



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

CHRISLENE NOJOSA DIAS

**CULTIVO DO MORANGO SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE AMBIENTES E
DOSES DE BIOFERTILIZANTE NA REGIÃO DO MACIÇO DE BATURITÉ,
CEARÁ**

FORTALEZA
2014

CHRISLENE NOJOSA DIAS

CULTIVO DO MORANGO SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE AMBIENTES E DOSES
DE BIOFERTILIZANTE NA REGIÃO DO MACIÇO DE BATURITÉ, CEARÁ

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

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Albanise Barbosa Marinho

FORTALEZA
2014

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

-
- D531c Dias, Chrislene Nojosa.
 Cultivo do morango sob diferentes condições de ambientes e Doses de biofertilizante na região do Maciço de Baturité, Ceará / Chrislene Nojosa Dias. – 2014.
 94 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, 2014.
 Área de Concentração: Irrigação e Drenagem.
 Orientação: Profa. Dra. Albanise Barbosa Marinho.
1. Morango. 2. Frutas - Cultivo. 3. Adubos e fertilizantes orgânicos. I. Título.

CHRISLENE NOJOSA DIAS

**CULTIVO DO MORANGO SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE AMBIENTES E
DOSES DE BIOFERTILIZANTE NA REGIÃO DO MACIÇO DE BATURITÉ,
CEARÁ**

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.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Albanise Barbosa Marinho (Orientadora)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB

Prof^a. Dr^a. Aiala Vieira Amorim

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB

Prof^o. Dr^o. Luís de França Camboim Neto

Universidade Federal do Ceará – UFC

Dr^o Geocleber Gomes de Sousa

Pesquisador PNPd/CAPES/UFC

A Deus, por permitir vivenciar esse momento único. Aos meus amados pais, José Luciano Saraiva Dias e Rita Nojosa Dias, por todo apoio, amor e dedicação e ao meu amado irmão Christiano Nojosa Dias (*In memoriam*).

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pela oportunidade da vida, por suas bênçãos, fidelidade e presença em minha vida.

Aos meus pais, toda a minha gratidão pelo esforço, estímulo e dedicação para a minha realização pessoal e profissional.

A Universidade Federal do Ceará (UFC), especialmente ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela oportunidade de realização do curso e pelo apoio moral e material.

A Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) pela permissão da realização dos trabalhos na fazenda experimental, sendo fundamental na execução do presente estudo.

A Prof^a. Albanise Barbosa Marinho, pela acolhida, atenção, amizade, confiança, orientação e ensinamentos tantas vezes compartilhados na realização deste trabalho.

Ao Prof^o. Dr^o. Thales Vinicius de Araújo Viana, por todo o auxílio, atenção e companheirismo.

Aos professores e pesquisadores examinadores da dissertação, Prof.^a Aiala Vieira Amorim, Pesquisador Dr^o. Geocleber Gomes de Sousa, Prof.^o Dr^o Luís de França Camboim Neto, pela atenção, colaboração e empenho na correção do trabalho.

Em especial, ao professor Luís Antônio (*In memoriam*) pela sua atenção, dedicação e ensinamentos.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudos, que foi de fundamental importância para a realização deste trabalho.

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

Ao Grupo de Pesquisa em Agrometeorologia: Aldiel Lima, André Henrique Albuquerque, Bruno Mesquita, Carol Baima, Fabio Martins, Fabricio Martins, Fellype Rodrigo, Inês Gifone, Laís Monique, Luiz Alves, Keivia Lino, Krishna Ribeiro, Mário de Oliveira.

Aos funcionários da Fazenda experimental da UNILAB e da Estação Agrometeorológica da UFC pelo apoio na condução desta pesquisa.

Ao meu amado namorado, Newdmar Fernandes, pela fundamental ajuda,

aprendizado, companheirismo, paciência, amor, dedicação, apoio e carinho, nessa vitória.

A minha grande amiga parceira Danielle Araújo, que sempre me deu força, ajuda, incentivo, me ouvindo e aconselhando em muitos momentos.

A minha amiga Robevânia Borges, pelo apoio, ajuda e companheirismo.

A todos os professores do curso de agronomia, em especial ao professor Raimundo Nonato Távora Costa, por acreditar em mim, mesmo quando eu não acreditava. E aos que fazem parte da família DENA, por todos os ensinamentos e embasamentos científicos.

Aos bolsistas UFC e UNILAB pela valiosa contribuição de campo, pela amizade e profissionalismo.

A todos os colegas de curso e de vida, em especial, ao Alexandre Reuber, Amanda Freitas, André Rufino, Andreza Melo, Carlos Henrique Carvalho, Ednângelo Duarte, Giovanna Silva, Josi Carneiro, Leila Neves, Karen Oliveira, Márcio Pereira, Rafaela Arruda, e José Aderaldo pela amizade e agradável convivência durante o curso.

A todas as pessoas que sempre me incentivaram desde uma simples palavra de motivação e conforto, principalmente em momentos difíceis, até uma forte ligação de convivência com muita alegria, diversão e amizade verdadeira que já sinto imensa saudade.

RESUMO

DIAS, Chrislene Nojosa, Universidade Federal do Ceará. Fevereiro de 2014. Cultivo do morango sob diferentes condições de ambientes e doses de biofertilizante na região do maciço de baturité, Ceará. Orientadora: Albanise Barbosa Marinho.

No cenário brasileiro a cultura do Morangueiro apresenta-se como uma alternativa de cultivo, pois se adapta em regiões de clima temperado, subtropical e tropical, e representa uma importante cadeia produtiva, do ponto de vista econômico e social. O cultivo em ambiente protegido desponta como um aliado na criação de um microclima mais favorável a produção, controlando variações climáticas em diferentes locais e épocas de plantio. Aliado ao ambiente, a adubação via doses de biofertilizante, pode contribuir para a nutrição, estabelecimento e incremento produtivo do morangueiro. Nesse enfoque, o biofertilizante tem se apresentado como uma alternativa que vem sendo adotada na agricultura como opção de reaproveitamento de resíduos sem destinação adequada nas propriedades. Neste contexto, foi conduzido um trabalho na área da Fazenda Experimental da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), localizada no Sítio Piroás, município de Redenção, Ceará, no Maciço de Baturité, no período de setembro de 2013 a janeiro de 2014, com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes ambientes de cultivo e de doses de biofertilizante no crescimento, nutrição, produtividade e qualidade do morangueiro Oso Grande, e gerar tecnologia, para ser difundida, sobre o manejo do cultivo do morangueiro nas condições edafoclimáticas da região do Maciço de Baturité. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso no esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas de dois sistemas de cultivo (sob telado artesanal e a campo aberto) e as subparcelas foram constituídas por cinco doses de biofertilizante líquido equivalentes a 0, 400, 800, 1200, 1600 mL planta⁻¹ semana⁻¹. Foram analisadas as características climáticas do local, nutricionais do solo e do tecido foliar em função das doses diferenciadas de biofertilizante, vegetativas e ainda características de produtividade e qualidade. O cultivo do morangueiro em condições de telado artesanal apresentou maior produtividade (10.734 kg ha⁻¹), em relação ao cultivo em campo aberto (9.629 kg ha⁻¹). O Biofertilizante pode ser utilizado como fonte de nutrientes no cultivo do morango em condições de campo aberto, cultivar Oso Grande, atendendo as exigências da cultura. Os teores de nutrientes no solo e nas folhas apresentaram incrementos significativos com a aplicação de doses de biofertilizante, contribuindo para a sanidade das plantas. As características vegetativas das plantas e de pós-colheita dos frutos cultivados em condições de campo aberto apresentaram maiores valores em relação ao cultivo em condição de telado artesanal, indicando que a temperatura e a luminosidade afeta tais características. O cultivo do morangueiro nas condições edafoclimáticas do Maciço de Baturité-Ceará em meses com temperaturas mais amenas, obterá maior produtividade.

Palavras chave: *Fragaria x ananassa* Duch. Casa de vegetação. Insumo orgânico.

ABSTRACT

DIAS, Chrislene Nojosa, Federal University of Ceará. February 2014. Strawberry cultivation under different environments and biofertilizer doses in the massive Baturite, Ceará. Advisor: Albanise Barbosa Marinho.

In the Brazilian scenario Strawberry culture is presented as an alternative crop, because it fits in regions of temperate, subtropical and tropical climate, and is an important production chain, from an economic and social perspective. The cultivation in protected environment emerged as an ally in creating a more favorable microclimate production, controlling climate variations at different locations and times of planting. Allied to the environment, fertilization via biofertilizer doses, may contribute to nutrition, establishment and growth of strawberry production. In this approach, the biofertilizer has been presented as an alternative that has been adopted in agriculture as an option of reusing waste without proper destination in the properties. In this context, we conducted a job in the Experimental Farm of the University of International Integration Lusophone African- Brazilian (UNILAB), located at Sitio Piroás, municipality of Redenção, Ceará, in the Massif Baturite, from September 2013 to January 2014, with the objective of evaluating the effects of different cultivation environments and doses of biofertilizer on growth, nutrition, yield and quality of strawberry Oso Grande, and generate technology to be diffused over the handling of the strawberry crop conditions edaphoclimatic of the Massif Baturite region. The experiment was conducted in randomized complete block design with split plot design with four replications. The plots consisted of two cropping systems (under greenhouse and field craft) and subplots consisted of five doses of liquid biofertilizer equivalent to 0, 400, 800, 1200, 1600 mL plant⁻¹ week⁻¹. Climatic characteristics of the site, nutritional soil and leaf tissue as a function of different doses of biofertilizer, and still vegetative characteristics of productivity and quality were analyzed. The strawberry crop in greenhouse conditions handmade showed highest yield (10.734 kg ha⁻¹), in relation to cultivation in open field (9.629 kg ha⁻¹). The biofertilizer can be used as a source of nutrients in the cultivation of strawberries in open field conditions, cultivar Oso Grande, meeting the demands of culture. The nutrient content in soil and leaves showed significant increases with the application of doses of biofertilizer, contributing to the health of plants. The vegetative characteristics of plants and post-harvest fruit grown in open field conditions showed higher values compared to cultivation in greenhouse condition artisanal, indicating that the temperature and luminosity affects such characteristics. The strawberry crop at conditions of the Massif Baturite - Ceará in months with milder temperatures get higher productivity.

Keywords: *Fragaria x ananassa* Duch. House of vegetation. Organic Input.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Área experimental: Telado artesanal (A); Campo aberto (B), Redenção, Ceará, 2014.....	33
Figura 2	Foto ilustrativa da cultivar Oso Grande, Redenção, Ceará, 2014	35
Figura 3	Croqui da área experimental. Redenção, Ceará, 2014.....	36
Figura 4	Foto ilustrativa da distribuição dos vasos na área experimental sob telado artesanal, Redenção, Ceará, 2014.....	37
Figura 5	Foto ilustrativa da distribuição dos vasos na área experimental a campo aberto, Redenção, Ceará, 2014	37
Figura 6	Esquema da constituição do enchimento do vaso (A) e vaso a ser utilizado na condução do experimento (B), Redenção, Ceará, 2014.....	38
Figura 7	Caixas de polietileno, com capacidade de 500 L, Redenção, Ceará, 2014	40
Figura 8	Foto das mudas em bandejas de isopor, Redenção, Ceará, 2014	42
Figura 9	Furos para aplicação do biofertilizante líquido (A); Fechamento dos furos com garfo (B), Redenção, Ceará, 2014	43
Figura 10	Microaspersores suspensos, Redenção, Ceará, 2014	44
Figura 11	Data logger HOBO temp/RH/light/ext channel – marca Onset, Redenção, Ceará, 2014	45
Figura 12	Balança digital para medição da massa dos frutos, Redenção, Ceará, 2014	47
Figura 13	Medição do diâmetro do fruto (A); Medição do comprimento (B), Redenção, Ceará, 2014	48
Figura 14	Refratômetro digital para medição dos sólidos solúveis.....	49
Figura 15	Média das temperaturas máximas, médias e mínimas no interior dos ambientes nas condições de cultivo telado (A) e campo aberto (B), no período de setembro de 2013 a janeiro de 2014, Redenção, Ceará, 2014	50
Figura 16	Média das luminosidades máximas, médias e mínimas no interior dos ambientes nas condições de cultivo telado (A) e campo aberto (B), no período de setembro de 2013 a janeiro de 2014, Redenção, Ceará, 2014	51

Figura 17	Média das umidades máximas, médias e mínimas no interior dos ambientes nas condições de cultivo telado (A) e campo aberto (B), no período de setembro de 2013 a janeiro de 2014, Redenção, Ceará, 2014	51
Figura 18	Teores de matéria orgânica no solo, após experimento, da cultura do morangueiro em função de diferentes ambientes de cultivo, Redenção, Ceará, 2014.....	55
Figura 19	Teores de matéria orgânica no solo, após experimento, da cultura do morangueiro em função de diferentes doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014	55
Figura 20	Teores de nitrogênio no solo, após experimento, da cultura do morangueiro em função de diferentes ambientes de cultivo, Redenção, Ceará, 2014.....	57
Figura 21	Teores de nitrogênio no solo, após experimento, da cultura do morangueiro em função de diferentes doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014	57
Figura 22	Teores de fósforo no solo, após experimento, da cultura do morangueiro em função de diferentes doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014	58
Figura 23	Teores de potássio no solo, após experimento, da cultura do morangueiro em função de diferentes doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014	60
Figura 24	Teores de magnésio no solo, após experimento, da cultura do morangueiro em função de diferentes ambientes de cultivo, Redenção, Ceará, 2014.....	61
Figura 25	Teores de nitrogênio da cultura do morango em função de diferentes ambientes de cultivo, Redenção, Ceará, 2014.....	63
Figura 26	Teores de nitrogênio nas folhas da cultura do morangueiro em função de diferentes doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014	63
Figura 27	Teores de fósforo nas folhas da cultura do morangueiro em função de diferentes doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014.....	64
Figura 28	Teores de cálcio nas folhas da cultura do morangueiro em função de diferentes doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014.....	65

Figura 29	Massa fresca da parte aérea da cultura do morango em função de diferentes doses de biofertilizante, cultivado em telado e em campo aberto, Redenção, Ceará, 2014.....	68
Figura 30	Massa fresca da raiz da cultura do morango em função de diferentes doses de biofertilizante, cultivado em telado e em campo aberto, Redenção, Ceará, 2014	69
Figura 31	Massa seca da parte aérea da cultura do morango em função de diferentes doses de biofertilizante, cultivado em telado e em campo aberto, Redenção, Ceará, 2014.....	70
Figura 32	Massa seca da raiz da cultura do morangueiro em função de diferentes ambientes de cultivo, Redenção, Ceará, 2014.....	71
Figura 33	Massa seca da raiz da cultura do morangueiro em função de diferentes doses de biofertilizante, cultivado em telado e em campo aberto, Redenção, Ceará, 2014	72
Figura 34	Produtividade por planta da cultura do morango em função de diferentes doses de biofertilizante, cultivado em telado e em campo aberto, Redenção, Ceará, 2014.....	75
Figura 35	Produtividade comercial da cultura do morango em função de diferentes doses de biofertilizante, cultivado em telado e em campo aberto, Redenção, Ceará, 2014.....	76
Figura 36	Peso médio do fruto da cultura do morango em função de diferentes doses de biofertilizante, cultivado em telado e em campo aberto, Redenção, Ceará, 2014	79
Figura 37	Comprimento do fruto da cultura do morango em função de diferentes doses de biofertilizante, cultivado em telado e em campo aberto, Redenção, Ceará, 2014.....	80
Figura 38	Teor de sólidos solúveis (°Brix) do fruto da cultura do morango em função de diferentes ambientes de cultivo, Redenção, Ceará, 2014.....	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Valores da análise química do solo da área experimental, na camada de 0 a 0,2m. Redenção, Ceará, 2014	34
Tabela 2	Ingredientes para preparo do biofertilizante líquido misto com fermentação aeróbia, Redenção, Ceará, 2014	39
Tabela 3	Características químicas do biofertilizante líquido. Redenção - Ceará, 2014	40
Tabela 4	Quantidades de nutrientes recomendados, presentes no solo e necessidades de complementação nutricional, Redenção, Ceará, 2014	41
Tabela 5	Quantidade de nutrientes fornecidos a partir da aplicação do biofertilizante líquido, nas diferentes doses, Redenção, Ceará, 2014	41
Tabela 6	Fornecimento total de nutrientes no ciclo da cultura do morangueiro, Redenção, Ceará, 2014	41
Tabela 7	Resumo da análise de variância para MO (matéria orgânica), N (nitrogênio), P (fósforo), K (potássio), Ca (cálcio) e Mg (magnésio) no solo, após o experimento, em função de diferentes ambientes de cultivo e doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014	54
Tabela 8	Resumo da análise de variância para N (nitrogênio), P (fósforo), K (potássio), Ca (cálcio) e Mg (magnésio) nas folhas do morango em função de diferentes ambientes de cultivo e doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014	62
Tabela 9	Teores de potássio (K) na folha da cultura do morangueiro sob diferentes ambientes de cultivo e doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014.....	64
Tabela 10	Teores de magnésio (Mg) na folha da cultura do morangueiro sob diferentes ambientes de cultivo e doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014.....	65
Tabela 11	Resumo da análise de variância para massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e relação massa seca da raiz/massa seca da parte aérea (MSR/MSPA) do morangueiro em função de	

	diferentes ambientes de cultivo e doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014.....	67
Tabela 12	Resumo da análise de variância para número de frutos (NF), produtividade por planta (PP) e produtividade comercial (PC) do morango em função de diferentes ambientes de cultivo e doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014.....	73
Tabela 13	Valores médios para número de frutos da cultura do morangueiro, cultivar Oso Grande, sob diferentes ambientes de cultivo e doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014.....	74
Tabela 14	Resumo da análise de variância para comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF) e sólidos solúveis (SS) do morango em função de diferentes ambientes de cultivo e doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014.....	78
Tabela 15	Valores médios para o diâmetro dos frutos da cultura do morangueiro, cultivar Oso Grande, sob diferentes ambientes de cultivo e doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014.....	81

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	HIPÓTESES	19
3	OBJETIVOS.....	20
3.1	Objetivo geral	20
3.2	Objetivos específicos.....	20
4	REVISÃO DE LITERATURA	21
4.1	Cultura do Morangueiro	21
4.1.1	Aspectos gerais.....	21
4.2	Ambiente Protegido.....	25
4.3	Biofertilizante Líquido	28
4.4	Efeitos do ambiente e biofertilizante no crescimento vegetativo e na qualidade de frutos..	31
4.5	Nutrição	31
5	MATERIAL E MÉTODOS.....	33
5.1	Caracterização da área experimental	33
5.1.1	Localização da área experimental.....	33
5.1.2	Clima.....	33
5.1.3	Solo.....	34
5.1.4	Água.....	34
5.2	Ambientes de cultivo.....	34
5.3	Cultura.....	35
5.4	Descrição do experimento	35
5.4.1	Delineamento experimental	35
5.4.2	Enchimento dos vasos.....	37
5.5	Instalação e manejo do sistema de irrigação	38
5.6	Constituição e manejo do biofertilizante líquido misto.....	39
5.7	Condução da cultura	42
5.7.1	Colheita	44
5.8	Variáveis analisadas	44
5.8.1	Variáveis climáticas.....	44
5.8.2	Teores de macronutrientes e MO no solo	45
5.8.3	Teores foliares de macronutrientes.....	45

5.8.4	Variáveis de crescimento vegetativo	46
5.8.4.1	Massa fresca e seca da parte aérea e raiz.....	46
5.8.5	Variáveis produtivas e de qualidade.....	46
5.8.5.1	<i>Número de frutos</i>	46
5.8.5.2	<i>Produtividade</i>	47
5.8.6	Variáveis de qualidade dos frutos	47
5.8.6.1	<i>Peso médio dos frutos</i>	47
5.8.6.2	<i>Diâmetro e comprimento do fruto</i>	48
5.8.6.3	<i>Sólidos solúveis</i>	48
5.9	Análises estatísticas	49
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
6.1	Variáveis climáticas	50
6.2	Teores de macronutrientes no solo e da MO	53
6.3	Teores de macronutrientes nas folhas	61
6.4	Características vegetativas	66
6.4.1	Massa fresca e seca da parte aérea e raiz.....	66
6.5	Características produtivas	73
6.6	Características de pós-colheita	77
7	CONCLUSÕES	83
	REFERÊNCIAS	84

1 INTRODUÇÃO

O Morangueiro é uma planta que pertence a família Rosaceae, originou-se do cruzamento natural entre espécies silvestres, cuja espécie botânica é (*Fragaria x ananassa* Duch.), tem como origem regiões de clima temperado da Europa e das Américas. É uma fruta muito apreciada pelos consumidores, especialmente por sua coloração vermelho-brilhante e aroma agradável. O morango ainda conta com propriedades benéficas à saúde, possui frutos ricos em nutrientes como o ácido ascórbico e os compostos fenólicos, ricos em fibras, com altos teores de vitamina C, além de apresentar baixas calorias e se encaixa perfeitamente num programa de dieta balanceada.

No Brasil, a cultura adapta-se em regiões de clima temperado, subtropical e tropical, estando presente em quatro regiões brasileiras, Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste e representa uma importante cadeia produtiva, do ponto de vista econômico e social. A produção comercial de morango no Brasil é feita predominantemente com algumas cultivares, dentre elas a Oso Grande, cultivar de dias curtos, de grande adaptabilidade, precoce, com ciclo mediano e elevada capacidade produtiva.

Com a necessidade de produzir o ano todo aliada ao aumento da demanda, o cultivo protegido se destaca como boa alternativa ao produtor, podendo dessa forma, controlar variações climáticas em diferentes locais e épocas de plantio, melhorar o desenvolvimento dos cultivos, permitir a produção durante todo o ano com garantia de colheita e produtos de melhor qualidade, beneficiando tanto a produtividade como a sazonalidade da oferta, além de, contribuir para o uso racional de água e nutrientes, possibilitando maior retorno financeiro.

À região Nordeste, caracterizada por apresentar déficits hídricos praticamente o ano todo, o cultivo do morangueiro necessita do emprego da irrigação, para que a demanda de água pelas plantas seja atendida. A irrigação por gotejamento é uma alternativa viável, por apresentar menor custo de energia e potencial de minimizar impactos ao solo, além de, possibilitar a cultura expressar todo seu potencial, sem, contudo, causar impactos negativos ao ambiente.

Outro aspecto relevante para o estabelecimento e incremento produtivo do morangueiro, é um correto manejo nutricional. Nos últimos anos, tem crescido a preferência do consumidor mundial por alimentos e produtos mais saudáveis, obtidos sem o emprego de fertilizantes minerais sintéticos, fato que tem despertado uma produção agrícola com substituição parcial ou total desses fertilizantes pelos insumos orgânicos. Nesse enfoque, o biofertilizante bovino de fermentação aeróbia tem se apresentado como uma alternativa que

vem sendo adotada na agricultura como opção de reaproveitamento de resíduos sem destinação adequada nas propriedades, incentivando a redução do uso de produtos químicos, contribuindo para a nutrição mineral de plantas, e promovendo um manejo agroecológico sustentável.

2 HIPÓTESES

O ambiente telado artesanal proporcionará aumento na produtividade e a na qualidade de frutos do Morangueiro, nas condições da região do Maciço de Baturité no Estado do Ceará.

O uso de diferentes doses de biofertilizante proporcionará aumento na produtividade e qualidade de frutos do morangueiro, nas condições da região do Maciço de Baturité no Estado do Ceará.

A utilização de biofertilizante líquido poderá suprir nutricionalmente a cultura do morangueiro em N, P e K.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar os efeitos de diferentes ambientes de cultivo e de doses de biofertilizante no crescimento, nutrição, produtividade e qualidade do morangueiro, nas condições edafoclimáticas da região do Maciço de Baturité no estado do Ceará.

3.2 Objetivos específicos

Identificar o melhor ambiente de cultivo, no crescimento, no estado nutricional do solo e das plantas, na produtividade e na qualidade dos frutos de morangueiro.

Definir a melhor dose de biofertilizante, no crescimento, no estado nutricional do solo e das plantas, na produtividade e na qualidade dos frutos do morangueiro.

Avaliar o efeito da interação de diferentes ambientes de cultivo versus dosagens de biofertilizante no crescimento, no estado nutricional do solo e das plantas, na produtividade, e na qualidade dos frutos do morangueiro.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Cultura do Morangueiro

4.1.1 Aspectos gerais

O Morangueiro é uma planta que pertence à família Rosaceae, originária do cruzamento natural entre espécies silvestres, cuja espécie botânica é (*Fragaria x ananassa* Duch.) (SANTOS; MEDEIROS, 2003; FILGUEIRA, 2012) é nativa das regiões de clima temperado da Europa e das Américas (ANTUNES; CARVALHO; SANTOS, 2011). O morango, única hortaliça da família, é um pseudofruto onde a parte comestível é um receptáculo hipertrofiado, onde, disposto neste, encontra-se o verdadeiro fruto, o aquênio. Contudo, o conjunto formado pelo receptáculo e os aquênios formam o fruto popularmente conhecido (PALHA *et al.*, 2005). As principais cultivares utilizadas no Brasil são divididas em dois grupos segundo o florescimento. O grupo de dias curtos é composto pelas cultivares: Vila Nova, Santa Clara, Bürkley, Dover, Oso Grande, Camarosa, Sweet Charlie, Tudla - Milsey, Campinas, Campidover e, mais recentemente, Festival, Earlibrite, Camino Real e Ventana, e o grupo de dias neutros pelas cultivares : Seascape, Aromas, Diamante e Capítola (MELO *et al.*, 2007).

