



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

FRANCISCO ALDIEL LIMA

CULTIVO DE MORANGO EM AMBIENTE TIPO TELADO, SOB MANEJOS
DIFERENCIADOS DE IRRIGAÇÃO E DE FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA, NAS
CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DE FORTALEZA, CEARÁ

FORTALEZA

2014

FRANCISCO ALDIEL LIMA

CULTIVO DE MORANGO EM AMBIENTE TIPO TELADO, SOB MANEJOS
DIFERENCIADOS DE IRRIGAÇÃO E DE FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA, NAS
CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DE FORTALEZA, CEARÁ

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

Orientador: Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana.

FORTALEZA

2014

FRANCISCO ALDIEL LIMA

CULTIVO DE MORANGO EM AMBIENTE TIPO TELADO, SOB MANEJOS
DIFERENCIADOS DE IRRIGAÇÃO E DE FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA, NAS
CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DE FORTALEZA, CEARÁ

Dissertação de mestrado apresentada ao
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.

Aprovado em: ____/____/____

Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana. (Orientador)

Universidade Federal do Ceará - UFC

Dr. Geocleber Gomes de Sousa (Co- orientador)

Pesquisador – PNPd/CAPES/ UFC

Prof. Dr. Solerne Caminha Costa

Instituto Federal do Ceará - IFCE

Prof. Dr. José Aglodualdo Holanda Cavalcante Júnior

Instituto Federal do Ceará - IFCE

Aos meus pais pelo incentivo e dedicação por todos esses anos.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Vicente Ferreira Lima e Maria Eunice Lima, pelo esforço de tantos anos para me oferecerem uma boa educação. Grato por sempre acreditarem em mim.

Ao meu orientador Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana, pela orientação e confiança no meu trabalho.

Ao Dr. Geocleber Gomes de Sousa, por ser sempre prestativo no desenvolvimento deste e de outros trabalhos.

Aos conselheiros Prof. Dr. Solerne Caminha Costa e Prof. Dr. José Aglodualdo Holanda Cavalcante Júnior pelos conselhos e contribuições para melhorias no trabalho.

Aos professores que compõem o Programa de Pós-Graduação em Engenharia agrícola da Universidade Federal do Ceará.

Ao produtor Juca Ribeiro, Estivas - MG. Por ter sido prestativo e colaborado com o envio das mudas de morangueiro.

A minha querida Winnie Cezario Fernandes, por fazer parte da minha vida e sempre me apoiar. Muito obrigado por sua dedicação e carinho. Sou muito feliz e grato por você ser essa mulher especial na minha vida.

Aos bolsistas e amigos da Estação de Agrometeorologia (André Henrique, Christlene Nojosa, Carlos Newdmar, Bruno Mesquita, Luiz Alves e tantos outros). Em especial agradeço ao Fabrício Martins, Amanda Freitas, Japinha, Thiago Mesquita, Mário, Luciano, Jardelson, Elisângela, Mailson, Leila Neves, Ednângelo, Eder de Oliveira, Carlos Henrique que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos da faculdade Fellype Rodrigo, Eder de Oliveira, Krishna Ribeiro, Laíse Ferreira, Ariadne Mendonça, Reivany Eduardo, Breno Leonan, Darlan Braga, Donavan, Emília Araújo, Diego Ramiro, Raul Montes, Karla Batista, Gislaine e a todos que fizeram parte da minha vida acadêmica.

Ao amigo Cesar Sales, que me ajudou a ingressar na faculdade, serei sempre grato.

RESUMO

O fruto do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é apreciado no mundo inteiro, sendo o plantio realizado em diversas regiões, fato esse que ocorre pela existência de cultivares adaptadas a diferentes climas. Porém na região Nordeste há um grande desafio aos produtores e pesquisadores, devido principalmente às temperaturas e evapotranspirações elevadas e a baixa pluviosidade. Outro desafio é a busca por uma agricultura menos dependente de insumos minerais. Os biofertilizantes apresentam-se como uma importante ferramenta para a produção vegetal, sendo gerados a partir de produtos naturais obtidos da fermentação de materiais orgânicos. Em consequência, o objetivo deste trabalho foi de avaliar os efeitos de lâminas de irrigação e doses de biofertilizante bovino de fermentação anaeróbica, sob ambiente protegido do tipo telado, nas condições climáticas de Fortaleza, Ceará. Para isso, o experimento foi conduzido na Estação Agrometeorológica da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza, no período de setembro a dezembro de 2012, sob ambiente protegido do tipo telado. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, em que as lâminas de irrigação foram aplicadas via gotejamento (equivalentes a 33,3; 66,6; 100; 133,3; 166,6 % da evaporação medida no tanque classe A, ECA), constituindo as parcelas. As quatro doses de biofertilizante bovino (125; 250; 375 e 500 ml semana⁻¹ planta⁻¹) foram as subparcelas, com quatro repetições. Foram avaliadas as trocas gasosas (fotossíntese, condutância estomática, transpiração e concentração interna de CO₂; aos 40 e 110 DAT), a biomassa (matéria seca da raiz, da parte aérea e total), as variáveis de colheita (diâmetro, comprimento, número, massa média dos frutos e produtividade) e de pós-colheita (sólido solúveis totais, pH, acidez titulável e relação sólido solúveis/acidez titulável). A dose de 375 mL semana⁻¹ planta⁻¹ apresenta-se como a melhor dosagem para a cultura do morangueiro no litoral cearense. As funções geradas para a maioria das variáveis em função das lâminas de irrigação foram polinomiais quadráticas, sendo as lâminas ótimas próximas a 100% da ECA. A lâmina de irrigação equivalente a 126,92% da ECA e a dose de biofertilizante de 375 mL semana⁻¹ planta⁻¹ proporciona o maior desenvolvimento da biomassa. Recomenda-se para uma máxima produção, uma lâmina de irrigação equivalente a 101,35% da ECA e uma dose de biofertilizante de 375 mL semana⁻¹ planta⁻¹.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa* Duch. Insumo orgânico. Estresse hídrico.

ABSTRACT

The fruit of the strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) Is enjoyed all over the world, with planting accomplished in several regions, a fact that occurs the existence of cultivars adapted to different climates. But in the Northeast there is a big challenge for producers and researchers, mainly due to high temperatures and evapotranspiration and low rainfall. Another challenge is the search for a less dependent on mineral inputs agriculture. Biofertilizers are presented as an important tool for crop production, being generated from natural product obtained from the fermentation of organic materials. In consequence, the aim of this study was to evaluate the effects of irrigation and levels of bovine biofertilizer anaerobic fermentation under protected environment of the screenhouse type, in the climatic conditions in Fortaleza, Ceará. For this, the experiment was conducted in weather station at the Federal University of Ceará, Fortaleza, from August to December 2012, protected under the greenhouse type environment. Experimental design was a randomized complete block in a split-plot design in that the irrigation was applied through drip (equivalent to 33.3, 66.6, 100, 133.3, 166.6% of class A evaporation measured in tank, ECA), constituted the main plots. The four levels of cattle biofertilizer (125, 250, 375 and 500 ml plant⁻¹ week⁻¹) were the subplots with four replications. Were evaluated gas exchange (photosynthesis, stomatal conductance, transpiration, and internal CO₂ concentration; at 40 and 110 DAT), the biomass (dry matter of the roots, shoot and total), the variables of harvest (diameter, length, number, average fruit weight and yield) and postharvest (total soluble solid, pH, titratable acidity and soluble solid ratio / acidity). The dose of 375 mL plant⁻¹ week⁻¹ is presented as the best dosage for strawberry culture in Ceará. The functions generated for most variables depending on irrigation were quadratic polynomial, with the best irrigation depths near in the 100% of ECA. The irrigation depths equivalent to 126.92% of ECA and bovine biofertilizer dose of 375 mL plant⁻¹ week⁻¹, provides further development of biomass. It is recommended for maximum production a irrigation depths equivalent to 101.35% of ECA and a bovine biofertilizer dose of 375 mL plant⁻¹ week⁻¹.

