}	37,969*	32,448**	4,408**	0,816*
Resíduo (a)	4	1,409	0,088	1,981	1,109	0,073	0,091
Biofertilizante	4	14,602*	0,289*	4,378 ^{ns}	159,097**	0,639**	0,130*
Interação Ta x Tb	4	14,790*	0,107 ^{ns}	9,891 ^{ns}	17,425*	0,119 ^{ns}	0,005 ^{ns}
Resíduo (b)	16	3,583	0,065	5,059	5,762	0,066	0,035
CV – a (%)	-	3,74	6,77	2,87	7,28	3,78	6,22
CV – b (%)	-	5,97	5,82	4,59	16,60	3,60	3,85
Regressão Linear	1	48,834**	0,952**	1,134 ^{ns}	391,681**	0,030 ^{ns}	0,459**
Regressão Quadrática	1	7,470 ^{ns}	0,065 ^{ns}	6,435 ^{ns}	241,741**	2,350**	0,013 ^{ns}
Fonte de Variação	GL	Quadrado médio – 173 DAT					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Energização da água	1	0,023 ^{ns}	0,036 ^{ns}	15,769 ^{ns}	15,987 ^{ns}	11,719**	0,061 ^{ns}
Resíduo (a)	4	3,454	0,994	7,881	3,816	0,058	0,193
Biofertilizante	4	6,548*	0,857**	46,050*	6,942 ^{ns}	0,289 ^{ns}	0,014 ^{ns}
Interação Ta x Tb	4	4,027 ^{ns}	0,232 ^{ns}	46,050*	9,469 ^{ns}	0,390 ^{ns}	0,046 ^{ns}
Resíduo (b)	16	1,767	0,085	10,444	5,474	0,635	0,033
CV – a (%)	-	9,18	14,32	6,38	19,38	3,54	10,89
CV – b (%)	-	6,57	4,19	7,34	23,21	11,68	4,52
Regressão Linear	1	6,603 ^{ns}	2,031**	153,600**	18,315 ^{ns}	0,384 ^{ns}	0,006 ^{ns}
Regressão Quadrática	1	15,236**	0,127 ^{ns}	18,107 ^{ns}	0,450 ^{ns}	0,724 ^{ns}	0,017 ^{ns}

GL = Grau de liberdade; CV = Coeficiente de variação; * = Significativo a 1%, ** Significativo a 5% e ns = não significativo.

A análise comparativa de médias pelo teste de Tukey é apresentada na Tabela 14 para os teores de K, Mg e S aos 67 DAT e Mg aos 173 DAT em função da irrigação com água

não energizada e energizada. Com o resultado exposto, nas condições desenvolvidas nesse experimento, a água não energizada apresentou teores superiores em 4,6; 10,2 e 6,5%, de K, Mg e S, respectivamente, nas folhas amostradas de pimentão aos 67 DAT, e superior em 16,3% de Mg aos 173 DAT. Os valores de K encontrados nesse trabalho estão de acordo com a faixa considerada adequada para a cultura do pimentão de 25 a 60 g kg⁻¹ de K (REUTER e ROBINSON, 1997; MELO *et al.*, 2000; RIBEIRO *et al.*, 2000) e superaram os apresentados por Araújo *et al.* (2007) com valores de 42,98 g kg⁻¹ em pimentão tratado com biofertilizante puro aplicado via foliar.

Interações entre nutrientes podem facilitar ou dificultar o processo de absorção dos mesmos nas plantas. A aplicação de N pode aumentar o teor de Mg nas folhas, altos teores de Ca podem reduzir a absorção de Mg ou ainda o K e o Na dificultam a absorção de Mg (MAGALHÃES, 2006). Esses processos de antagonismo ou sinergismo entre nutrientes podem ter afetado o efeito da energização da água, já que o processo aumenta a eficiência de aplicação dos biofertilizantes e a absorção de alguns nutrientes, como o nitrogênio e o potássio (AQUATRON, 2011).

Tabela 14 – Valores médios de K, Mg e S aos 67 DAT e Mg aos 173 DAT nas folhas de plantas de pimentão em função da irrigação com água não energizada e energizada. Fortaleza, Ceará, 2011.

Nutrientes	Água não energizada		Água energizada	
	67 DAT			
K (g kg ⁻¹)	50,1 a		47,8 b	
Mg (g kg ⁻¹)	7,54 a		6,77 b	
S (g kg ⁻¹)	5,02 a		4,69 b	
	173 DAT			
Mg (g kg ⁻¹)	7,45 a		6,20 b	

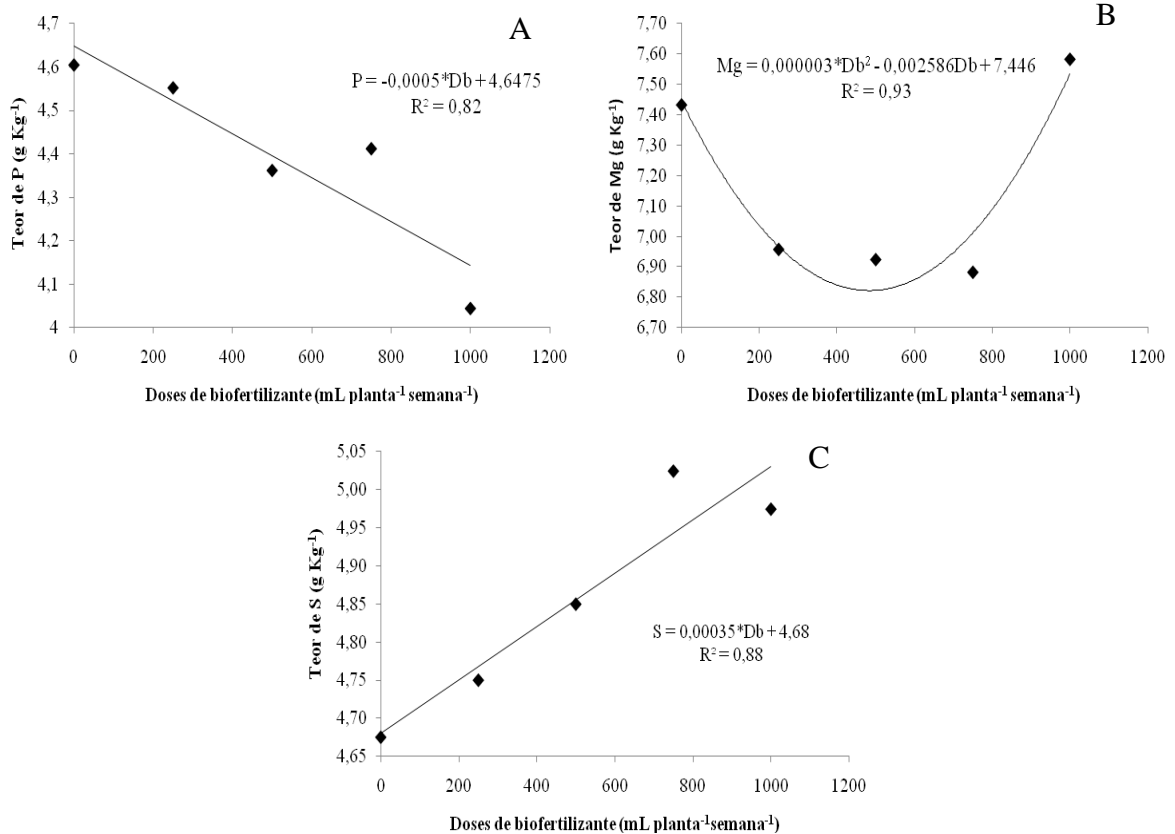
As médias seguidas por mesma letra, na linha, não diferem entre si, a 1% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Aos 67 DAT, os teores de P, Mg e S apresentaram influências significativas em função das doses de biofertilizante, cuja análises de regressão podem ser visualizada na Figura 26.

Os teores de fósforo ajustaram-se a um modelo de regressão linear decrescente (Figura 26 A), com coeficiente de determinação (R²) de 0,82. Mesmo apresentando este modelo de regressão, em todas as doses de biofertilizante aplicadas, os teores médios de P permaneceram dentro da faixa considerada adequada para a cultura, variando entre 2 e 8 g kg⁻¹ (REUTER e ROBINSON, 1997; MELO *et al.*, 2000; RIBEIRO *et al.*, 2000), e de 3 a 7 g Kg⁻¹ (MALAVOLTA, 1997). O maior teor de fósforo (4,6 g Kg⁻¹) foi encontrado na dose zero (testemunha), valor este que supera o apresentado por Araújo *et al.* (2007), com o valor de 2,69 g Kg⁻¹, em pimentão tratado com biofertilizante puro aplicado via foliar.

Os teores de magnésio obtiveram melhor ajuste a um modelo polinomial quadrático de regressão, com coeficiente de determinação (R^2) 0,93 (Figura 26 B), sendo que a derivada dessa equação revelou um ótimo teor de 6,89 g Kg⁻¹ de magnésio nas folhas de pimentão que pode ser alcançado com a dose estimada de 431 mL planta⁻¹semana⁻¹ de biofertilizante líquido. Os valores encontrados nesse trabalho estão de acordo com a faixa considerada adequada para a cultura do pimentão 3-12 g kg⁻¹ (MALAVOLTA, 1997) e superaram os valores encontrados por Alves *et al.* (2009) de 2,5 g Kg⁻¹ com o biofertilizante puro e por Rodrigues *et al.* (2009) de 4,2 g Kg⁻¹ na dose de 4 L planta⁻¹ de biofertilizante Supermagro no maracujazeiro-amarelo.

Figura 26 -Teores de P (A), Mg (B) e S (C) em folhas de pimentão, aos 67 DAT, em função das diferentes doses de biofertilizante, Fortaleza, Ceará, 2011.



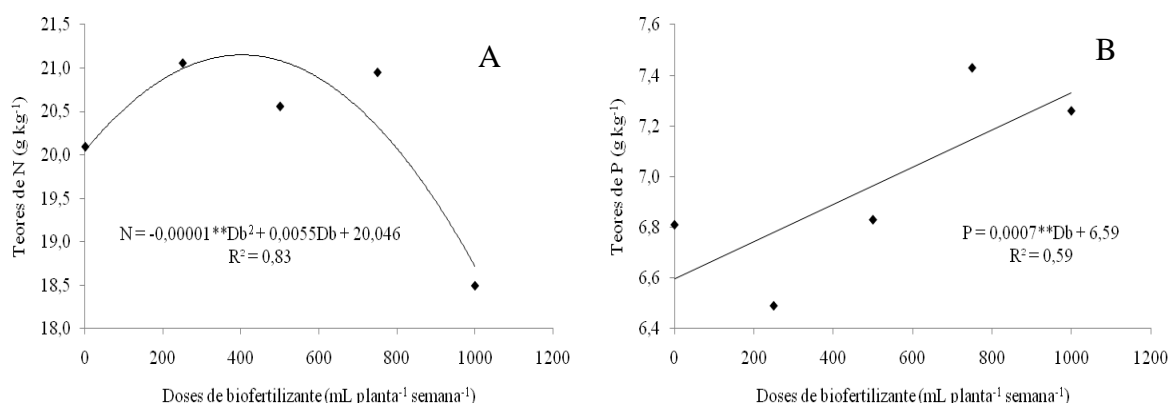
Em relação aos teores de enxofre, verifica-se que apresentaram um melhor ajuste ao modelo linear crescente com coeficiente de determinação (R^2) de 0,88 (Figura 26 C). Alves *et al.* (2009) encontraram teores de enxofre que se ajustaram ao modelo quadrático independentemente do biofertilizante, com superioridade estatística para os tratamentos com o biofertilizante puro. Duenhas *et al.* (2004), estudando os teores de macronutrientes em plantas de melão em sistema orgânico fertirrigado com substâncias húmicas, não observaram diferenças estatísticas entre os tratamentos.

Ao final do experimento (173 DAT) apenas os teores de N e P apresentaram influências significativas em função das doses de biofertilizante.

Os teores de N em função das doses de biofertilizante apresentaram melhor ajuste ao modelo de regressão polinomial quadrático, com coeficiente de determinação (R^2) de 0,83 (Figura 27 A). O teor de N atingiu o valor máximo de $20,80 \text{ g kg}^{-1}$ para a dose de $275 \text{ mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$. Neste período, os teores de N ficaram abaixo da faixa recomendada para a cultura. Os teores médios de N nas folhas de pimentão, no início da frutificação, variam de: 30 a 60 g kg^{-1} (REUTER e ROBINSON, 1997; MELO *et al.*, 2000; RIBEIRO *et al.*, 2000).