A cultura do morango está presente em quatro regiões brasileiras, Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste e representa uma importante cadeia produtiva, do ponto de vista econômico e social. Da superfície cultivada com morango no Brasil, 90% encontram-se nas regiões Sul e Sudeste, tornando-se base da economia de muitas cidades que exploram o seu cultivo. Mesmo assim, poucas pesquisas têm sido dedicadas à cultura, mesmo com sua importância e abrangência (VIZZOTTO *et al.*, 2012).

No Brasil, a cultura adapta-se em regiões de clima temperado e subtropical, porém o país não figura entre os principais produtores mundiais de morango (SANTOS; MEDEIROS, 2003). O maior produtor de morango no Brasil é o Estado de São Paulo, merecendo destaque também os Estados do Rio Grande do Sul e Minas Gerais. (FILGUEIRA, 2012). A produção comercial de morango no Brasil é feita predominantemente com as cultivares Oso Grande, Camarosa, Dover, porém a produtividade pode variar bastante de acordo com as condições edafoclimáticas da região de cultivo (SILVA *et al.*, 2012).

Segundo Gomes (2013), o morangueiro é uma planta herbácea e estolonífera, perene e rasteira. As folhas e as gemas axilares se desenvolvem no topo do caule curto e

fibroso, denominado coroa, e permanecem dormentes ou transformam-se em botões florais ou perfilhos (estolhos), dependendo das condições climáticas, nutricionais e da planta.

A planta é constituída por uma ou mais coroas onde crescem, em cada uma delas, folhas, inflorescências, estolhos, coroas ramificadas e raízes adventícias. As folhas são constituídas normalmente por três folíolos (trifoliadas) de cor verde, mate ou brilhante. A inflorescência é terminal, emergindo das estípulas-bainha da folha. O estolho é um ramo especializado, diferindo de um ramo coroa, principalmente pela distância dos primeiros entrenós, possui normalmente gomos axilares, constituindo as plantas-filhas (PALHA, *et al.* 2005), se o propósito for a produção de frutos, aconselha-se retirar os estolhões das plantas, pois estas funcionam como fortes drenos, favorecendo assim o desenvolvimento das inflorescências e frutas (SEVERO *et al.* , 2006).

Apresenta hábito de crescimento em roseta, pois cada coroa funciona como uma unidade independente na planta. O sistema radicular é fasciculado e superficial, em que 50 a 90% das raízes se localizam nos primeiros 15 a 20 cm do solo, e 25 a 50% nos primeiros 7,5 cm, além do aspecto fasciculado, apresentam cor amarelo pardo e tanto mais claro quanto mais jovem e sã for a planta. As flores são hermafroditas e pentâmeras, possuindo geralmente cinco sépalas e cinco pétalas. Esta última de cor branca e de forma variável, desde elíptica a arredondada ou oval, a fecundação é feita pelo pólen da mesma flor ou de flores da mesma ou de plantas diferentes pela ação dos ventos e ou insetos (PALHA, *et al.* 2005).

Os frutos são do tipo “não climatéricos”, que devem ser colhido muito próximo à sua maturação de consumo, para preservar suas características organolépticas e permitir que estas possam se expressar de forma total. Portanto, se colhido imaturo, não haverá mudança em sua qualidade comestível, permanecendo inalterado o estado de maturação (CANTILLANO, 2010).

O período produtivo inicia-se aos 60-80 dias do transplântio da muda e prolonga-se por quatro a seis meses, dependendo das condições climáticas, tipo de solo, tratos culturais, métodos de produção de mudas e cultivar, em função do fotoperíodo, disponibilidade de água e qualidade fitossanitária. Há quem explore a cultura durante dois períodos de safra, porém é mais vantajosa a renovação da cultura anualmente, pois tanto a rentabilidade, como o tamanho e a firmeza dos frutos, diminuem com a idade da planta, conclusão obtida tanto em São Paulo como na Califórnia (CANTILLANO, 2010; FILGUEIRA, 2012).

A produtividade é variável, podendo atingir 25 a 50 t ha⁻¹ nas condições brasileiras, por produtores tecnificados. O ponto ideal de colheita, para comercialização "in natura", é quando 75% da superfície do morango apresenta coloração vermelha, mas quando

destinados a fins industriais, são colhidos completamente maduros, podendo também variar em função do tempo e distância de transporte, temperatura ambiente, cultivar e finalidade do produto (consumo *in natura*, industrialização, mercado interno, exportação, etc.). Recomenda-se a retirada dos frutos a cada dois ou três dias sempre no início da manhã ou no final da tarde, devido à temperatura amena. Trata-se de uma operação delicada, uma vez que, é um produto frágil, sensível a injúrias mecânicas, de alta perecibilidade, exigindo uma rápida comercialização, se possível, no mesmo dia da colheita. Contudo, sua comercialização normalmente costuma ser vantajosa por ser considerado um consumo de luxo pela maioria dos consumidores, ocorrendo elevação dos preços no período de menor oferta. Após a colheita, os frutos são selecionados, classificados e padronizados (CANTILLANO, 2010; FILGUEIRA, 2012).

Quanto à classificação, não existe uma Norma Oficial de Classificação para o morango estabelecida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Existe um programa de adesão voluntária, que segue a Norma do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura elaborado pelo Centro de Qualidade em Horticultura da CEAGESP em São Paulo. Segundo esta Norma, os morangos são classificados em duas classes (por tamanho, segundo o maior diâmetro transversal) e em três categorias (qualidade). (CEAGESP, 2009). A maior parte da produção brasileira se destina ao consumo “*in natura*”, outra parte segue para a indústria, onde o morango é submetido a vários processamentos como: fabricação de sorvete, iogurtes, congelamento da polpa, geleia, compota e suco. (CANTILLANO, 2010).

O morango é muito apreciado pelos consumidores, especialmente por sua coloração vermelho-brilhante. Pesquisas mostram que esta coloração ocorre devido à presença de substâncias bioativas, as antocianinas e os flavonóis, conhecidos como antioxidantes, que podem prevenir o câncer e o envelhecimento precoce. O ácido ascórbico e os compostos fenólicos, presente em grandes quantidades na pele e sementes dos frutos, também são responsáveis por vários benefícios. Portanto, o morango é uma fruta, rica em fibras, possui alto teor de vitamina C, além de apresentar baixas calorias e se encaixando perfeitamente num programa de dieta balanceada (DONNO, 2013; SILVA *et al.*, 2007).

A cultivar Oso Grande é uma cultivar de dias curtos e de grande adaptabilidade às diversas condições, essa foi lançada em 1987 pela Universidade da Califórnia, Davis/EUA a partir do cruzamento entre Parker e o clone Cal 77.3-603 (Tioga x Pajaro), como características têm-se uma planta bastante vigorosa, precoce, com ciclo mediano e elevada capacidade produtiva; o cálice é formado por sépalas verdes, o que dá melhor apresentação

dos frutos na embalagem; folhas grandes de coloração verde escura; produz frutos de tamanho grande, com polpa de textura firme no início da produção e mediana no final da colheita, sabor subácido, próprio para consumo "in natura", aroma bastante agradável, boa aceitação por sua coloração vermelho-brilhante externamente e mais clara internamente. Tolerante ao mofo cinzento (*Botrytis cinerea*) e susceptível à mancha de micosfarela (*Mycosphaerella fragariae*) e à antracnose (*Colletotrichum fragariae* e *Colletotrichum acutatum*) (GOMES, 2013; CAMARGO, 2008; SANTOS, 2005).

4.1.2 Exigências climáticas

O morangueiro tipicamente tem preferência por climas frios, não tolerando temperaturas elevadas, todavia é afetado por geadas, as regiões serranas se destacam como as mais produtoras. A temperatura é o principal fator limitante, afetando o desenvolvimento vegetativo, a produção e a qualidade do morango (FILGUEIRA, 2012). Em geral, climas frios e dias curtos fazem com que a planta produza mais, enquanto dias mais longos e temperaturas mais quentes fazem com que a planta vegete mais (ROCHA, 2013). Segundo Palha *et al.* (2005) a temperatura ótima de crescimento é de 23° C.

O crescimento vegetativo e reprodutivo do morangueiro é o mais sensível às condições ambientais, se comparado a maior parte dos demais pequenos frutos. A fisiologia da planta tem uma relação direta com os fatores temperatura e número de horas luz (fotoperíodo) e à interação destes, além das características intrínsecas da cultivar. Dependendo da cultivar existem variações quanto as respostas ao fotoperíodo, classificando-as em cultivares “de dia curto”, “de dias longos” e “neutras”. As primeiras exigem temperaturas mais baixas e que o fotoperíodo tenha duração mais curta (SANTOS; MEDEIROS, 2003; SILVA, 2007).

A atividade da planta diminui a medida que a temperatura e o fotoperíodo decrescem, podendo entrar em dormência. Por outro lado, a planta cessa a floração e apenas se reproduz vegetativamente quando a temperatura e o fotoperíodo aumentam. Temperaturas de 8 °C durante a noite a 15 °C durante o dia, provocam a indução floral enquanto que temperaturas superiores a 25 °C inibem a floração, se superiores a 32 °C produzem abortos florais, ou ainda, em temperaturas entre -3 °C e -5 °C provocam o congelamento da planta. Temperaturas em torno de 18 °C a 24 °C favorecem a frutificação (RONQUE, 1998).

A maior parte das cultivares de morangueiro é de dias curtos, com fotoperíodos menores que 14 horas e temperatura menores que 15°C (SILVA *et al.*, 2007). Porém, a

temperatura pode modificar e, até mesmo anular o efeito do fotoperíodo, sendo tão importante quanto, na resposta das cultivares (SANTOS; MEDEIROS, 2003).

Uma das principais características consideradas no melhoramento genético da cultura do morangueiro além da produtividade, do vigor, da resistência ou tolerância a pragas e doenças, o fotoperíodo, a exigência em frio, é a resposta às altas temperaturas (RIOS, 2007). Segundo Timm (2009) a variação da produtividade depende da qualidade da muda, da cultivar utilizada, como também de suas condições edafoclimáticas.

A cultura do morangueiro devido a seu alto poder de adaptação às condições de cultivo e clima possui uma ampla distribuição geográfica (MORALES *et al.*, 2012). No semiárido, norte de Minas Gerais, região não tradicional de cultivo, a Oso Grande dentre as 15 cultivares testadas, se destacou como uma das cultivares com potencial para produção comercial (DIAS *et al.*, 2007).

4.2 Ambiente Protegido

Em meio às rápidas mudanças dos tempos e das incertezas da economia mundial, compreende-se o papel do produtor rural como um agente de produção de riquezas na forma de frutos, flores e hortaliças, como também, o agente responsável pelo uso e conservação do meio ambiente, beneficiando assim a sociedade em geral (FIGUEIREDO, 2011). Dessa forma, produtores buscam novas tecnologias para obter melhorias no aumento da produção, na qualidade do produto, que permitam a inserção destes nas tendências do mercado, garantindo lucros. Dentre essas novas tecnologias, o cultivo em ambiente protegido desponta como um aliado na criação de um microclima mais favorável a produção, que pode ser monitorado utilizando diversas ferramentas tecnológicas no fornecimento de informações, dando suporte para um manejo adequado, e assim, proporcionando condições para que as culturas possam expressar seu potencial produtivo. Nesse enfoque, para o aumento da eficiência, torna-se indispensável, compreender as interações que ocorrem entre as plantas e os aspectos microclimáticos dentro do ambiente protegido (CHAVARRIA, 2012).

O cultivo em ambiente protegido é um sistema de produção agrícola especializado que possibilita certo controle das condições edafoclimáticas, como temperatura, umidade do ar, radiação, solo, vento e composição atmosférica (FIGUEIREDO, 2011). Tem como função proteger as plantas contra os agentes meteorológicos, através do uso da construção de uma estrutura, capaz de permitir a passagem da luz, essencial no advento da fotossíntese, especialmente considerando sua eficiência quanto à captação da energia radiante e

aproveitamento da temperatura, água e nutrientes disponíveis às plantas (GOMES, 2013). Possibilita ainda, o crescimento e desenvolvimento das culturas nas épocas em que os elementos climáticos no ambiente externo são limitantes (HELDWEN *et al.*, 2010).

É uma alternativa para os pequenos produtores, que podem controlar variações climáticas em diferentes locais e épocas de plantio, melhorar o desenvolvimento dos cultivos, permitir a produção durante todo o ano com garantia de colheita e produtos de melhor qualidade, beneficiando tanto a produtividade como a sazonalidade da oferta, além de, contribuir para o uso racional de água e nutrientes, possibilitando maior retorno financeiro (RESENDE *et al.*, 2010).

Vários materiais têm sido empregados no cultivo protegido, como malhas ou telas de sombreamento, que reduzem os efeitos da alta incidência da radiação solar, no controle das condições adequadas à cultura (COSTA, 2009). Filmes aditivados contra raios UV, que aumentam a sua vida útil; filmes plásticos ou telados, que filtram comprimentos de onda nocivos à planta, deixando passar somente aqueles que irão melhorar o desenvolvimento e crescimento da cultura; filmes antiestáticos, que permitem que os plásticos fiquem limpos por um maior período (SCHNEIDER, 2013).

Entre os tipos mais comuns de estruturas adotadas entre os produtores estão o telado (estrutura coberta com telas e outros materiais permeáveis); e à estufa (toda estrutura que for coberta com plástico impermeável, translúcido ou não, que deixe passar luz em alguma porcentagem). Dependendo do cultivo escolhido, e das condições econômicas, o telado pode ser uma ótima opção custo benefício, no caso do clima ser adequado à cultura, e as necessidades forem apenas de proteção contra vento, granizo, e impacto da chuva. Caso contrário, se, além disso, for necessário evitar o molhamento das plantas, a estufa ou os túneis é a melhor opção (FIGUEIREDO, 2011).

Estudos comprovam que algumas vantagens são observadas com a utilização do cultivo protegido para a cultura do morangueiro em relação ao plantio à campo aberto. Proporciona proteção da cultura contra ventos, granizos, chuvas, geadas e baixas temperaturas, minimiza o ataque de pragas e doenças, melhora as condições ao desenvolvimento da planta, aumentando a frutificação total e produção comercial (ANTUNES *et al.*, 2007). Essa tecnologia promove um melhor aproveitamento dos recursos de produção (nutrientes, luz solar e CO₂), resultando em precocidade de produção (redução do ciclo da cultura) e redução do uso de insumos, como fertilizantes (fertirrigação) e defensivos (PURQUERIO; TIVELLI, 2006).

Por outro lado, o cultivo em ambiente protegido também apresenta desvantagens, como a necessidade de um maior conhecimento técnico em diversas áreas, e altos custos de implantação, dependendo do grau de tecnologia empregado ((PURQUERIO; TIVELLI, 2006). A utilização do cultivo em ambiente protegido provoca alterações meteorológicas, principalmente quanto à diminuição na demanda evaporativa provocada pelo efeito da cobertura plástica que reduz a disponibilidade de energia solar e do vento, ambos determinantes no processo de evapotranspiração, como também da temperatura do ar (RONQUE, 1998; SEVERO *et al.*, 2006).

Nas condições climáticas brasileiras, tropicais e subtropicais, o cultivo de hortaliças é possível durante o ano todo, todavia, o ambiente pode promover um aquecimento natural demasiado podendo causar problemas as plantas, tornando indispensável um acompanhamento diário ou programado, através de equipamentos instalados no centro do ambiente protegido que forneçam esses dados, onde para tal fim, são utilizados: termômetro de máxima e mínima, ou equipamentos eletrônicos conhecidos como “microllogers”, que possuem sensores de temperatura, luminosidade e umidade do ar (PURQUERIO; TIVELLI, 2006). A nebulização é outro recurso disponível para a redução da temperatura no interior dos ambientes protegidos, controlando a umidade relativa do ar que é determinada diretamente pela temperatura (PURQUERIO; TIVELLI, 2006).

O sistema de produção do morango em ambiente protegido mesmo requerendo uma alta capacidade de investimento inicial, fornece uma boa taxa de retorno (MADAIL *et al.*, 2007), o que dificilmente é conseguido por outra cultura, e ainda, a possibilidade de recuperação rápida do investimento (ALMEIDA *et al.*, 2009).

De uma maneira geral, o ambiente protegido proporciona produtividades superiores as de campo (ANTUNES *et al.*, 2007). Calvete *et al.* (2003), testando nove cultivares em ambiente protegido, na Região de Passo Fundo-RS, verificaram melhor adaptação das cvs. Tudla e Oso Grande, com produtividade de 44 t ha⁻¹ e 31 t ha⁻¹, respectivamente, apresentando também frutos de melhor qualidade, comparadas com o cultivo a campo.

Enfim, o ambiente protegido proporciona melhores condições à sanidade, e ao desenvolvimento das plantas, pois promove condições climáticas favoráveis a uma maior expressão das atividades fisiológicas das plantas, destacando-se como uma boa alternativa ao produtor diante do aumento da demanda e da necessidade de produzir o ano todo (RESENDE *et al.*, 2010; SCHNEIDER *et al.*, 2013).

4.3 Biofertilizante Líquido

Nos últimos anos, a preferência do consumidor mundial por alimentos e produtos mais saudáveis obtidos sem o fornecimento de fertilizantes minerais sintéticos às plantas e ao solo, têm despertado no homem uma produção agrícola com substituição parcial ou total desses fertilizantes pelos insumos orgânicos (DINIZ *et al.*, 2011). Regionalmente, os biofertilizantes são utilizados e preparados com resíduos animais, vegetais e agroindustriais, tendo sido bastante empregado devido ao seu baixo custo, às suas variadas composições e especialmente à sua boa concentração de nutrientes (SOUZA; RESENDE, 2011).

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), ou ainda, produtos naturais obtidos da fermentação de materiais orgânicos com água, na presença ou ausência de ar (processos aeróbios ou anaeróbios). Podem possuir composição altamente complexa e variável, contendo quase todos os macro e micro nutrientes necessários à nutrição vegetal. Possuem também, efeito fito hormonal, fungicida, bacteriológico, nematicida, acaricida e de repelência contra insetos, atuando, como um protetor natural das plantas cultivadas contra doenças e pragas, causando menos danos ao ambiente, sem riscos para a saúde humana. Podem ser usado em culturas anuais e perenes, em sistemas convencionais e orgânicos, sendo, principalmente, utilizado em hortas e pomares (SILVA *et al.*, 2007).

O biofertilizante é uma alternativa que vem sendo adotada na agricultura como opção de reaproveitamento de resíduos sem destinação adequada nas propriedades, incentivando a redução do uso de produtos químicos (MAGRINNI *et al.*, 2011), e contribuindo para um manejo agroecológico sustentável, que prioriza a qualidade do produto, amenizando o nível de contaminações do solo, água, planta, homem e todos os organismos vivos componentes dos agroecossistemas (ALVES *et al.*, 2001).

A fabricação do biofertilizante pode ser feita com qualquer tipo de matéria orgânica fresca (fonte de organismos fermentadores), sendo que, na maioria das vezes são utilizados esterco de animais (bovinos, caprinos, ovinos e aves), mas é possível também usar, somente restos vegetais.

O esterco bovino é o que apresenta mais fácil fermentação, pois já vem inoculado com bactérias decompositoras muito eficientes. É possível ainda, enriquecer o esterco líquido com minerais que são importantes para o desenvolvimento das plantas. Podemos assim,

adicionar cinzas, fosfato natural, farinha de osso, pó de rochas ou alguns micronutrientes, que depois de fermentados juntamente com o esterco, poderão ser utilizados pelas plantas (WEINGÄRTNER; ALDRIGHI; PEREIRA, 2006; SANTOS, 2012). Grandes variações na eficiência de uso do esterco bovino são esperadas porque ele pode ter composições muito diferentes, dependendo da alimentação dos animais e da forma como ele é recolhido, tratado e armazenado (DELVE *et al.*, 2001). Penteado (2007) relata que a ação do biofertilizante produzido a partir do esterco bovino, sobre as propriedades físicas do solo é revelada por uma redução na coesão de suas partículas, deixando-o mais solto, promovendo um rearranjo destas partículas, melhorando a estrutura do solo, aumentando a capacidade de armazenamento de água e conseqüentemente disponibilizando maior quantidade desse recurso às plantas. Comenta ainda, que como consequência desses efeitos ocorre uma melhoria nas condições de arejamento e na circulação de água no solo, propiciando à planta melhor desenvolvimento das raízes.

O esterco de ave poedeira é considerado fonte importante de nutriente para os vegetais devidos, sobretudo ao elevado teor de nitrogênio (N) (BOATENG; ZICKERMANN; KORNAHRENS, 2006). A baixa relação C: N do esterco de aves favorece a disponibilidade da maior parte dos nutrientes aplicados às plantas, em especial do N aspecto que, juntamente com o baixo preço e a alta oferta de esterco, tem motivado a utilização deste resíduo como fertilizante e, sobretudo, fonte de N às plantas (SANTOS; ESCOSTEGUY; RODRIGUES, 2010).

A adubação com outros tipos de esterco que não seja de ave têm proporcionado efeitos benéficos relatados em condições de solo e clima típicos do Brasil, evidenciando que a aplicação de esterco de diferentes origens pode aumentar o rendimento das culturas (ROCHA; GONÇALVES; MOURA, 2004; SAMPAIO; OLIVEIRA; NASCIMENTO, 2007; MENEZES; SILVA, 2008; SANTOS *et al.*, 2010).

Os biofertilizantes líquidos podem ser aplicados sobre a folha (adubo foliar), sobre as sementes, sobre o solo, via fertirrigação ou em hidroponia, em dosagens diluídas. A absorção pelas plantas se efetua com muita rapidez, sendo assim, muito útil para as culturas de ciclo curto ou no tratamento rápido de deficiências nutricionais das plantas (SILVA *et al.*, 2007). A aplicação de resíduos orgânicos, especialmente esterco de animais, tem sido muito importante na produção de hortaliças, onde, uma das alternativas para a suplementação de nutrientes em hortaliças tem sido a utilização de biofertilizantes (SANTOS *et al.*, 2012).

Segundo Penteado (2007), o biofertilizante exerce funções importantes no crescimento, e na produtividade das plantas. Silva *et al.* (2011) verificaram que mudas de

tomate e de pepino pulverizadas com biofertilizante apresentaram maior vigor. Santos *et al.* (2012) afirmaram que a massa fresca e a cavidade interna dos frutos de abóbora aumentaram com o aumento da dose do biofertilizante suíno. Cézar *et al.* (2003) estudaram o efeito de doses de esterco de curral em alface americana, verificaram que o teor de matéria orgânica, fósforo, e potássio no solo, aumentaram com a elevação das doses. Araújo (2005), no cultivo do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizantes (via solo e foliar) verificou aumentos significativos nos teores de P, K e de matéria orgânica em função dos tratamentos, em relação aos seus valores inicialmente no solo.

A adição de esterco bovino ao solo, também tem favorecido o aumento da produtividade em diversas culturas como a batata-doce (SANTOS *et al.*, 2006), o repolho (OLIVEIRA *et al.*, 2001), entre outras. Entretanto, na cultura do alho, não foi observado aumento na produção, comprovando que nem sempre os benefícios da adubação com esterco de bovino se traduzem em aumento da produtividade (MELO; OLIVEIRA, 1999).

No morangueiro, a base fundamental para o sucesso da cultura é a adubação orgânica, com o aumento da produção comercial de frutos (RONQUE, 1998), uma vez que, a adição da matéria orgânica melhora a fertilidade e a produção vegetal. Entretanto, pouca ênfase tem sido dada às pesquisas referentes à utilização de matéria orgânica na nutrição e pouco se sabe sobre doses a partir das quais começam a ocorrer prejuízos no desenvolvimento da cultura (MORALES *et al.*, 2012). Contudo, o cultivo do morangueiro em sistemas agroecológicos tem demonstrado viabilidade técnica, econômica, social e ecológica (CASTRO, 2012).

Finalmente, é de suma importância conhecimentos que viabilizem a elaboração de compostos orgânicos, com composições químicas distintas quanto aos teores de macro e micro nutrientes, bem como ajustar as técnicas pertinentes à sua utilização nos agroecossistemas locais, servindo-se de estudos que avaliem seu poder nutricional, efeitos e interações (SANTOS, 2012), contribuindo para diminuir as necessidades de fertilização mineral, reduzindo problemas ambientais, e propiciando economia de energia e de reservas naturais (MORALES *et al.*, 2012).