Keywords: *Fragaria x ananassa* Duch. Organic inputs. Water stress.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Parte interna do telado com tela termo refletora (A) e linha de nebulizadores (B).....	24
Figura 2 - Mudanças antes do transplante (A) e no vaso após o transplante (B).....	25
Figura 3 - Tensiômetros instalados nos vasos com morangueiro (A); leitura da tensão (B).....	26
Figura 4 - Processo de fermentação anaeróbia do biofertilizante.....	27
Figura 5 - Leituras das trocas gasosas utilizando o analisador de gases infravermelhos portátil (IRGA) (A) em folhas completamente expandidas (B) do morangueiro.....	30
Figura 6 - Medição do comprimento do fruto (A) e diâmetro do fruto (B) do morangueiro utilizando um paquímetro digital.....	31
Figura 7 - Refratômetro digital utilizado para medição de sólidos solúveis dos frutos do morangueiro.....	32
Figura 8 - Valores médios mensais de temperatura (A) e umidade relativa (B), ao longo do dia, coletados dentro do ambiente protegido	33
Figura 9 - Flores abortadas de morangueiro.....	34
Figura 10 - Taxa fotossintética do morangueiro, aos 40 DAT, em função das interações lâminas de irrigação e doses de biofertilizante (125 mL (A); 250 mL (B); 375 mL (C); 500 mL semana ⁻¹ (D)).....	37
Figura 11 - Taxa fotossintética do morangueiro, aos 110 DAT, em função das interações lâminas de irrigação e doses de biofertilizante (125 mL (A); 250 mL (B); 375 mL (C); 500 mL semana ⁻¹ (D)).....	39
Figura 12 - Condutância estomática do morangueiro, aos 40 DAT, em função das lâminas de irrigação (A) e das doses de biofertilizante (B).....	40
Figura 13 - Condutância estomática do morangueiro, aos 110 DAT, em função das interações lâminas de irrigação e doses de biofertilizantes (125 mL (A); 250 mL (B); 375 mL (C); 500 mL semana ⁻¹ (D)).....	42
Figura 14 - Transpiração do morangueiro, aos 110 DAT, em função das lâminas de irrigação (A) e das doses de biofertilizante (B).....	43
Figura 15 - Matéria seca da raiz do morangueiro em função das interações lâminas de irrigação e doses de biofertilizante bovino (125 mL (A); 250 mL (B); 375	

	mL (C); 500 mL semana ⁻¹ (D)).....	45
Figura 16 -	Matéria seca da parte aérea do morangueiro em função das interações lâminas de irrigação e doses de biofertilizante bovino (125 mL (A); 250 mL (B); 375 mL (C); 500 mL semana ⁻¹ (D)).....	46
Figura 17 -	Matéria seca total do morangueiro em função das interações lâminas de irrigação e doses de biofertilizante bovino (125 mL (A); 250 mL (B); 375 mL (C); 500 mL semana ⁻¹ (D)).....	47
Figura 18 -	Diâmetro dos frutos do morangueiro em função das doses de biofertilizantes.....	49
Figura 19 -	Comprimento dos frutos do morangueiro em função das lâminas de irrigação.....	50
Figura 20 -	Efeitos das lâminas no comprimento do fruto do morangueiro.....	51
Figura 21 -	Número de frutos do morangueiro em função das interações lâminas de irrigação e doses de biofertilizante bovino (125 mL (A); 250 mL (B); 375 mL(C); 500 mL semana ⁻¹ (D)).....	51
Figura 22 -	Massa média dos frutos do morangueiro (g) em função das lâminas de irrigação.....	53
Figura 23 -	Produtividade do morangueiro (t ha ⁻¹) em função das interações lâminas de irrigação e doses de biofertilizante bovino (125 mL (A); 250 mL (B); 375 mL(C); 500 mL semana ⁻¹ (D)).....	54
Figura 24 -	Sólidos solúveis totais em função das lâminas de irrigação (A) e das doses de biofertilizante (B).....	56
Figura 25 -	Valores de pH em função das lâminas de irrigação (A) e das doses de biofertilizante (B).....	57
Figura 26 -	Acidez total titulável em função das interações lâminas de irrigação e doses de biofertilizante bovino (125 mL (A); 250 mL (B); 375 mL(C); 500 mL semana ⁻¹ (D)).....	59
Figura 27 -	Relação SS/AT em função das interações lâminas de irrigação e doses de biofertilizante bovino (125 mL (A); 250 mL (B); 3750 mL(C); 500 mL semana ⁻¹ (D)).....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado da análise química do substrato utilizado no morango antes da aplicação dos tratamentos.....	24
Tabela 2 - Arranjo de gotejadores para possibilitar a aplicação das lâminas de irrigação nos diferentes tratamentos no mesmo tempo de irrigação.....	27
Tabela 3 - Composição de macro e micronutrientes essenciais na matéria seca do biofertilizante bovino de fermentação anaeróbica.....	28
Tabela 4 - Estimativa do fornecimento de nutrientes pelo substrato e necessidades de complementação nutricional.....	28
Tabela 5 - Estimativa do total de nutrientes fornecidos a partir da aplicação dos biofertilizante, nas diferentes doses.....	29
Tabela 6 - Estimativa do total de nutrientes fornecidos ao morangueiro.....	29
Tabela 7 - Lâminas totais aplicadas por tratamento.....	35
Tabela 8 - Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, da fotossíntese (A), condutância estomática (gs), transpiração (E) e concentração interna do CO ₂ (C _i), da cultura do morangueiro aos 40 dias após o transplantio.....	36
Tabela 9 - Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos valores médios de fotossíntese (A), condutância (gs), transpiração (E) e concentração interna do CO ₂ (C _i), da cultura do morangueiro aos 110 dias após o transplantio.....	37
Tabela 10 - Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos valores médios de biomassa do morangueiro.....	44
Tabela 11 - Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos valores médios de diâmetro dos frutos (DF), comprimento dos frutos (CF), número de frutos por planta (NF), massa média dos frutos (MF) e produtividade (Prod.) do morangueiro.....	49
Tabela 12 - Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos valores médios de sólidos solúveis totais (SS), pH, acidez titulável total (AT) e relação SS/AT dos frutos do morangueiro.....	55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	Cultura do morangueiro	15
<i>2.1.1</i>	<i>Botânica</i>	15
<i>2.1.2</i>	<i>Origem e produção</i>	16
<i>2.1.3</i>	<i>Cultivar</i>	17
<i>2.1.4</i>	<i>Adubação do morangueiro</i>	17
<i>2.1.5</i>	<i>Fatores climáticos</i>	17
<i>2.1.6</i>	<i>Cultivo do morango em ambiente protegido</i>	18
2.2	Manejo da irrigação	19
2.3	Biofertilizante	20
3	METODOLOGIA	23
3.1	Localização e clima da região	23
3.2	Delineamento experimental	23
3.3	Área experimental	23
3.4	Enchimento dos vasos	24
3.5	Transplântio das mudas	25
3.6	Manejo da irrigação	25
3.7	Preparo e manejo do biofertilizante	27
3.8	Tratos culturais	29
3.9	Colheita	29
3.10	Variáveis analisadas	30
<i>3.10.1</i>	<i>Trocas gasosas</i>	30
<i>3.10.2</i>	<i>Biomassa</i>	30
<i>3.10.3</i>	<i>Variáveis de colheita</i>	31
<i>3.10.4</i>	<i>Variáveis de pós-colheita</i>	31
<i>3.10.5</i>	<i>Análise estatística</i>	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
4.1	Condições ambientais	33
4.2	Trocas gasosas	36
<i>4.2.1</i>	<i>Fotossíntese</i>	37
<i>4.2.2</i>	<i>Condutância estomática</i>	40