Considerando os teores de fósforo, observou-se um ajuste dos dados a uma função linear crescente com as doses de biofertilizante (Figura 27 B). Na testemunha (sem aplicação de biofertilizante) o teor de fósforo foi de $6,81 \text{ g kg}^{-1}$ enquanto que na maior dose aplicada ($1000 \text{ mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$) foi de $7,26 \text{ g kg}^{-1}$. Houve, portanto uma inversão na tendência, comparando com a análise realizada aos 67 DAT. Esta influência positiva das doses de biofertilizante, encontrada ao final das colheitas realizadas, ocorreu provavelmente pelo acúmulo de nutrientes para um novo ciclo de cultivo. Estes resultados corroboram com Mesquita *et al.* (2010) que verificaram acumulações de fósforo crescendo linearmente (crescente) com o aumento das doses de biofertilizantes, porém diferem de Alves *et al.* (2009) que encontraram uma tendência polinomial quadrática para estes teores.

Figura 27 -Teores de N (A) e P (B) em folhas de pimentão, aos 173 DAT, em função das diferentes doses de biofertilizante, Fortaleza, Ceará, 2011.



Na figura 28 A, observa-se a interação significativa para os teores de N, onde para a irrigação com água não energizada observou-se uma tendência linear crescente para os valores obtidos nesse período com coeficiente de determinação (R^2) de 0,95. A dose de biofertilizante que proporcionou maior teor de nitrogênio foi exatamente a maior dose (1000

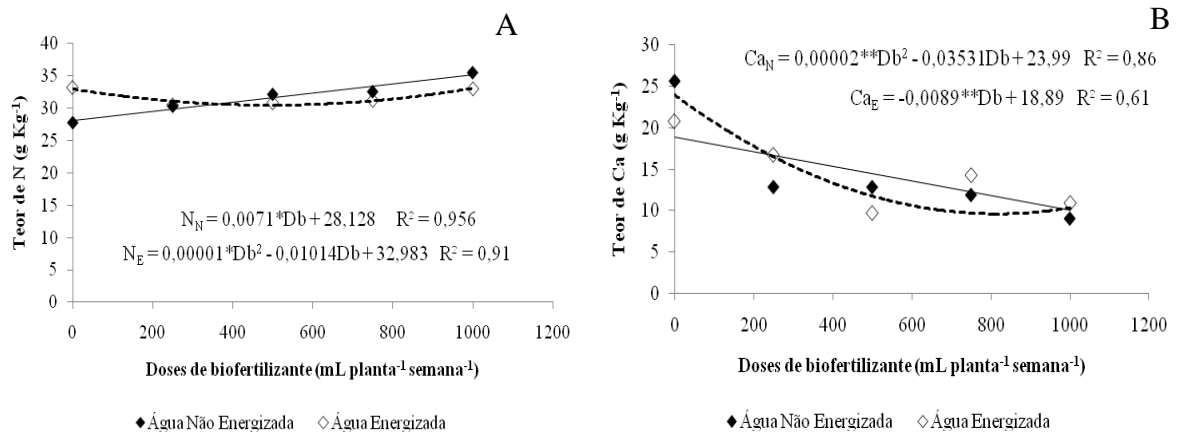
mL planta⁻¹ semana⁻¹). Porém, a irrigação com água energizada nesta variável, ajustou-se a um modelo polinomial quadrático com coeficiente de determinação (R^2) 0,91, atingindo o menor teor de 30,41 g kg⁻¹ para a dose de biofertilizante equivalente a 507 mL planta⁻¹ semana⁻¹, com a derivada primeira da equação. Os teores médios de N nas folhas de pimentão encontravam-se na faixa considerada adequada para a cultura, com exceção da testemunha irrigada com água não energizada, que apresentou 27,78 g kg⁻¹ de N. Os demais tratamentos apresentaram uma variação de 30,33 a 35,53 g kg⁻¹ de N.

Alves *et al.* (2009), verificando o estado nutricional do pimentão (*Capsicum annuum* L.), em resposta à aplicação de diferentes fontes e doses de biofertilizantes, encontraram teores de nitrogênio variando entre 30,88 a 33,50 g kg⁻¹ em função das doses de cálcio fornecidas pelos biofertilizantes. Valores estes, que estão de acordo com os encontrados neste trabalho.

A interação significativa das médias obtidas da irrigação com água não energizada e energizada dentro de cada dose de biofertilizante aplicada para o teor de cálcio nas folhas de pimentão, aos 67 DAT, podem ser visualizadas na Figura 28 B. No tocante ao teor de cálcio, quando se utiliza apenas a irrigação com água não energizada, verificou-se um melhor ajuste ao modelo quadrático, com coeficiente de determinação (R^2) de 0,86. Derivando a equação temos um teor de 8,4 g Kg⁻¹ de cálcio nas folhas de pimentão com uma dose estimada de 882,7 mL planta⁻¹semana⁻¹ de biofertilizante líquido. Na irrigação com água energizada, observou-se que os dados obtiveram um melhor ajuste ao modelo linear decrescente, com coeficiente de determinação (R^2) de 0,61.

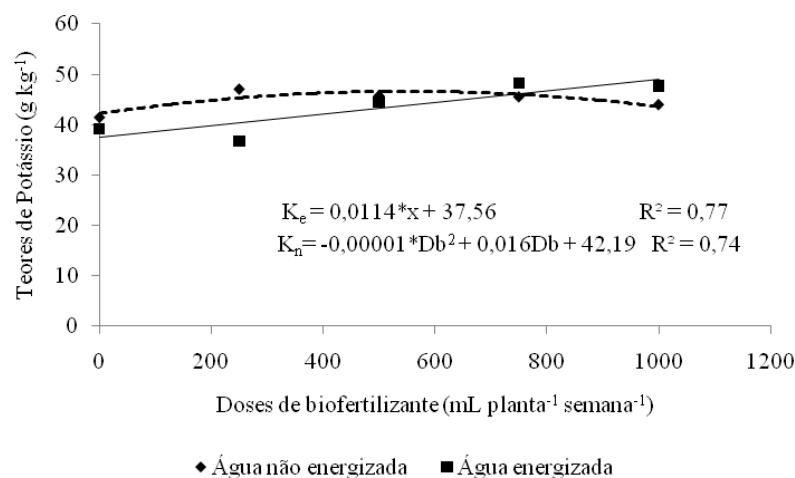
Os valores do teor de cálcio nas folhas obtiveram uma variação de 9,05 a 25,65 g kg⁻¹, sendo os maiores valores encontrados na dose zero, que podem estar relacionados ao baixo consumo de cálcio das plantas desse tratamento que apresentaram menor produção. Com exceção dos valores 9,7 e 9,05 g Kg⁻¹, encontrados nas doses 500 e 750 mL planta⁻¹semana⁻¹, respectivamente, irrigados com água energizada, os demais valores estão dentro da faixa considerada adequada para a cultura: 10-35 g kg⁻¹ (MALAVOLTA, 1997) e todos os valores encontrados neste trabalho superam os valores encontrados por Alves *et al.* (2009) correspondentes a 8,8 g Kg⁻¹ adubadas com Agrobio e 10,7 g Kg⁻¹ com o biofertilizante puro. Além dos altos teores no solo, os efeitos antagônicos entre cálcio e potássio podem ter contribuído para o desbalanço na fertilidade do solo, refletindo-se em declínio no transporte do cálcio para os demais órgãos das plantas (MALAVOLTA, 2006).

Figura 28 -Teores de N (A) e Ca(B) em folhas de pimentão em função de irrigação com água energizada e não energizada sob doses de biofertilizante líquido, Fortaleza, Ceará, 2011.



Aos 173 DAT, apenas o K apresentou interação significativa entre os tratamentos, conforme apresentado na Figura 29. Os dados para água não energizada em função das doses de biofertilizante ajustaram-se ao modelo polinomial quadrático, com coeficiente de determinação (R^2) de 0,74, sendo que o maior teor de potássio (48,59 g kg⁻¹) foi obtido com a dose de 800 mL planta⁻¹ semana⁻¹. Ao considerarmos os dados para água energizada em função das doses de biofertilizante aplicadas, observou-se um ajuste linear com um coeficiente de determinação (R^2) de 0,77, sendo o maior teor de potássio encontrado 47,7 g kg⁻¹ na maior dose aplicada (1000 mL planta⁻¹ semana⁻¹).

Figura 29 -Teores de K (g kg⁻¹) em folhas de pimentão em função de irrigação com água energizada e não energizada sob doses de biofertilizante líquido, Fortaleza, Ceará, 2011.



Alves *et al.* (2009), verificando o estado nutricional das plantas de pimentão em resposta à aplicação de diferentes fontes e doses de biofertilizante, encontraram valores de teores de potássio variando entre 45,7 a 49,8 g kg⁻¹ e que aumentaram com o incremento das doses de biofertilizante. Os resultados encontrados para os teores de fósforo também estão de acordo com os apresentados por Araújo *et al.* (2007), com valores de 42,98 g kg⁻¹, em pimentão tratado com biofertilizante puro aplicado via foliar.

Segundo Nascimento Junior (1998), os teores de macronutrientes na folha da planta de pimentão (cultivar Magali), aos 67 DAT, foram, em g kg⁻¹: 50,6 de N; 40,2 de K; 18,8 de Ca e 6,8 de Mg. Sendo encontrados neste trabalho, na média geral de cada nutriente, valores superiores em K (48,97 g kg⁻¹) e Mg (7,15 g kg⁻¹) com o uso de biofertilizante, como única fonte de adubação.

4.4.2 Micronutrientes

Os valores da análise de variância para os teores de micronutrientes em folhas de pimentão aos 67 DAT e aos 173 DAT em função de irrigação com água energizada e não energizada e doses de biofertilizante podem ser visualizados na Tabela 17. Aos 67 DAT, em relação ao tratamento de energização de água, apenas o B não apresentou diferença estatística pelo teste F, o Fe foi significativo a 1% e o Zn, o Cu, o Mn e o Na foram significativos a 5%, enquanto que as doses de biofertilizante, com exceção para o Zn e o B, também influenciaram significativamente em nível de 1% e 5% pelo teste F. Houve interação significativa para os micronutrientes, a exceção do sódio. Aos 173 DAT, o Fe, o Zn, o Mn e o B foram influenciados estatisticamente pelo tratamento de energização da água, enquanto que todos os micronutrientes apresentaram diferenças estatísticas entre as doses de biofertilizante. Houve interação significativa apenas para Zn, Cu e Na.

Tabela 15 -Resumo da análise de variância para teores de micronutrientes em tecidos vegetais (folha) aos 67 DAT (dias após o transplante). Fortaleza, Ceará, 2011.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio – 67 DAT					
		Fe	Zn	Cu	Mn	B	Na
Energização da água	1	101,57*	874,80**	14,49**	530,46**	444,67 ^{ns}	30,00 ^{ns}
Resíduo (a)	4	12,23	22,45	0,65	3,04	217,22	245,00
Biofertilizante	4	246,58**	97,61 ^{ns}	6,16**	66,88**	65,17 ^{ns}	23238,75**
Interação Ta x Tb	4	41,38**	205,99 ^{ns}	3,01**	31,82**	98,55*	2486,25 ^{ns}
Resíduo (b)	16	3,94	65,57	0,39	4,36	28,16	3120,00
CV – a (%)	-	5,43	2,83	6,13	4,09	19,23	3,83
CV – b (%)	-	3,08	4,85	4,75	4,89	6,92	13,69
Regressão Linear	1	773,29**	45,94 ^{ns}	2,52*	57,62**	13,54 ^{ns}	65340,00**
Regressão Quadrática	1	2,47 ^{ns}	25,74 ^{ns}	3,99**	149,87**	45,03 ^{ns}	7810,71 ^{ns}
Fonte de Variação	GL	Quadrado médio – 173 DAT					
		Fe	Zn	Cu	Mn	B	Na
Energização da água	1	12484,80**	4428,67*	0,67 ^{ns}	468,07**	1346,70*	14520,0 ^{ns}
Resíduo (a)	4	101,80	491,72	5,52	1,82	116,50	12850,0
Biofertilizante	4	871,31**	272,89*	19,80**	63,11*	833,32*	8013,75**
Interação Ta x Tb	4	425,74 ^{ns}	734,36**	5,55**	39,64 ^{ns}	760,57 ^{ns}	3776,25*
Resíduo (b)	16	246,05	101,72	0,90	15,07	339,62	725,00
CV – a (%)	-	14,01	14,12	16,61	4,94	6,82	39,36
CV – b (%)	-	21,79	6,42	6,70	14,20	11,64	9,35
Regressão Linear	1	2856,60**	810,34*	72,60**	222,34**	799,35 ^{ns}	13053,75**
Regressão Quadrática	1	6,86 ^{ns}	6,03 ^{ns}	0,96 ^{ns}	9,67 ^{ns}	1981,71*	5916,96*

GL = Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; * = Significativo a 1%, ** Significativo a 5% e ns = não significativo.