4.4 Efeitos do ambiente e biofertilizante no crescimento vegetativo e na qualidade de frutos.

O cultivo protegido é uma ferramenta nova e moderna que auxilia produtores, técnicos e agrônomos, com o objetivo de obter melhores produtividades e qualidade, além de fugir do período de sazonalidade (FIGUEIREDO, 2011). No âmbito legal, os biofertilizantes, ou estimulantes, são qualificados como produtos que contém componentes ativos ou agentes biológicos capazes de atuar, direta ou indiretamente, no desenvolvimento das plantas (MAPA, 2008). A utilização do ambiente protegido na cultura do morangueiro proporciona uma série de vantagens, destacando-se a proteção da cultura contra ventos, granizo, chuvas, geadas, baixas temperaturas e do ataque de pragas e doenças (CALVETE *et al.*, 2008). Por outro lado, temos que os diferentes estudos sobre o uso dos biofertilizantes têm destacado que tais produtos promovem as atividades fisiológicas, além de estimular o desenvolvimento das plantas atuando sobre a floração, área foliar, enraizamento e atividade da germinação das sementes. Além da ação nutricional e hormonal relativamente conhecida, os biofertilizantes pelo método de preparo e matéria prima empregados, também exercem as ações fungistática e bacteriostática sobre fitopatógenos (ARAÚJO, 2008). Souza (2000) ressalta que uma das melhores alternativas de melhoria do desenvolvimento vegetativo de culturas em sistemas naturais de cultivo tem sido a utilização dos biofertilizantes. De uma maneira geral, o ambiente protegido proporciona melhores condições ao desenvolvimento da planta, aumento da frutificação e da produção comercial, conferindo maior proteção aos frutos, diminuindo a ocorrência de frutos danificados (CALVETE, 2008). Portanto, uma combinação adequada do uso do ambiente protegido e biofertilizante implicará em incrementos no desenvolvimento de plantas e qualidade de produção.

4.5 Nutrição

A adubação do morangueiro é uma das principais práticas relacionadas ao aumento da produtividade, qualidade e período de conservação pós-colheita (PREZOTTI, 2006). De acordo com Filgueira (2012), o potássio é o macronutriente que mais influencia na qualidade dos frutos de morango, uma vez que melhora o aroma, o sabor, a coloração, a consistência e promove o aumento nos teores de vitamina C. Quando há adequada nutrição desse nutriente, ele interfere no crescimento das raízes, aumenta a resistência às secas e às

baixas temperaturas, resistência a pragas e doenças, aumenta a resistência dos frutos e a vida pós-colheita dos mesmos, confere maior longevidade à planta, tornando-a produtiva por intervalo de tempo superior, aumenta a resistência ao acamamento das plantas e incremento na nodulação de leguminosas. Níveis apropriados de K promovem também incremento no teor de proteína, de amido nos grãos e tubérculos, na coloração e aroma dos frutos, no teor de ácido ascórbico e de sólidos solúveis e na redução de distúrbios fisiológicos (MEURER, 2006; PACHECO *et al.*, 2007). O nitrogênio relaciona-se com a quantidade de proteínas e carboidratos estocados, exercendo grande influência no desenvolvimento vegetativo, produtividade e qualidade do morango. O fósforo participa de inúmeras reações bioquímicas destacando-se aquelas que estimulam o desenvolvimento radicular e a floração. O magnésio desempenha um papel importante na síntese de clorofila e favorece a cor vermelha do morango, enquanto que o cálcio é um componente importante das paredes celulares (PASSOS; TRANI, 2013). Segundo Naradisorn *et al.*(2006) A aplicação de cálcio nos frutos promove um aumento na firmeza, não afetando outros atributos de qualidade. O equilíbrio entre macronutriente e micronutriente está diretamente ligado às características sensoriais e nutritivas, resistência ao transporte e armazenamento dos frutos, pois estes são reguladores da fisiologia e bioquímica dos vegetais, e desta forma, estão indiretamente ligados à qualidade pós-colheita de diversos cultivos (HAAG, 1992).

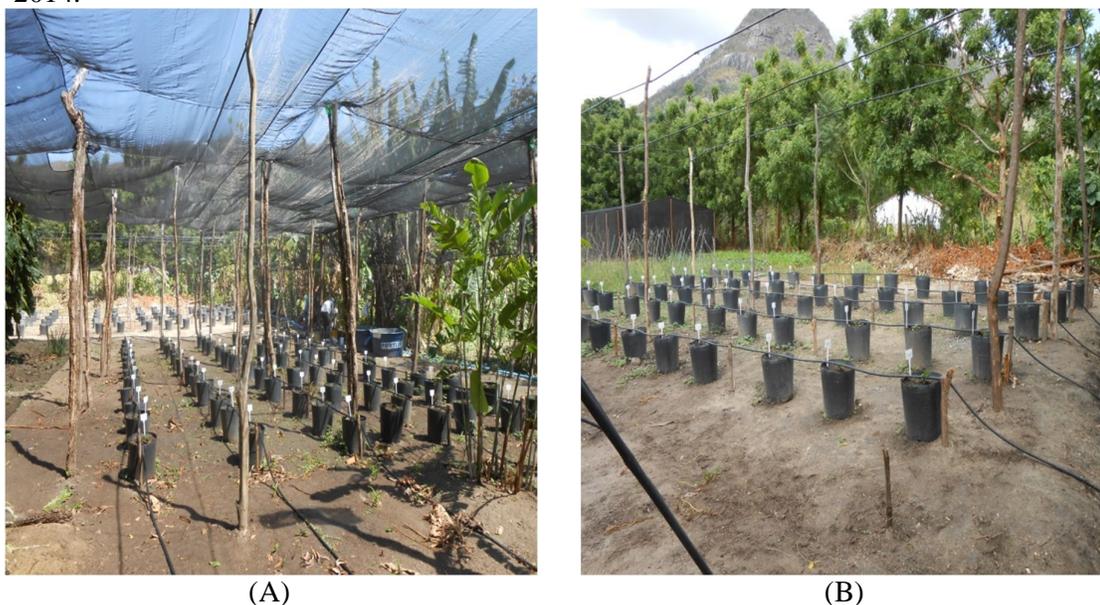
5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Caracterização da área experimental

5.1.1 Localização da área experimental

O estudo foi conduzido na área da Fazenda Experimental da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), localizada no Sítio Piroás, município de Redenção, Ceará, no Maciço de Baturité, no período de setembro de 2013 a janeiro de 2014. A área experimental está localizada geograficamente à 04°14'53" S, 38°45'10" W e altitude média de 340 metros.

Figura 1 – Área experimental: Telado artesanal (A); Campo aberto (B), Redenção, Ceará, 2014.



Fonte: Autora (2014)

5.1.2 Clima

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). Em função de não ter uma estação meteorológica na propriedade nem no município, foram monitorados apenas os dados de temperatura, luminosidade e umidade relativa nas duas condições de ambiente.

5.1.3 Solo

Foi utilizado o solo local da região, coletado a partir de uma trincheira aberta próximo a área experimental. Para caracterização físico-química do solo, foram retiradas amostras e levadas ao Laboratório de Solo e Água da Universidade Federal do Ceará, para análise tanto no início quanto no final do experimento.

O solo apresenta textura franco arenosa, na camada de 0 a 0,20 m (EMBRAPA, 2013). Na Tabela 1 têm-se o resultado da análise química do solo da área experimental antes da aplicação dos tratamentos.

Tabela 1 - Valores da análise química do solo da área experimental, na camada de 0 a 0,2m. Redenção, Ceará, 2014

Características Químicas															
g kg ⁻¹				mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³								%		dS m ⁻¹
C	M.O	N	pH	P	K	Ca	Mg	Na	H+Al	SB	CTC	V	PST	CE	
8,7	15	0,93	6,9	15	0,19	6	3,5	0,23	1,65	9,92	10,42	85	2	0,38	

Fonte: Laboratório de Solos e Água, do Departamento de Ciências do Solo do CCA/UFC.

MO= matéria orgânica; PST=Porcentagem de sódio trocável; CEes = condutividade elétrica do extrato de saturação; V%= Saturação por bases – $(Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^{+} + K^{+} / CTC) \times 100$; CTC = Capacidade de troca de cátions – $[Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^{+} + K^{+} + (H^{+} + Al^{3+})]$; SB = Soma de bases $(Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^{+} + K^{+})$.

5.1.4 Água

À água utilizada para irrigação, foi proveniente de açude localizado na propriedade, com condutividade elétrica média de 0,3 dS m⁻¹. Esta foi bombeada para um reservatório e deste para a área de plantio.

5.2 Ambientes de cultivo

O estudo foi conduzido em dois ambientes, a campo aberto (CA) e sob telado artesanal (T) com dimensões individuais de 12,0 m de comprimento e largura de 6,0 m (72 m²), totalizando 144 m². Para cobertura do telado foi utilizado tela com 50% de sombreamento, com laterais abertas, e 4,0 m de pé-direito.

5.3 Cultura

O experimento foi realizado com a cultura do morangueiro, cultivar Oso Grande (Figura 2). As mudas foram adquiridas de um produtor do Estado de Minas Gerais, propagadas vegetativamente por estruturas especializadas, estolhos emitidos pelas plantas, que são caules especializados que formam raízes adventícias naturalmente quando em contato com o solo enquanto ligados à planta-mãe, propagando a planta por uma mergulhia natural. De posse das mudas, cada planta foi transplantada para vasos de 25 litros, preenchidos com brita e solo.

Figura 2 - Foto ilustrativa da cultivar Oso Grande, Redenção, Ceará, 2014



Fonte: Autora (2014).

5.4 Descrição do experimento

5.4.1 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso no esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas de dois sistemas de cultivo (a campo aberto e sob telado artesanal) e as subparcelas foram constituídas por cinco doses de biofertilizante líquido equivalentes a 0, 400, 800, 1200, 1600 mL planta⁻¹ semana⁻¹, sendo parceladas e aplicadas duas vezes por semana, por fertilização manual, de acordo com os tratamentos, durante 15 semanas. Cada subparcela foi composta por três

plantas, totalizando assim 15 unidades experimentais em cada bloco e totalizando 120 plantas no total geral, conforme croqui apresentado na Figura 3. Foram instalados em cada ambiente 60 vasos com capacidade de 25 L, dispostos em 5 linhas, cada linha composta por 12 vasos, com espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,80 m entre vasos na mesma linha, conforme Figura 4 e 5.

Figura 3 - Croqui da área experimental.
Redenção, Ceará, 2014

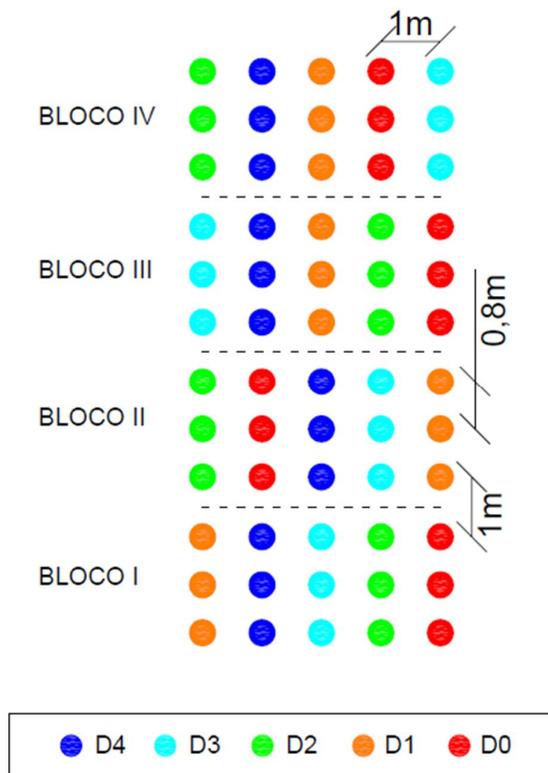


Foto: Autora (2014).

Figura 4 – Foto ilustrativa da distribuição dos vasos na área experimental sob telado artesanal, Redenção, Ceará, 2014



Fonte: Autora (2014).

Figura 5 – Foto ilustrativa da distribuição dos vasos na área experimental a campo aberto, Redenção, Ceará, 2014



Fonte: Autora (2014).

5.4.2 Enchimento dos vasos

Inicialmente em cada vaso, foi depositada uma camada de 5 L de brita, com o objetivo de facilitar a drenagem, e, posteriormente os vasos foram completados com solo da região, conforme esquema das Figuras 6 (A) e 6 (B).

Figura 6 - Esquema da constituição do enchimento do vaso (A) e vaso a ser utilizado na condução do experimento (B), Redenção, Ceará, 2014

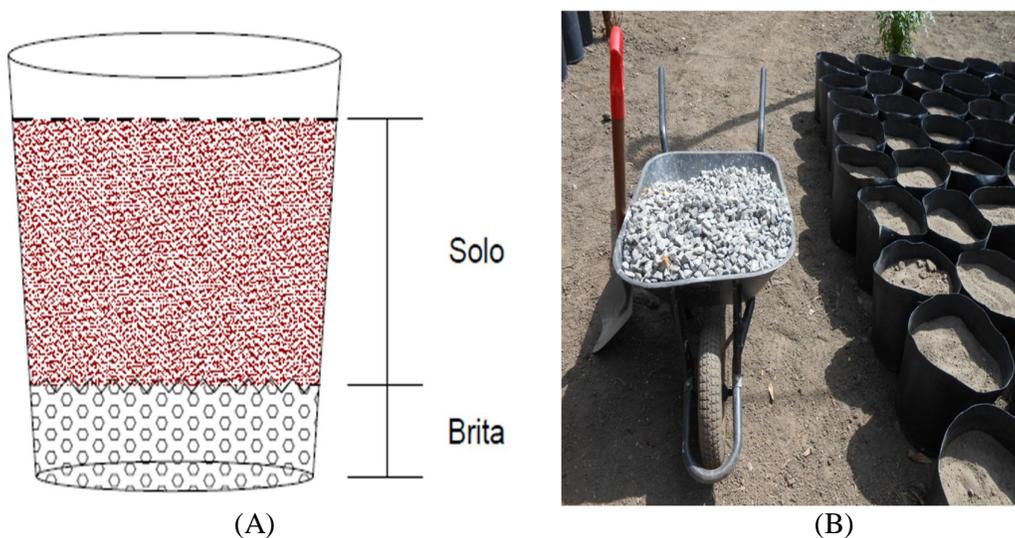


Foto: Autora (2014).

5.5 Instalação e manejo do sistema de irrigação

O sistema de irrigação foi do tipo localizado por gotejamento, constituído por: uma linha principal, com diâmetro nominal de 50 mm; um filtro de disco e registros; uma linha de derivação com diâmetro nominal de 50 mm e linhas laterais constituídas por mangueiras de polietileno de 16 mm, sendo uma para cada fileira de vasos e gotejadores autocompensantes com vazão total de 6 L h^{-1} (2 e 4 L h^{-1}).

Após a instalação do sistema de irrigação, foi realizado o teste de uniformidade do sistema por meio do coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), estabelecido por Christiansen (1942), onde o valor encontrado foi de 92% para telado e 96% para campo aberto, descrito pela equação 01.

$$CUC = \left(1 - \frac{\sum [X_i - \bar{X}]^2}{n \cdot \bar{X}^2} \right) \cdot 100 \quad (01)$$

Em que:

- *CUC* é o coeficiente de uniformidade de Christiansen (%);
- X_i é a precipitação coletada no pluviômetro de ordem i (cm);
- \bar{X} é a média das precipitações coletadas nos pluviômetros (cm);
- n é o número de pluviômetros

Até os sete dias após o transplântio, período que coincide com o estabelecimento da cultura, a irrigação foi aplicada de forma manual através de regadores. A partir deste período, a irrigação foi aplicada diariamente por um tempo de cinco minutos, com o intuito de manter o solo próximo à capacidade de campo. A lâmina diária aplicada foi de 5,73 mm dia⁻¹, perfazendo um total de 678,60 mm durante os 120 dias de ciclo da cultura.

5.6 Constituição e manejo do biofertilizante líquido misto

O biofertilizante foi produzido na área experimental em caixas d'água de polietileno com capacidade para produção de 500 L (Figura 7). Para preparo do biofertilizante, utilizou-se esterco bovino, esterco de ave, cinza e água. Os estercos foram diluídos em água na proporção de 1:2 de estercos + cinza e água. Para o preparo do biofertilizante aeróbio foram utilizados os ingredientes expostos na Tabela 2, conforme metodologia descrita em Viana *et al.*,(2013).

Tabela 2 - Ingredientes para preparo do biofertilizante líquido misto com fermentação aeróbia, Redenção, Ceará, 2014

Ingredientes	Quantidade	Unidade
Esterco bovino	100	Litros
Esterco de galinha	30	Litros
Cinza	5	Litros
Água	270	Litros

O procedimento de preparo constou das seguintes etapas:

1. Primeiramente, foram colocados na caixa os produtos sólidos: esterco e cinza;
2. Em seguida foi colocado os 270 L de água;
3. Após o despejo na caixa d'água (esterco, cinza e água), foi realizada uma agitação manual (2 vezes por dia) por um período de 30 dias;
4. O líquido foi utilizado pela primeira vez 30 dias após o início do preparo;

Diariamente o material foi agitado manualmente em dois períodos, manhã e tarde por 1 hora, com a finalidade de se promover a aeração, favorecendo a aceleração da fermentação aeróbia.

Figura 7 – Caixas de polietileno, com capacidade de 500 L, Redenção, Ceará, 2014



Fonte: Autora (2014).

Aos 30 dias após o preparo do biofertilizante misto (dia da primeira aplicação) foi coletado uma amostra e levada ao Laboratório de Solo e Água da Universidade Federal do Ceará, para análise e determinação das características químicas, cujos resultados estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Características químicas do biofertilizante líquido. Redenção - Ceará, 2014

Características químicas								
g L ⁻¹					mg L ⁻¹			
N	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe	Zn	Cu	Mn
0,83	0,14	1,79	1,22	0,45	27,16	25,09	1,67	14,81

Fonte: Laboratório de Solos e Água, do Departamento de Ciências do Solo do CCA/UFC.

Para atender as exigências nutricionais das plantas durante o ciclo do morangueiro adotou-se a recomendação máxima da adubação química fornecida por Passos e Trani (2013), do IAC (Instituto agrônomo) correspondente a: 40 kg ha⁻¹ de N, 600 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 140 kg ha⁻¹ de K₂O. Como referência, para um hectare (10.000 m²) tem-se um stand de 101.602,31 plantas e área do vaso de (0,098 m²). Assim, a dosagem máxima em gramas recomendada por planta no ciclo é de: 0,39 g N; 2,58 g P₂O₅ e 1,14 g de K₂O (Tabela 4).

A partir das análises químicas do solo e do biofertilizante foi possível obter estimativas do fornecimento total dos nutrientes (Tabelas 4, 5 e 6), em 15 aplicações das doses de biofertilizante durante o ciclo da cultura. Não houve aplicação de calcário nem de micronutrientes.

Tabela 4 - Quantidades de nutrientes recomendados, presentes no solo e necessidades de complementação nutricional, Redenção, Ceará, 2014

Características Químicas	Nutriente		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Recomendação	(g planta ⁻¹)		
	0,39	2,58	1,14
Presentes no solo	(g kg ⁻¹)		
	0,93	0,015	0,074
Densidade do solo	1,31 g cm ⁻³		
Volume do solo	20L		
	(g planta ⁻¹)		
Fornecimento total no solo	24,49	0,39	1,94
Necessidade de complementação nutricional	(g planta ⁻¹)		
	24,09	-2,19	0,80

Tabela 5 - Quantidade de nutrientes fornecidos a partir da aplicação do biofertilizante líquido, nas diferentes doses, Redenção, Ceará, 2014

Biofertilizante	Tratamentos	N	P	K
		g 15aplicações ⁻¹		
(semana ⁻¹ planta ⁻¹)				
D1	0,4	4,98	0,84	10,74
D2	0,8	9,96	1,68	21,48
D3	1,2	14,94	2,52	32,22
D4	1,6	19,92	3,36	42,96

D1- Dose 1; D2 - Dose 2; D3 - Dose 3; D4 – Dose 4.

Tabela 6 – Fornecimento total de nutrientes no ciclo da cultura do morangueiro, Redenção, Ceará, 2014

TOTAL	Tratamentos	Acúmulo de nutrientes *		
		Solo + Biofertilizante		
		N	P	K
		g planta ⁻¹		
Recomendação		0,39	2,58	1,14
Solo		24,49	0,39	1,94
Necessidade		24,09	-2,19	0,80
	(L semana ⁻¹ planta ⁻¹)			
D1	0,4	29,47	1,23	12,68
D2	0,8	34,45	2,07	23,42
D3	1,2	39,43	2,91	34,16
D4	1,6	44,41	3,75	44,90

* = Somatório da quantidade de nutrientes no solo + quantidade aplicada por dose de biofertilizante.

Observa-se que a quantidade de nitrogênio e potássio presente no solo já estava suficiente para suprir totalmente a recomendação desses nutrientes para a cultura, fato não observado para o fósforo, situação em que se faz necessária a complementação com o uso do biofertilizante líquido. No entanto, observa-se que a partir da dose três foi possível atender as exigências de fósforo pela cultura do morangueiro.

5.7 Condução da cultura

O transplântio das mudas para os vasos foi realizado em 09 de setembro de 2013, escolhendo-se as plantas mais uniformes e vigorosas (Figura 8).

Figura 8 - Foto das mudas em bandejas de isopor, Redenção, Ceará, 2014



Foto:Autora, 2014.

Ao longo da condução do trabalho experimental, foram realizados alguns tratamentos culturais obedecendo às recomendações para a cultura do morangueiro, eliminando-se os estolões (ramo ladrão), e as folhas amareladas e secas das plantas, conforme o seu desenvolvimento.

Nos ambientes não foram observados danos causados por pragas ou doenças, entretanto, foram feitas aplicações sistemáticas de forma preventiva, no decorrer do ciclo da cultura, utilizando-se pulverizações costais com soluções à base de extrato de castanha,

obtidas através de um quilo de castanha de caju cortada em pedaços, submersa em dois litros de álcool e utilizada após o período de cinco dias.

Para a aplicação do biofertilizante realizou-se furos no solo a fim de facilitar a absorção e minimizar a evaporação do material, e em seguida fechados com a ajuda de um garfo. Figuras 9 (A) e 9 (B).

Figura 9 – Furos para aplicação do biofertilizante líquido (A); Fechamento dos furos com garfo (B), Redenção, Ceará, 2014



(A)



(B)

Foto: Autora, 2014

Foi instalado sistema de resfriamento por nebulização, para diminuir a temperatura dos ambientes nos momentos mais quentes do dia, para isto, foram instalados microaspersores tipo difusor com vazão de 20 L h^{-1} suspensos nos dois ambientes, conforme Figura 10.

Figura 10 - Microaspersores suspensos, Redenção, Ceará, 2014



Foto: Autora, 2014.

5.7.1 Colheita

A colheita teve início no dia 16 de outubro de 2013 aos 37 dias após o transplântio (DAT) e, se estendeu até os 120 DAT. A colheita foi realizada quando os frutos apresentaram cerca de 75% de maturação, e duas vezes por semana, conforme Camargo *et al.*, (2010). Para remoção do fruto foi feito um corte no pedúnculo com uma tesoura de poda, deixando-se uma pequena parte aderida ao fruto.

5.8 Variáveis analisadas

5.8.1 Variáveis climáticas

Para o monitoramento local dos diferentes ambientes de cultivo (telado artesanal e campo aberto) foram instalados dois data loggers HOB0 temp/RH/light/ext channel, marca Onset, em cada ambiente, com o objetivo de coletar dados referentes a temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade (Figura 11).

Figura 11 – Data logger HOBO temp/RH/light/ext channel – marca Onset, Redenção, Ceará, 2014



Foto: Autora, 2014.

5.8.2 Teores de macronutrientes e MO no solo

Ao término do ciclo da cultura, foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-20 cm das três unidades de cada tratamento, para determinação dos teores de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) e da matéria orgânica (MO), segundo (MALAVOLTA *et al.*, 1989).

5.8.3 Teores foliares de macronutrientes

Aos 100 DAT foram coletadas amostras de folhas das plantas de cada tratamento, e acondicionadas em sacos de papel previamente identificados e levados ao Laboratório de Solo e Água da Universidade Federal do Ceará, para análise para determinação dos teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, e Mg). Estas amostras foram submetidas a secagem em estufa de ventilação forçada de ar, a 60°C, até peso constante. As amostras secas em estufa (folha) serão finamente trituradas em moinho tipo Wiley e acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados, sendo este, utilizado nas determinações dos teores dos elementos minerais (N, P, K, Ca, e Mg). Os teores de Nitrogênio foram determinados em soluções obtidas de extratos preparados por digestão sulfúrica pelo método micro-Kjeldahl, (TEDESCO *et al.*, 1995). Os teores de K serão determinados através de fotometria de chama,

os teores de P por fotolorimetria e os teores de Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica (MALAVOLTA *et al.*, 1989).

5.8.4 Variáveis de crescimento vegetativo

Aos 120 DAT, as plantas foram retiradas dos vasos, separadas em parte aérea e raiz para obtenção da massa fresca e posteriormente massa seca.