4.2.3	<i>Transpiração</i>	43
4.3	Biomassa	44
4.4	Variáveis de colheita	48
4.4.1	<i>Diâmetro do fruto</i>	49
4.4.2	<i>Comprimento do fruto</i>	50
4.4.3	<i>Número de frutos</i>	51
4.4.4	<i>Massa média dos frutos</i>	52
4.4.5	<i>Produtividade</i>	53
4.5	Variáveis de pós-colheita	55
4.5.1	<i>Sólidos solúveis</i>	55
4.5.2	<i>pH</i>	57
4.5.3	<i>Acidez total titulável</i>	58
4.5.4	<i>Relação SS/AT</i>	60
5	CONCLUSÕES	62
	REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

O morangueiro é uma planta de porte herbáceo pertencente à família das Rosáceas e ao gênero *Fragaria*. A espécie botânica cultivada atualmente é a *Fragaria ananassa* Duch., um híbrido interespecífico resultante de cruzamentos de *F. chiloensis* e *F. virginiana*.

Apreciado no mundo inteiro, seu cultivo é estimado em cerca de 3,1 milhões de toneladas, sendo o plantio realizado em diversas regiões, fato esse que ocorre pela existência de cultivares adaptadas a diferentes climas. É uma espécie que se destaca entre as pequenas frutas, pelo aspecto atraente e sabor agradável sendo consumida *in natura* ou industrializada.

O morango pode ser cultivado de forma convencional, orgânico ou hidropônico, no campo ou em ambiente protegido. É uma cultura de risco que exige cuidados no plantio e necessita de elevado uso de tecnologia para a obtenção de boa rentabilidade.

No Brasil, o desenvolvimento da cultura ocorreu a partir dos anos 60 através de estudos de melhoramento genético, o que gerou cultivares resistentes e com maiores produtividades. Apresenta grande expressão econômica para produtores brasileiros, tendo como destaque os estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, São Paulo e Paraná. No estado do Ceará, os agricultores da Serra da Ibiapaba vêm cultivando com êxito as cultivares ‘Oso Grande’ e Verão.

No entanto, há um grande desafio aos produtores e pesquisadores para o plantio do morangueiro na região Nordeste, devido principalmente às temperaturas elevadas e a baixa pluviosidade. Sob essas condições, a irrigação torna-se uma prática indispensável para o alcance de níveis satisfatórios de produtividade e de qualidade dos frutos. Salienta-se ainda que o sistema de irrigação localizado via gotejamento é amplamente utilizado no cultivo do morangueiro, proporcionando menores perdas evaporativas, maior eficiência no uso da água e menor incidência de doenças, pela redução do molhamento das folhas.

A determinação do consumo de água de uma cultura é necessária para o monitoramento de suas necessidades hídricas durante seu ciclo. A quantificação adequada da lâmina de irrigação aplicada é importante para evitar tanto o excesso quanto o déficit hídrico, os quais são prejudiciais ao crescimento, às trocas gasosas e a produtividade das plantas.

A produção de alimentos livres de resíduos químicos (fertilizantes, inseticidas, fungicidas) tem aumentado nos últimos anos devido à maior exigência do mercado consumidor. Além de proporcionar alimentos de qualidade e saudáveis, essas reduções são importantes ao equilíbrio biológico já que diminuem a contaminação de solos e rios.

O biofertilizante é um adubo orgânico líquido produzido em meio aeróbio ou anaeróbio a partir de uma mistura de material orgânico (esterco) e água. Possui em sua composição nutrientes necessários para o desenvolvimento das culturas, reduz a utilização de produtos químicos gerando economia de insumos e melhorias nos atributos físicos e biológicos do solo.

Dessa forma, faz-se necessário avaliar os efeitos de lâminas de irrigação e de doses de biofertilizante bovino no cultivo do morango, sob ambiente protegido do tipo telado, nas condições climáticas de Fortaleza, Ceará.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do morangueiro

2.1.1 Botânica

O morangueiro pertence à família Rosaceae, ao gênero *Fragaria* sendo à espécie *Fragaria ananassa*, Duch. É uma planta de porte herbáceo que atingem até 30 cm de altura. É cultivada como anual, principalmente por questões sanitárias e fisiológicas, porém trata-se de uma cultura de ciclo perene (RONQUE, 1998).

Apresenta um sistema radicular composto por raízes adventícias e fasciculadas, onde grande parte das raízes encontra-se nos primeiros 20 cm de profundidade (PALHA *et al.*, 2005). Devido a essa proximidade com a superfície, a área de cultivo deve ser mantida limpa de plantas daninhas e protegida por cobertura morta (MARTINS *et al.*, 2009).

O caule é um rizoma estolhoso, curto, com formato cilíndrico e retorcido que se ramifica e do qual emergem em roseta as folhas trifoliadas. A taxa de emergência das folhas depende fundamentalmente da temperatura, sendo maior na primavera e no verão (PALHA *et al.*, 2005). A propagação do morangueiro é realizada por estolhos, gerados da planta mãe em condições de fotoperíodo longo e de temperatura elevada (COCCO *et al.*, 2010).

Segundo Sanhueza *et al.* (2005), as folhas do morangueiro apresentam entre 300 e 400 estômatos mm². Esta característica faz com que a cultura seja muito sensível à falta de água, a baixa umidade relativa, a temperatura alta, a intensidade e duração da luz.

Conforme Calvete *et al.* (2012), as inflorescências possuem número variável de flores, sendo formadas a partir das gemas existentes nas axilas das folhas. As flores são geralmente hermafroditas, pseudo-hermafroditas ou imperfeitas (unissexuais).

Os frutos desenvolvem-se a partir de carpelos soltos de uma mesma flor (BARROSO *et al.*, 1999). Os frutos verdadeiros são do tipo aquênio minúsculos de coloração vermelha, duros e superficiais. A parte carnosa e doce, de formato e sabor variáveis, na verdade é o receptáculo floral (SILVA *et al.*, 2007). São classificados como frutos não climatério e muito perecíveis, portanto as perdas pós-colheita podem alcançar níveis elevados, caso não sejam utilizadas técnicas corretas de colheita e de pós-colheita. Estas perdas podem ser de caráter quantitativo e/ou qualitativo, as quais poderão influenciar no sabor do fruto (CANTILLANO, 2005).