A análise comparativa de médias pelo teste de Tukey é apresentada na Tabela 16 para os teores de Zn aos 67 DAT e Fe, Mn e B aos 173 DAT em função da irrigação com água não energizada e energizada.

Tabela 16 –Valores médios de Z e Na aos 67 DAT e Fe, Mn e B aos 173 DAT nas folhas de plantas de pimentão em função da irrigação com água não energizada e energizada. Fortaleza, Ceará, 2011.

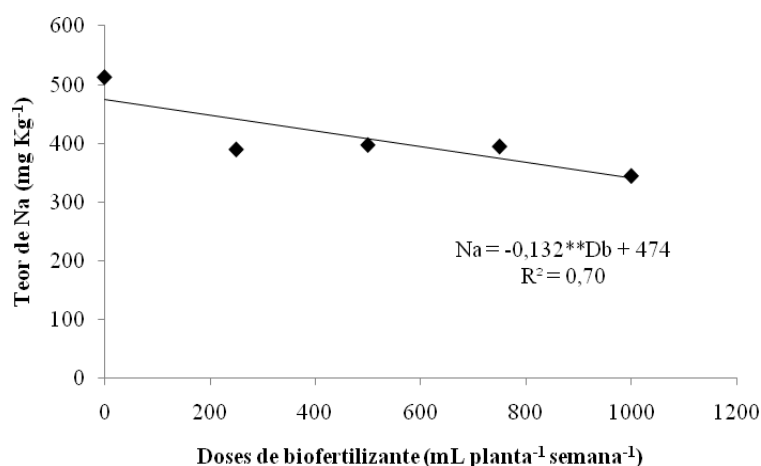
Nutrientes	Água não energizada		Água energizada		
	67 DAT				
Zn (mg kg ⁻¹)	172,3 a		161,5 b		
Nutrientes	173 DAT				
	Fe (mg kg ⁻¹)	51,6 b		92,4 a	
	Mn (mg kg ⁻¹)	31,3 a		23,4 b	
	B (mg kg ⁻¹)	151,6 b		165,0 a	

As médias seguidas por mesma letra, na linha, não diferem entre si, a 1% de probabilidade, pelo teste Tukey.

A água não energizada apresentou superioridade em relação à água energizada para os teores de Zn e Mn. Já nos teores de Fe e B, a água energizada mostrou-se superior em relação à água não energizada em 44,1% e 8,1%, respectivamente.

Ocorreu efeito significativo para os teores de Na nas folhas de pimentão aos 67 DAT em função das doses de biofertilizantes aplicadas, cujo comportamento pode ser visualizado na Figura 30. As respostas para os teores de sódio foram linear decrescente, com o valor de R^2 equivalente a 0,70 e verificaram-se excessivas acumulações do elemento nas folhas. Situação semelhante foi registrada para o maracujazeiro amarelo adubado com biofertilizante puro, em que os teores de sódio nas folhas superaram a soma de todos os micronutrientes (Cavalcante *et al.* 2008). Mesmo com o exposto, não foram relatados sintomas de toxidez nas plantas de pimentão. O efeito competitivo entre os íons K^+ e Na^+ pode ser a provável causa para o decréscimo nos teores de sódio nas folhas em relação às doses de biofertilizante.

Figura 30 -Teores de Na em folhas de pimentão, aos 67 DAT, em função das diferentes doses de biofertilizante, Fortaleza, Ceará, 2011.

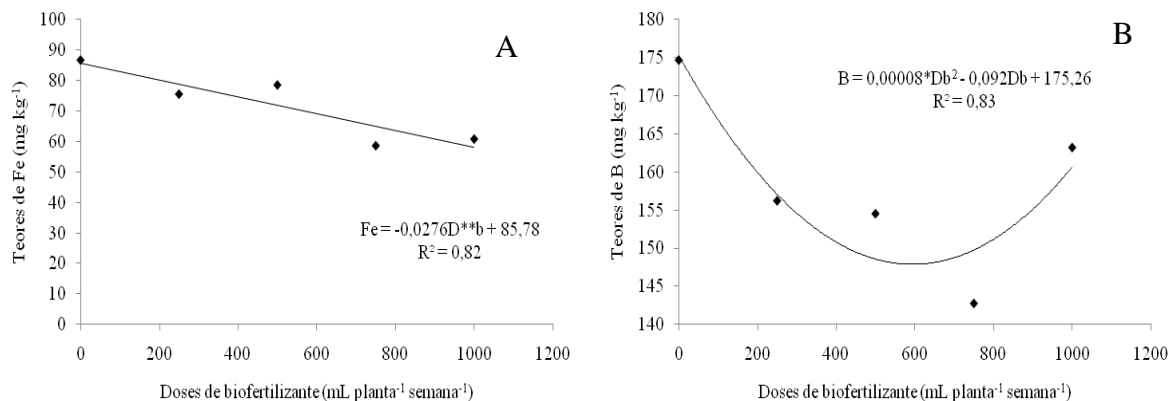


Os teores de Fe, aos 173 DAT constituíram melhor ajuste ao modelo de regressão linear decrescente com coeficiente de determinação (R^2) de 0,82 (Figura 31 A). Nas maiores doses de biofertilizante, observou-se menores teores de ferro, com variação de valores entre 58,5 e 86,7. Apesar dos efeitos dos tratamentos terem apresentado significância e influência na absorção de ferro pelas folhas de pimentão, vale salientar que a absorção do ferro também é influenciada por outros cátions, como potássio, cálcio e magnésio, podendo o cobre, o zinco e o manganês induzirem deficiências deste elemento, presumivelmente, por inibição competitiva Malavolta *et al.* (1997). Os mesmos autores citam que a faixa de teor de Fe considerada adequada é de 60-300 mg kg⁻¹.

Na Figura 31 B tem-se os teores de B, aos 173 DAT, em função das doses de biofertilizante aplicadas. Esses valores apresentaram um melhor ajuste ao modelo polinomial quadrático com coeficiente de determinação (R^2) de 0,83. Com a derivada primeira da

equação, obteve-se o menor teor de B ($148,7 \text{ mg kg}^{-1}$) com a dose $575 \text{ mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$. Os teores de boro encontrados nas folhas de pimentão estão acima da faixa considerada adequada para a cultura, que segundo Malavolta *et al.* (1997) é de $25\text{-}75 \text{ mg kg}^{-1}$.

Figura 31 -Teores de Fe (A) e B (B) em folhas de pimentão, aos 67 DAT, em função das diferentes doses de biofertilizante, Fortaleza, Ceará, 2011.



A interação significativa para os teores de Fe aos 67 DAT estão expostos na Figura 32 A. As tendências de melhor ajuste para as irrigações com água não energizada e energizada foram lineares crescentes, com coeficientes de determinação (R^2) de 0,77 e 0,55, respectivamente.

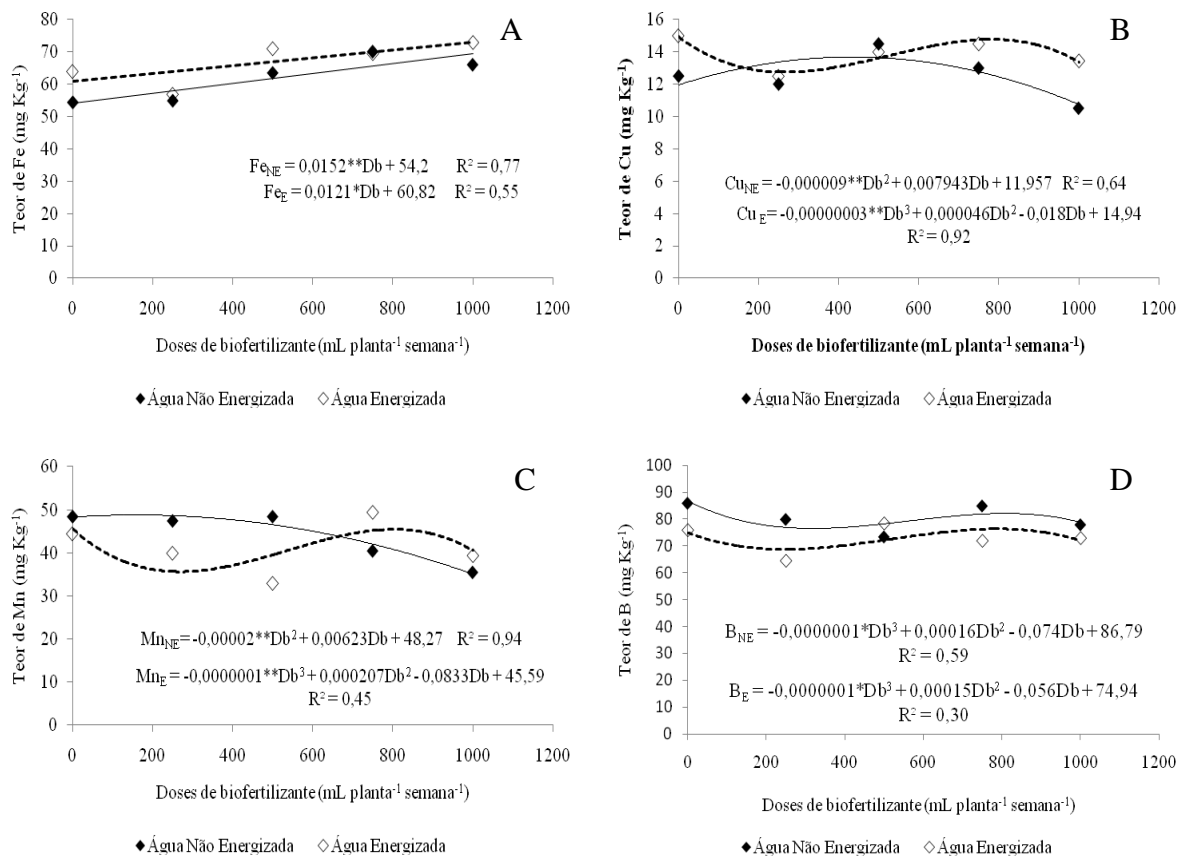
Na Figura 32 B, visualiza-se a tendência para os teores de Cu em folhas de pimentão aos 67 DAT em função das doses de biofertilizante para água não energizada e energizada. Quando irrigado com água não energizada, os teores obtiveram melhor ajuste ao modelo polinomial quadrático com coeficiente de determinação (R^2) de 0,64. Derivando-se a equação tem-se que, nesse modelo, as plantas alcançaram um teor de Cu correspondente a $13,71 \text{ mg kg}^{-1}$ com a dose estimada de $441,3 \text{ mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$. Quando irrigado com água energizada, os teores melhor se ajustaram ao modelo cúbico de regressão com coeficiente de determinação (R^2) de 0,92. Na derivada segunda da equação, encontrou-se um teor Cu de $13,75 \text{ mg kg}^{-1}$ na dose estimada em $511,1 \text{ mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$.

Em relação aos teores de Mn, verifica-se na Figura 32 C, que quando utilizou-se irrigação com água não energizada, o modelo de melhor ajuste foi o polinomial quadrático com coeficiente de determinação (R^2) de 0,94, sendo o maior teor de Mn ($48,75 \text{ mg kg}^{-1}$) encontrado na dose estimada em $155,75 \text{ mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$. Já nas plantas irrigadas com água energizada, o modelo de melhor ajuste foi o polinomial cúbico com coeficiente de

determinação (R^2) de 0,45, sendo o maior teor de Mn (53,81 mg kg⁻¹) encontrado na dose estimada em 690 mL planta⁻¹ semana⁻¹.

No tocante aos teores de B, o melhor ajuste foi o polinomial cúbico (Figura 32 D). Nas plantas irrigadas com água não energizada, o maior teor de B (77,66 mg kg⁻¹) foi encontrado na dose estimada em 533,3 mL planta⁻¹ semana⁻¹. Já nas plantas irrigadas com água energizada, o maior teor de B (71,94 mg kg⁻¹) foi encontrado na dose estimada em 500 mL planta⁻¹ semana⁻¹.

Figura 32 -Teores de Fe (A), Cu (B), Mn (C) e B (D) em folhas de pimentão, aos 67 DAT, em função de irrigação com água energizada e não energizada sob doses de biofertilizante líquido, Fortaleza, Ceará, 2011.