5.8.4.1 Massa fresca e seca da parte aérea e raiz

Foram coletadas amostras de duas plantas de cada tratamento, pesadas em balança de precisão (para determinação da massa fresca) e acondicionadas em sacos de papel previamente identificados. Quanto as raízes, esta foram removidas do solo, submetidas a lavagem em peneira e separadas da parte aérea, logo após, pesadas em balança de precisão (para determinação da massa fresca) e acondicionadas em sacos de papel previamente identificados. Em seguida, as amostras tanto da parte aérea como das raízes, foram levadas para secagem em estufa com circulação de ar, à temperatura de 60°C até atingir peso constante. Neste momento, as amostras foram submetidas a uma nova pesagem em balança de precisão (para determinação da massa seca), onde através da quantificação da parte aérea e da raiz foi possível obter a relação massa seca da raiz/massa seca da parte aérea.

5.8.5 Variáveis produtivas e de qualidade

Em cada colheita realizada, foram analisadas as variáveis produtivas: número de frutos e produtividade, e as variáveis de qualidade: peso, diâmetro e comprimento dos frutos, e sólidos solúveis.

5.8.5.1 Número de frutos

O número de frutos por planta foi obtido através de contagem manual, classificando-os em comerciais e não comerciais de acordo com o padrão de qualidade mínima (CEAGESP, 2009). A quantificação final do número de frutos por planta foi obtida pelo somatório dos frutos de cada colheita.

5.8.5.2 Produtividade

A produtividade do morangueiro por planta foi determinada pela multiplicação do número total de frutos colhidos pelo peso médio dos frutos. De posse dos valores de produtividade por planta e por tratamento, esta foi multiplicada pelo número de plantas por hectare, levando em consideração a área do vaso, 0,098 m² (estande de 101.602 plantas ha⁻¹), para obtenção da produtividade por hectare, a qual foi expressa em kg ha⁻¹.

5.8.6 Variáveis de qualidade dos frutos

5.8.6.1 Peso médio dos frutos

Após cada colheita, os frutos foram pesados separadamente por planta e por tratamento, utilizando-se uma balança digital de precisão, conforme mostra a Figura 12. O peso médio foi obtido dividindo-se o peso total pelo número de frutos colhidos por planta e por tratamento.

Figura 12 – Balança digital para medição da massa dos frutos, Redenção, Ceará, 2014

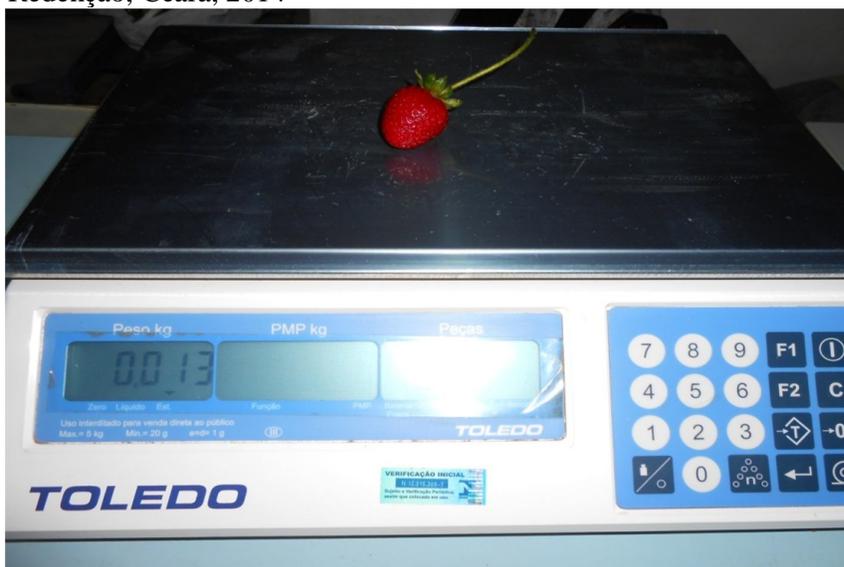


Foto: Autora, 2014.

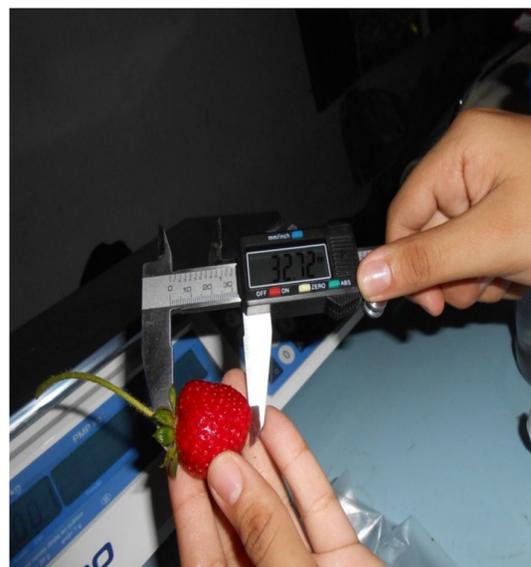
5.8.6.2 Diâmetro e comprimento do fruto

Para determinação do diâmetro e comprimento do fruto foi utilizado um paquímetro digital, modelo 144B 150 mm/200 mm 0,01/0005 – Mitutoyo, ambos expressos em (mm), conforme mostra as Figuras 13(A) e 13(B). Segundo o padrão de qualidade mínima (CEAGESP, 2009), foram agrupados os frutos de tamanho semelhante, onde este foi definido pelo maior diâmetro equatorial do fruto, e classificado conforme a classe: classe 15 - diâmetros de 15 a 35 mm e classe 35 - diâmetros maior que 35 mm. A grande maioria dos frutos se encontravam na classe 15.

Figura 13 - Medição do diâmetro do fruto (A); Medição do comprimento (B), Redenção, Ceará, 2014



Foto: Autora, 2014. (A)



(B)

5.8.6.3 Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis (SS) foi obtido por meio de refratômetro digital, utilizando amostras de suco, obtido pela compressão manual dos frutos colhidos e os resultados expressos em (°Brix), conforme mostra a Figura 14.

Figura 14 – Refratômetro digital para medição dos sólidos solúveis



Foto: Autora, 2014.

5.9 Análises estatísticas

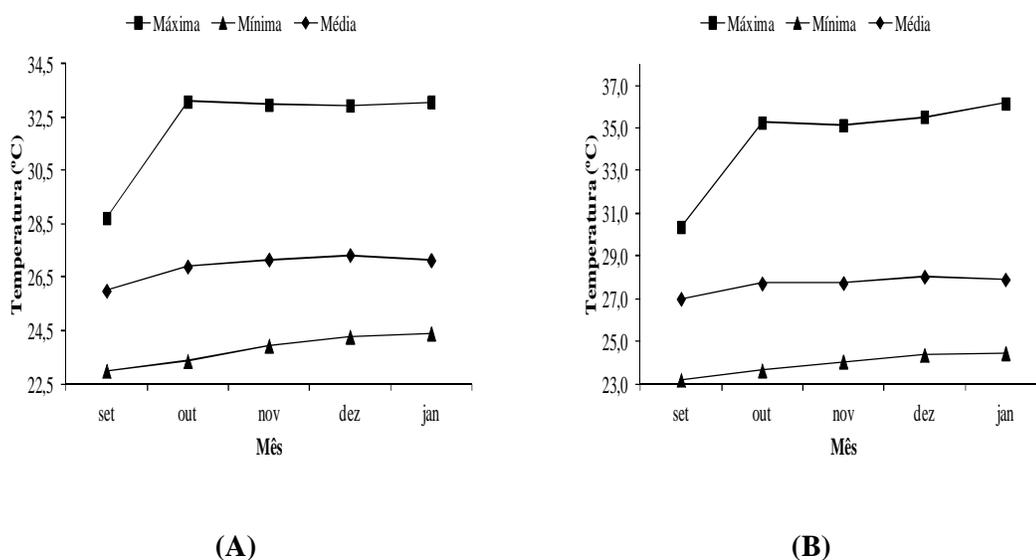
A partir dos dados obtidos, foi aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov a 5% de probabilidade para verificar a normalidade dos dados e posterior análise de variância (Anova), utilizando-se o nível de significância de 5% e 1% pelo teste F. Quando obtido efeito significativo, as médias dos diferentes tratamentos de natureza qualitativa (telado artesanal e campo aberto) foram comparadas através do teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. As médias obtidas de tratamentos de natureza quantitativa (doses de biofertilizante líquido) foram submetidas à análise de regressão com o objetivo de estimar a equação que melhor represente a relação entre as variáveis analisadas e os tratamentos aplicados. Para os casos em que a interação entre os tratamentos foi significativa, realizou-se o estudo da resposta de cada variável em função das doses de biofertilizante líquido para cada tipo de ambiente de cultivo. As análises estatísticas foram executadas com o auxílio dos softwares EXCELL e ASSISTAT 7.6 Beta.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Variáveis climáticas

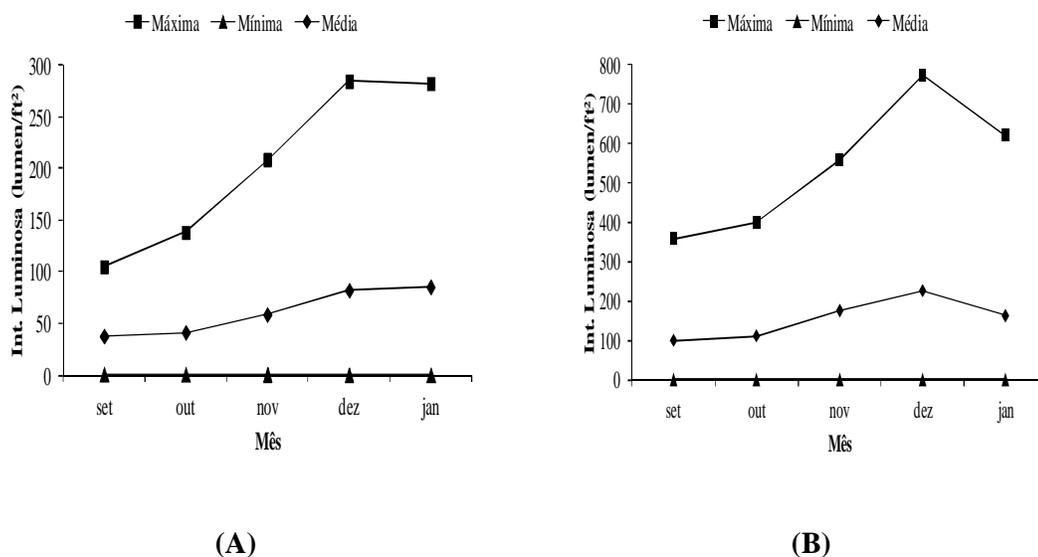
No período de realização do experimento (de setembro/2013 a janeiro/2014), a temperatura média no telado e no campo aberto foi de 27,14°C e 27,68°C, respectivamente. As temperaturas máximas foram de 33,03°C e 35,52°C, respectivamente para telado e campo aberto, e as mínimas variaram de 24°C na condição de telado, e 23,94°C para campo aberto, com amplitudes de 9,04°C e 11,4°C para os respectivos ambientes (Figura 15).

Figura 15 – Média das temperaturas máximas, médias e mínimas no interior dos ambientes nas condições de cultivo telado (A) e campo aberto (B), no período de setembro de 2013 a janeiro de 2014, Redenção, Ceará, 2014



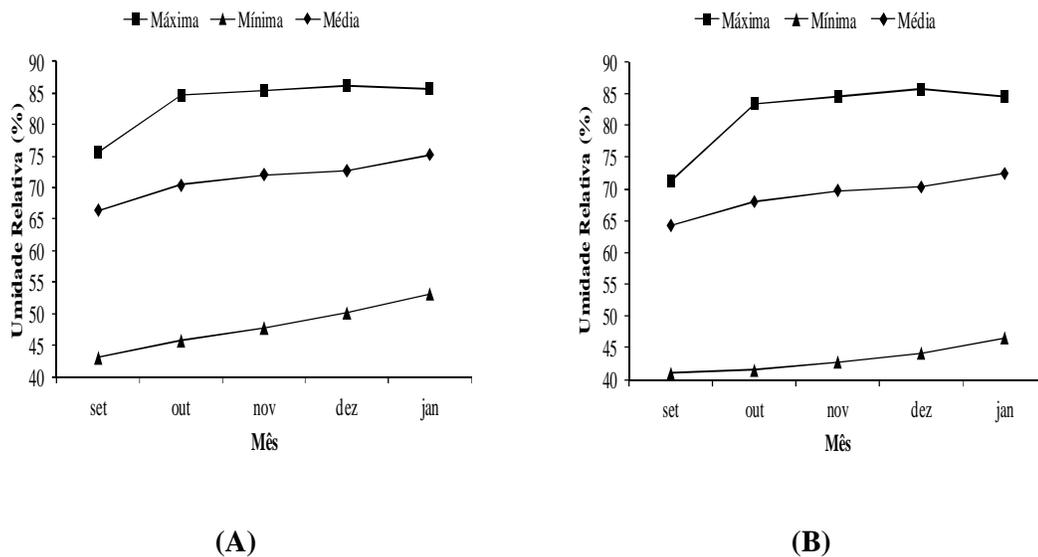
A intensidade luminosa média no telado e no campo aberto foi de 61,28 e 154,82 lumen ft⁻², respectivamente. As intensidades luminosas máximas foram de 203,99 lumen ft⁻² e 541,48 lumen ft⁻², respectivamente para telado e campo aberto, as mínimas foram representadas sempre no período noturno (Figura 16).

Figura 16 – Média das luminosidades máximas, médias e mínimas no interior dos ambientes nas condições de cultivo telado (A) e campo aberto (B), no período de setembro de 2013 a janeiro de 2014, Redenção, Ceará, 2014



A umidade relativa média no telado e no campo aberto foi de 71,38% e 68,95%, respectivamente. As umidades relativas máximas foram de 83,51% e 81,91%, respectivamente para os dois ambientes, e as mínimas variaram de 47,94% na condição de telado, e 43,19% para campo aberto (Figura 17).

Figura 17 – Média das umidades máximas, médias e mínimas no interior dos ambientes nas condições de cultivo telado (A) e campo aberto (B), no período de setembro de 2013 a janeiro de 2014, Redenção, Ceará, 2014



Observou-se que a diferença entre a temperatura máxima do telado e do campo aberto foi de aproximadamente 2,5°C, este resultado se assemelha ao obtido por Brito (2000), que obteve eficiência no uso de telas de sombreamento para redução da temperatura sob ambientes cobertos com filme plásticos, onde observou reduções de 4°C quando comparada com as casas não sombreadas. Já as temperaturas mínimas e médias não apresentaram variação significativa em função do ambiente. A temperatura média foi superior à indicada como ideal para o cultivo do morangueiro, que é de 15 a 25°C (SANTOS; MEDEIROS, 2003). No entanto, segundo o mesmo autor, o morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) permite uma maior amplitude de adaptação das cultivares comerciais, como a Oso grande, pois sua base genética é composta por uma grande variabilidade entre as espécies.

Ueno (2004) acrescenta que cada cultivar de morangueiro difere pela adaptação regional, fazendo com que uma cultivar se desenvolva satisfatoriamente em uma região e não apresente o mesmo desempenho produtivo em outro local. Vale ressaltar que a temperatura afeta o potencial de florescimento do morangueiro, fato observado por Bueno, Maia e Tessarioli Neto (2002) devido ao seu efeito na velocidade das reações bioquímicas e dos processos internos de transporte de seiva. Reforçando essa informação, Jones (1992), alerta que o aumento da temperatura do ar impulsiona o processo de transpiração e também altera a temperatura dos tecidos vegetais com consequência para a taxa dos processos metabólicos e o balanço entre eles.

Segundo Santos, Seabra Júnior e Nunes (2010), a luminosidade influencia os resultados de temperatura, pois ambientes com maior incidência luminosa apresentam maior temperatura do ar a campo aberto. Em plantas de alface, Wien (1997) relata que em condições de campo a resposta aos aumentos nos níveis de luminosidade pode ser afetada pelos efeitos adversos de aumento de temperatura ou redução da quantidade de água das plantas nessas culturas. Salienta-se que, do mesmo modo que no campo aberto, no interior do ambiente protegido sempre que se altera a intensidade luminosa, modificam-se também outros parâmetros agrometeorológicos, como temperatura e umidade relativa do ar (PURQUERIO; TRIVELLI, 2006).

A umidade relativa elevada pode ter influência negativa na produtividade das culturas, em função de proporcionarem um ambiente adequado para o desenvolvimento de doenças. Nesse sentido, Purquerio e Trivelli (2006) afirmam que para a ocorrência da maioria das doenças, a umidade é um fator essencial, sendo que para elas terem um ótimo desenvolvimento, a umidade do ar deve estar acima de 80%. De acordo com Soler e Palau (2006) a faixa ideal de umidade relativa do ar para a cultura do morangueiro é de 70 a 80%,

portanto pode-se afirmar que a umidade relativa se apresentou dentro da faixa adequada para o desenvolvimento da cultura, inviabilizando o aparecimento de doenças.

A umidade relativa do ar ainda pode influenciar no desenvolvimento das plantas por interferir diretamente no processo de evapotranspiração, de forma que quanto menor a umidade relativa maior o déficit de vapor de água na atmosfera e conseqüentemente maior será a evapotranspiração (VAREJÃO-SILVA, 2006). Uma perda de água excessiva pode levar a planta a fechar seus estômatos como mecanismo de redução da perda de água (TUBELIS; NASCIMENTO, 1992). Os estômatos, por sua vez, acoplam a absorção de CO₂ (fotossíntese) com a perda de água na forma de vapor (transpiração), assim ao fechar os estômatos para retenção da perda de água a planta deixa então de absorver CO₂ cessando o processo de fotossíntese que é responsável pelo crescimento vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2013).

De forma geral, pode-se dizer que plantas de ambientes com maior luminosidade tendem a apresentar maiores taxas fotossintéticas e de transpiração, devido às altas taxas de radiação fotossinteticamente ativa e de temperatura. Contudo, sob alta radiação, ocorre o fechamento estomático para prevenir a desidratação, e com isso, ocorre diminuição da afluência de CO₂ para o interior da folha (CONTIN, 2009). No caso do morangueiro o aumento da temperatura decorrente da intensidade luminosa é ainda mais preocupante, uma vez que essa cultura tem a temperatura como um dos principais fatores limitantes, afetando o desenvolvimento vegetativo, a produção e a qualidade do morango (FILGUEIRA, 2012).

6.2 Teores de macronutrientes no solo e da MO

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados da análise de variância dos teores de MO (Matéria orgânica), N (nitrogênio), P (fósforo), K (potássio), Ca (cálcio) e Mg (magnésio) no solo cultivado com morangueiro, em função de diferentes ambientes de cultivo e das doses de biofertilizante líquido. Pelos resultados apresentados, verificou-se que os ambientes de cultivo causaram efeito significativo sob os teores de (MO, N, Mg), ao nível de 5% e (K) ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F, enquanto que, os teores de (P e Ca) não apresentaram efeito significativo. Já as doses de biofertilizante líquido proporcionaram efeito significativo sob os teores de (MO, N, P, K) ao nível de 1% e (Ca e Mg) ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Para a interação entre os fatores ambiente de cultivo e doses de biofertilizante líquido, somente o teor de K apresentou efeito significativo ao nível de 1 % pelo teste F.

Tabela 7 - Resumo da análise de variância para MO (matéria orgânica), N (nitrogênio), P (fósforo), K (potássio), Ca (cálcio) e Mg (magnésio) no solo, após o experimento, em função de diferentes ambientes de cultivo e doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014

FV	GL	Quadrado Médio					
		MO	N	P	K	Ca	Mg
Blocos	2	1,404 ^{ns}	0,003 ^{ns}	2480,633 ^{ns}	0,044 ^{ns}	0,853 ^{ns}	0,919 ^{ns}
Ambiente (a)	1	20,733*	0,093*	12772,033 ^{ns}	4,011**	10,092 ^{ns}	31,827*
Resíduo (a)	2	0,568	0,003	11672,633	0,037	1,137	0,903
Doses (b)	4	189,068**	0,887**	134999,83**	4,104**	2,948*	8,975*
Ambiente x Doses	4	14,100 ^{ns}	0,060 ^{ns}	6868,533 ^{ns}	0,565**	2,068 ^{ns}	4,209 ^{ns}
Resíduo (b)	16	11,112	0,058	6820,758	0,093	0,711	2,001
Total	29	-	-	-	-	-	-
CVa(%)	-	3,10	3,92	39,45	12,22	15,96	19,12
CVb(%)	-	13,70	15,90	30,16	19,36	12,63	28,46

** significativo a 1% pelo teste F; * significativo a 5% pelo teste F; (^{ns}) não significativo pelo teste F.
FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; CV- Coeficiente de variação.

Considerando os dois ambientes de cultivo, o teor médio de matéria orgânica (MO) no solo foi de 24,33 g kg⁻¹. O teste de médias para as diferentes condições de ambientes indicou que na condição de cultivo em campo aberto o teor de MO (25,16 g kg⁻¹) foi superior à condição de telado (23,5 g kg⁻¹) (Figura 18). Na análise de regressão, a partir do modelo encontrado para as doses de biofertilizante verificou-se que houve um aumento linear do teor de matéria orgânica no solo em função do aumento da dose de biofertilizante líquido, variando de 15,71 g kg⁻¹ na ausência de biofertilizante para um teor máximo de 31,43 g kg⁻¹ na dose de 1.600 mL planta⁻¹ semana⁻¹ (Figura 19).

Figura 18 – Teores de matéria orgânica no solo, após experimento, da cultura do morangueiro em função de diferentes ambientes de cultivo, Redenção, Ceará, 2014

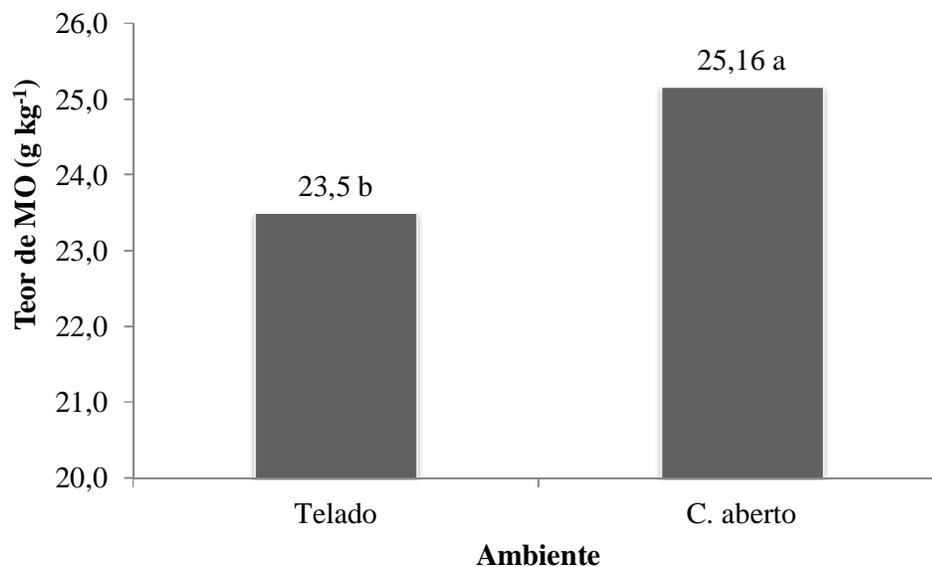
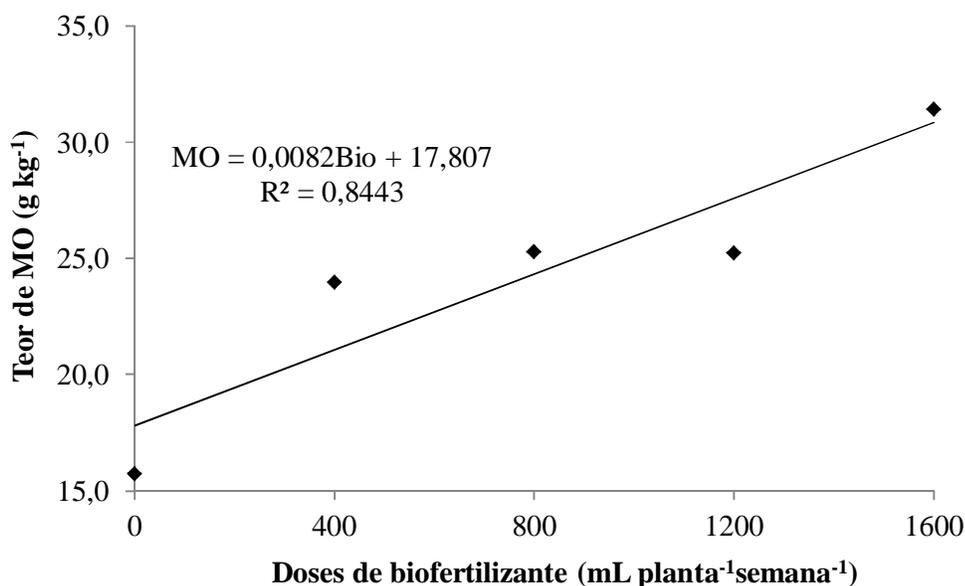


Figura 19 – Teores de matéria orgânica no solo, após experimento, da cultura do morangueiro em função de diferentes doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014



Cabe ressaltar que a cultura do morangueiro é uma cultura especialmente exigente em matéria orgânica, condições físicas e nutricionais do solo (DAROLT, 2008). Ou seja, a quantidade de matéria orgânica é um indicativo do teor de nitrogênio presente no solo, pois

cerca de 5% da matéria orgânica do solo é constituída por nitrogênio total e indicam também de maneira indireta, a textura (granulometria) do solo.