2.1.2 Origem e produção

O morango é originário da América do Norte e do Chile, porém seu consumo ocorre em diversos países principalmente pela qualidade nutritiva e pelo sabor, podendo ser consumido *in natura* ou utilizado em processamentos industriais (REICHERT; MADAIL, 2003). Segundo dados da FAO (2012) os Estados Unidos apresentam-se como o maior produtor mundial seguido por México, Turquia, Espanha e Egito.

No Brasil, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) foi responsável pelo desenvolvimento do melhoramento genético do morangueiro, iniciado em 1941. Ao final da década de 60 houve um aumento significativo na produção, em função dos novos clones e das técnicas de produção de matrizes isentas de vírus. Nessa mesma época, segundo Castro (2004), foi lançada a cultivar Campinas, considerada um marco para o desenvolvimento do morango no país.

A produção Brasileira de 2.800 toneladas está distribuída entre os estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Espírito Santo, Rio de Janeiro e Distrito Federal, em uma área correspondente a 370 ha, considerada pequena em relação a outros países da América do Sul, como Argentina (950 ha) e Chile (1.546 ha) (CALVETE *et al.*, 2012).

Dentre os principais fatores para o desenvolvimento e a exploração da cultura do morangueiro no Brasil, Reichert e Madail (2003) destacam a alta rentabilidade do morango quando comparada a de outras culturas, sendo importante para a fixação do homem no campo e para a geração de emprego rural, além do fornecimento regular de matrizes básicas livres de enfermidades para a produção em viveiros (SANTOS; MEDEIROS, 2003).

De acordo com Calvete *et al.* (2012), o morango pode ser produzido tanto em regiões frias quanto em regiões de climas tropicais e subtropicais. Esse fato ocorre devido ao desenvolvimento de cultivares com diferentes graus de adaptação ecológica ou diferentes fotoperíodos e diferentes sistemas de manejo. Além disso, a produção caracteriza-se por gerar empregos diretos e indiretos, sendo considerada uma cultura típica da agricultura familiar.

No estado do Ceará, a produção se concentra na Serra da Ibiapaba com um destaque maior para a cidade de São Benedito. Os frutos produzidos nessa região abastecem os estados do Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte e Paraíba (CEARÁ, 2011).

2.1.3 Cultivar

As cultivares são classificadas em função da resposta da planta ao fotoperíodo, podendo ser de dias curtos, longos ou neutros. Segundo Wrege *et al.* (2007), as cultivares de dias longos não são utilizadas no Brasil.

A cultivar ‘Oso Grande’ é classificada como de dias curtos e de grande adaptabilidade; planta vigorosa, com folhas grandes e de coloração verde escura; ciclo mediano e elevada capacidade produtiva. Frutos de tamanho grande, polpa de textura firme no início da produção e mediana no final da colheita, de coloração vermelha clara e aromática; epiderme vermelha clara; sabor subácido. É tolerante ao mofo cinzento (*Botrytis cinerea*) e susceptível à mancha de micosphaerela (*Mycosphaerella fragariae*) e à antracnose (*Colletotrichum fragariae* e *Colletotrichum acutatum*) (SANTOS, 2005).

2.1.4 Adubação do morangueiro

A ampla distribuição geográfica da cultura implica em variações edafoclimáticas que influem em problemas de fertilidade do solo e no comportamento vegetativo e reprodutivo (SANTOS; MEDEIROS, 2003).

Portanto, a adubação do morangueiro torna-se uma das principais práticas responsáveis pelo aumento da produtividade, da qualidade e da conservação pós-colheita. Segundo Filgueira (2003), aplicações de nitrogênio e de fósforo elevam, significativamente, a produtividade do morangueiro. Já o potássio é o macronutriente que mais favorece o aprimoramento na qualidade do morango. Filho, Santos e Creste (1999) afirmam que o potássio favorece o aumento de teores de sólidos solúveis totais, ácido ascórbico e melhora o aroma, o sabor, a cor e a firmeza dos frutos.

2.1.5 Fatores climáticos

Os fatores temperatura e fotoperíodo, bem como a interação dos mesmos, influenciam no comportamento fisiológico da cultura. A temperatura influencia na qualidade dos frutos, enquanto que o fotoperíodo pode influenciar nas estruturas vegetativas e reprodutiva da cultura (SANTOS; MEDEIROS; HERTER, 2003).

No Brasil, a cultura do morangueiro tem se concentrado em regiões serranas típicas de clima temperado e próximas de grandes centros metropolitanos por questões de logística e comercialização. Existem poucas experiências que sejam referências para exploração em novas áreas. Desse modo, a definição de métodos de estimativa de riscos e potencialidades para essa cultura apresenta-se como uma oportunidade e alternativa de diversificação das atividades na pequena propriedade rural. Por outro lado, essa é uma cadeia de produção que requer elevado grau de tecnificação do produtor, pois o nicho de mercado para comercialização é exigente quanto à qualidade visual (tamanho, forma e coloração), organoléptica (aroma, sabor e acidez) e sanitária dos frutos (ALMEIDA *et al.*, 2009).

2.1.6 Cultivo do morango em ambiente protegido

A tecnologia do cultivo protegido tem a finalidade de buscar respostas ao desafio de produzir alimentos de maneira competitiva e sustentável, elevando a produtividade e a qualidade dos produtos, aumentando a lucratividade com um mínimo de impacto ao meio ambiente, e diminuindo os riscos do setor agrícola. Isto se deve ao fato de que, no cultivo em campo, a lavoura está exposta a todo o momento às variações do ambiente (DAREZZO *et al.*, 2004).

As técnicas de manejo, em ambiente protegido, consistem basicamente em ajustar as culturas ao ambiente, por meio de práticas como a determinação de época de cultivo, a eficiência de uso de água e a busca de resistência a fatores adversos como ventos, excessos ou escassez de chuvas e outros (CALVETE *et al.*, 2012).

De acordo com Pires *et al.* (2007), a cultura é afetada por interações de diversos fatores, tais como cobertura do solo, manejo de irrigações e ambiente de cultivo, nos quais influenciam no desenvolvimento, na sanidade e na produção. Nesse contexto, a produção de morango em ambiente protegido proporciona um maior controle dos rigores climáticos e fitossanitários.

A utilização de cultivo protegido em morangueiro visa prolongar o período de colheita, além de fornecer proteção aos frutos (ANTUNES; DUARTE FILHO, 2005). Estudos realizados por Duarte Filho, Antunes e Pádua (2004) mostraram que o cultivo protegido favoreceu a precocidade de diferentes cultivares (Campinas, Cigaline, Cireine, Cidaly e Cigoulette). Já Calvete, Cecchetti e Bordignon (2003), testando nove cultivares de morangueiro em ambiente protegido, na Região de Passo Fundo/RS, verificaram melhor

adaptação das cultivares ‘Tudla’ e ‘Oso Grande’, que apresentaram produtividade de 44 t ha⁻¹ e 31 t ha⁻¹, respectivamente e frutos de melhor qualidade.

2.2 Manejo da irrigação

O morangueiro é altamente exigente em relação à disponibilidade hídrica, daí a necessidade da irrigação principalmente em regiões onde os regimes de chuva podem não serem suficientes ou não apresentarem uma distribuição adequada (STRASSBURGER *et al.*, 2009). Segundo Carvalho (2006), a cultura do morango necessita de 900 a 1100 mm durante o ciclo de cultivo.

Conforme Espindula Neto (2002), no Brasil a grande maioria dos irrigantes não adota qualquer estratégia de uso e manejo racional da água de irrigação. Segundo Albuquerque *et al.* (2008), este manejo pode ser realizado através das variáveis planta, solo e clima, ou da combinação desses.