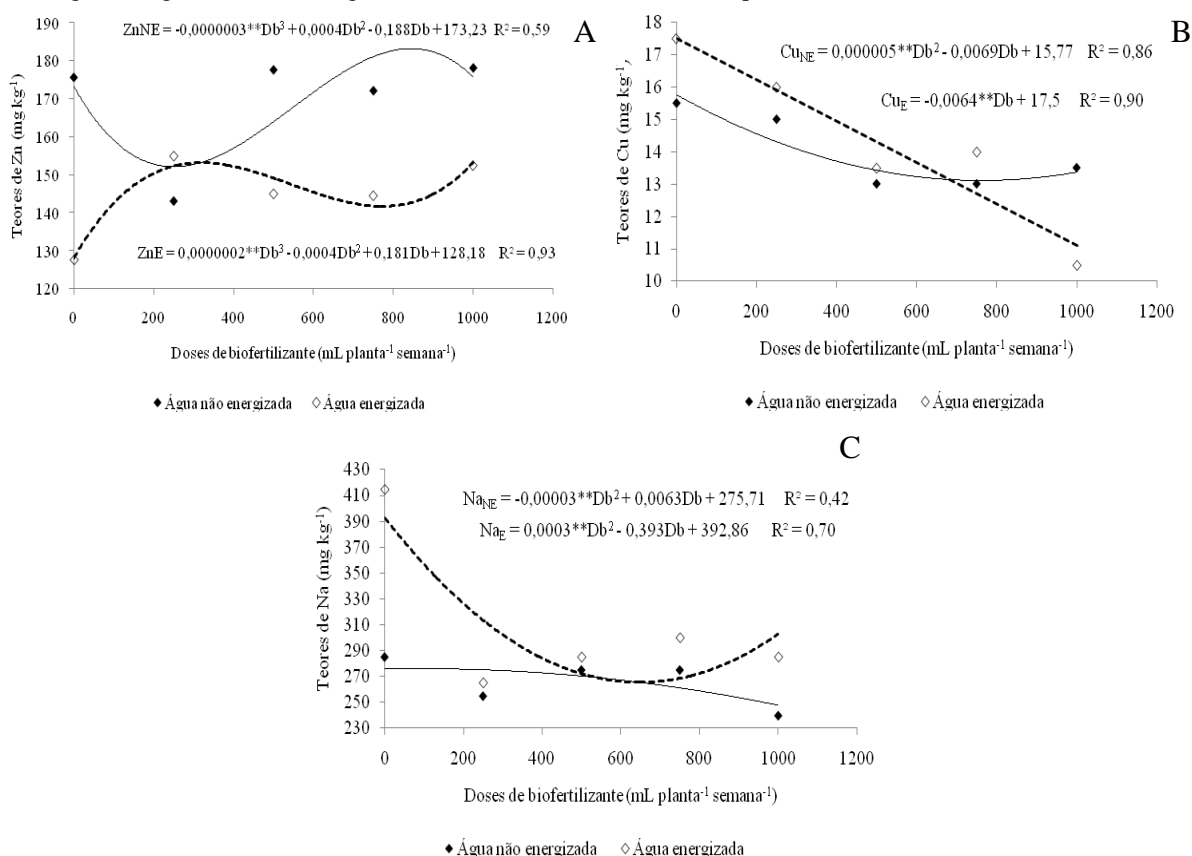


Os teores de zinco, aos 173 DAT, ajustaram-se a um modelo de regressão polinomial cúbico (Figura 33 A), com coeficiente de determinação (R^2) de 0,59 e 0,93, para água não energizada e energizada, respectivamente. Os valores de Zn apresentaram uma variação entre 127,5 e 178 mg kg⁻¹, e estão de acordo com a faixa adequada para a cultura que é de 20-200 mg kg⁻¹ (MALAVOLTA *et al.*, 1997). Quando as plantas foram irrigadas com água não energizada, apresentaram um teor de Zn de 142,35 mg kg⁻¹ com a dose estimada em mL planta⁻¹ semana⁻¹ de biofertilizante. Porém, com o uso da água energizada, o maior teor de

Zn ($130,32 \text{ mg kg}^{-1}$) foi encontrado na dose estimada em $666,7 \text{ mL planta}^{-1}\text{semana}^{-1}$ de biofertilizante.

Em relação aos teores de cobre, aos 173 DAT, os valores exerceram uma variação entre $10,5$ e $17,5 \text{ mg kg}^{-1}$, estando na faixa adequada para a cultura, que segundo Malavolta et al. (1997) é de $6-25 \text{ mg kg}^{-1}$. Quando utilizou-se água não energizada na irrigação, o melhor ajuste foi a um modelo polinomial quadrático, com coeficiente de determinação (R^2) $0,86$ (Figura 33 B), sendo que a derivada dessa equação revelou um teor mínimo de $13,39 \text{ mg kg}^{-1}$ de Cu nas folhas de pimentão, alcançado com a dose estimada de $690 \text{ mL planta}^{-1}\text{semana}^{-1}$ de biofertilizante líquido. Já para os teores de cobre com a aplicação da água energizada, observou-se um melhor ajuste ao modelo linear decrescente de regressão com coeficiente de determinação (R^2) de $0,86$. Portanto, os maiores teores foram obtidos com as menores doses de biofertilizante.

Figura 33 -Teores de Zn (A), Cu (B) e Na (C) em folhas de pimentão, aos 173 DAT, em função de irrigação com água energizada e não energizada sob doses de biofertilizante líquido, Fortaleza, Ceará, 2011.



Ao se analisar os teores de sódio em função da aplicação das doses de biofertilizante e da irrigação com água não energizada e energizada, observou-se um melhor ajuste ao

modelo polinomial quadrático com coeficientes de determinação (R^2) de 0,42 e 0,70, respectivamente. O teor de Na atingiu o valor mínimo de 276 mg kg⁻¹ para a dose 105 mL planta⁻¹semana⁻¹ de biofertilizante e irrigação com água não energizada. Enquanto que, com a irrigação com água energizada, o teor de Na atingiu seu valor máximo de 264,1 mg kg⁻¹ para a dose 655 mL planta⁻¹semana⁻¹ de biofertilizante.

4.5 Características de produção

Conforme a análise de variância apresentada na Tabela 17, aplicada aos dados de peso médio do fruto (PMF), número de frutos por planta (NF) e produtividade (PROD) obtidos ao longo do ciclo de cultivo verificou-se que o uso da água energizada não exerceu efeitos significativos em nível de significância de 1% e 5% pelo teste F, em nenhuma das variáveis analisadas. Entretanto, para as mesmas variáveis, as diferentes doses de biofertilizante aplicadas promoveram efeito significativo. Não houve interação água energizada versus biofertilizante, indicando que a irrigação com água energizada e não energizada comportaram-se de maneira semelhante dentro das doses de biofertilizante e vice-versa.

Tabela 17-Resumo da análise de variância para peso médio do fruto (PMF), número de frutos por planta (NF) e produtividade (PROD). Fortaleza, Ceará, 2011.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		PMF	NF	PROD (g planta ⁻¹)
Blocos	3	224,225 ^{ns}	4,096 ^{ns}	78601,338 ^{ns}
Energização da água (En)	1	1,225 ^{ns}	0,400 ^{ns}	2156,003 ^{ns}
Resíduo (a)	3	109,958	5,696	46905,424
Biofertilizante (Bio)	4	1117,212**	22,212**	419381,353**
Interação En x Bio	4	41,412 ^{ns}	1,462 ^{ns}	20471,482 ^{ns}
Resíduo (b)	29	59,862	2,667	21711,603
CV – a (%)	-	14,21	27,75	33,22
CV – b (%)	-	10,49	18,98	22,59
Regressão Linear	1	4380,80**	82,012**	1612457,382**

GL = Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; * = Significativo a 1%, ** Significativo a 5% e ns = não significativo.

Os resultados encontrados nas condições desta pesquisa para as variáveis de produção, no tocante à água energizada, diferem dos encontrados por AQUATRON (2011). Segundo a mesma fonte, o rendimento da produção de pimentão pode alcançar um crescimento de mais de 38% e também no peso dos frutos de até 7% com o uso da água energizada.

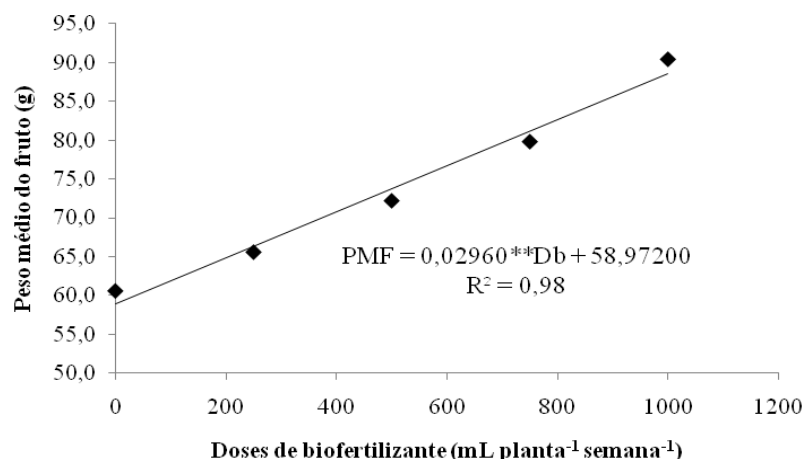
4.5.1 Peso Médio do Fruto (PMF)

Considerando-se o peso médio dos frutos (PMF), observou-se ajuste dos dados a uma função linear crescente com as doses de biofertilizante aplicadas (Figura 34), com um coeficiente de determinação (R^2) de 0,98. Na testemunha (sem aplicação de biofertilizante) o PMF foi de 60 g enquanto no T4 (1000 mL planta⁻¹ semana⁻¹) foi de 90 g, o que realça a importância da aplicação de fertilizantes, a fim de maximizar o sistema de produção e aumentar a eficiência no uso de recursos.

Estes resultados estão associados à influência positiva das doses do biofertilizante, que forneceram de forma equilibrada macro e micronutrientes no ambiente radicular das plantas de pimentão, que pode ter aumentado a absorção de água e nutrientes pelas plantas devido à maior área de contato das raízes com o biofertilizante e corroboram com os encontrados por Almeida Neto *et al.* (2009) na cultura do pimentão, onde segundo esses autores, as dosagens de biofertilizante influenciaram positivamente sobre o peso dos frutos.

Referidos resultados divergem dos relatados por Freire *et al.* (2009), estudando o efeito da aplicação do composto orgânico líquido (COL) na cultura do meloeiro, onde não encontrou diferenças significativas para o peso médio dos frutos de melão em função das doses aplicadas e por Araújo *et al.* (2008a) que não encontrou efeitos significativos de dosagens de biofertilizante.

Figura 34 – Peso médio do fruto (PMF) de pimentão em função das doses de biofertilizante, Fortaleza, Ceará, 2011.



O peso médio de 90 g obtido a partir da dose de 1000 mL planta⁻¹ semana⁻¹, ficou abaixo da média para as cultivares de pimentão, obtida por Reifschneider (2000) de 150 a 180

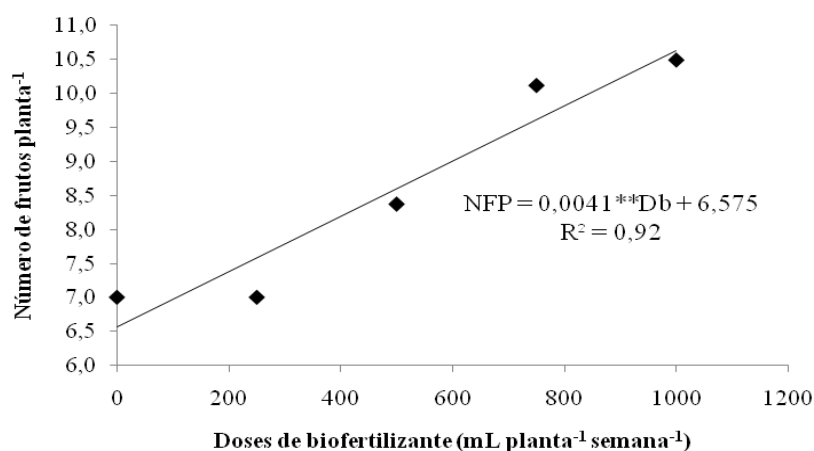
g para adubação convencional. Comparando esses resultados com experimentos tipicamente orgânicos (aplicação de biofertilizante, esterco bovino e de frango) essa média também foi inferior aos resultados encontrados por Leal e Silva (2002) de 98,1 g, Vieira *et al.* (2003) de 119,25 g, Rocha *et al.* (2003) de 101,94g, Cesar *et al.* (2007) de 93,57g na cv Magali R e superior a Ribeiro *et al.* (2000) de 73,6 g e a Cesar *et al.* (2007) de 87,88g com a cv Magda Super.