A matéria orgânica decompõe-se nos solos tropicais e subtropicais úmidos, com grande rapidez: 1 a 2 kg m⁻² ano⁻¹ (SANTOS; MEDEIROS, 2003), tem grande importância como fonte de nutrientes, na retenção de cátions, melhorando a atividade microbiana e as propriedades físicas do solo que influenciam na disponibilidade de ar e água às raízes das plantas (PELÁ, 2002). Interage com a fase mineral, interferindo na dinâmica de nutrientes, exercendo função importante na fertilidade do solo (MENDONZA *et al.*, 2000).

A adição do biofertilizante, produto final da fermentação da matéria orgânica, atua nutricionalmente sobre o metabolismo vegetal, possui alta atividade microbiana e bioativa, sendo capaz de proporcionar maior proteção e resistência à planta contra agentes externos, além de atuar na ciclagem de nutrientes no solo (SILVA *et al.*, 2007). Portanto, a ação conjunta de tais efeitos justifica as respostas favoráveis de aumentos de teores de MO no solo pela adubação orgânica, elevando os teores de médio (15,71 g kg⁻¹) antes da aplicação dos tratamentos para alto (>30,0 g kg⁻¹), conforme Fernandes (1993).

Lima *et al.* (2013) utilizando biofertilizante bovino de fermentação aeróbia constataram efeitos positivos desse insumo sobre a MO do solo, aumentando a retenção de água e melhorando a estruturação do solo. Borges (2012) trabalhando com biofertilizante, encontrou resultado similar ao desse estudo. A autora verificou um incremento nos teores de matéria orgânica ao final do experimento como resultado do aporte fornecido pelo biofertilizante.

O teste de médias para os diferentes ambientes indicou que na condição de cultivo em campo aberto o teor de N (1,58 g kg⁻¹) foi superior ao ambiente telado (1,47 g kg⁻¹) (Figura 20). Na análise de regressão, a partir do modelo encontrado para as doses de biofertilizante verificou-se que houve um aumento linear do teor de N no solo em função do aumento da dose de biofertilizante líquido, variando de 0,95 g kg⁻¹ na ausência de biofertilizante para um teor máximo de 2,04 g kg⁻¹ na dose de 1.600 mL planta⁻¹ semana⁻¹ (Figura 21).

Figura 20 – Teores de nitrogênio no solo, após experimento, da cultura do morangueiro em função de diferentes ambientes de cultivo, Redenção, Ceará, 2014

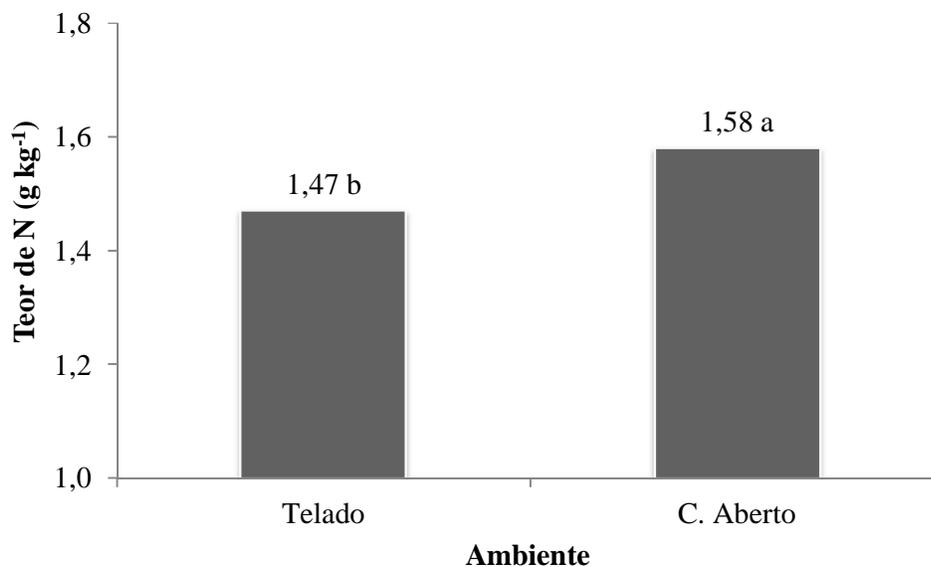
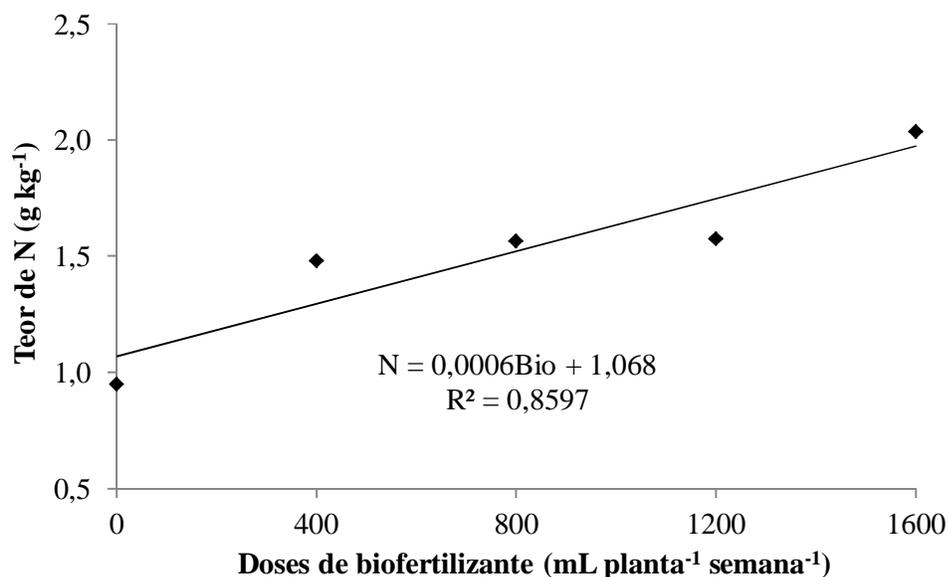


Figura 21 – Teores de nitrogênio no solo, após experimento, da cultura do morangueiro em função de diferentes doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014



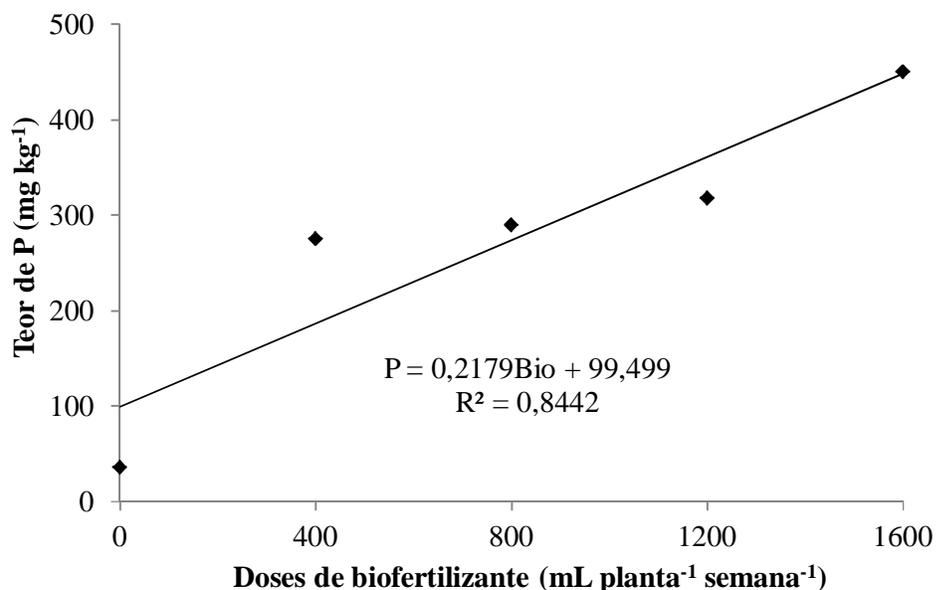
Para o tratamento com ausência de biofertilizante observa-se que o teor médio de N do solo ao final do experimento ($0,95 \text{ g kg}^{-1}$) foi semelhante ao valor obtido na análise de solo inicial ($0,93 \text{ g kg}^{-1}$), tal fato pode ser explicado em função do elevado teor de matéria orgânica no solo (15 g kg^{-1}), podendo a decomposição dessa matéria orgânica ao longo do

ciclo de cultivo ter sido responsável pela liberação de N para o solo de forma a manter praticamente inalterado a quantidade desse nutriente. Para as demais doses observa-se que os teores finais de N no solo foram todos superiores a quantidade de N inicial, fato que pode ser prejudicial ao correto desenvolvimento da cultura, visto que o excesso de N aumenta o vigor das plantas, reduz a indução floral, atrasa a floração e reduz a qualidade dos frutos em relação ao conteúdo de açúcares, textura, coloração, ocorrência de deformações e favorece o mofo cinzento, a antracnose do rizoma e a ocorrência de ácaro rajado (PASSOS; TRANI, 2013). Porém, segundo Filgueira (2012), aplicações de nitrogênio e de fósforo elevam, significativamente, a produtividade do morangueiro, inclusive em solos considerados férteis.

Na Figura 22 observa-se que a resposta do teor de fósforo (P) no solo aumentou linearmente com o aumento das doses de biofertilizante. A partir do modelo encontrado estimou-se o teor máximo de P, que foi de 448,14 mg kg⁻¹ para a dose de 1.600 mL planta⁻¹ semana⁻¹ de biofertilizante líquido.

Observa-se que mesmo para a condição de ausência de biofertilizante, situação que se obteve o menor valor final de P no solo (99,5 mg kg⁻¹), este mostrou-se bastante superior ao obtido na análise inicial do solo (15 mg kg⁻¹), assim como também bastante superior ao nível classificado como alto (> 21 mg kg⁻¹) de acordo com os níveis indicados no Manual de Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Ceará (FERNANDES, 1993).

Figura 22 – Teores de fósforo no solo, após experimento, da cultura do morangueiro em função de diferentes doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014

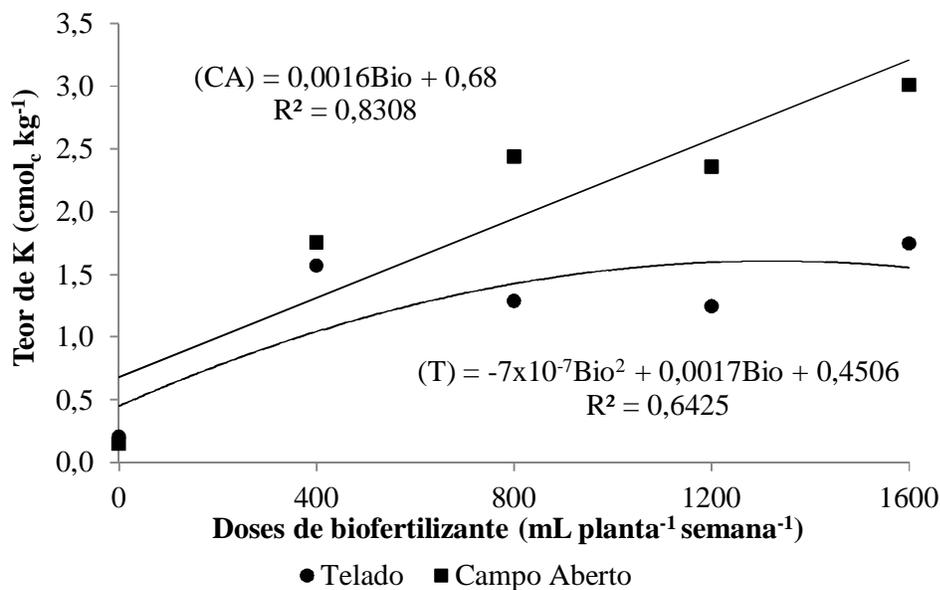


Salienta-se que, o alto teor de MO pode liberar P na forma lábil. Nesse sentido, Tiessen, Sampaio e Salcedo (2001) afirmam que em sistemas agrícolas onde não há entrada de nutrientes de fontes externas, a matéria orgânica (MO) do solo é a principal fonte de nutrientes. Estes processos são promovidos pelos organismos do solo, que por sua vez, utilizam a MO como fonte de alimento e energia para realizá-los (RESENDE *et al.*, 2007). Teores adequados de matéria orgânica no solo são benéficos de várias formas e a maioria dos benefícios, ocorrem em função dos produtos liberados à medida que os resíduos orgânicos são decompostos no solo (CHIODINI *et al.*, 2013).

Para o fósforo (P), os microrganismos do solo estão envolvidos numa série de processos que afetam a transformação de P e, assim, influenciam a disponibilidade subsequente de P (como fosfato) para as raízes das plantas (RICHARDSON, 2001). Em particular, os microrganismos podem solubilizar e mineralizar P a partir de misturas orgânicas e inorgânicas do solo, aumentando a disponibilidade total de P; podem promover deslocamento do equilíbrio de adsorção, o que resulta numa transferência de íons fosfato para a solução do solo ou num incremento a mobilidade de formas orgânicas de P.

Na Figura 23 observa-se a resposta do teor de potássio (K) no solo em função das diferentes doses de biofertilizante, cujos dados se ajustaram aos modelos polinomial quadrático e linear, com coeficientes de determinação (R^2) de 0,64 e 0,83 para as condições de telado artesanal e campo aberto, respectivamente. A partir da análise de regressão, verificou-se que na condição de telado artesanal a dose biofertilizante de 1.214,29 ml planta⁻¹ semana⁻¹ proporcionou um teor máximo de K de 1,48 cmol_c kg⁻¹. Para a condição de campo aberto verificou-se que houve um aumento linear do teor de K no solo em função do aumento da dose de biofertilizante líquido, variando de 0,68 cmol_c kg⁻¹ para a ausência de biofertilizante a 3,24 cmol_c kg⁻¹ para a dose de 1.600 mL planta⁻¹ semana⁻¹.

Figura 23 – Teores de potássio no solo, após experimento, da cultura do morangueiro em função de diferentes doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014

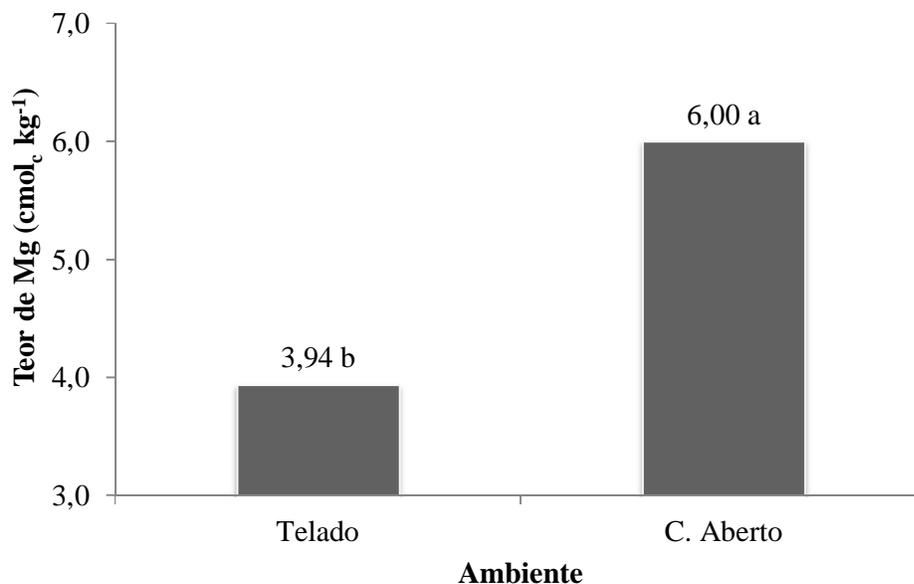


O excesso de potássio no solo prejudica o crescimento das plantas provocando sintomas que se confundem, muitas vezes, com os danos causados pela salinidade (PRADO, 2008). Outro agravante desse excesso é o antagonismo existente com outros nutrientes como o Ca^{2+} e o Mg^{2+} , chegando muitas vezes a causar a deficiência desses dois nutrientes, com a queda de produção (MEURER, 2006).

Para o teor de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) no solo em função das doses de biofertilizante líquido, os resultados da análise de variância apresentaram efeito significativo, entretanto, não foi possível ajustar um modelo matemático que pudesse descrever a resposta dos dados. Considerando os dois ambientes, os teores médios de cálcio e magnésio no solo para as diferentes doses estudadas foram de 6,68 e 4,97 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$, respectivamente.

O teste de médias para comparar os teores de magnésio em função das condições de ambiente mostrou que na condição de cultivo em campo aberto o teor de Mg (6,00 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$) foi superior à condição de telado (3,94 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$) (Figura 24).

Figura 24 – Teores de magnésio no solo, após experimento, da cultura do morangueiro em função de diferentes ambientes de cultivo, Redenção, Ceará, 2014



Segundo Passos e Trani (2013), no caso do morango, recomenda-se elevar o teor de magnésio do solo a no mínimo $9 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, fato não observado em nenhuma das condições de estudo. Os baixos valores observados podem ser explicados em função de um desequilíbrio catiônico no solo oriundo do excesso de potássio presente no solo, uma vez que, os nutrientes em questão apresentam competição pelo mesmo sítio de adsorção aos colóides do solo (TAIZ; ZEIGER, 2013).

6.3 Teores de macronutrientes nas folhas

Na Tabela 8 estão apresentados os resultados da análise de variância para os teores de N (nitrogênio), P (fósforo), K (potássio), Ca (cálcio) e Mg (magnésio) nas folhas do morango, em função dos diferentes ambientes de cultivo e das doses de biofertilizante líquido.

Os resultados apresentados mostram que os ambientes de cultivo não influenciaram as variáveis estudadas, exceto para o teor de N, que foi influenciado significativamente ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste F ($p < 0,05$). Já para as doses de biofertilizante líquido verificou-se que houve efeito significativo sobre os teores de N, Ca ao nível de 1%, e para P ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste F. Não se verificaram efeitos significativos para os teores de K e Mg, e nem para a interação entre os fatores ambiente de cultivo e doses de biofertilizante líquido.

Tabela 8 - Resumo da análise de variância para N (nitrogênio), P (fósforo), K (potássio), Ca (cálcio) e Mg (mangnésio) nas folhas do morango em função de diferentes ambientes de cultivo e doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014

FV	GL	Quadrado Médio				
		N	P	K	Ca	Mg
Blocos	2	13,17633	0,01033 ^{ns}	30,19600 ^{ns}	10,30433 ^{ns}	1,00900 ^{ns}
Ambiente (a)	1	30,60300*	3,67500 ^{ns}	31,62133 ^{ns}	45,63333 ^{ns}	0,20833 ^{ns}
Resíduo (a)	2	0,47500	0,40300	16,45733	5,20433	0,33033
Doses (b)	4	30,70617**	0,91050*	42,89333 ^{ns}	25,44383**	2,09717 ^{ns}
Ambiente x Doses	4	9,36050 ^{ns}	0,28917 ^{ns}	34,27467 ^{ns}	7,50583 ^{ns}	0,24083 ^{ns}
Resíduo (b)	16	4,28983	0,25583	15,32000	3,48683	0,76175
Total	29	-	-	-	-	-
CVa(%)	-	3,01	19,37	15,25	14,26	8,57
CVb(%)	-	9,05	15,44	14,71	11,68	13,01

** significativo a 1% pelo teste F; * significativo a 5% pelo teste F; (^{ns}) não significativo pelo teste F.
FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação.

Na Figura 25 observa-se a resposta do teor de nitrogênio (N) nas folhas em função dos diferentes ambientes de cultivo. O teste de médias indicou que na condição de cultivo em telado o teor de N (23,91 g kg⁻¹), foi superior a condição de cultivo em campo aberto (21,87 g kg⁻¹).

Na Figura 26 observa-se a resposta da variável teor de nitrogênio (N) nas folhas em função das diferentes doses de biofertilizante cujos dados se ajustaram ao modelo polinomial quadrático, com coeficientes de determinação (R²) de 0,67. A partir do modelo encontrado estimou-se o máximo valor para a variável, de 24,85 g kg⁻¹ para uma dose de 700 mL planta⁻¹ semana⁻¹ de biofertilizante líquido.

Figura 25 – Teores de nitrogênio da cultura do morango em função de diferentes ambientes de cultivo, Redenção, Ceará, 2014

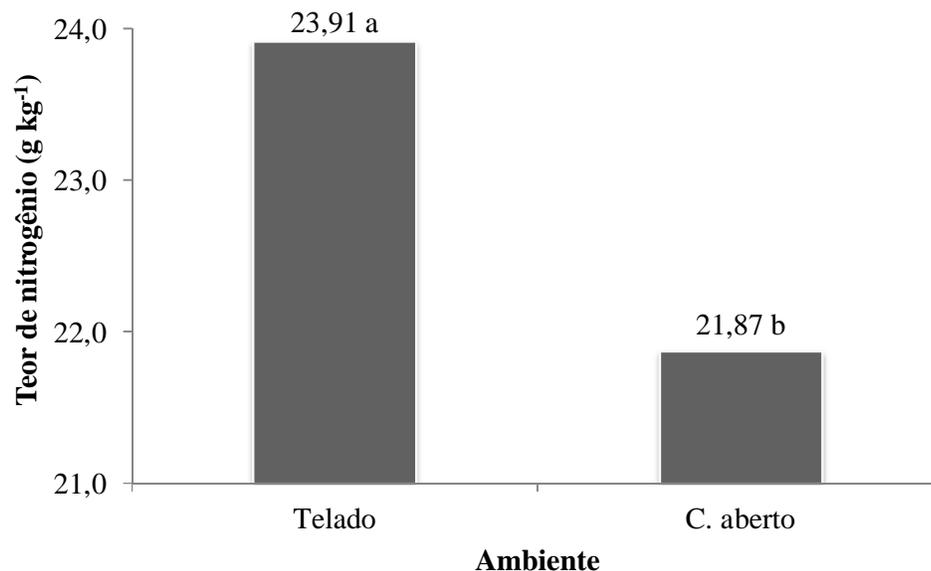
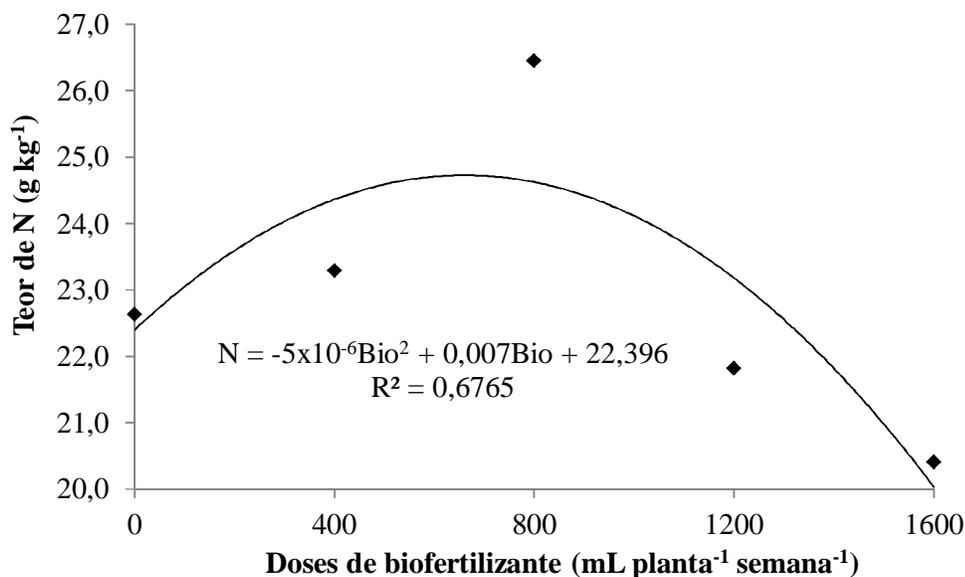
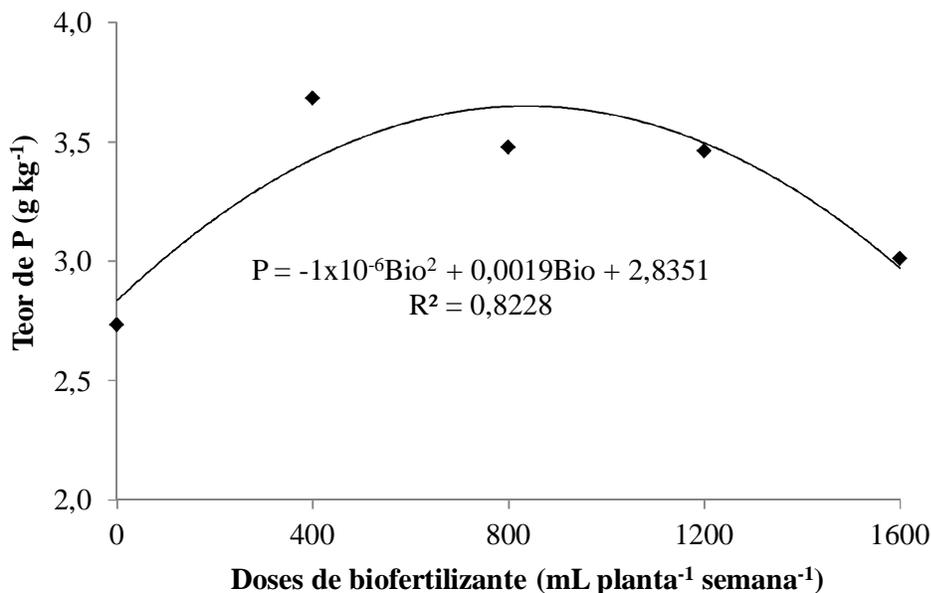


Figura 26 – Teores de nitrogênio nas folhas da cultura do morangueiro em função de diferentes doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014



Na Figura 27 observa-se a resposta da variável teor de fósforo (P) nas folhas em função das diferentes doses de biofertilizante cujos dados se ajustaram ao modelo polinomial quadrático, com coeficientes de determinação (R^2) de 0,82. A partir do modelo encontrado estimou-se o máximo valor para a variável, de 3,74 g kg⁻¹ para uma dose de 950 mL planta⁻¹ semana⁻¹ de biofertilizante líquido.