Diversos trabalhos vêm sendo conduzidos para estabelecer técnicas de manejo da irrigação, alguns deles em função da lâmina evaporada no tanque classe A, ou do valor do potencial matricial limite (MARTINS *et al.*, 2004).

O tanque Classe “A” fornece uma medida do efeito integrado da radiação, do vento, da temperatura e da umidade relativa do ar sobre a evaporação de uma superfície livre de água. De um modo similar, as plantas têm a mesma resposta a essas variáveis climáticas, mas muitos fatores podem produzir efeitos diferentes na perda de água pela cultura (ALBUQUERQUE *et al.*, 2008).

Em estudo realizado por Fernandes, Corá e Araújo (2004), utilizando um tanque classe “A” dentro e fora de um ambiente protegido, constataram-se menores perdas evaporativas dentro do ambiente protegido, principalmente pela redução da radiação solar e dos ventos. Farias, Bergamaschi e Martins (1994) detectaram reduções de 46% da evapotranspiração dentro do ambiente protegido. Já Rezende *et al.* (2004), utilizando um tanque reduzido dentro de uma casa de vegetação, observaram uma redução de 43% da evaporação em comparação a estação meteorológica.

Aragão *et al.* (2012), avaliando diferentes lâminas de água em função da evaporação medida no tanque classe “A” (ECA) em ambiente protegido, verificaram uma tendência de aumento na produção de frutos de pimentão com o aumento na lâmina de água, sendo que a maior produtividade foi observada para o tratamento onde se aplicou a maior lâmina de irrigação.

Resultados semelhantes ao encontrado por Silva e Queiroz (2013) com cultura da alface no estado da Bahia, no qual a reposição de 140% da ECA proporcionou maior rendimento produtivo. Já Cuppini, Zotti e Leite (2010) observaram que a lâmina equivalente a 50% da ECA proporcionou a melhor eficiência no uso de água para a mesma cultura, porém, no estado do Rio Grande do Sul.

Em algumas regiões, a quantidade de água disponível para a irrigação é um fator limitante à expansão da área irrigada, sendo necessário implementar práticas que permitam a racionalização da quantidade de água à cultura. Aplicações insuficientes ou excessivas resultam em perdas ou em prejuízos consideráveis para as plantas e o solo, diminuindo a eficiência de uso da água de irrigação (REIS *et al.*, 2005). Oliveira *et al.* (2011), em estudos realizados com diferentes lâminas de irrigação na cultura do feijão-caupi, observaram que o estresse hídrico promove a redução na produtividade da cultura independente da dose de adubação utilizada.

Para o morango recomenda-se que a disponibilidade de água não seja reduzida em mais do que 35% dos valores ideais recomendados, mesmo em regiões ou em períodos de baixa evapotranspiração, enquanto que para regiões onde a E_{To} for superior a 5 mm dia^{-1} essa redução não poderá ser maior do que 20% (COSTA; COELHO; COELHO FILHO, 2007).

Pires *et al.* (2007), analisando o efeito de diferentes níveis de água na cultura do morangueiro, observaram maiores produções de frutos comerciáveis, número de frutos e peso médio dos frutos para os níveis de 10 e 35 kPa, em ambiente protegido. Já Teireira *et al.* (2013) afirmam que a tensão de água em torno de 15 kPa na profundidade de 0,15 m proporciona maiores valores de massa fresca total, de número de frutos por planta e de produtividade total e comercial. Para Costa (2011), a máxima produtividade comercial do morangueiro ($19,21 \text{ t ha}^{-1}$) ocorre quando a tensão no solo é de 22 kPa.

2.3 Biofertilizante

A produção agrícola gera uma diversidade de resíduos, os quais na sua grande maioria de origem orgânica, capazes de serem reutilizados como adubo orgânico. É uma importante alternativa aos fertilizantes minerais que são oriundos de fontes escassas e de elevado custo para aquisição, além disso, a reutilização desses resíduos promove a reciclagem de nutrientes (SCHUMACHER *et al.*, 2001).

O adubo orgânico beneficia o solo melhorando as características físicas do solo e capacidade de retenção de água, além de promover uma ação benéfica sobre os organismos do

solo e de servir como fonte de nutrientes minerais para as culturas. Favorece ainda as características biológicas, pois atua como fonte de carbono, energia e nutrientes para os microrganismos (ALTIERI, 2002).

Nos últimos anos houve um aumento das exigências por alimentos com menor emprego de fertilizantes sintéticos e agrotóxicos. Além da redução de riscos de contaminação ao homem, o uso de produtos orgânicos reduz os níveis de contaminação do solo, da água, da planta e dos componentes vivos dos agroecossistemas (DINIZ *et al.*, 2011).

Dessa forma, o uso dos biofertilizantes tem se tornado uma importante ferramenta para a produção vegetal. Os biofertilizantes líquidos são produtos naturais obtidos da fermentação de materiais orgânicos com água, na presença ou na ausência de ar (processos aeróbicos ou anaeróbicos). Possuem em sua composição, a depender do material utilizado, quase todos os macros e micronutrientes necessários à nutrição vegetal. Podem ser utilizados em culturas anuais e perenes, em sistemas convencionais e orgânicos, sendo, principalmente, utilizados em hortas e em pomares. Sua aplicação pode ser via foliar, sobre sementes, sobre o solo via fertirrigação e/ou em hidroponia, e em dosagens diluídas (SILVA *et al.*, 2007).

De acordo com Souza e Alcântara (2008), os biofertilizantes apresentam efeitos nutricionais (fornecimento de macro e micronutrientes) e fitossanitários, atuando diretamente no controle de alguns fitoparasitas por meio de substâncias com ação fungicida, bactericida ou inseticida presentes em sua composição.

No entanto, torna-se necessário que este processo seja utilizado com eficiência, de maneira que a qualidade do insumo obtido possa proporcionar ao sistema aportes adequados de nutrientes e de agentes biológicos para o desenvolvimento equilibrado das plantas (TIMM *et al.*, 2004).

Para Tesseroli Neto (2006), os biofertilizantes líquidos podem ser empregados em diversas culturas, seja como única fonte de nutrientes, ou associado a adubos minerais. Observam-se resultados positivos do biofertilizante na melhoria das características químicas, físicas e biológicas do solo.

Viana *et al.* (2013), em trabalho realizado com meloeiro com dois tipos de biofertilizantes e diferentes doses, observaram aumento da condutância estomática e da transpiração com o aumento das doses. Já Sousa *et al.* (2013), avaliando diferentes doses de biofertilizante na cultura do pinhão manso, observaram que o aumento nas doses, via fertirrigação, contribuiriam para o aumento da fotossíntese e a produtividade após o primeiro ano de cultivo.

Efeitos de biofertilizantes aplicados no solo foram estudados por Santos e Mendonça (2000), concluindo que há melhorias nas propriedades físicas a partir da redução da densidade. Galbiatti *et al.* (1996) detectaram enriquecimento químico do solo na capacidade de retenção de bases promovido pela aplicação do biofertilizante.

Mazaro *et al.* (2013), avaliando produção e a qualidade de morangueiro sob diferentes concentrações de calda bordalesa, sulfocálcica e biofertilizante supermagro, observaram um aumento na produção, na massa média dos frutos e no número de frutos em função das maiores concentrações do biofertilizante.