4.5.2 Número de frutos (NF)

Tendência semelhante foi observada ao número de frutos (Figura 35) que também ajustou-se a um modelo linear crescente, com um coeficiente de determinação (R^2) de 0,92, onde a maior dose (1000 mL planta⁻¹ semana⁻¹) apresentou 10,5 frutos por planta. Esses resultados foram superiores aos 7,5 frutos obtidos por Paes (2003) adubados com urina de vaca e adubação mineral e próximo aos 9 frutos obtidos por Leite Júnior (2001). Sousa *et al.* (2009), trabalhando com diferentes concentrações e intervalos de aplicação do biofertilizante sob crescimento e produção de pimentão, verificaram que as dosagens de biofertilizante proporcionaram um aumento do número de frutos para as maiores concentrações de biofertilizante.

Estes resultados não estão de acordo com os encontrados por Orsi & Grassi Filho *et al.* (2000) que afirmam que entre os híbridos avaliados quanto maior o NF menor é o PMF.

Figura 35 – Número de frutos por planta de pimentão em função das doses de biofertilizante.



O aumento do número de frutos no tratamento com maiores doses, se deve ao fato do biofertilizante possuir em sua composição, nutrientes essenciais às plantas e possivelmente na maior dose esses mesmos nutrientes essenciais foram aplicados em doses adequadas e

requerida pela cultura. Para Kiehl (1985), os adubos orgânicos aplicados ao solo podem proporcionar resposta positiva sobre a produção das culturas, chegando a igualarem ou até mesmo a superarem os efeitos dos fertilizantes químicos.

4.5.3 Produção de frutos por planta

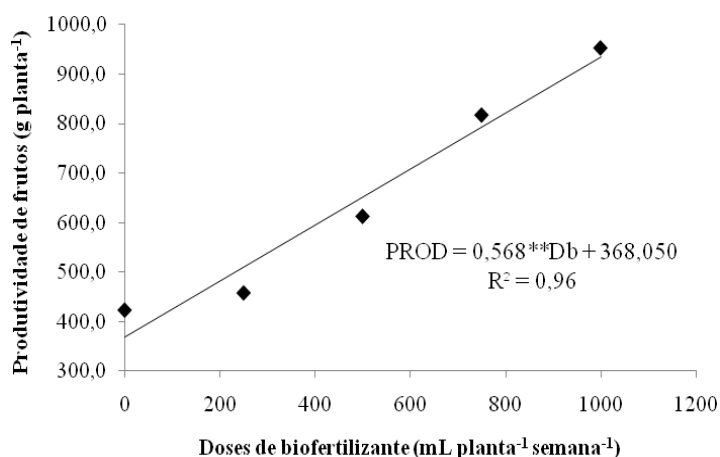
Analisando-se o efeito das doses de biofertilizante sobre a produtividade da cultura do pimentão híbrido amarelo, por meio da análise de regressão, constatou-se que o modelo de melhor ajuste foi o linear crescente, com R^2 de 0,96 (Figura 36). Neste modelo, a dose 1000 mL planta⁻¹ semana⁻¹ proporcionou uma produtividade de frutos de pimentão de 952,2 g planta⁻¹ em um ciclo de 173 DAT, superando a produtividade na ausência do biofertilizante (422,2 g planta⁻¹) em 55,6%.

O incremento na produtividade de frutos de pimentão em função do emprego do biofertilizante pode ser explicado pelo fato de que aplicação de fertilizantes orgânicos na forma líquida proporciona maior deslocamento dos nutrientes necessários para as plantas (SOUZA; RESENDE, 2003), por possuir na sua composição, nutrientes mais facilmente disponíveis, quando comparados a outros adubos orgânicos. Com base nesta produtividade pode-se inferir que as plantas estavam em um bom estado nutricional, e maiores doses de biofertilizante aplicadas refletiram em maiores produtividades.

Konzen & Alvarenga (2005) observaram que a aplicação isolada ou combinada de biofertilizante com adubação química proporcionou aumento na produção de milho forrageiro e milho grão. Viana *et al.* (2003) cultivaram cenoura com diferentes tratamentos (adubação verde, composto orgânico e biofertilizante), obtendo melhor resultado com a aplicação do biofertilizante. Estes autores também observaram que quando o insumo foi aplicado via solo, ocorreu maior produção das raízes, porém aplicado via foliar favoreceu o desenvolvimento vegetativo.

Contrariamente a este trabalho, Souza (2001) não encontrou diferenças significativas nos resultados de produção de quiabo e pimentão com aplicação de biofertilizante de esterco bovino e biofertilizante Supermagro, respectivamente. Porém estes trabalhos foram desenvolvidos em uma área experimental em que o solo apresentava-se equilibrado pelo cultivo orgânico exclusivo por oito anos, concluindo o autor que nestes solos o biofertilizante não produziria efeito.

Figura 36 – Produtividade de frutos por planta (PROD) de pimentão em função das doses de biofertilizante, Fortaleza, Ceará, 2011.



4.5.4 Produtividade de frutos (PRODT)

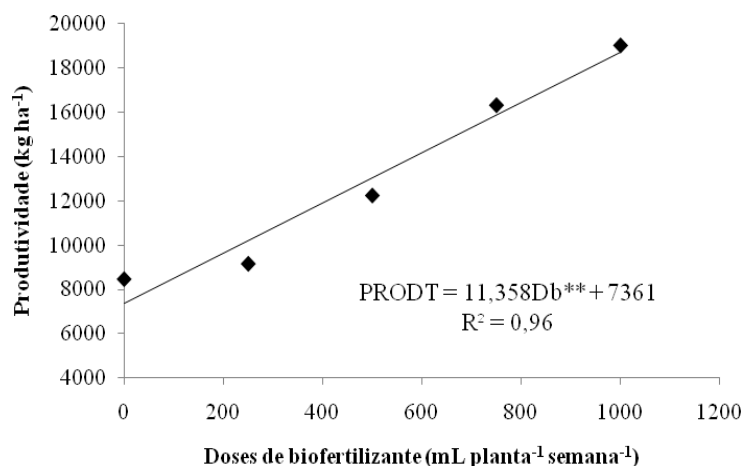
Na Figura 37 pode ser visualizada a produtividade do pimentão para cada dose de biofertilizante aplicada tendo como base a produtividade de frutos por planta em cada tratamento e considerando um número médio de 20.000 plantas por hectare. Nota-se que a produtividade em função das doses de biofertilizante aumentou linearmente com coeficiente de determinação (R^2) de 0,96. No presente estudo, verificou-se que a produtividade aumentou linearmente com as doses de biofertilizante e com a maior dose aplicada (1000 mL planta⁻¹ semana⁻¹) encontrou-se uma produção de 952,2 g planta⁻¹ e uma produtividade de 19.045 kg ha⁻¹ (aproximadamente 20 t ha⁻¹), estando em conformidade com a produção orgânica, e sendo superior 55,7% em relação a produtividade de 8.444,2 kg ha⁻¹, alcançada com a dose zero (testemunha). Sedyama *et al.* (2009) constataram que a produtividade do pimentão em campo aberto está entre 40-60 t ha⁻¹, para adubação convencional.

Factor *et al.* (2008), avaliando a produtividade e a qualidade de frutos de pimentão vermelho híbrido Margarita, concluíram que a substituição parcial de fertilizantes minerais pelo efluente de biodigestor, à base de dejetos de suínos, não foi suficiente para proporcionar produtividade equivalente à adubação 100% mineral; entretanto, alcançou padrões de qualidade semelhantes e com boa produtividade.

Para Santos (1992), os efeitos nutricionais são potencializados pela ação hormonal dos biofertilizantes, o que explicaria a obtenção de produções superiores ao tratamento testemunha que não recebeu adubação. Leite *et al.* (2009), utilizando dejetos líquidos de suínos em diferentes dosagens na produtividade da cana-de-açúcar, relatou que as maiores dosagens apresentaram produtividades agrícolas superiores e aumentos de 76,5% a 96,3% em

relação à testemunha. Santos (2004) e Campos (2006) concluíram que os biofertilizantes comum e Supermagro promoveram maior crescimento nas plantas, maior número e massa média dos frutos, maior produção por planta e por área em relação ao solo sem os respectivos insumos.

Figura 37 – Produtividade de frutos (PRODT) de pimentão em função das doses de biofertilizante, Fortaleza, Ceará, 2011.



4.6. Características de pós-colheita

Segundo a análise de variância (Tabela 18), verifica-se que a energização da água não proporcionou diferenças significativas sobre o comprimento do fruto (CF), o diâmetro do fruto (DF), a espessura da polpa (EP) e os sólidos solúveis (SS), porém ocorreu efeito significativo para as diferentes doses de biofertilizante. Já as interações não apresentaram efeito significativo para energização da água versus doses de biofertilizante líquido.

Tabela 18- Resumo da análise de variância para comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF), espessura da polpa (EP) e sólidos solúveis (SS). Fortaleza, Ceará, 2011.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		CF	DF	EP	SS
Blocos	3	21,01 ^{ns}	29,31 ^{ns}	0,065 ^{ns}	0,522 ^{ns}
Energização da água (En)	1	102,98 ^{ns}	5,25 ^{ns}	0,232 ^{ns}	0,133 ^{ns}
Resíduo (a)	3	68,68	21,47	0,216	0,473
Biofertilizante (Bio)	4	100,43*	51,46**	0,315*	1,860**
Interação En x Bio	4	11,60 ^{ns}	5,80 ^{ns}	0,086 ^{ns}	0,219 ^{ns}
Resíduo (b)	29	30,20	10,17	0,107	0,233
CV – a (%)	-	9,90	8,08	10,48	9,19
CV – b (%)	-	6,57	5,56	7,37	6,45
Regressão Linear	1	391,88**	182,14**	1,035**	7,128**

GL = Grau de liberdade; CV = Coeficiente de variação; * = Significativo a 1%, ** Significativo a 5% e ns = não significativo.

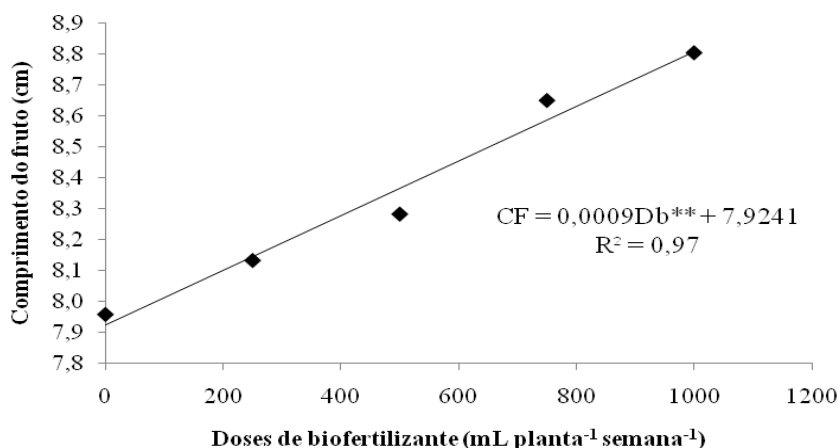
4.6.1 Comprimento do fruto (CF)

A partir da análise de regressão verificou-se que o CF (Figura 38), em função de diferentes doses de biofertilizante, se ajustou a um modelo linear crescente, com R^2 de 0,97. A maior dose aplicada ($1000 \text{ mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$) proporcionou o maior comprimento de fruto (8,80 cm), o que representa um incremento de 9,04% em relação à testemunha (dose zero) que resultou em 7,96 cm. Charlo *et al.* (2009), avaliando a produtividade de cinco híbridos de pimentão amarelo em ambiente protegido, utilizando fibra de casca de coco e fertirrigação, observaram que a cv Línea foi o híbrido com a menor média de comprimento de frutos (10,6 cm), sendo superior à média encontrada nessa pesquisa com a maior dose de biofertilizante.

Resultados semelhantes para o comportamento do comprimento do fruto foram encontrados por Almeida Neto *et al.* (2009) na cultura do pimentão, cujo comprimento do fruto (diâmetro vertical) aumentou com o incremento da concentração de biofertilizante, porém com valores bem inferiores ao dessa pesquisa (3,99 a 4,66 cm). Porém Mesquita *et al.* (2007) quando avaliaram os efeitos de dois biofertilizantes bovinos nos frutos do mamoeiro Havaí, encontraram uma tendência polinomial quadrática para esta variável.

Cesar *et al.* (2007) desenvolvendo pesquisa sobre os efeitos do consórcio com a crotalária e do desbaste de ramos no desempenho produtivo de duas cultivares de pimentão, conduzidas sob manejo orgânico, relataram comprimento do fruto na cv Magali R de 12,06 cm e na cv Magda Super de 11,31cm. Resultados estes, que são superiores aos encontrados neste trabalho.

Figura 38 – Comprimento do fruto (CF) de pimentão em função das doses de biofertilizante, Fortaleza, Ceará, 2011.