Figura 27 – Teores de fósforo nas folhas da cultura do morangueiro em função de diferentes doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014



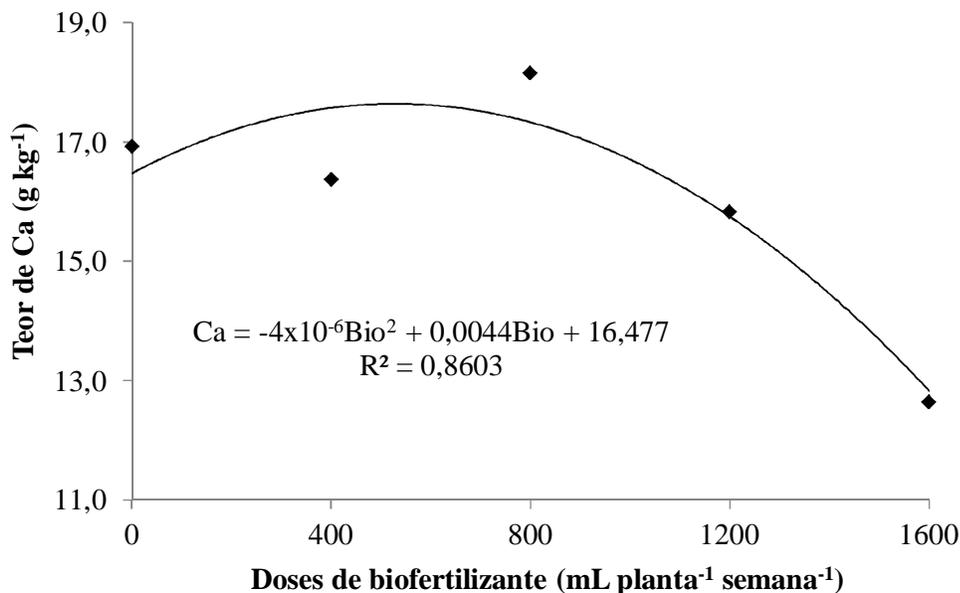
Com relação aos teores de potássio (K) nas folhas do morangueiro, os diferentes ambientes de cultivo e as doses de biofertilizante não exerceram influência sobre os mesmos (Tabela 8), tendo sido observado um valor médio de 26,60 g kg⁻¹ conforme Tabela 9. Observa-se que em valores absolutos, o maior valor médio 29,33 g kg⁻¹ corresponde à dose de 1200 mL planta⁻¹ semana⁻¹ de biofertilizante líquido.

Tabela 9 - Teores de potássio (K) na folha da cultura do morangueiro sob diferentes ambientes de cultivo e doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014

K (teor de potássio) g kg ⁻¹	Doses de Biofertilizante mL planta ⁻¹ semana ⁻¹					Média	
	Ambiente	0	400	800	1200		1600
T		20,40	26,00	31,06	29,73	30,93	27,62
CA		25,73	23,20	23,73	28,93	26,26	25,57
Média		23,07	24,60	27,40	29,33	28,60	26,60

Na Figura 28 observa-se a resposta do teor de cálcio (Ca) nas folhas em função das diferentes doses de biofertilizante cujos dados se ajustaram ao modelo polinomial quadrático, com coeficientes de determinação (R²) de 0,86. A partir da análise de regressão estimou-se que a dose de biofertilizante de 550 mL planta⁻¹ semana⁻¹ proporcionou um teor de cálcio de 17,69 g kg⁻¹.

Figura 28 – Teores de cálcio nas folhas da cultura do morangueiro em função de diferentes doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014



Com relação aos teores de magnésio (Mg) nas folhas do morangueiro, não houve efeito significativo para as diferentes condições de ambientes de cultivo, nem para as doses de biofertilizante (Tabela 8). Os valores médios de Mg para os diferentes tratamentos estão apresentados na Tabela 10. O teor médio de Mg foi de 6,74 g kg⁻¹. Apesar de não apresentar diferença significativa, a dose de 800 mL planta⁻¹ semana⁻¹ de biofertilizante líquido apresentou maior teor médio (7,43 g kg⁻¹), com maior valor absoluto em relação aos demais tratamentos.

Tabela 10 - Teores de magnésio (Mg) na folha da cultura do morangueiro sob diferentes ambientes de cultivo e doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014

Mg (teor de magnésio) mg kg ⁻¹	Doses de Biofertilizante mL planta ⁻¹ semana ⁻¹					Média	
	Ambiente	0	400	800	1200		1600
T		6,33	5,76	7,40	6,93	6,70	6,55
CA		5,90	6,43	7,46	7,23	6,93	6,79
Média		6,12	6,10	7,43	7,23	6,82	6,74

Analisando a resposta dos teores foliares de N, P e Ca em função das diferentes doses de biofertilizante observa-se que, em todos os casos, a partir da dose ótima estimada, o teor dos nutrientes nas folhas passa a decrescer, atingindo os menores valores

respectivamente, para a maior dose aplicada. Esse efeito pode ser explicado pela elevação da condutividade elétrica do solo provocada pelo aumento da dose do biofertilizante, uma vez que, à medida que a concentração de sais aumenta na solução do solo o potencial osmótico reduz, requerendo assim uma energia maior da planta para absorver a água do solo juntamente com os nutrientes nela dissolvidos (SILVA *et al.*, 2012b).

De acordo com Santana *et al.* (2003), os efeitos imediatos da salinidade sobre os vegetais são: seca fisiológica, proveniente da diminuição do potencial osmótico, desbalanceamento nutricional devido à elevada concentração iônica, especialmente o sódio, inibindo a absorção de outros nutrientes e efeito tóxico de íons, particularmente o cloro e sódio. Vários são os autores que apontam o morango como planta sensível a salinidade (SAIED, KEUTGEN E NOGA, 2005; KARLIDAG, YILDIRIM E TURAN, 2009). Em função dessa sensibilidade, Passos e Trani (2013) afirmam que com relação à adubação orgânica do morangueiro o esterco de galinha deve ser usado com cautela.

Karlidag, Yildirim e Turan (2009) avaliando o conteúdo de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg) em plantas de morango sob estresse salino encontraram resposta semelhante ao dessa pesquisa, tendo os autores observado uma redução dramática dos teores de nutrientes com o aumento da salinidade. Porém, apesar da ocorrência de decréscimos dos nutrientes, os teores encontrados satisfazem a faixa adequada em folhas de morangueiro N(15-25); P(2-4); K(20-40); Ca(10-25); Mg(6-10) g kg⁻¹ (BOARETTO *et al.*, 2009).

6.4 Características vegetativas

6.4.1 Massa fresca e seca da parte aérea e raiz

Na Tabela 11 estão dispostos os valores da análise de variância para a massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e relação massa seca da raiz/massa seca da parte aérea (MSR/MSPA) do morango em função de diferentes ambientes de cultivo e doses de biofertilizante líquido. Pelos resultados apresentados, foi verificado significância para o efeito isolado dos tratamentos ambiente e das doses de biofertilizante em todas as variáveis estudadas, pelo teste F a 1 % (P<0,01) de probabilidade, exceto na variável massa fresca da raiz que obteve resposta significativa pelo teste F a 5 % (P<0,05), quanto às doses e relação massa seca da raiz/massa seca da parte aérea que não apresentou efeito significativo em nenhum dos tratamentos avaliados. Houve interação significativa entre os fatores ambiente e

doses, para todas as características analisadas ao nível de 5 % de probabilidade ($P < 0,05$) pelo teste F, exceto massa seca da raiz.

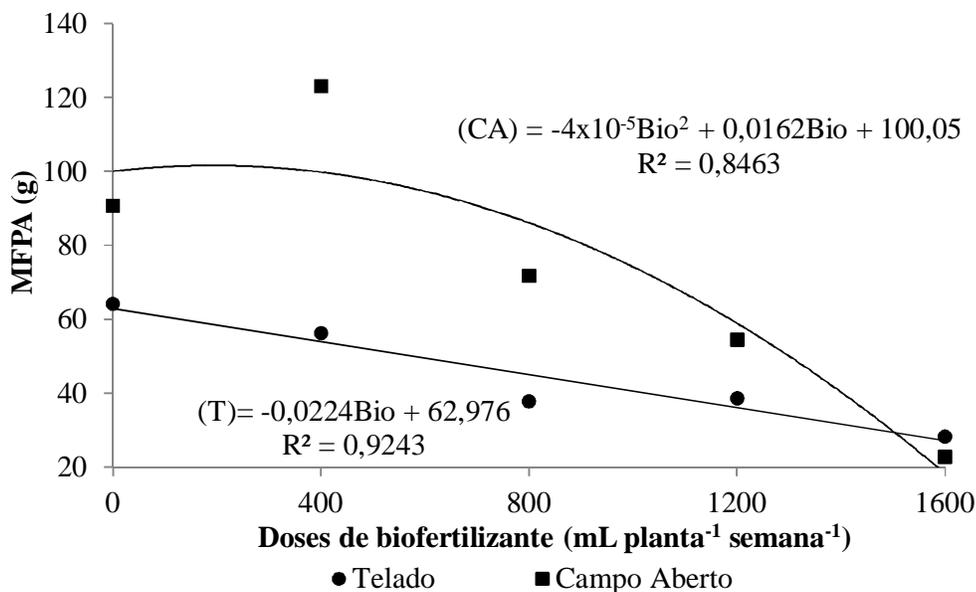
Tabela 11 - Resumo da análise de variância para massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e relação massa seca da raiz/massa seca da parte aérea (MSR/MSPA) do morangueiro em função de diferentes ambientes de cultivo e doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014

FV	GL	Quadrado Médio				
		MFPA	MFR	MSPA	MSR	MSR/MSPA
Blocos	3	616,32*	43,16 ^(ns)	32,47*	2,30	0,00877 ^(ns)
Ambiente (a)	1	7603,80**	874,23**	566,25**	22,87**	0,00051 ^(ns)
Resíduo (a)	3	66,27	10,49	2,12	0,50	0,00620
Doses (b)	4	5147,23**	103,04*	271,25**	10,73**	0,02639 ^(ns)
Ambiente x Doses	4	1404,76*	73,49*	68,70*	1,97	0,02174 ^(ns)
Resíduo (b)	24	385,26	24,86	20,68	2,37	0,01434
Total	39	-	-	-	-	-
CVa(%)	-	13,84	20,21	10,20	17,96	25,75
CVb(%)	-	33,36	31,11	31,84	39,10	39,17

** significativo a 1% pelo teste F; * significativo a 5% pelo teste F; ^(ns) não significativo pelo teste F.
FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação.

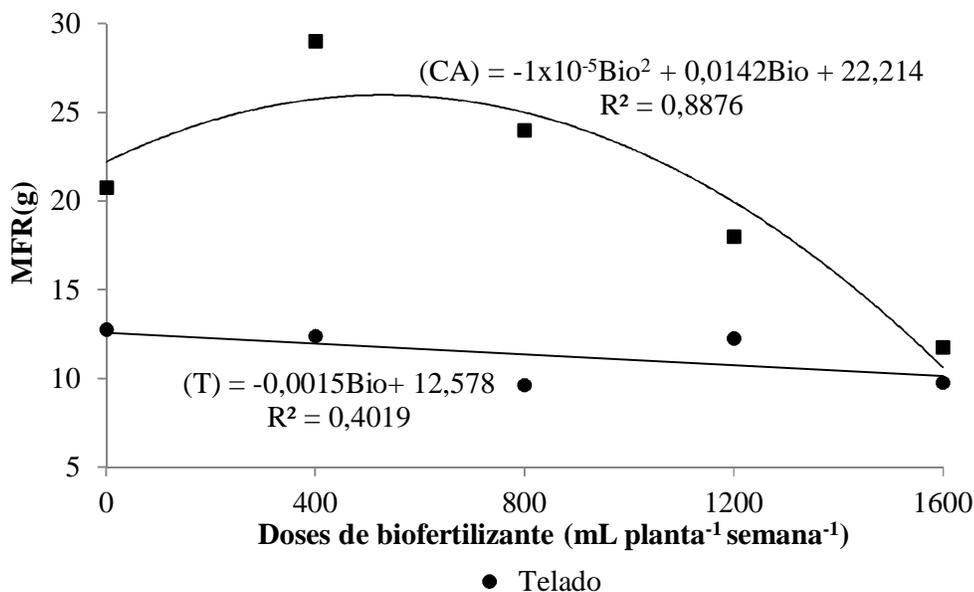
Na Figura 29 observa-se a resposta da massa fresca da parte aérea em função das diferentes condições de ambiente e das doses de biofertilizante. Para o ambiente telado o modelo linear apresentou-se como o mais adequado, apresentando coeficientes de determinação (R^2) de 0,92, indicando uma diminuição da massa fresca da parte aérea em função do aumento das doses de biofertilizante. Enquanto que, para o ambiente campo aberto o modelo mais adequado foi o polinomial quadrático, apresentando coeficientes de determinação (R^2) de 0,84. Com os modelos encontrados estimaram-se os máximos valores para a variável, sendo de 63 g para a ausência de biofertilizante e 101,69 g para uma dose de 202,50 mL planta⁻¹ semana⁻¹ de biofertilizante, respectivamente para telado e campo aberto.

Figura 29 – Massa fresca da parte aérea da cultura do morango em função de diferentes doses de biofertilizante, cultivado em telado e em campo aberto, Redenção, Ceará, 2014



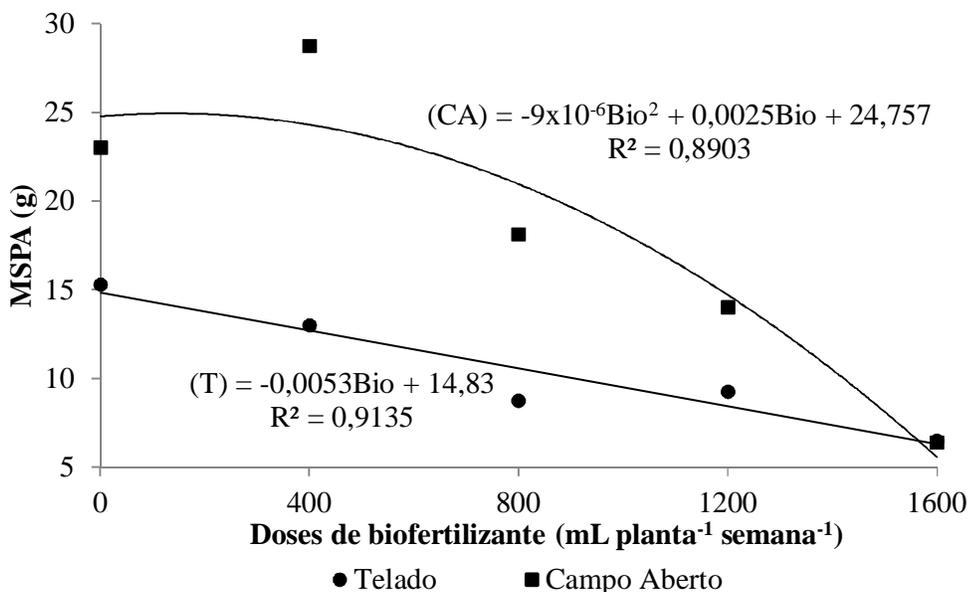
Na Figura 30 observa-se a resposta da massa fresca da raiz em função das diferentes doses de biofertilizante. Para o ambiente telado o modelo linear apresentou-se como o mais adequado, apresentando coeficientes de determinação (R^2) de 0,40, indicando baixa representatividade dos dados, e uma diminuição da massa fresca da raiz com o aumento das doses de biofertilizante. Na condição de campo aberto o modelo mais adequado foi o polinomial quadrático, apresentando coeficientes de determinação (R^2) de 0,88. Com os modelos encontrados estimaram-se os máximos valores para a variável, sendo de 13 g para a ausência de biofertilizante e 27,26 g para uma dose de 710,00 mL planta⁻¹ semana⁻¹ de biofertilizante, respectivamente para telado e campo aberto.

Figura 30 – Massa fresca da raiz da cultura do morango em função de diferentes doses de biofertilizante, cultivado em telado e em campo aberto, Redenção, Ceará, 2014



Na Figura 31 observa-se a resposta da massa seca da parte aérea em função das diferentes doses de biofertilizante. Similar a resposta da massa fresca da parte aérea, para o ambiente telado artesanal o modelo linear decrescente apresentou-se como o mais adequado, com coeficientes de determinação (R^2) de 0,91, o qual atingiu o valor máximo para o tratamento sem adição de biofertilizante, de 15 g. Enquanto que, para o ambiente campo aberto o modelo mais adequado foi o polinomial quadrático, apresentando coeficientes de determinação (R^2) de 0,89. A partir do modelo encontrado, estimou-se que o valor máximo da MSPA foi de 24,93 g para a dose de 138,89 mL planta⁻¹ semana⁻¹ de biofertilizante.

Figura 31 – Massa seca da parte aérea da cultura do morango em função de diferentes doses de biofertilizante, cultivado em telado e em campo aberto, Redenção, Ceará, 2014

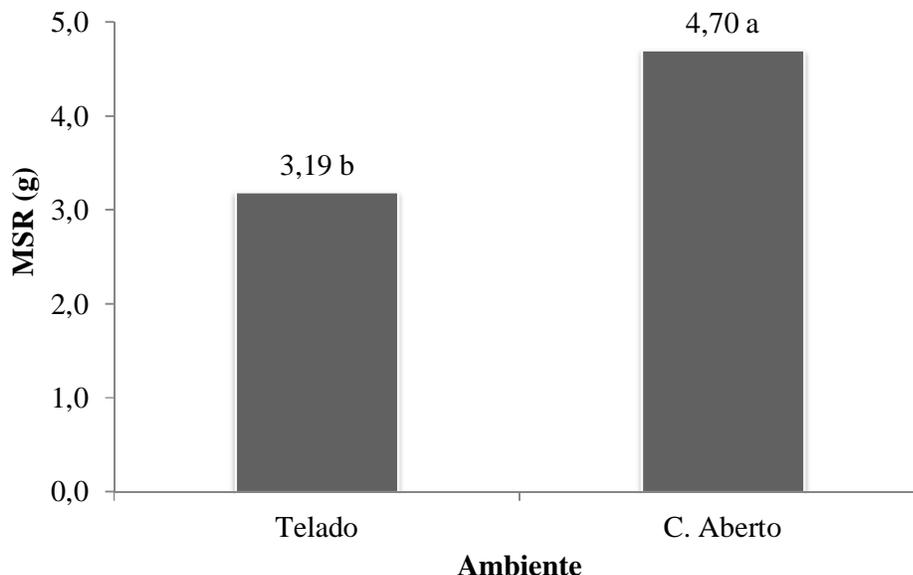


Observa-se que para as variáveis MFPA, MFR e MSPA os resultados obtidos apresentaram respostas similares, seguindo um modelo de resposta quadrático para a condição de cultivo campo aberto, e linear para a condição de cultivo em telado em função do aumento das doses de biofertilizante. No Brasil, atualmente, a produção de morangos é em grande parte dominada pelo uso de cultivares de morangueiro de "dia curto", ou seja, cultivadas sob temperaturas elevadas e dias longos, apresentando maior crescimento vegetativo em detrimento do reprodutivo (STRASSBURGER *et al.*, 2011), pois a temperatura atua como a principal variável climática para essa cultura do morangueiro alterando seu desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (ALMEIDA, *et al.*, 2009), uma vez que, em plantas saudas e adequadamente supridas de água e nutrientes, a fotossíntese líquida e a produção de fotoassimilados são proporcionais à quantidade de radiação fotossinteticamente ativa disponível para as plantas (MONTEITH, 1972).

Outro fator é o excesso de nitrogênio (N) que exerce grande influência no desenvolvimento vegetativo, intensificando o estímulo para o crescimento vegetativo já exercido pela condição climática favorável (OTTO *et al.*, 2009). Com isso, justifica-se as plantas em condições de campo aberto apresentarem valores superiores às condições de cultivo em telado para as variáveis estudadas.

Na Figura 32 observa-se a resposta da variável massa seca da raiz em função dos diferentes ambientes de cultivo telado e campo aberto. O teste de médias para os diferentes ambientes indicou que na condição de cultivo em campo aberto a massa seca da raiz (4,70 g), foi superior a condição de cultivo em telado (3,19 g).

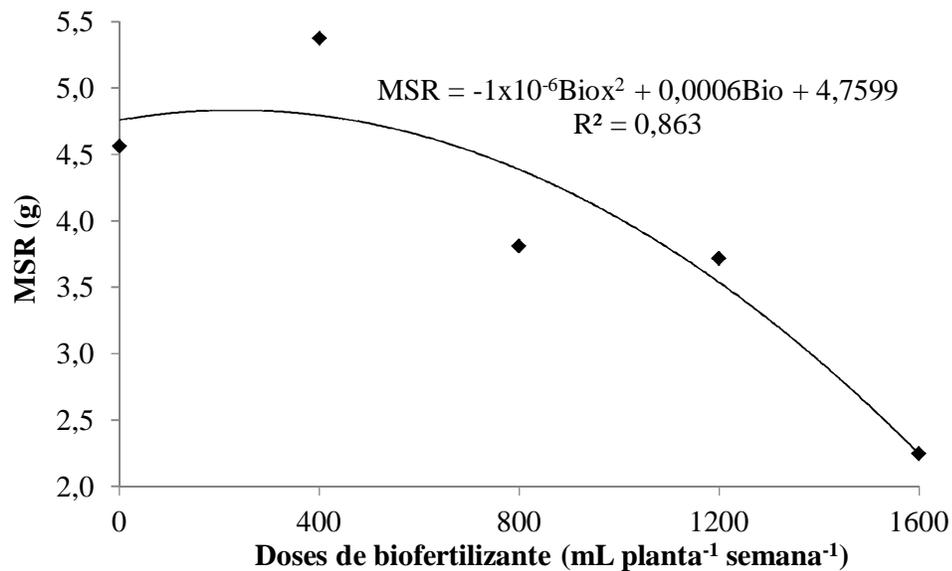
Figura 32 – Massa seca da raiz da cultura do morangueiro em função de diferentes ambientes de cultivo, Redenção, Ceará, 2014



A massa seca do sistema radicular foi influenciada pelos níveis isolados de cada fator, não sendo evidenciada interação entre os fatores. Gonçalves *et al.*, (2012) estudando duas cultivares de dias curtos em casa de vegetação, encontraram valores de massa seca da raiz para a cultivar ‘Oso Grande’ de (5,46 g), valor acima do encontrado neste trabalho. Essa diferença pode estar associada ao fato de que a distribuição do sistema radicular depende de muitos fatores relativos ao solo que o circunda, como a resistência mecânica, a umidade, a aeração e a fertilidade do solo (PIRES *et al.*, 2000). Outro motivo, é que o maior crescimento dos órgãos vegetativos está associado com taxas de crescimento mais elevadas da área foliar da cultura, a qual aumenta a quantidade de assimilados produzida e estocada (FRANCESANGELI; SANGIACOMO; MARTI, 2006). Com isso, o ambiente campo aberto devido uma maior incidência de luminosidade, aumentando a taxa de assimilados, associado a uma maior evaporação em relação ao ambiente telado, pode ter provocado uma maior aeração no solo favorecendo um maior desenvolvimento do sistema radicular, resultando no aumento da massa seca das raízes.

Na Figura 33 observa-se a resposta da massa seca da raiz em função das diferentes doses de biofertilizante cujos dados se ajustaram ao modelo polinomial quadrático, com coeficientes de determinação (R^2) de 0,86. A partir da análise de regressão estimou-se que a dose de biofertilizante de 300 mL planta⁻¹ semana⁻¹ proporcionou uma massa seca da raiz máxima de 4,85 g.