Dias *et al.* (2011) observaram um aumento na produtividade do maracujá em função do aumento na frequência de aplicação de biofertilizante. Já Chiconato *et al.* (2013), em estudos com a cultura do alface, observaram que a maior dose de biofertilizante ($60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) foi responsável pelo maior desenvolvimento da cultura. Entretanto, o excesso de nutrientes pode provocar estabilização e a queda no rendimento da cultura, como encontrado por Oliveira *et al.* (2001) em feijão-caupi.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e clima da região

O experimento foi conduzido na área experimental da Estação Agrometeorológica, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola (DNA), na Universidade Federal do Ceará (UFC), no Campus do Pici, Fortaleza, Ceará, tendo como coordenadas geográficas 3°44'45''S, 38°34'55''W e 19,5 m de altitude acima do nível médio do mar, entre os dias 31 de agosto e 25 de dezembro de 2012.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw', caracterizado como tropical chuvoso, muito quente, com chuvas predominantes nas estações do verão e do outono.

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas por cinco lâminas de irrigação (L1, 33,33%; L2, 66,66%; L3, 100%; L4, 133,33% e L5, 166,66% da evaporação medida no tanque Classe "A") e as subparcelas por quatro doses de biofertilizante (D1, 125; D2, 250; D3, 375 e D4 500 mL por semana⁻¹ planta⁻¹), com quatro repetições, totalizando 80 unidades experimentais. Cada unidade era formada por 2 vasos, contendo 4 plantas, totalizando 320 plantas.

3.3 Área experimental

O experimento foi conduzido num telado anti-afídeo, com 12 m de comprimento por 6,4 m de largura (FIGURA 1-A). Visando-se a redução da radiação solar e da temperatura do ar instalou-se dentro do ambiente, na parte superior do mesmo, uma tela termo refletora Aluminet[®], além de 6 linhas de nebulizadores a uma altura de 1,60 m do solo, contendo em cada linha 3 nebulizadores (FIGURA 1-B).

Figura 1 – Parte interna do telado com tela termo refletora (A) e linha de nebulizadores (B)



Fonte: Autor (2012).

O funcionamento dos nebulizadores ocorreu de forma automatizada através de um dispositivo eletrônico (Timer). O Timer foi programado para acionar o sistema a cada 40 minutos sendo desligado após 2 minutos de pulverização. Esse processo iniciava-se às 9:40 e terminava às 16:20 h, totalizando 10 aplicações por dia.

Para a caracterização microclimática, foi instalado um sistema de aquisição de dados no interior do ambiente protegido, com sensores de medição de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%), durante o período do experimento.

3.4 Enchimento dos vasos

O enchimento dos vasos constituiu-se inicialmente de uma camada de 2,5 L com brita e o restante (15 L), foi constituído de um substrato formado por uma mistura contendo arisco, areia grossa e composto orgânico, na proporção 4:3:3, respectivamente. A análise química do substrato constituído se encontra na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultado da análise química do substrato utilizado no morango antes da aplicação dos tratamentos

Características químicas											
MO	N	Ca ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	H ⁺ + Al ³⁺	SB	CTC	V	P	pH
(g kg ⁻¹)		mmol _c dm ⁻³							(%)	(mg dm ⁻³)	-
19,16	0,11	26,3	8,82	25,6	45	19	105,7	124,7	85	1,19	6,9

MO – Matéria orgânica; SB – Soma de bases (Ca²⁺ + Mg²⁺ + Na⁺ + K⁺); CTC – Capacidade de troca de cátions – [Ca²⁺ + Mg²⁺ + Na⁺ + K⁺ + (H⁺ + Al³⁺)]; V – Saturação por bases – (Ca²⁺ + Mg²⁺ + Na⁺ + K⁺ / CTC) x 100; o pH foi medido em extrato aquoso (1: 2,5)

3.5 Transplântio das mudas

Foram utilizadas mudas de cultivar ‘Oso Grande’ provenientes de um produtor da cidade de Estiva, Minas Gerais (FIGURA 2-A). As mudas foram transportadas em bandejas de isopor compostas por 128 células, acondicionadas em caminhão refrigerado.

Para cada vaso, foram transplantadas duas mudas (FIGURA 2-B). As mesmas foram transplantadas no final da tarde com o objetivo de proporcionar uma melhor aclimatação.

Figura 2 – Mudanças antes do transplântio (A) e no vaso após o transplântio (B)



Fonte: Autor (2012).

3.6 Manejo da irrigação

Durante a primeira semana, os tratamentos receberam a mesma lâmina de irrigação, objetivando a uniformização do desenvolvimento inicial das plantas, levando-se o teor de água do solo a condição de capacidade de campo.

Passado esse período, iniciou-se a aplicação dos tratamentos. Para o acompanhamento da umidade do solo foram instalados 10 tensiômetros a 20 cm de profundidade nos diferentes tratamentos (FIGURA 3-A) através de leituras em tensiômetro de punção digital (FIGURA 3-B).

Figura 3 – Tensiômetros instalados nos vasos com morangueiro (A); leitura da tensão (B)



Fonte: Autor (2012).

O sistema de irrigação utilizado foi o localizado via gotejamento. A evaporação foi quantificada pelo método do tanque Classe “A”, instalado a 30 m do telado. O tempo de irrigação foi quantificado por meio da equação (1).

$$T_i = \frac{LLi * AV * F_{aj}}{E_i * q_{vi}} \times 60 \quad (1)$$

Em que:

T_i : tempo de irrigação (min);

LLi : lâmina líquida de irrigação dependente do tratamento (mm);

Av : a área do vaso (m^2);

F_{aj} : fator de ajuste, (ECA interna/ECA externa), utilizou-se 0,8;

E_i : a eficiência de irrigação (0,90);

q_{vi} : é a vazão por vaso, dependente do tratamento ($L h^{-1}$).

Para a aplicação das lâminas de irrigação foram utilizados gotejadores com vazões de $4 L h^{-1}$ e de $8 L h^{-1}$ nas linhas de irrigação, conforme apresentado na Tabela 2, de forma combinada, para aplicar em tempo único o volume de água adequado para cada tratamento.

Tabela 2 – Arranjo de gotejadores para possibilitar a aplicação das lâminas de irrigação nos diferentes tratamentos no mesmo tempo de irrigação

Tratamentos	%ECA	Arranjo dos gotejadores	Vazão total dos gotejadores por tratamento
L1	33,33% ECA	1 x 4 L h ⁻¹	4 L h ⁻¹
L2	66,66% ECA	2 x 4 L h ⁻¹	8 L h ⁻¹
L3	100,00% ECA	(1 x 4 L h ⁻¹) + (1x 8 L h ⁻¹)	12 L h ⁻¹
L4	133,33% ECA	2 x 8 L h ⁻¹	16 L h ⁻¹
L5	166,66% ECA	(2 x 8 L h ⁻¹) + (1 x 4 L h ⁻¹)	20 L h ⁻¹

Fonte: Autor, 2012.

3.7 Preparo e manejo do biofertilizante

Para a preparação do biofertilizante bovino com fermentação anaeróbia utilizou-se apenas esterco bovino e água na proporção 1:1, com base em volume. Nesse sistema, a mistura (esterco bovino e água) foi armazenada em bombonas plásticas de 240 litros deixando-se um espaço vazio de 15 a 20 cm no seu interior, sendo fechada hermeticamente.