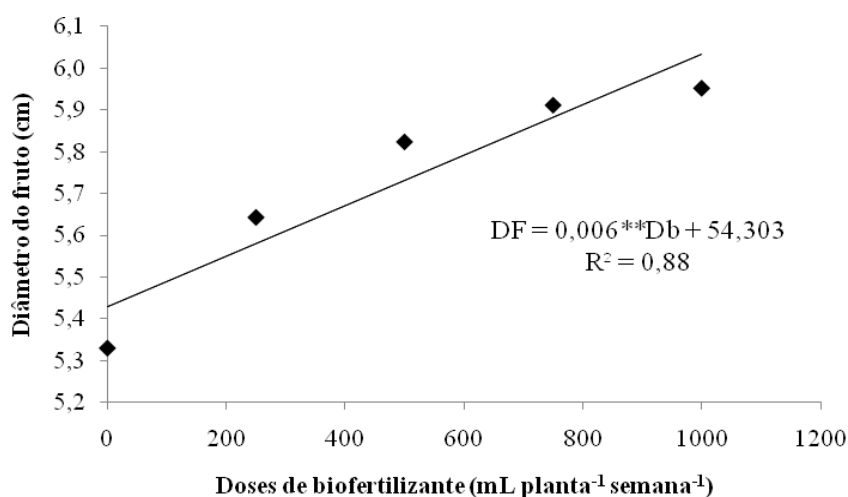


4.6.2 Diâmetro do fruto (DF)

A relação do diâmetro do fruto em função das doses de biofertilizante se ajustou a um modelo linear crescente, com coeficiente de determinação (R^2) de 0,88 (Figura 39). A maior dose de biofertilizante aplicada ($1000 \text{ mL planta}^{-1} \text{ semana}^{-1}$) proporcionou um diâmetro caulinar de 5,95 cm, sendo superior em 10,4% quando comparado à testemunha. Os valores encontrados variaram de 5,33 a 5,95 cm.

Esses resultados corroboram com os encontrados por Mesquita *et al.* (2007) quando observaram que doses crescentes de biofertilizante influenciaram os atributos externos avaliados pelo diâmetro dos frutos, porém com uma tendência polinomial quadrática e por Sousa *et al.* (2009), avaliando o crescimento e o desempenho produtivo do pimentão (*Capsicum annuum* L.) em diferentes concentrações do biofertilizante e intervalos de aplicação, relataram que em concentrações elevadas, o biofertilizante proporcionou um aumento do diâmetro horizontal do fruto, encontrando valores médios variando entre 3,94 e 4,45 cm.

Figura 39 – Diâmetro do fruto (DF) de pimentão em função das doses de biofertilizante, Fortaleza, Ceará, 2011.



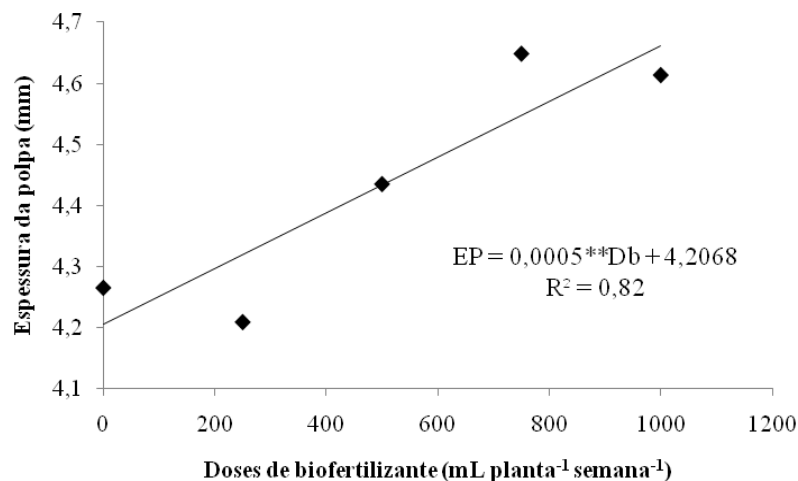
Cesar *et al.* (2007) conduzindo pimentão sob manejo orgânico, encontraram na cv Magali R um diâmetro de 6,04 cm e na cv Magda Super, 5,94 cm. O valor da cv Magali R apresentou superioridade ao valor encontrado nesta pesquisa com a maior dose de biofertilizante aplicada, no entanto, o diâmetro da cv Magda Super, não diferiu do valor obtido no presente estudo.

Esses resultados divergem dos encontrados por Araújo *et al.* (2008a) que estudaram o desenvolvimento e produção do maracujazeiro amarelo submetido a doses e intervalos de aplicação de biofertilizante líquido via solo e não encontraram efeitos de dosagens de biofertilizante significativos para o diâmetro transversal dos frutos.

4.6.3 Espessura da polpa (EP)

Na Figura 40, tem-se a regressão da espessura da polpa em função das doses de biofertilizante. Os valores cresceram linearmente com o aumento das doses, variando de 4,20 a 4,64 mm. A espessura da polpa é uma das características de grande importância do pimentão, pois possibilita maior massa ao fruto, resistência à deformação e maior conservação pós-colheita, além de ser preferida pelo mercado. A espessura da polpa de 4,61 mm encontrada na maior dose de biofertilizante, está de acordo com os resultados encontrados por Frizzone *et al.* (2001), quando determinou o valor do potencial mátrico da água no solo para manejo da irrigação na cultura do pimentão amarelo cultivar Marengo, cultivado em estufa. Os autores obtiveram médias de espessura de polpa variando de 2,6 a 5,3mm, com adubação organomineral, porém essas médias e as encontradas neste trabalho são superadas pelos 6,01 mm encontradas por Charlo *et al.* (2009).

Figura 40 – Espessura da polpa (EP) do fruto de pimentão em função das doses de biofertilizante, Fortaleza, Ceará, 2011.



Comportamento divergente para esta variável foi encontrado por Sales Junior *et al.* (2005), analisando a qualidade do melão cultivado sob doses de fertilizantes orgânicos em experimento realizado no estado do Ceará, onde a espessura da polpa apresentou diferença

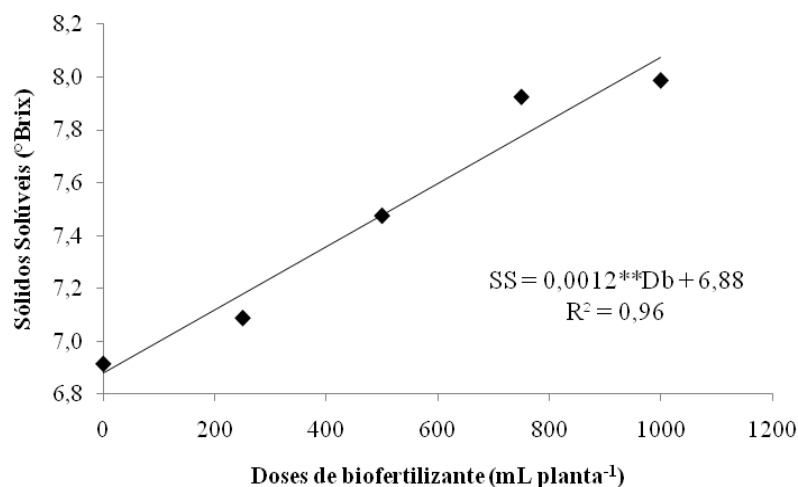
significativa entre a testemunha e os demais tratamentos, que não apresentaram diferença entre si, indicando que a menor dose do fertilizante orgânico Ribumin já apresentou resposta significativa. Araújo (2007), avaliando os efeitos do biofertilizante bovino aplicado via solo na forma líquida e adubação mineral com NPK, observou que a aplicação de biofertilizante na ausência de adubação mineral estimulou o maior rendimento em polpa em relação ao insumo orgânico com NPK em frutos de mamão.

4.6.4 Sólidos Solúveis (SS)

A regressão dos sólidos solúveis em função das doses de biofertilizante foi ajustada a um modelo linear crescente, com coeficiente de determinação (R^2) de 0,96 (Figura 41). O aumento do teor de sólidos solúveis dos frutos nas diferentes doses de biofertilizante deve-se, principalmente, aos teores de potássio encontrados no insumo. O potássio desempenha papel importante na translocação de fotossintatos (produto final da fotossíntese) e na ativação de diversas enzimas, como foi também verificado por Nannetti (2001). Sales Júnior *et al.* (2005) relataram que o uso de fertilizante orgânico aumentou os teores de SS (Sólidos solúveis) no híbrido de melão AF 646. Esses resultados divergem dos encontrados por Pinto *et al.* (2008), que não relataram diferenças significativas nas características químicas dos frutos de melão (pH, acidez total e teor de sólidos solúveis) com as aplicações de biofertilizantes e substâncias húmicas via fertirrigação em relação à adubação química convencional.

Neste trabalho, com a maior dose de biofertilizante, encontrou-se uma média de 7,98 °Brix. Nas diferentes doses utilizadas, os SS apresentaram uma variação entre 6,91 e 7,99 °Brix. Factor *et al.* (2008), trabalhando com produção de pimentão em substratos e fertirrigação com efluente de biodigestor, em ambiente protegido, encontraram variações médias de 6,59 a 7,52 °Brix. Charlo *et al.* (2009) encontraram valores de sólidos solúveis variando entre 5,85 a 7,42 °Brix, embora não tenham observados diferenças significativas entre os híbridos avaliados. Rocha *et al.* (2004), avaliando as características químicas de frutos de híbridos de pimentão, observaram valores de sólidos solúveis variando de 4,39 a 4,96 °Brix. Todos estes valores encontrados pelos autores supracitados foram inferiores ao valor encontrado nesta pesquisa em 5,76%, 7,02% e 37,84%, respectivamente. Além das características do biofertilizante, essas diferenças também podem ser atribuídas às cultivares, aos locais de plantio e sistema de condução.

Figura 41 – Sólidos solúveis (SS) do fruto de pimentão em função das doses de biofertilizante, Fortaleza, Ceará, 2011.



Araújo (2007) observou que a aplicação de biofertilizante na ausência de adubação mineral, proporcionou um maior teor de sólidos solúveis em relação ao insumo orgânico com NPK em frutos de mamão. Porém, Mesquita *et al.* (2007) relataram que o comprimento do fruto, diâmetro, peso médio do fruto e sólidos solúveis não diferiram entre os tipos de biofertilizantes (puro e enriquecido), mas responderam significativamente às doses de ambos os insumos aplicados ao solo na forma líquida no cultivo do mamão.

Para Chitarra & Chitarra (2005), o teor de sólidos solúveis é utilizado como uma medida indireta do teor de açúcares, podendo variar de 2% a 25% a depender da espécie, dos estádios de maturação e do clima. Isso porque, outras substâncias também se encontram dissolvidas. Os teores de sólidos solúveis nos pimentões amarelos aumentam à medida que ocorre o amadurecimento, devido à maior degradação ou biossíntese de polissacarídeo e acúmulo de açúcares.

Segundo Oliveira *et al.* (1986, apud Freire *et al.* 2009), a aplicação do biofertilizante estimula as atividades biológicas e reduz a acidez, aumentando a eficiência de utilização de nutrientes e proporcionando frutos de maior qualidade.

As quantidades de nutrientes a serem aplicadas à cultura foram calculadas tomando-se como parâmetros os resultados apurados na recomendação de adubação para o estado do Ceará (FERNANDES, 1993) feita a partir da análise do substrato utilizado no experimento (40 kg ha⁻¹ de N, 120 kg ha⁻¹ de P e 60 kg ha⁻¹ de K), considerando um stand de 20.000 plantas e produtividade esperada de 20 t ha⁻¹. Portanto, recomenda-se 2 g planta⁻¹ de N, 6 g planta⁻¹ de P e 3 g planta⁻¹ de K. Na Tabela 19 pode ser visualizada a quantidade de nutrientes fornecidos à planta nas diferentes doses de biofertilizante líquido bovino aplicadas.

Tabela 19 - Quantidade de nutrientes fornecidos às plantas nas doses de biofertilizante aplicadas

Tratamentos (mL planta ⁻¹ semana ⁻¹)	Quantidade de nutrientes fornecidos (g planta ⁻¹)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0	0	0	0
250	1,1	0,55	4,4
500	2,2	1,1	8,8
750	3,3	1,65	13,2
1000	4,4	2,2	17,6
Média	2,2	1,1	8,8
Tratamentos (mL planta ⁻¹ semana ⁻¹)	Quantidade de nutrientes fornecidos por planta (%)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0	0	0	0
250	55	9,2	146,7
500	110	18,3	293,3
750	165	27,5	440
1000	220	36,7	586,6
Média	110	18,34	293,32

A exigência em P não foi atendida em nenhuma das dosagens aplicadas e na dose 250 mL planta semana⁻¹, o N só foi atendido em 55%. Provavelmente, estes resultados são a causa das tendências lineares apresentadas para as variáveis em estudo, pois as maiores dosagens de biofertilizante forneceram maiores quantidades de nutrientes à cultura do pimentão. Por conseguinte, recomenda-se estudos para aumentar o teor de fósforo do biofertilizante utilizado no presente estudo.