Figura 33 – Massa seca da raiz da cultura do morangueiro em função de diferentes doses de biofertilizante, cultivado em telado e em campo aberto, Redenção, Ceará, 2014



A adubação é ponto primordial para um bom crescimento do sistema radicular, pois, é através da adubação que ocorre o fornecimento de nutrientes, alteração de pH em função das fontes utilizadas o que interfere diretamente no crescimento e morfologia da raiz. O uso da adubação orgânica além de suprir a demanda de nutrientes exigida pela planta pode melhorar o ambiente radicular por efeitos diretos e indiretos na parte física, química e biológica do solo (PAULUS; MULLER; BARCELLOS, 2000). Medeiros *et al.*, (2007) trabalhando com biofertilizante observaram na produção de mudas de alface incremento na massa seca do sistema radicular. De forma similar, Freitas *et al.*, (1999) observaram também um maior incremento na produção de raízes ao uso de adubos orgânicos na cultura da batata-doce, corroborando assim, com os resultados encontrado por esse trabalho. Porém, presume-se que elevadas doses tenham liberado grandes quantidades de nutrientes no solo, promovendo um desequilíbrio nutricional causando prejuízos ao sistema radicular da cultura.

6.5 Características produtivas

Na Tabela 12 estão apresentados os resultados da análise de variância para o número de frutos (NF), produtividade por planta (PP) e produtividade comercial (PC) da cultura do morangueiro, em função de diferentes ambientes de cultivo e das doses de biofertilizante líquido. Pelos resultados apresentados, verificou-se que nem os ambientes de cultivo nem as doses de biofertilizante líquido proporcionaram efeito significativo sob as variáveis estudadas, exceto para a produtividade comercial (PC), que foi influenciada significativamente apenas pelas doses de biofertilizante líquido ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste F ($p < 0,05$). Contudo, houve interação significativa entre os fatores ambiente de cultivo e doses de biofertilizante líquido, pelo teste F a 5 % ($p < 0,05$) de probabilidade, para produtividade por planta (PP) e produtividade comercial (PC).

Tabela 12 - Resumo da análise de variância para número de frutos (NF), produtividade por planta (PP) e produtividade comercial (PC) do morango em função de diferentes ambientes de cultivo e doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014

FV	GL	Quadrado Médio		
		NF	PP	PC
Blocos	3	7,81 ^{ns}	182,76 ^{ns}	366484,76*
Ambiente (a)	1	23,34 ^{ns}	797,55 ^{ns}	3549567,87 ^{ns}
Resíduo (a)	3	12,30	404,10	5697518,72
Doses (b)	4	21,60 ^{ns}	798,75 ^{ns}	8872897,30*
Ambiente x Doses	4	5,26 ^{ns}	1459,90*	8960262,65*
Resíduo (b)	24	8,69	395,91	2872713,29
Total	39	-	-	-
CVa(%)	-	32,01	23,95	27,49
CVb(%)	-	26,89	23,71	19,52

** significativo a 1% pelo teste F; * significativo a 5% pelo teste F; ^(ns) não significativo pelo teste F.

FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade; CV- Coeficiente de variação.

Com relação ao número de frutos (NF), não houve efeito significativo para as diferentes condições de ambientes de cultivo, nem para as doses de biofertilizante (Tabela 8). Os valores médios de número de frutos do morangueiro estão apresentados na Tabela 13. O número médio foi de 10,96 frutos. Observa-se que em termos absolutos, o maior número de frutos (13,75) correspondeu à dose de 800 mL planta⁻¹ semana⁻¹ de biofertilizante líquido nas duas condições de ambiente.

Tabela 13 – Valores médios para número de frutos da cultura do morangueiro, cultivar Oso Grande, sob diferentes ambientes de cultivo e doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014

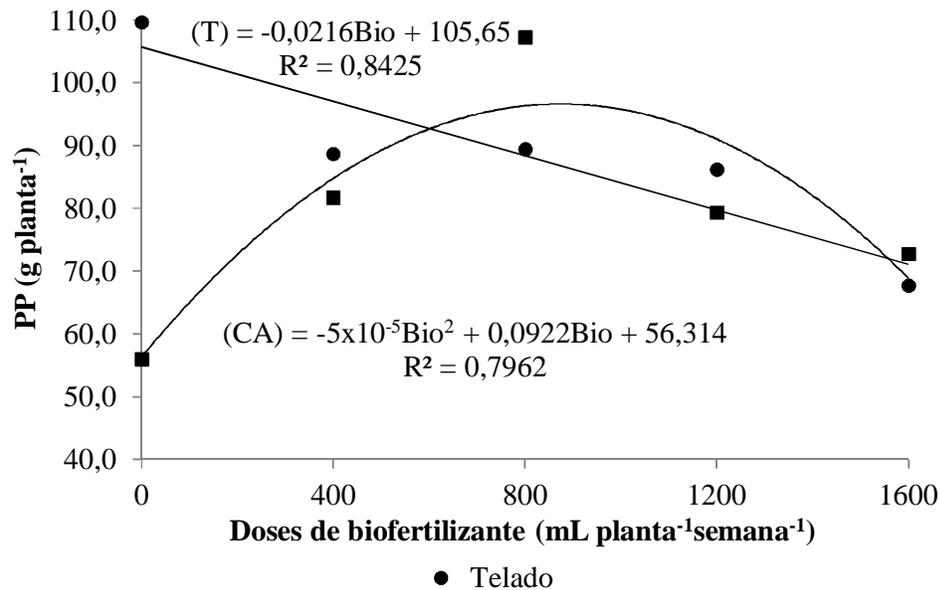
Número de frutos(NF)	Doses de Biofertilizante mL planta ⁻¹ semana ⁻¹					Média	
	Ambiente	0	400	800	1200		1600
T		11,45	12,16	13,66	11,08	10,25	11,72
CA		7,62	9,77	13,83	9,79	9,95	10,19
Média		9,54	10,97	13,75	10,44	10,10	10,96

Estudando a caracterização de cultivares de morango em Viamão-RS, Schuch e Barros (2010) também não encontraram diferença significativa para número de frutos produzidos pela cultivar Oso grande. Os autores registraram um número médio de frutos por planta de 23,6, superior ao deste estudo.

O menor valor para o número de frutos observado nesse trabalho pode ser explicado por Ronque (1998), ao afirmar que uma mesma cultivar pode frutificar continuamente em uma região e apenas por poucas semanas em outra devido à sua adaptação.

Na Figura 34 observa-se a resposta da produtividade por planta (PP) em função das diferentes condições de ambiente e das doses de biofertilizante. Para o ambiente telado artesanal o modelo linear decrescente apresentou-se como o mais adequado, com coeficiente de determinação (R^2) de 0,84, enquanto que, para o ambiente campo aberto o modelo polinomial quadrático, apresentou-se o mais adequado, apresentando coeficientes de determinação (R^2) de 0,79. Com os modelos encontrados estimaram-se os máximos valores para a variável, sendo de 105,65 g pl⁻¹ para a dose 0 (testemunha) e 98,82 g pl⁻¹ para uma dose ótima de 922 mL planta⁻¹ semana⁻¹ de biofertilizante, respectivamente para telado e campo aberto.

Figura 34 – Produtividade por planta da cultura do morango em função de diferentes doses de biofertilizante, cultivado em telado e em campo aberto, Redenção, Ceará, 2014



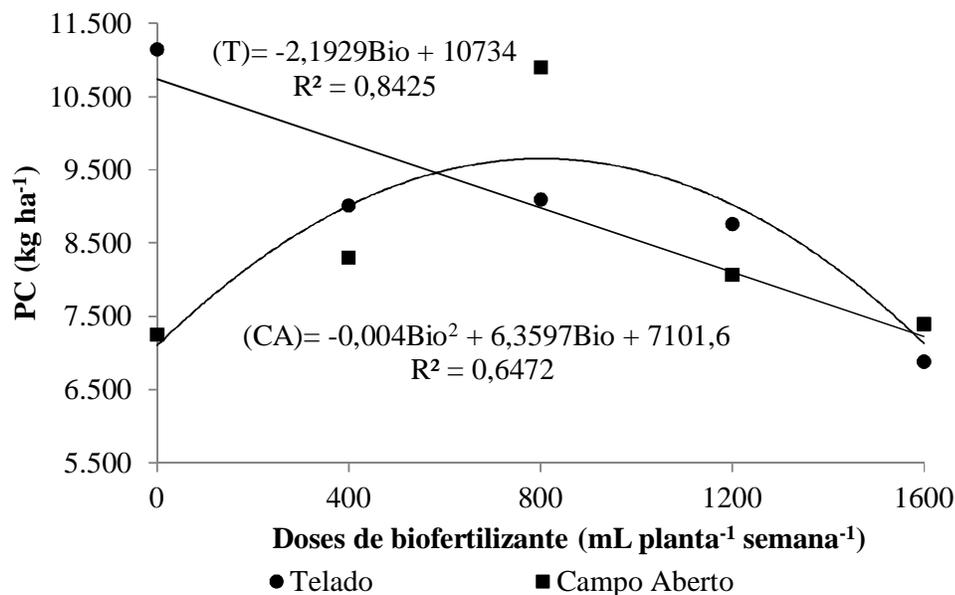
Carvalho *et al.*, (2011) estudando esta variável em cultivares de morangueiro de dias neutros na região de Pelotas – RS, encontrou valores pouco superiores à deste trabalho se comparada a cultivar Monterey que apresentou a menor produtividade por planta (109,6 g planta⁻¹) dentre seis cultivares avaliadas.

Costa *et al.*, (2011), avaliando o cultivo do morangueiro em telas de sombreamento, obteve uma produtividade por planta para a cultivar Oso Grande de 290,9 g, acima da encontrada neste trabalho, porém inferiores aos obtidos por Calvete *et al.* (2008) – 415 g planta⁻¹ e Antunes *et al.* (2007) – 619,6 g planta⁻¹. O desempenho da Oso Grande neste trabalho também pode ser explicado pela baixa adaptabilidade às condições ambientais da região de cultivo, pois, além de se mostrar pouco produtiva, a cultivar produziu frutos com menor peso médio.

Na Figura 35 observa-se a resposta da variável produtividade comercial (PC) em função das diferentes doses de biofertilizante. Para o ambiente telado o modelo linear decrescente apresentou-se como o mais adequado, apresentando coeficiente de determinação (R^2) de 0,84, enquanto que, para o ambiente campo aberto o modelo polinomial quadrático, apresentou-se o mais adequado, apresentando coeficientes de determinação (R^2) de 0,64. Com os modelos encontrados estimaram-se os máximos valores para a variável, sendo de 10.734 kg

ha⁻¹ para a dose 0 (testemunha) e 9.629 kg ha⁻¹ para uma dose ótima de 794,96 ml de biofertilizante, respectivamente para telado e campo aberto.

Figura 35 - Produtividade comercial da cultura do morango em função de diferentes doses de biofertilizante, cultivado em telado e em campo aberto, Redenção, Ceará, 2014



A produtividade média da cultura do morangueiro no Brasil é de 25 t ha⁻¹, sendo quase a totalidade dessa produção proveniente do cultivo no solo (SANTOS; MEDEIROS, 2003), valor superior ao encontrado neste trabalho.

Silva *et al.* (2000) relatam que o excesso de nutrientes fornecidos à cultura, pode provocar o aumento nos teores de nitrogênio no tecido vegetal acima do ótimo da cultura, provocando desbalanço nutricional, com impacto negativo na produtividade, como já observado em outras culturas. Outra possibilidade é a absorção do potássio em excesso e um consequente consumo de luxo deste nutriente, em detrimento de outros, como o cálcio, o que possivelmente pode ter afetado a produtividade final do morangueiro (MORALES *et al.*, 2012).

ANDRIOLO *et al.* (2010), testando diferentes doses de potássio em morangueiro, observaram que a dose mais elevada utilizada no experimento prejudicou a produção e o número de frutos em relação às menores doses. De acordo com os autores, a causa dessa redução na produção de frutos seria o efeito combinado da baixa disponibilidade de assimilados, decorrente da redução no crescimento da área foliar e de perturbações na absorção de cálcio e/ou magnésio induzidas pelo potássio.

Abu-Zahra e Tahboud (2008) também observaram um decréscimo de 16,2 % na produção do morangueiro orgânico adubado com esterco bovino ($105,9 \text{ g planta}^{-1}$) quando comparado com o morangueiro no sistema convencional ($126,4 \text{ g planta}^{-1}$). Trani (2012) relata que esterco de animais principalmente de aves confinadas, podem carregar resíduos de sal e outros produtos presentes nas rações, acarretando problemas como salinização do solo. Portanto, presume-se que as doses de biofertilizante aplicadas tenham liberado grandes quantidades de nutrientes no solo, excedendo os requisitos de nitrogênio e potássio promovendo um desequilíbrio nutricional, além da elevada temperatura imposta a cultura do morangueiro pela condição de cultivo local, conseqüentemente, resultando em menor produtividade.

6.6 Características de pós-colheita

Na Tabela 14 está apresentada a análise de variância para o peso médio dos frutos (PMF), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF) e teor de sólidos solúveis (SS) da cultura do morangueiro, sob diferentes condições de ambientes de cultivo e doses de biofertilizante. A partir dos resultados apresentados verificou-se que o comprimento do fruto (CF) e o teor de sólidos solúveis (SS) foram influenciados significativamente pelas condições de ambiente, ao nível de 1% e a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Porém, não foi verificada significância para o efeito isolado do tratamento ambiente para o peso médio do fruto (PMF) e diâmetro do fruto (DF). Já as doses de biofertilizante não proporcionaram efeito significativo em nenhuma das variáveis estudadas. Contudo, houve interação significativa entre os fatores ambiente e doses para o peso médio do fruto (PMF), comprimento do fruto (CF), ao nível de 5 % e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

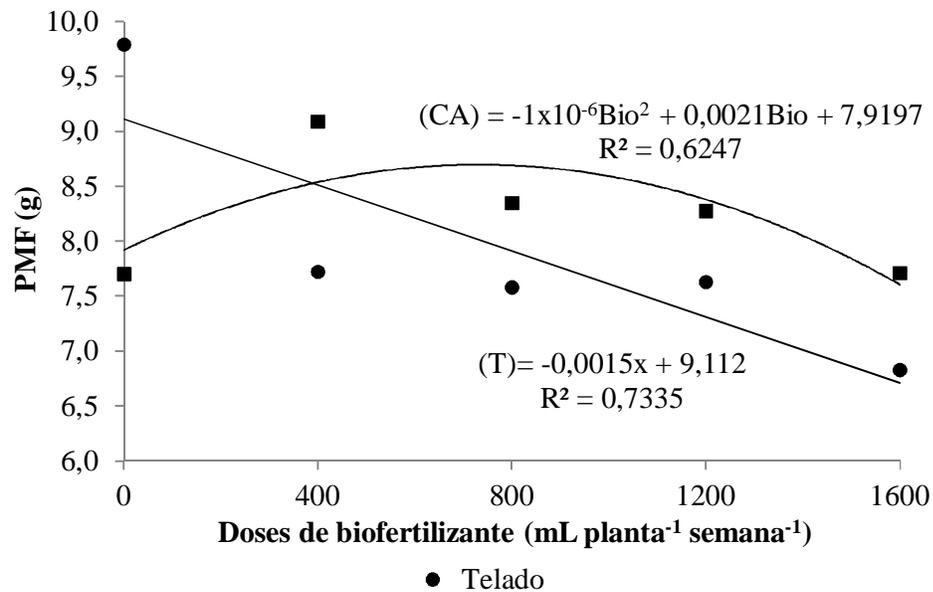
Tabela 14 - Resumo da análise de variância para comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF) e sólidos solúveis (SS) do morango em função de diferentes ambientes de cultivo e doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014

FV	GL	PMF	Quadrado Médio		
			CF	DF	SS
Blocos	3	0,06 ^{ns}	0,10 ^(ns)	2,48 ^(ns)	0,19 ^(ns)
Ambiente (a)	1	1,01 ^{ns}	30,47 ^{**}	2,46 ^(ns)	10,48 [*]
Resíduo (a)	3	0,12	0,40	1,60	0,38
Doses (b)	4	2,47 ^{ns}	3,99 ^(ns)	4,34 ^(ns)	0,19 ^(ns)
Ambiente x Doses	4	3,76 [*]	8,97 ^{**}	2,46 ^(ns)	0,25 ^(ns)
Resíduo (b)	24	1,14	2,04	1,72	0,26
Total	39	-	-	-	-
CV(%) - (a)	-	4,36	2,23	5,33	8,45
CV(%) - (b)	-	13,25	5,02	5,53	6,98

** significativo a 1% pelo teste F; * significativo a 5% pelo teste F; ^(ns) não significativo pelo teste F.
FV - Fonte de variação; GL - Grau de liberdade.

Na Figura 36 observa-se a resposta do peso médio dos frutos (PMF) em função das diferentes doses de biofertilizante para as duas condições de ambiente. Para o ambiente telado artesanal o modelo linear decrescente apresentou-se como o mais adequado, apresentando coeficiente de determinação (R^2) de 0,73, enquanto que, para o ambiente campo aberto o modelo polinomial quadrático, apresentou-se o mais adequado, com coeficientes de determinação (R^2) de 0,62. Com os modelos encontrados estimaram-se os máximos valores para a variável, sendo de 9,11 g para a ausência de biofertilizante e 9,02 g para uma dose de 1.050 mL planta⁻¹semana⁻¹ de biofertilizante, para as condições de telado artesanal e campo aberto, respectivamente.

Figura 36 – Peso médio do fruto da cultura do morango em função de diferentes doses de biofertilizante, cultivado em telado e em campo aberto, Redenção, Ceará, 2014



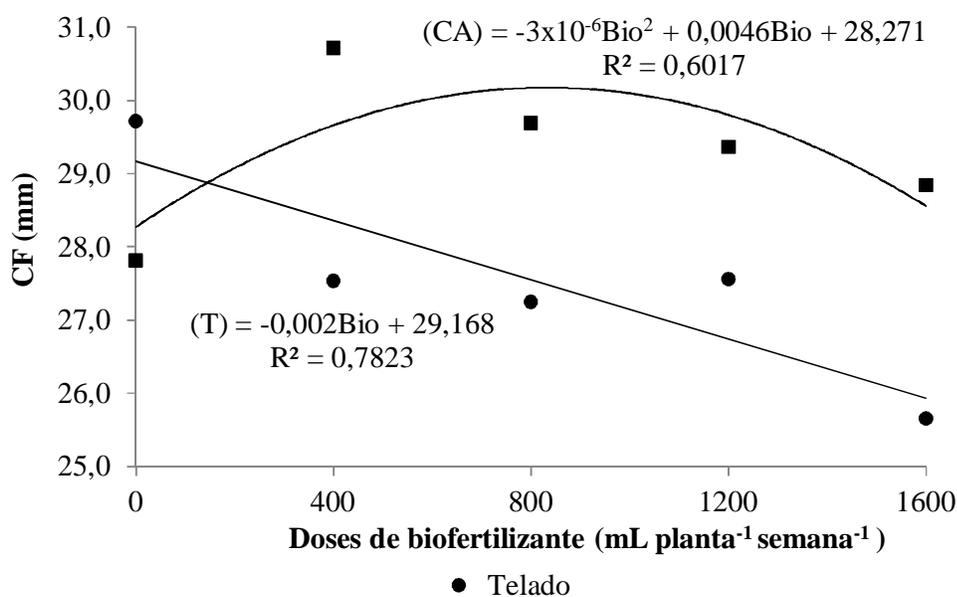
Camargo (2008) avaliando a característica peso médio do fruto, em sistema orgânico para a cultivar Oso Grande no clima subtropical úmido, obteve que esta cultivar dentre outras produziu os maiores frutos com média de 10,02 g, valor superior ao encontrado neste trabalho. Visando realizar a seleção de clones de morangueiro na condição de clima temperado, Franquez (2008) obteve frutos com peso médio de 15,5 g para a cultivar Oso grande em sistema de produção convencional.

Em estudo realizado por Palha *et al.* (2002) em Portugal, avaliando a massa média dos frutos de diferentes cultivares durante os anos de 1996/97 e 1997/98, os autores encontraram valores de 19,2 g em 1996/97 e 20,0 g em 1997/98 para Oso Grande, valores também superiores ao encontrados nesse trabalho. No Rio grande do Sul a cultivar Oso grande esteve presente entres as cultivares com frutos mais pesados, na produção total, sendo a ordem de classificação Oso Grande e Seascape seguidos de Verão (SCHUCH; BARROS, 2010). Também, em São Paulo, foi observado excepcional rendimento de frutos graúdos desta cultivar (PALLAMIN *et al.*, 2003).

O baixo valor do peso médio dos frutos, quando comparado a outros trabalhos, obtido nesse estudo pode estar relacionado a fatores fisiológicos e genéticos que são alterados pelas condições climáticas e que interferem diretamente no florescimento e desenvolvimento dos frutos (CAMARGO *et al.*, 2010).

Na Figura 37 observa-se a resposta do comprimento do fruto (CF) em função das diferentes condições de ambiente e doses de biofertilizante. Para o ambiente telado artesanal, o modelo linear decrescente apresentou-se como o mais adequado, com coeficiente de determinação (R^2) de 0,78, enquanto que, para o ambiente campo aberto o modelo polinomial quadrático, apresentou-se o mais adequado, com coeficiente de determinação (R^2) de 0,60. A partir dos modelos obtidos, estimou-se que, na condição de telado artesanal a ausência de biofertilizante proporcionou maior comprimento do fruto (29,168 mm). Já para a condição de cultivo a campo aberto, a dose de 766,67 mL planta⁻¹ semana⁻¹ proporcionou o maior comprimento do fruto (30,03 mm).

Figura 37 – Comprimento do fruto da cultura do morango em função de diferentes doses de biofertilizante, cultivado em telado e em campo aberto, Redenção, Ceará, 2014.



Observa-se que na condição de cultivo em campo aberto, o aumento das doses de biofertilizante foi favorável ao desenvolvimento do fruto até certa dose, porém em condições de telado ocorreu um decréscimo do comprimento do fruto com o aumento da dose de biofertilizante. Guimarães (2013) comparando o comprimento do fruto de diferentes cultivares de morangueiro encontrou que a cultivar Oso Grande apresentou frutos de 36,48 mm, valor superior ao encontrado neste trabalho. Segundo Conti, Minami e Tavares (2002), a produção de frutos grandes é uma característica bastante importante, pois tornam a colheita e a embalagem um processo mais rápido, aumenta o valor para o mercado consumidor e ainda, resulta em maiores ganhos ao produtor.

A diminuição do comprimento e do diâmetro do fruto pode ser explicada pela afirmativa de Kaya *et al.* (2002), indicando que elevados teores de potássio no solo promovem redução no tamanho dos frutos e no rendimento da produção do morangueiro, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho. Portanto, o excesso de fornecimento de nutrientes pode provocar prejuízos quanto ao comprimento do fruto.

Com relação ao diâmetro dos frutos (DF) na cultura do morangueiro, os diferentes ambientes de cultivo e as doses de biofertilizante não exerceram influência sobre os mesmos, tendo sido observado um valor médio de 23,70 mm (Tabela 15). Observa-se que em valores absolutos, o maior valor médio 24,51 mm corresponde a ausência de biofertilizante líquido.

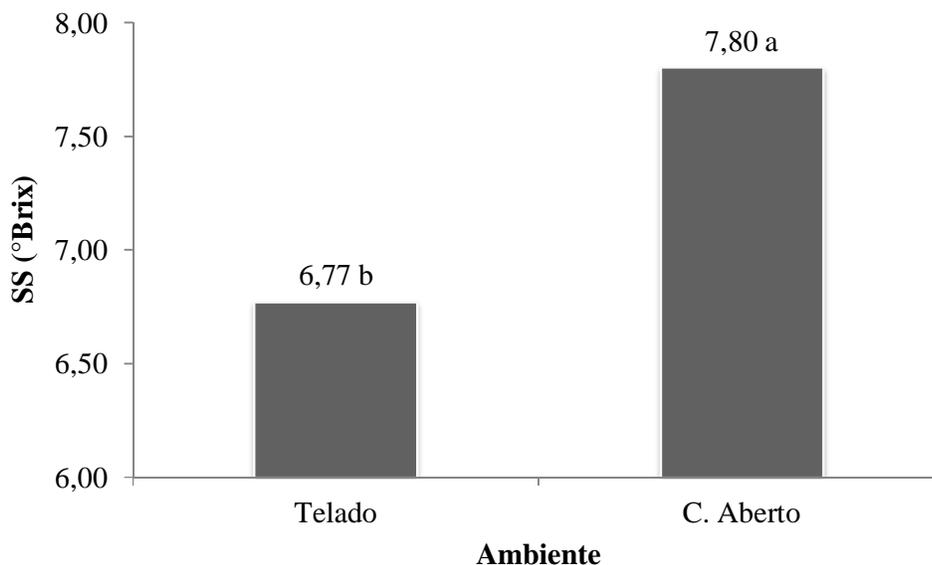
Tabela 15 – Valores médios para o diâmetro dos frutos da cultura do morangueiro, cultivar Oso Grande, sob diferentes ambientes de cultivo e doses de biofertilizante, Redenção, Ceará, 2014

Diâmetro do fruto (DF) mm	Doses de Biofertilizante mL planta ⁻¹ semana ⁻¹					Média	
	Ambiente	0	400	800	1200		1600
T		25,23	24,06	22,74	25,06	22,67	23,95
CA		23,79	23,62	22,69	23,43	23,76	23,45
Média		24,51	23,84	22,71	24,24	23,21	23,70

Guimarães (2013) comparando o diâmetro do fruto de diferentes cultivares de morangueiro encontrou que a Oso Grande apresentou frutos de 28,66 mm. Costa (2009), avaliando produção e qualidade de frutos de morangueiro, do cultivar Oso Grande, sob telas de sombreamento, em ambiente protegido, também não encontrou diferença significativa para diâmetro dos frutos. Esse autor relata que, o diâmetro médio dos frutos para condições sem tela e com telas (vermelha, azul e metálica) variou de 26 mm a 27 mm. Portanto, valores superiores ao encontrado nessa pesquisa.