Na tampa adaptou-se uma mangueira com a outra extremidade mergulhada numa garrafa PET contendo água até a altura de 20 cm, para a saída de gases (FIGURA 4).

Figura 4 – Processo de fermentação anaeróbio do biofertilizante



Fonte: Autor (2012).

A mistura permaneceu na bombona por um período de fermentação mínimo de 30 dias, agitando-se semanalmente no intuito de homogeneizar a mistura.

As aplicações iniciaram-se 15 dias após o transplante (DAT), em conformidade com os tratamentos, durante 12 semanas. As características químicas do biofertilizante é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 – Composição de macro e de micronutrientes essenciais na matéria seca do biofertilizante bovino de fermentação anaeróbia

Biofertilizante	Elementos minerais										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Fe	Cu	Zn	Mn
	g L ⁻¹						mg L ⁻¹				
	0,72	1,4	1	2,5	0,75	0,31	0,28	141,6	1,92	68,2	14,72

Para atender as exigências nutricionais das plantas durante o ciclo do morangueiro, adotou-se a recomendação máxima da adubação química fornecida por Comissão de Química e Fertilidade de Solo (2004), correspondente a: 80 kg ha⁻¹ de N, 260 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ de K₂O. Como referência, para um stand de 50000 plantas, a dosagem máxima recomenda por planta⁻¹ no ciclo seria de: 1,6 g N; 5,2 g P₂O₅ e 1,2 g de K₂O. Não houve aplicação de calcário nem de micronutrientes.

A partir das análises químicas do substrato e do biofertilizante, obteve-se as estimativas de fornecimento de nutrientes pelo substrato (TABELA 4), biofertilizante (TABELA 5) e total (TABELA 6). Para um maior entendimento das estimativas realizadas, ressalta-se, que a densidade do substrato foi de 1,4; o volume do substrato foi de 15 L, perfazendo 21 kg. Porém como em cada vaso foram plantadas duas mudas, considerou-se um total de 10,5 kg de substrato para cada planta.

Tabela 4 – Estimativa do fornecimento de nutrientes pelo substrato e necessidades de complementação nutricional

Características químicas	Nutriente		
	N	P	K
Recomendação		(g planta ⁻¹)	
	1,6	5,2	1,2
Substrato		(g kg ⁻¹)	
	0,11	0,0011	0,34
		(10,5 kg planta ⁻¹)	
	1,15	0,011	3,57
Balanço nutricional		(g planta ⁻¹)	
	-0,45	-5,19	2,37
Necessidade de complementação nutricional		(g planta ⁻¹)	
	0,45	5,19	—

Tabela 5 – Estimativa do total de nutrientes fornecidos a partir da aplicação do biofertilizante, nas diferentes doses

Biofertilizante			
Bovino	N	P	K
Tratamentos	12 aplicações		
T1 (125 mL semana ⁻¹ planta ⁻¹)	1,08	2,1	1,5
T2 (250 mL semana ⁻¹ planta ⁻¹)	2,16	4,2	3
T3 (375 mL semana ⁻¹ planta ⁻¹)	3,24	6,3	4,5
T4 (500 mL semana ⁻¹ planta ⁻¹)	4,32	8,4	6

Tabela 6 – Estimativa do total de nutrientes fornecidos ao morangueiro

Tratamentos	Acúmulo de nutrientes[#]		
	Bovino		
	N	P	K
	g planta ⁻¹		
T1 (125 mL semana ⁻¹ planta ⁻¹)	2,23	2,11	5,11
T2 (250 mL semana ⁻¹ planta ⁻¹)	3,31	4,21	6,61
T3 (375 mL semana ⁻¹ planta ⁻¹)	4,39	6,31	8,11
T4 (500 mL semana ⁻¹ planta ⁻¹)	5,47	8,41	9,61

= Somatório da quantidade aplicado no substrato + quantidade aplicada por dose de biofertilizante

3.8 Tratos culturais

Pulverizações preventivas foram realizadas com o objetivo de evitar a disseminação de patógenos causadores de doenças. Durante o primeiro mês de cultivo, utilizou-se de forma alternada os fungicidas Amistar[®] e Frownicide[®]. Para a prevenção de pragas realizou-se uma pulverização utilizando Assist[®] (óleo mineral).

Durante o cultivo, capinas foram realizadas dentro dos vasos e em toda a área do ambiente protegido, de forma manual e regular, bem como a remoções dos estolhões, evitando dessa forma proflerações de doenças e de pragas.

3.9 Colheita

A colheita iniciou-se no dia 9 de outubro sendo realizada conforme Camargo *et al.* (2009), quando os frutos apresentavam $\frac{3}{4}$ maduro ou com a superfície vermelho-intensa. A

última colheita foi realizada no dia 18 de novembro. Para quantificar a produção, observou-se o número de frutos colhidos e o peso desses frutos.

Os frutos foram colhidos e levados ao laboratório da estação de Agrometeorologia, para realizar as devidas análises.

3.10 Variáveis analisadas

3.10.1 Trocas gasosas

Realizaram-se duas medições (aos 40 e aos 110 DAT) das trocas gasosas (fotossíntese, transpiração, condutância estomática e concentração interna de CO₂) utilizando-se analisador de gases infravermelho portátil (IRGA), modelo Li – 6400XT (*Portable Photosynthesis System - LI*) da LICOR (FIGURA 5-A). As leituras foram realizadas no período da manhã em folhas completamente expandidas (FIGURA 5-B).

Figura 5 – Leituras das trocas gasosas utilizando o analisador de gases infravermelhos portátil (IRGA) (A) em folhas completamente expandidas (B) do morangueiro



Fonte: Autor (2012).

3.10.2 Biomassa

Ao final do experimento as plantas foram colhidas e separadas em parte aérea (folha + caule) e raiz. Em seguida, foram acondicionadas em sacos de papel, identificados e colocadas para secar em estufa a 60 °C, até atingirem um valor constante de matéria seca. As variáveis estudadas foram: matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR) e matéria seca total (MST = MSPA + MSR).

3.10.3 Variáveis de colheita

Para a análise do diâmetro equatorial e do comprimento dos frutos, utilizou-se um paquímetro digital graduado em milímetros (FIGURA 6). O peso dos frutos foram determinados em balança de precisão.

Figura 6 – Medição do comprimento do fruto (A) e diâmetro do fruto (B) do morangueiro utilizando um paquímetro digital



Fonte: Autor (2012).

Após cada colheita, avaliaram-se também o número de frutos por planta (NF), a massa média dos frutos (MF) e produtividade (Prod.). Para se obter o NF, foi realizado o somatório do número de frutos da parcela dividido pelo número de plantas da mesma parcela. Para avaliar a MF, todos os frutos foram pesados e divididos pelo número de frutos (g). A determinação da produtividade baseou-se nos valores de massa fresca total de frutos por planta e pela área do vaso. Os resultados foram expressos em toneladas por hectare.

3.10.4 Variáveis de pós-colheita

O teor de sólidos solúveis (BRIX°) foi determinado avaliando-se o suco dos frutos, extraído por meio de pressão manual, realizando-se a leitura por meio de um refratômetro de leitura direta, modelo Digital Hand-held "Pocket" Refratômetro PAL-1 – ATAGO (FIGURA 7).

Figura 7 – Refratômetro digital utilizado para medição de sólidos solúveis dos frutos do morangueiro



Fonte: Autor (2012).

Para se obter os valores do pH, utilizaram-se amostras do suco dos frutos, sendo esses valores encontrados a partir de um peagâmetro.