5 CONCLUSÃO

O processo de energização de água (irrigação com água não energizada e energizada) não demonstrou influência no crescimento das plantas, na produtividade de frutos e nas características de pós-colheita do pimentão híbrido amarelo.

A aplicação de diferentes doses de biofertilizante afetou estatisticamente todas as variáveis de crescimento analisadas, com resposta linear crescente, sendo que a dose de 1000 mL planta⁻¹ semana⁻¹ maximizou todas as variáveis de crescimento analisadas.

As características de produção e de pós colheita foram influenciadas pela aplicação de diferentes doses de biofertilizante, com resposta linear crescente, onde a maior dose aplicada (1000 mL planta⁻¹ semana⁻¹) proporcionou resultados superiores em relação às demais doses testadas.

Em função das respostas lineares significativas e crescentes de todas as variáveis analisadas, conclui-se que a cultura respondeu à aplicação de biofertilizante, recomendando-se doses mais elevadas que possam maximizar a produção.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration – guidelines for computing crop water requirements**. Roma FAO, 1998.
- ALMEIDA NETO, S. C.; BEZERRA, S. S.; FERNANDES, D.; SANTOS, J. C. R.; ANDRADE, R. Efeitos de diferentes concentrações de biofertilizante e intervalos de aplicação no crescimento e produção do pimentão. **Revista Verde de Agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 4, n.3, p.70-76, 2009.
- ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p.25-32, 1999.
- ALVES, S. B.; MEDEIROS, M. B. de; TAMAI, M. A.; LOPES, R. B. Trofobiose e Microorganismos na proteção de plantas. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**. Brasília, n. 21, p.16 – 21, 2001.
- ALVES, G. S.; SANTOS, D.; SILVA, J. A.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, T. A. G. Estado nutricional do pimentão cultivado em solo tratado com diferentes tipos de biofertilizantes. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 31, n. 4, p. 661-665, 2009.
- ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. 2009. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/anvisa/home/agrotoxicotoxicologia>. Acesso em 02 jul 2011.
- AQUATRON. **Aquatron Green Machine**. Disponível em: <<http://aquatron.com/>>. Acesso em: 23 de novembro 2011.
- ARAÚJO, E. N. **Rendimento do pimentão (*Capsicum annum* L.) adubado com esterco bovino e biofertilizante**. 2005. 82 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Centro de Ciências agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2005.
- 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, L. A.; ALVES, A. S.; ANDRADE, R.; SANTOS, J. G. R.; COSTA, C. L. L. Comportamento do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *Sims flavicarpa* Deg.) sob diferentes dosagens de biofertilizante e intervalos de aplicação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento sustentável**, v. 03, n. 4, p. 98-109, 2008a.
- ARAÚJO, W. B. M. **Fertilização Orgânica no desenvolvimento da leguminosa crotalária *juncea Crotalaria juncea* L.** Mossoró, 2008. 52p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2008b.

ARAÚJO, J. F. **Biofertilizantes Líquidos**. Juazeiro: Universidade do Estado da Bahia UNEB, 2008c. 95 p.

ASSISTAT. Versão 7.5 beta Por Francisco de A. S. e Silva. DEAG-CTRN-UFCG – Atualizado em 04/03/2011. Disponível em <[HTTP://www.assistat.com](http://www.assistat.com)> Acessado em 04/03/2011.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande. UFPB. 1991. 218p. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29. rev.1

BACKES, C.; LIMA, C. P.; FERNANDES, D. M.; GODOY, L. J. G.; KIIHL, T. A. M.; VILLAS BÔAS, R. L. Efeito do lodo de esgoto e nitrogênio na nutrição e desenvolvimento inicial da mamoneira. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 90-98, 2009.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2009. 625 p.

BRAGA, E. S. **Crescimento inicial e aspectos fisiológicos do pinhão manso fertirrigado com biofertilizante bovino**. 2010. 43p. Monografia (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

CAIRO, P. A. R.; OLIVEIRA, L. E. M. de; MESQUITA, A. C. **Análise de crescimento de plantas**. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2008. 72p.

CAMPOS, V. B. **Comportamento do maracujazeiro amarelo em solo com potássio, biofertilizante e cobertura morta**. 2006. 70p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F.; MORAIS, T. A.; MENEZES JÚNIOR, J. C.; PRAZERES, S.S. Potássio, biofertilizante bovino e cobertura do solo: Efeito no crescimento do maracujazeiro-amarelo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.1, n.3, p.78-86, 2008.

CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F.; CAMPOS, S. S. P.; GHEYI, H. R.; CHAVES, L. H. G.; MESQUITA, F. O. Esterco bovino líquido em luvisolo sódico: I. Resposta biométrica e produtiva do maracujazeiro amarelo. **IDESIA** (Chile), v. 29, n. 2 p. 59-67, 2011.

CANCELLIER, L. L.; AFFÉRI, F. S.; ADORIAN, G. C.; RODRIGUES, H. V. M.; MELO, A. V. de; PIRES, L. P. M.; CANCELLIER, E. L. Adubação orgânica na linha de semeadura no desenvolvimento e produtividade do milho. **Semina**, v. 32, n. 2, p. 527-540, 2011

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B. **Sistema de produção de pimentas**, 2004. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/pimenta/botanica.htm>>. Acesso em: 01 fev. 2012.

CASALI, V. W. D., COUTO, F. A. A. **Origem e botânica de *Capsicum***. Inf. Agropecuário, v.10, n.113, p.8-10, 1984.

CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, G. D. dos; OLIVEIRA, F. A.; CAVALCANTE, I. H. L.; GONDIM, S. C.; CAVALCANTE, M. Z. B. Crescimento e produção do maracujazeiro-

amarelo em solo de baixa fertilidade tratado com biofertilizantes líquidos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.2, n.1, p.15-19, 2007.

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; SANTOS, G. D. Micronutrient and sodium foliar contents of yellow passion fruit as function of biofertilizers in Brazil. **Fruits**, Paris, v. 63, n. 1, p. 1-10, 2008.

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

CEASA. **Principais produtos hortigranjeiros comercializados**. Estatísticas. Disponível em: <<http://www2.ceasa-ce.com.br/boletins.php?pagina=ppmensais-2011.htm>> Acesso em: 17 jan. 2012.

CESAR M. N. Z; RIBEIRO R. L. D; PAULA P. D.; POLIDORO J. C.; MANERA T. C.; GUERRA J. G. M. Desempenho do pimentão em cultivo orgânico, submetido ao desbaste e consórcio. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 322-326, 2007.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: novas bases de uma prevenção contra doenças e parasitas – a teoria da trofobiose**. 1. Ed., São Paulo: Expressão Popular, 2006. 320p.

CHARLO, H. C. O; CASTOLDI, R.; FERNANDES, C.; VARGAS, P. F.; BRAZ, L. T. Cultivo de híbridos de pimentão amarelo em fibra da casca de coco. **Horticultura Brasileira**, v.27, n. 2, p.155-159, 2009.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

COBBE, A. F. Reavaliando as hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 1, p. 10-17, 1983.

COLLARD, F. H., ALMEIDA de A., COSTA, M. C. R., ROCHA, M. C. R., 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.

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

DELEITO, C. S. R.; CARMO, M. G. F. do; FERNANDES, M. C. A.; ABOUD, A. C. S. Ação bacteriostática do biofertilizante Agrobio in vitro. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 281-284, 2005.

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

DINIZ, A. A., CAVALCANTE, L. F., REBEQUI, A. M., NUNES, J. C.; BREHM, M. A. S. Esterco líquido bovino e uréia no crescimento e produção de biomassa do maracujazeiro amarelo. **Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 3, p. 597-604, 2011.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994.306p.

DUARTE, A. K. A.; CARDOSO, M. O.; FIGUEIREDO, L. Crescimento e macronutrientes em mudas de melancia sob doses de adubo orgânico no substrato. **Horticultura Brasileira**, v.28, n.2, p.1633-1638, 2010.

DUENHAS, L. H. **Cultivo de melão: aplicação de esterco, de biofertilizantes e de substâncias húmicas via fertirrigação**. 2004. 73f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP, 2004.

ECHER, M. M.; FERNANDES, M. C. A.; RIBEIRO, R. L. D.; PERACCHI, A. L. Avaliação de genótipos de *Capsicum* para resistência a ácaro branco. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 217-221, 2002.

ECKERT, D.J. Soil test interpretations: basic cation saturation ratios and sufficiency levels. In: BROWN, J.R. (Ed.) Soil testing: sampling, correlation, calibration, and interpretation. **Soil Science Society of America**, Madison. 1987. p.53-64.

EMATERCE. **Relatório da safra 2010 no Estado do Ceará**. Fortaleza, 2011. 15p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed., Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006. 306 p.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Disponível em: <<http://www.cnpq.embrapa.br/capsicum/>> Acesso em: 15 abril. 2011.

FACTOR, T. L.; ARAÚJO, J. A. C.; VILELLA JUNIOR, L. V. E. Produção de pimentão em substratos e fertirrigação com efluente de biodigestor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12 n.2, p. 143–149, 2008.

FERMINO, M. H.; KAMPF, A. N. Uso do solo bom Jesus co condicionadores orgânicos como alternativa de substrato para plantas. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 9, n. 1-2, p. 33-41, 2003.

FERNANDES, P. D. **Estudo de nutrição mineral do pimentão (*Capsicum annuum* L.) cultivares Avelar e Ikeda**: Absorção e deficiências de macronutrientes. Piracicaba, 1971. 85p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1971.

FERNANDES, V. L. B. (Coord.) **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Ceará**, Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências do Solo, Fortaleza-Ceará, 1993, 248p

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. rev. e ampl. Viçosa: UFV, 2003. 412 p.

FREIRE, G. M.; MEDEIROS, J. F. de; OLIVEIRA, F. de A. de; AMÂNCIO, M. das G.; PONTES, N. C.; SOARES, I. A. A.; SOUZA, A. L. M. de. Aplicação de composto orgânico líquido via fertirrigação na cultura do meloeiro. **Biosci. J.**, v. 25, n. 5, p. 49-55, 2009.

FRIZZONE, J. A.; GONÇALVES, A. C. A.; REZENDE, R. Produtividade do pimentão amarelo, *Capsicum annuum L.*, cultivado em ambiente protegido, em função do potencial mátrico de água no solo. **Acta Scientiarum**, v. 23, n.5, p.111-1116, 2001.

GALBIATTI, J. A.; GARCIA, A.; SILVA, M. L.; MASTROCOLA, M. A.; CALDEIRA, D. S. A. Efeitos de diferentes doses e épocas de aplicação de efluente de biodigestor e da adubação mineral em feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris L.*) submetido a duas lâminas de água por meio de irrigação por sulco. **Científica**, v. 24, n. 1, p. 63-74, 1996.

GAZQUEZ, R. **Manejo del pimiento em cultivo sin suelo**. ETIFA-Escuela Tecnológica de Investigación e Formación Agrícola, Espanã, Almeria, 7p. 2006.

GONÇALVES, M. M.; SCHLEDECK, G.; SCHWENGBER, J. E.; **Produção e uso de biofertilizantes em sistemas de produção de base ecológica**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 7p. (Embrapa Clima Temperado, Circular Técnica, 78)

IBGE. Indicadores agropecuários. Disponível em: <
http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/indicadoresagro_19962003/default.shtm>. Acesso em: 12 dez. 2011.

ICUMA, I. M.; OLIVEIRA, M. A. S.; ALVES, R. E. Efeito do uso de biofertilizante supermagro - agrobio na cultura do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa Deg.*) CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16, 2000. Fortaleza. **Anais...** CD-ROM.

KIEHL, J.E. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

KONZEN, E. A.; ALVARENGA, R. C. **Manejo e utilização de dejetos animais: aspectos agronômicos e ambientais**. Sete Lagoas: EMBRAPA/ CNPMS, 2005. 16 p. (Circular Técnica, 63).

KÖPPEN, W. Dieklimate dererde-grundrib der klimakunde. Berlin: Walter de gruy-ter verlag, 1923.

LANDON, J. R. (ed) **Booker tropical soil manual**. London: Booker, 1984. 450p.

LEAL, M. A. A.; SILVA, V. V. Comparação entre esterco de curral e cama de aviário como adubação de cova e de cobertura em pimentão orgânico cultivado em estufa e a céu aberto. **Horticultura brasileira**, v. 20, n. 2, julho, 2002. Suplemento 2.

LEITE, G. F.; CUNHA NETO, F. R.; RESENDE, A. V. Produtividade agrícola da cana-de-açúcar adubada com dejetos líquidos de suínos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.1, p.132-138, 2009.