Na Figura 38 observa-se a resposta do teor de sólidos solúvel (SS) em função dos diferentes condições de ambientes. A partir do teste de Tukey, verificou-se que os frutos colhidos no campo aberto apresentaram maiores teores de sólidos solúveis quando comparados com os frutos colhidos no telado artesanal, na ordem de 7,80°Brix e 6,77°Brix, respectivamente.

Figura 38 – Teor de sólidos solúveis (°Brix) do fruto da cultura do morango em função de diferentes ambientes de cultivo, Redenção, Ceará, 2014



A superioridade do teor de sólidos solúveis (SS) nos frutos colhidos em campo aberto em relação aos cultivados em condições de telado artesanal pode ser explicada pela temperatura e luminosidade do campo aberto ser superior, favorecendo a liberação de açúcares no fruto em consequência da hidrólise das antocianinas, o que explica os teores mais altos de SS. Islam *et al.* (2005) estudando duas cultivares de morango, observaram que os frutos colhidos no mês de novembro e dezembro, principalmente em regiões mais frias, atingem maiores concentrações de sólidos solúveis (9,86°Brix), uma vez que para estes meses as médias das temperaturas foram as mais elevadas.

7 CONCLUSÕES

Nas condições climáticas e ambientais em que foram realizados os trabalhos experimentais, pode-se concluir que:

O cultivo do morangueiro em condições de telado artesanal apresentou maior produtividade ($10.734 \text{ kg ha}^{-1}$), em relação ao cultivo em campo aberto (9.629 kg ha^{-1}).

O ambiente campo aberto proporcionou maiores teores de MO, N e Mg no solo para a cultura do morangueiro.

O Biofertilizante pode ser utilizado como fonte de nutrientes no cultivo do morango em condições de campo aberto, cultivar Oso Grande, atendendo as exigências da cultura.

Os teores de nutrientes no solo e nas folhas apresentaram incrementos significativos com a aplicação de doses de biofertilizante, contribuindo para a sanidade das plantas.

As características vegetativas das plantas e de pós-colheita dos frutos cultivados em condições de campo aberto apresentaram maiores valores em relação ao cultivo em condição de telado artesanal, indicando que a temperatura e a luminosidade afeta tais características.

O cultivo do morangueiro nas condições edafoclimáticas do Maciço de Baturité-Ceará em meses com temperaturas mais amenas, obterá maior produtividade.

REFERÊNCIAS

- ABU-ZAHRA, T. R.; TAHBOUD, A. B. Effect of organic matter sources on chemical properties of the soil and yield of strawberry under organic farming conditions. **World Applied Sciences Journal**, Jordan, v. 5, n. 3, p. 383-388, 2008.
- ALMEIDA, I. R. de. *et al.* **Zoneamento agroclimático para produção de morango no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 28 p. (Documentos 283).
- ALVES, S. B. *et al.* Trofobiose e microrganismos na proteção de plantas: biofertilizantes e entomopatógenos na citricultura orgânica. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 16-21, 2001.
- ANDRIOLO J. L. *et al.* Concentração da solução nutritiva no crescimento da planta, na produtividade e na qualidade de frutos do morangueiro. **Ciência Rural**. v.39, n.3, p. 684-690, 2009.
- ANDRIOLO, J.L. *et al.* Doses de potássio e cálcio no crescimento da planta, na produção e na qualidade de frutas do morangueiro em cultivo sem solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.2, p.267-272, 2010.
- ANTUNES, L. E. C. ;CARVALHO, G. L. ;SANTOS, A. M dos **A cultura do morango**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica; Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2011. 52 p. – (Coleção Plantar, 68).
- ANTUNES, O. T. *et al.* Produção de cultivares de morangueiro polinizadas pela abelha jataí em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Passo Fundo-RS, v.25, p. 94-99, 2007.
- ANTUNES, T.O.; CALVETE, E.O.; ROCHA, H.C.; NIENOW, A.A.; MARIANI, F.; WESP, C.L. Floração, frutificação e maturação de frutos de morangueiro cultivados em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.4, p.426-430, 2006.
- ARAÚJO, E. N. **Rendimento do pimentão (*Capsicum annuum* L.) adubado com esterco bovino e biofertilizante**, 2005. 85f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – da Paraíba, João Pessoa, 2005.
- ARAÚJO, J. F. **Biofertilizantes Líquidos**. 1. ed. Juazeiro: Editora Franciscana, 2008. 88p.
- BOARETTO, A. E. *et al.* Amostragem, acondicionamento e preparo de amostras de plantas para análise química. In: Silva, F. C. **Manual de análises química de solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, p. 59-86, 2009.
- BOATENG, S.A.; ZICKERMANN, J.; KORNAHRENS, M. Poultry manure effect on growth and yield of maize. **Journal of Applied Ecology**, v. 9, p. 1-11, 2006.
- BORGES, F. R. M. **Cultivo do pimentão sob água tratada por energização e doses de biofertilizantes**. 2012. 97f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2012.

- BRITO, A. A. A. **Casa de vegetação com diferentes coberturas: Desempenho em condições de verão**. 2000. 100p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- BUENO, S. C. S.; MAIA, A. H. N.; TESSARIOLI NETO, J. **Florescimento de 17 cultivares de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.), em São Bento do Sapucaí-SP**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17. *Anais...* Belém: SBF (CD-ROM), 2002.
- CALVETE, E. O. *et al.* Fenologia, produção e teor de antocianinas de cultivares de morangueiro em ambiente protegido, **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 2, p. 396-401, 2008.
- CALVETE, E. O. *et al.* Desempenho de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.2, 2003.
- CAMARGO, L. K. P. *et al.* Desempenho produtivo e massa média de frutos de morangueiro obtidos de diferentes sistemas de cultivo, **Ambiência**, Guarapuava-PR, v.6, n.2, p.281 – 288, 2010.
- CAMARGO, L. K. P. **Produtividade e qualidade de cultivares de morangueiro em sistemas orgânico e convencional na região de Guarapuava-PR**, 2008. 97f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Unicentro - PR, 2008.
- CANTILLANO, R. F. F. **Manuseio pós-colheita de morangos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 36p. (Documentos 318)
- CARVALHO, S. F. de *et al.* Produtividade de cultivares de morangueiro de dia neutro na região de Pelotas-RS, XII Encontro de pós-graduação, 2011, UFPEL, Universidade Federal de Pelotas.
- CASTRO, D. S. de Morango : Sistema orgânico apresenta viabilidade técnica, econômica e ecológica, 2012. Disponível em: < <http://www.afe.com.br/noticia/6787/morango:-sistema-organico-apresenta-viabilidade-tecnica,-economica-e-ecologica>>. Acesso em: 18 jan 2014.
- CEAGESP. **Normas de classificação do morango**. São Paulo: CQH/CEAGESP, 2009. 6p. (Documentos, 33).
- CÉZAR, V. R. S. *et al.* Resposta da alface americana a fontes e doses de matéria orgânica em condições de campo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, 2003. Suplemento CD.
- CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P dos. **Fruticultura em ambiente protegido**. Brasília: Embrapa, 2012. 278p.
- CHIODINNI, B. M *et al.* Matéria orgânica e a sua influência na nutrição de plantas. **Cultivando o saber**, Cascavel, v.6, n.1, p.181-190, 2013.
- CONTIN, D. R. **Alterações anatômicas e fisiológicas em plantas de *Mikania glomerata* Sprengel e *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker, sob diferentes condições luminosas**

e nutricionais. 2009. 142f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Ribeirão Preto-SP.

CONTI, J. H.; MINAMI, K.; TAVARES, F. C. A. Produção e qualidade de morangueiro em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 1, p. 10-17, 2002.

COSTA *et al.* Telas de sombreamento na produção de morangueiro em ambiente protegido, **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 1, 2011.

COSTA, R. C. **Teores de clorofila, produção e qualidade de frutos de morangueiro sob telas de sombreamento em ambiente protegido**, 2009. 128f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Passo Fundo, 2009.

DAROLT, M. R. Morango orgânico: opção sustentável para o setor. **Revista Campo & Negócios**. Ano II, n.34, p. 58-61, 2008.

DELVE, R. J. *et al.* Implications of livestock feeding management on soil fertility in the mallholderfarming systems of sub-Saharan Africa. **Agric. Ecosyst. Environ.**, v. 84, p. 227-243, 2001.

DIAS, M. S. C *et al.* Produção de morangos em regiões não tradicionais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 24-33, 2007.

DINIZ, A. A *et al.* Esterco líquido bovino e uréia no crescimento e produção de biomassa do maracujazeiro amarelo. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 3, p. 597-604, jul-set, 2011.

DONNO *et al.* Currants and strawberries as bioactive compound sources: determination of antioxidant profiles with hplc-dad/ms. **Journal of applied botany and food quality** v.86, p.1-10, 2013.

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**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2012. 421p.

FIGUEIREDO, G. **Casa da agricultura**. Produção em ambiente protegido. Ano 14. n. 2 abr/maio/ jun, 2011. Disponível em: <http://www.asbraer.org.br/arquivos/bibl/56-ca-producao.pdf>. Acesso em: 19 de jan 2014.

FRANCESCANGELI, N.; SANGIACOMO, M.A.; MARTI, H. Effects of plant density in broccoli on yield and radiation use efficiency, **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.110, p.135-143, 2006.

FRANQUEZ, G. G. **Seleção e multiplicação de clones de morangueiro (Fragaria x ananassa Duch.)**, 2008, (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS.

FREITAS, S. P *et al.* Efeito de composto orgânico na produção da batata-doce (*Ipomea batatas* L.) Lam., na incidência de plantas daninhas e na eficiência do diuron. **Revista Ceres**, Viçosa, v.46, n. 265, p.251-265, 1999.

GOMES, E. R. **Eficiência no uso de água e de potássio no cultivo e na produção do morangueiro**, 2013. 113f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Botucatu-SP.

GONÇALVES, M. A. *et al* Diâmetro de coroa e presença de folhas na produção de mudas de morangueiro. **Congresso brasileiro de fruticultura Bento Gonçalves**, 22., 2012, Rio Grande do Sul.

GUIMARAES, A. G **Produtividade, qualidade e conservação pós-colheita de frutos de diferentes cultivares de morangueiro**, 2013, 100f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina – MG.

HAAG, H. P. Nutrição mineral e qualidade dos produtos agrícolas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20, Piracicaba, **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1992. p.405-425.

HAVLIN, J.; BEATON, J. D.; TISDALE, S. L.; NELSON, W. L. **Soil fertility and fertilizers: an introduction nutrient management**. Upper Saddle River: Prentice Hall. 1999. 499 p.

HELDWEN, A. B. *et al.* Plastocrono e rendimento de feijão-de-vagem cultivado sob ambiente protegido e no ambiente externo em semeadura tardia no outono. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 4, p. 768-773, 2010.

ISLAM, M. S. *et al.*, Artificial Shading and temperature influence on anthocyanin compositions in sweetpotato leaves. **HortScience**, Alexandria, v. 40, n. 1, p. 176-180, 2005.

JONES H. G. **Plants and microclimate**, Cambridge: University Press, 1992, 2 ed. 428 p. Disponível em:< <http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=aPQ5WboKr1MC&oi=fnd&pg=PR11&dq=Plants+and+microclimate&ots=SyUST6ijBV&sig=gJpNNU6100jLwdaoIF15gm5JIC8#v=onepage&q=Plants%20and%20microclimate&f=false> > acesso em: 08 de fev 2014.

KARLIDAG H.; YILDIRIM, E.; METIN, D. Salicylic acid ameliorates the adverse effect of salt stress on strawberry. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, v.66, n.2, p.180-187, March/April 2009.

KARLIDAG, H.; YILDIRIM1, E.; TURAN, M. Salicylic acid ameliorates the adverse effect of salt stress on strawberry. **Scientia Agricola**, v. 66, n. 2, p. 180-187, 2009.

KAYA, C.; KIRNAK, H.; HIGGS, D.; SALT, K. Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown at high (NaCl) salinity. **Horticultural Science**, v.26, p.807-820, 2002.

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

LIMA, *et al.* Irrigação da cultura do gergelim em solo com biofertilizante bovino. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.7, nº. 2, p. 102 - 111, 2013.

MADAIL, J. C. M *et al.* **Economia da produção de morango**: estudo de caso de transição para produção integrada. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 24 p. 2007. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 53).

MAGRINNI, F. E. *et al.* Características químicas e avaliação microbiológica de diferentes fases de maturação do biofertilizante Bokashi, **Agrarian**, v.4, n.12, p.146-151, 2011.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: POTAFOS, 208p. 1989.

MAPA, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 64**, 18 dez, 2008. Disponível em: < http://ibd.com.br/Media/arquivo_digital/4c297318-e2cb-4784-aa22-f726260ce7e3.pdf>. Acesso em: 25 mar 2014.

MEDEIROS, D. C. de *et al.* Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.433-436, 2007.

MELO, G. W. B. de. *et al.* **Boas práticas na cultura do morangueiro**. Porto Alegre: Sebrae/RS, 2007. 32 p. (Série Agronegócios)

MELO, J. P. L.; OLIVEIRA, A. P. Produção de alho em função de diferentes níveis de água e de esterco bovino no solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, n.1, p.11-15, 1999.

MENDONZA, H. N. S. *et al.* Propriedades químicas e biológicas de solo de Tabuleiro cultivado com cana-de-açúcar com e sem queima da palhada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.24, p.201-207, 2000.

MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O. DA. Mudanças na fertilidade de um Neossolo Regolítico após seis anos de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p.251-257, 2008.

MEURER, E. J. Fundamentos da química do solo. Porto Alegre: **Genesis**, 2006, 285 p.

MEURER, E. J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. (editor). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: SBCS/UFV, p.281-298, 2006.

MONTEITH, J. L. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. **Journal of Applied Ecology**, v.9, p.747-766, 1972.

MORALES, R. G. F. *et al.* Produtividade do morangueiro em função da adubação orgânica complementar em cultivo protegido. **Ambiência**, v.8, n. 1, p. 23-33, 2012.

- MOTTA, D. **Pesquisa pode reduzir o uso de insumos químicos no cultivo de morango**, 2010, FAPERJ. Disponível em:< http://www.faperj.br/boletim_interna.phtml?obj_id=6450> Acesso em : 01 jan 2014.
- NARADISORN, M. *et al.* Effect of preharvest calcium application on grey mould development and postharvest quality in strawberries. In: Proceedings of the Fifth International Strawberry Symposium, Coolum Beach, Queensland, Australia, **Acta Horticulturae**, n. 708, 2006, p. 147-150.
- OLIVEIRA, A. P. *et al.* Uso de esterco bovino e húmus de minhoca na produção de repolho híbrido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.1, p.70-73, 2001.
- OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO W. B.; FINKENAUER D. Produção de morangueiro da cv. Camino Real em sistema de túnel, **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.3, p. 681-684, 2008.
- OTTO, R. F. *et al.* Cultivares de morango de dia neutro: produção em função de doses de nitrogênio durante o verão. **Hortic. Bras**, 2009, vol.27, n.2, pp. 217-221.
- PACHECO, D. D. *et al.* Nutrição mineral e adubação do morangueiro. **Informe Agropecuário**, v.28, n.3, p.40-49, 2007.
- PALHA, M. G. S.; ANDRADE, M. C. S.; SILVA, M. J. P. The effects os different types of plant production on strawberry yield and fruit quality. **Acta Horticulturae**, 567: 515-518, 2002.
- PALHA, M.(coord.) *et al.* **Manual do Morangueiro**. Edição PO AGRO DE&D n.º 193: Tecnologias de produção integrada no morangueiro visando a expansão da cultura e a reconquista do mercado. Lisboa, 2005, 137p.
- PALLAMIN. M. L de. *et al.* Avaliação da Produtividade de Nove Cultivares de Morango na Região de Bauru – SP. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.2, 2003. Suplemento. CD-ROM.
- PASSOS, F. A.; TRANI, P. E. Calagem e adubação do morangueiro. Campinas: **Instituto Agrônomo de Campinas**, Centro de Horticultura, 2013. 16 p.
- PAULUS, G.; MULLER, A. M.; BARCELLOS, L. A. R. **Agroecologia aplicada**: práticas e métodos para uma agricultura de bases ecológicas. Porto Alegre: Emater/RS, 2000. 86p.
- PELÁ, A. **Uso de plantas de cobertura em pré-safra e seus efeitos nas propriedades físicas do solo e na cultura do milho em plantio direto na região de Jaboticabal-SP**. 2002. 53 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2002.
- PENTEADO, S. R. **Adubação Orgânica - Compostos Orgânicos e biofertilizantes**. 2ª ed. Campinas: via Orgânica, 2007. 160p.

PIRES, R. C. de M. *et al.* Profundidade efetiva do sistema radicular do morangueiro sob diferentes coberturas do solo e níveis de água. **Pesq. Agropec.**, Brasília, v.35,n.4, p.793-799, 2000

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

PREZOTTI, L. C. Nutrição mineral do morangueiro. In: BALBINO, J. M. de S. (Ed.). **Tecnologias para produção, colheita e pós-colheita de morangueiro**. 2.ed. Vitória: Incaper, 2006. p.37-40.

PURQUERIO, L. F. V; TIVELLI, S. W. Manejo do ambiente em cultivo protegido. **Instituto Agrônômico IAC**, 2006. Disponível em: <
http://portais.ufg.br/uploads/68/original_ambiente_protegido.pdf > Acesso em: 18 jan. 2014.

RESENDE, J. T. V. de. *et al.* Produtividade e teor de sólidos solúveis de frutos de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 185-189, 2010.

RESENDE, M.; CURTI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia**: Base para distinção de ambientes. 5. Ed. Lavras: UFLA, 2007. 322p.

RICHARDSON, A. E. Prospects for using soil microorganisms to improve the acquisition of phosphorus by plants. **Australian journal of plant physiology**, Victoria, v.28, p. 897-906, 2001

RIOS S. de A. Melhoramento genético do morangueiro. **Informe Agropecuário: Morango: conquistando novas fronteiras**. Belo Horizonte: EPAMIG, v.28, n. 236, p. 14-19, 2007.

ROCHA, G. N.; GONÇALVES, J. L. M.; MOURA, I. M. Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com bio-sólido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.623-639, 2004.

ROCHA, A. **Cultivo do morango**: conheça mais sobre essa deliciosa hortaliça. Portal agropecuário, 2013. Disponível em:
<<http://www.portalagropecuario.com.br/agricultura/fruticultura/cultivo-do-morango-conheca-mais-sobre-essa-deliciosa-hortalica/>>. Acesso em: 14 jan 2014.

RONQUE, E. R. V. **Cultura do morangueiro**; revisão e pratica. Curitiba: Emater, 1998. 206p.

SAIED, A. S.; KEUTGEN, A. J.; NOGA, G. A influência da salinidade sobre o crescimento, produção e qualidade de frutos de cultivares de morango. 'Elsanta' e 'Korona. **Scientia Horticulturae**, v.103, p.289-303, 2005.

SAMPAIO, E. V. de S. B.; OLIVEIRA, N. M. B. de; NASCIMENTO, P. R. F. do. Eficiência da adubação orgânica com esterco bovino e com Egeria densa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.995-1002, 2007.

SANTANA, M. J. *et al.* Efeito da irrigação com água salina em um solo cultivado com o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 2, p. 443-450, 2003.

- SANTOS, A. F. dos. *et al.* Efeito residual da adubação orgânica sobre a produtividade de milho em sistema agroflorestal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p. 1267- 1272, 2010.
- SANTOS, A. M. dos; MEDEIROS, A. R. M. de *et al.* **Morango**; produção. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 81p.; (Frutas do Brasil, 40).
- SANTOS, A. P. G. **Influências de biofertilizantes nos teores foliares de macronutrientes, nas trocas gasosas, na produtividade e na pós-colheita da cultura do melão**. 2012. 94f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.
- SANTOS, F. G.; ESCOSTEGUY, P. A. V.; RODRIGUES, L. B. Qualidade de compostos de esterco de ave poedeira submetido a dois tipos de tratamento de compostagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p. 1101-1108, 2010.
- SANTOS, H. G dos **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353p. il.
- SANTOS, J. F. *et al.* Produção de batata-doce adubada com esterco bovino em solo com baixo teor de matéria orgânica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.1, p.103-106, 2006.
- SANTOS, L. L.; SEABRA JUNIOR, S.; NUNES, M. C. M. e Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.8, n.1, p.83- 93, 2010.
- SANTOS, M. R. dos. *et al.* Rendimento, qualidade e absorção de nutrientes pelos frutos de abóbora em função de doses de biofertilizante. **Horticultura brasileira**, v. 30, n. 1, p. 160-167, 2012.
- SANTOS, P. E. T dos **Sistema de produção do morango**. Embrapa 2005. Disponível em:<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/cap02.htm/>>. Acesso em: 12 jan 2014.
- SCHNEIDER, R. P. *et al.* Produtividade e qualidade de morangueiros submetidos ao sombreamento no Oeste do Paraná. **Cascavel**, v.6, n. 2, p.56-66, 2013.
- SCHUNCH, S. M. L; BARROS, I. B. I Caracterização agrônômica de cultivares de morangueiro na região da Depressão Central no RS, **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, porto alegre, v.16, n.1 e 2, p.59-65, 2010.
- SEVERO, F. D. *et al.* **Consumo hídrico do morangueiro cultivado em ambiente protegido**. CD do congresso de Iniciação Científica – UFPel, 2006.
- SILVA, A. F. *et al.* **Preparo e uso de biofertilizantes líquidos**, Petrolina, PE, 2007, 4 p. (comunicado técnico).

SILVA, A. F.; DIAS, M. S. C.; MARO, L. A. C. Botânica e Fisiologia do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 7-13, 2007.

SILVA, D. F. da *et al.* Qualidade das frutas de 5 cultivares de morango, produzidas no oeste do Paraná quanto as características químicas dos frutos. **Palestras e resumos. / VI Simpósio Nacional do Morango; V Encontro Sobre Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul**. Brasília, DF: Embrapa, 2012a, 231 p.

SILVA, E. G. *et al.* Qualidade de mudas de tomateiro com aplicação de biofertilizantes. **Cascavel**, v. 4, n. 1, p. 132-139, 2011.

SILVA, F. A. M. *et al.* Efeito do estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) cultivadas em solução nutritiva. *Cerne*, v. 6, n. 1, p. 52-59, 2000.

SILVA, J. B. G. *et al.* Avaliação da condutividade elétrica e ph da solução do solo em uma área fertirrigada com água residuária de bovinocultura de leite. **Irriga**, Edição Especial, p. 250 - 263, 2012b.

SOLER; PALAU A climatização de estufas. Fichas técnicas – Soler & Palau – soluciones innovadoras. Disponível em: < http://www.solerpalau.pt/formacion_01_39.html > Acesso em: 01 jan 2014.

SOUZA, J. L. de; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**, 2 ed. Viçosa: editora Aprenda Fácil, 2011. 843 p

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

STRASSBURGER, A. S. *et al.* Dinâmica de crescimento da abobrinha italiana em duas estações de cultivo. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 283-289, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 954p.

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

TIESSSEN, H.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. Organic matter turnover and management in low input agriculture of NE Brazil. **Nutrient Cycling in groecosystems**, v.61, p.99-103, 2001

TIMM, L. C. *et al.* **Morangueiro Irrigado**: aspectos técnicos e ambientais do cultivo. Pelotas, 2009. 163p.

TRANI, P. E. **Calagem e adubação para hortaliças sob cultivo protegido**, Instituto Agrônomo de Campinas:Campinas, 2012, 34p.

TUBELIS, A. ; NASCIMENTO, F. J. L **Meteorologia Descritiva**:Fundamentos e Aplicações Brasileiras. São Paulo: Nobel, 1992, 373p.

UENO, B. **Manejo integrado de doenças do morango**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2. Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p.69-77.

VAREJÃO-SILVA, M. A., 2006 Meteorologia e Climatologia. Recife, Versão Digital 2006. Disponível em:
<http://www.agritempo.gov.br/publish/publicacoes/livros/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf > Acesso em : 10 fev 2014.

VIANA, T. V. de A. Trocas gasosas e teores foliares de NPK em meloeiro adubado com biofertilizantes, **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.8, n.4, p.595-601, 2013.

VIGNOLO, G. K *et al.* Produção de morangos a partir de fertilizantes alternativos em pré-plantio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.10, p.1755-1761, 2011.

VIZZOTTO, M *et al.* . **Palestras e resumos. / VI Simpósio Nacional do Morango; V Encontro Sobre Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 231p.

WEINGÄRTNER, M. A.; ALDRIGHI, C. F. S.; PERERA, A. F. **Práticas Agroecológicas, Caldas e Biofertilizantes**, Pelotas, RS, 2006, 24p. (Cartilha).

WIEN, H. C. Lettuce. In: WIEN, H. C. **The physiology of vegetable crops**. Nova Iorque: Cab International, 1997.