LEITE JÚNIOR, R. P. **Redução ou aumento das doses de nitrogênio e potássio aplicadas ao pimentão via fertirrigação à adubação convencional**. 2001. 65 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2001.

LEONEL, S.; TECCHIO, M. A.; Teores nutricionais em folhas e frutos de figueira submetida a épocas de poda e irrigação. **Semina**, v. 30, n. 2, p. 347-360, 2009.

MAGALHAES, A. F. J. **Nutrição Mineral Adubação dos Citros Irrigados**. Cruz das Almas: EMBRAPA, 2006. 12 p. (Circular Técnico, 79).

MALAVOLTA, E. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ceres, 2006. 638p.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 2. ed., atual. e ampl.: Viçosa: Ed. UFV, 2009. 358p.

MARCUSSI, F. F. N.; BÔAS, R. L. V. Teores de macronutrientes no desenvolvimento da planta de pimentão sob fertirrigação. **Irriga**, v. 8, n. 2, p. 120-131, 2003.

MARQUELLI, W. A. **Tensiômetros para o controle de irrigação em hortaliças**. Brasília: EMBRAPA Hortaliças, 2008. 15p. (Comunicado Técnico, 57).

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2. ed. New York: Academy, 1995, 889 p.

MELO, A. M. T. **Análise Genética de caracteres de fruto em híbridos de pimentão**. Piracicaba, 1997. 112p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1997.

MELO, S. C.; PEREIRA H. S.; VITTI G. C. Efeito de fertilizantes orgânicos na nutrição e produção do pimentão. **Horticultura Brasileira**, v.18, n.3, p.200-203, 2000.

MELO, D. R. M.; FERNANDES, D.; BEZERRA, L. L.; SANTOS, J. G. R.; ANDRADE, R. Reação da forragem hidropônica de milho sob diferentes concentrações de biofertilizante e quantidades de sementes. **Revista verde de Agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 4, p.14-20, 2009.

MENEZES JÚNIOR, J. C. de; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, E. F. de; CAMPOS, V. B.; OLIVEIRA, A. D. de. Teores de micronutrientes nas folhas do mamoeiro e no solo tratado com biofertilizante bovino. **Revista verde de Agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v.3, n.2, p.56-63, 2008.

MESQUITA, E. F. de; CAVALCANTE, L. F.; GONDIM, S. C.; CAVALCANTE, I. H. L.; ARAÚJO, F. A. R. de; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. Produtividade e qualidade de frutos do mamoeiro em função de tipos e doses de biofertilizantes. **Semina**, v. 28, n. 4, p. 589-596, 2007.

MESQUITA, E. F. de, CAVALCANTE, L. F.; GONDIM, S. C.; CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, I. H. L.; GONDIM, P. C. Teores foliares e exportação de nutrientes do mamoeiro baixinho de Santa Amália tratado com biofertilizantes. **Pesq. Agropec. Trop.**, v. 40, n. 1, p. 66-76, 2010.

NANNETTI, D. C. **Nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação na produção, nutrição e pós-colheita do pimentão**. 2001. 184 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

NASCIMENTO JUNIOR, N. A. **Efeito da aplicação de N e K via água de irrigação por gotejamento na cultura do pimentão em ambiente protegido**. 1998. 92 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, P. D. dos; SILVA, S. A. da; VIEIRA, M. da S.; OLIVEIRA, A. P. de. Efeito da utilização de biofertilizante bovino na produção de mudas de pimentão irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.2, p.258-264, 2011.

NUEZ, F. V. ORTEGA, R. G. GARCIA, J. C. **El cultivo de pimientos, chiles y ajés**. Madrid: Mundi-Prensa, 1996. 607p.

OLIVEIRA AP; PAES RA; SOUZA AP; DORNELAS CSM; SILVA RA. Produção de pimentão em função da concentração de urina de vaca aplicada via foliar e da adubação com NPK. **Agropecuária Técnica**, v. 25, n.1, p.37-43, 2004.

ORSI, A.C.; GRASSI FILHO, H. Diferenças nutricionais entre os híbridos de pimentão Elisa e Magali, em condições de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 18 suplemento, p.817-818, 2000.

PAES, R. A. **Rendimento do pimentão cultivado com urina de vaca e adubação mineral**. 2003. 65f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2003.

PEARCE, D.; HALL, K.; JACKSON, M. The effects of oxygen, carbon dioxide and ethylene on ethylene biosynthesis in relation to shoot extension in seedlings of rice (*Oryza sativa*) and barnyard grass (*Echinochloa oryzoides*). **Annals of Botany**, v.69, n.5, p 441-447, 1993.

PENTEADO, S. R. **Adubação Orgânica - Compostos Orgânicos e Biofertilizantes**. 2. ed. Campinas: via Orgânica, 2007. 160p.

PEREIRA, A. L. **Cultura do pimentão**. Fortaleza: DNOCS, 1990. 50 p.

PINTO, J. M.; GAVA, C. A. T.; LIMA, M. A. C.; SILVA, A. F.; RESENDE, G. M. de. Cultivo orgânico de meloeiro com aplicação de biofertilizantes e doses de substância húmica via fertirrigação. **Revista Ceres**, v. 55, n.4, p.280- 286, 2008.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. Ed. UNESP. São Paulo, SP, 2008. 407 p.

RAJENDRAN, K.; DEVARAJ, P. Biomass and nutrient distribution and their return of *Casuarina equisetifolia* inoculated with biofertilizers in farm land. **Biomass and Bioenergy**, v.26, n.3, p.235- 249, 2004.

REBEQUI, A. M.; CAVALCANTE, L. F.; NUNES, J. C.; DINIZ, A. A.; BREHM, M. A. S.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. Produção de mudas de limão cravo em substrato com biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista de Ciências Agrárias**, v.32, n.2, p.219-228, 2009.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Org.) *Capsicum*: pimentas e pimentões no Brasil. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Embrapa Hortaliças, 2000.

REUTER, D. J.; ROBINSON, J. B. **Plant analysis**: a interpretation manual. 2. ed. Callingwood: CSIRO, 1997. 572p.

RIBEIRO, G. L.; LOPES, J. C.; MARTINS FILHO, S.; RAMALHO, S. S. Adubação orgânica na produção do pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 18, n. 2, p. 134-137, 2000.

ROCHA, M. C; CARMO, M. G. F; FERNANDES, M. C. A; COSTA, E. S. P; MANERA, T. C.; GEDDA, A. E. C; COELHO, A. A. 2004. Características químicas de frutos de pimentão de três cultivares pulverizadas com biofertilizante Agrobio e Oxiclureto de cobre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44. **Resumos...** Campo Grande: SOB (CD-ROM).

RODOLFO JÚNIOR, F. R.; CAVALCANTE, L. F.; BURITI, E. S. Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizantes e adubação mineral com NPK. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 149-160, 2009.

RODRIGUES, A. C.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, T. A. G.; CAMPOS, V. B.; DINIZ, A. A. Caracterização de frutos de maracujazeiro-amarelo em solo tratado com “biofertilizante supermagro” e potássio. **Revista Magistra**, v. 20, n. 3, p. 264-272, 2008.

RODRIGUES, A. C.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, A. P. de, SOUSA, J. T. de, MESQUITA, F. O. Produção e nutrição mineral do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizante supermagro e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.2, p.117–124, 2009.

SALES JÚNIOR, R; ITO, S. C. S; ROCHA, J. M. M; SALVIANO, A. M.; AMARO FILHO, J; NUNES, G. H. S. Aspectos quantitativos e qualitativos de melão cultivado sob doses de fertilizantes orgânicos. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.3, p.718-721, 2005.

SANTOS, A. C. V. **Biofertilizante Líquido**: O defensivo agrícola da natureza. Niterói - Rio de Janeiro: EMATER – RJ, 1992.16 p.

SANTOS, A. C. V. & AKIBA, F. **Biofertilizantes líquidos**: uso correto na agricultura alternativa. Seropédica: UFRRJ, Impresso. Universidade, p.35, 1996.

SANTOS, R. F.; KLAR, A. E.; FRIGO, E. P. Crescimento da cultura de pimentão cultivada na estufa plástica e no campo sob diferentes doses de nitrogênio e potássio. **Irriga**, v.8, n.3, p.250-264. 2003.

SANTOS, G. D. **Avaliação do maracujazeiro-amarelo sob biofertilizantes aplicados ao solo na forma líquida**. 2004, 74p. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2004.

SANTOS, A. W.; TRINDADE, A. M. G. Análise do crescimento e desenvolvimento de melancia submetida a diferentes doses de esterco de caprino. **Revista Agropecuária Técnica**, v.31, n.2, p.170-174, 2010.

SARAIVA, K. R.; AQUINO, B. F.; SOUZA, F.; GONÇALVES, T. S.; BEZERRA, R. P.; ANJOS, D. C. Efeitos de um composto orgânico biotecnológico sobre a produção de biomassa e a altura das plantas de milho. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 31, p. 79-84, 2010.

SEDIYAMA M. A. N.; VIDIGAL S. M.; SANTOS M. R.; SALGADO L. T. Rendimento de pimentão em função da adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.3, p.294-299, 2009.

SHETEAWI, S. A.; TAWFIK, K. M. Interaction effect of some biofertilizers and irrigation water regime on mung bean (*Vigna radiate*) grow the and yield. **Applied Sciences Research**, v.3, n. 3, p.251-262, 2007.

SILVA, P. S. V. **Desenvolvimento do maracujazeiro – azedo em substrato envasado e aplicação de biofertilizante bovino**. Areia, 2003. 24 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia.

SILVA, A. F., PINTO, J. M., FRANÇA, C. R. R. S., FERNANDES, S. C., GOMES, T. C A., SILVA, M. S. L. da e MATOS, A. N. B. **Preparo e Uso de Biofertilizantes Líquidos**. Comunicado Técnico da Embrapa Semi-Árido, 130. 2007.

SIVIERO, P. & GALLERANI, M. **La coltivazione del pepperone**. Verona, Edizioni. L'informatore Agrario, 1992. 217p.

SOUSA, J. T. de; CEBALLOS, B. S. O. de; HENRIQUE, I. N.; DANTAS, J. P.; LIMA, S. M. S. Reúso de água residuária na produção de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v.10, n.1, p.89–96, 2006.

SOUSA, M. J. R.; MELO, D. R. M.; FERNANDES, D.; SANTOS, J. G. R.; ANDRADE, R. Crescimento e produção do pimentão sob diferentes concentrações de biofertilizante e intervalos de aplicação. **Revista verde de Agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 4, n.4, p. 42-48, 2009.

SOUSA, G. G.; MARINHO, A. B.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Ciência Agrônômica**, v. 43, n.2, p.237-245, 2012.

SOUZA, J. L. Nutrição orgânica com biofertilizantes foliares na cultura do pimentão em sistema orgânico. **Horticultura Brasileira**, v.18, p.828-829, 2000.Suplemento.

SOUZA, J. L. Pesquisas e tecnologias para a produção de hortaliças orgânicas. In: HORTIBIO 2001 – CONGRESSO BRASILEIRO DE HORTICULTURA ORGÂNICA, NATURAL, ECOLÓGICA E BIODINÂMICA, 1., 2001, Botucatu, SP. **Palestras...** Botucatu: Agroecológica, 2001. p. 178-224.

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

TOMÉ JÚNIOR, J. B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.

TRANI, P. E.; TIVELI, S. W.; CARRIJO, O. A. **Fertirrigação em hortaliças**. 2. ed. rev. atual. Campinas: Instituto Agrônômico, 2011. 51p. (Boletim Técnico IAC, 196).

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. 15, n, 29, p. 131-140, 2004.

TIVELLI SW. **A cultura do pimentão**. In: GOTO, R.; TIVELLI S, W. (Org.). Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais. São Paulo: FUNEP, 319 p, 1998.

VESSEY, J.LK. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant and Soil**, v.255, p.571-586, 2003.

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

VIEIRA, D. C.; ORMAZA, P. R.; GOMES, L. A. A.; MALUF, L. E. J.; OKADA, A.; MORETTO, P. Cultivares de pimentão em plantio sem uso de produtos químicos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, 2003- Suplemento CD.

VILANOVA, C.; SILVA JUNIOR, C. D. da. Avaliação da trofobiose quanto às respostas ecofisiológicas e bioquímicas de couve e pimentão, sob cultivos orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.5, n.1, p.127-137, 2010.

WEINGÄRTNER, M. A.; ALDRIGHI, C. F. S.; PERERA, A. F. **Práticas agroecológicas – Caldas e biofertilizantes (cartilha)**. EMBRAPA: Centro Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado, Pelotas, 2006, 22 p.