A acidez titulável foi determinada por titulação feita com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0.1N, utilizando-se 2 g do suco, diluídos em 100 ml de água destilada, em três amostras, conforme recomendações do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005). Adicionaram-se 3 gotas de indicador de fenolftaleína 1% efetuando a titulação com hidróxido de sódio. A acidez foi obtida considerando-se a quantidade de NaOH 0,1 mol L⁻¹ consumida na titulação da amostra, sendo os resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico.

A relação de sólidos solúveis totais/acidez titulável foi obtida pela divisão dos valores das variáveis dentro de cada tratamento.

3.10.6 Análise estatística

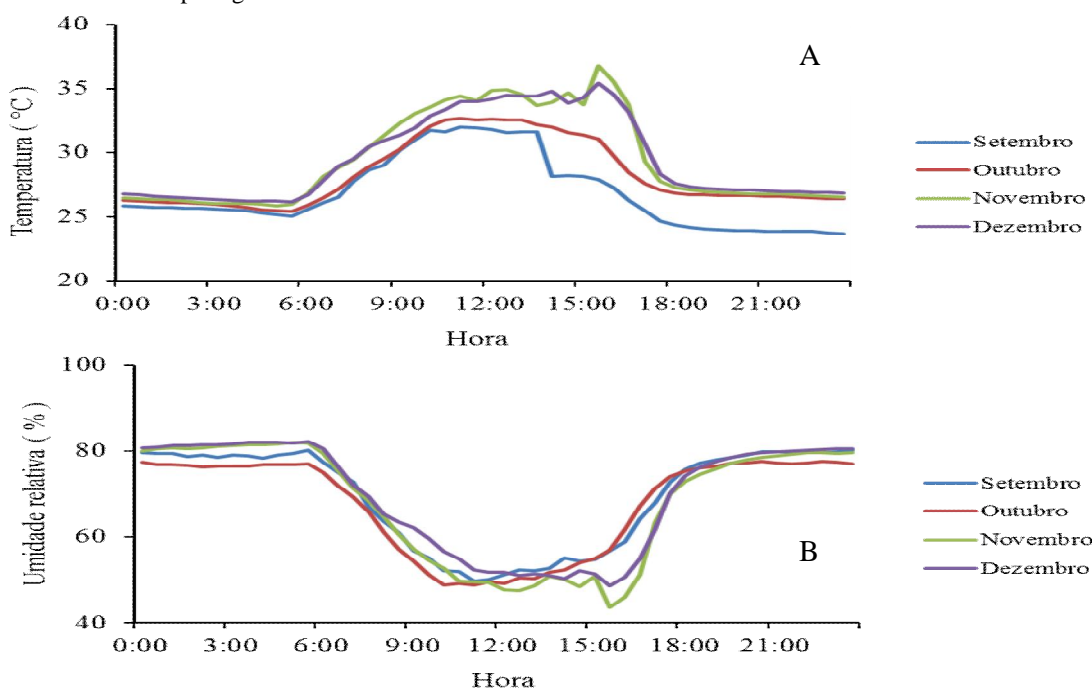
Os resultados obtidos foram submetidos a análises de variância e de regressão, e, de acordo com o nível de significância no teste F para as lâminas de irrigação e biofertilizante bovino, procedeu-se análise de regressão, utilizando-se o nível de significância de 1% (**) e 5% (*), utilizando-se o programa ASSISTAT. 7.6 Beta.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Condições ambientais

Na Figura 8, são apresentadas as médias mensais de temperatura (A) e de umidade relativa do ar (B), ao longo do dia, coletadas durante o período do experimento no interior do ambiente protegido.

Figura 8 – Valores médios mensais de temperatura (A) e umidade relativa média (B), ao longo do dia, coletados dentro do ambiente protegido



As temperaturas ao longo do dia apresentaram variações entre os meses, principalmente no período da tarde. Nesse período, as maiores temperaturas foram registradas nos meses de novembro e dezembro, sendo que a maior temperatura (36,7 °C) ocorreu as 15:30 h no mês de novembro. O mês de setembro apresentou as menores médias ao longo do dia. Neste mês, ocorreu a menor temperatura (23,69 °C) registrada as 23:30 h. Entre as 00:00 e 6:00 h, não foram registradas elevadas variações entre os meses, sendo que a diferença entre a menor e a maior temperatura foi de 1,8 °C. Nesse período, a menor temperatura foi registrada no mês de setembro (25,07 °C) e a maior no mês de dezembro (26,8 °C) (FIGURA 8-A).

As médias mensais da umidade relativa entre as 00:00 e 6:00 h apresentaram valores elevados, porém sem grandes variações entre os meses, da mesma forma que o período noturno (18:00 as 00:00 h). A menor umidade para esses intervalos foi de 72,88% no mês de novembro as 18:00 h e a maior de 82,24% no mês de dezembro as 5:30 h. No período diurno, a partir das 6:00 h, observou-se um decréscimo. Porém, entre as 10:00 e 16:00 h foram registradas as menores umidades, sendo que o menor valor de umidade (43,5%) ocorreu no mês de novembro as 16:00 h (FIGURA 8-B).

A floração do morango iniciou-se em setembro, sendo as colheitas realizadas entre os meses de outubro e novembro, com uma maior produção para o mês de outubro. Nas primeiras semanas, as colheitas foram realizadas diariamente devido ao maior pico de produção.

Em dezembro, houve formação de flores e em alguns casos formação de frutos muito pequenos e deformados. Porém na grande maioria, não houve formação de frutos provavelmente por conta do abortamento das flores em função da elevação das temperaturas (FIGURA 9).

Figura 9 – Flores abortadas de morangueiro



Fonte: Autor (2012).

Tal fato pode ter ocorrido pelo aumento na temperatura, como pode ser comprovado a partir das afirmações de outras pesquisas. Ronque (1998) afirma que o morango se desenvolve entre temperaturas de 10 e 35 °C, com variações dependendo do estágio fenológico da cultura. Para Wang e Camp (2000), a faixa de temperatura ideal para o cultivo do morangueiro é de 12 a 25 °C. Já para a indução floral, a temperatura ideal segundo Bueno, Maia e Tassarioli (2002) deve ser menor do que 15 °C, enquanto Verheul *et al.* (2007) afirmam que a indução floral é antecipada quando ocorre temperaturas diurnas em torno de 18°C.

Wang, Vincour e Altman (2003) afirmam que as plantas quando submetidas a estresse abiótico apresentam alterações morfológicas, fisiológicas, bioquímicas e moleculares que afetam negativamente o crescimento e a produtividade vegetal. Os estresses hídrico, salino, de temperaturas extremas e o oxidativo são muitas vezes interligados e podem provocar danos celulares semelhantes. A temperatura afeta todas as reações bioquímicas da fotossíntese e também provoca elevação das taxas de respiração (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Bueno *et al.* (2002) observaram que o potencial de florescimento do morangueiro é afetado por fatores internos, pela temperatura, pelo fotoperíodo, ou pelos três fatores conjuntamente. Porém, segundo os mesmos, esta sensibilidade varia de acordo com as cultivares.

Em trabalho realizado por Calvete *et al.* (2008), em Passo Fundo (RS), houve incremento na emissão de estolões com redução acentuada da formação de flores e de frutos, ocasionado pelo aumento na temperatura, fato este, observado neste trabalho.

Na Tabela 7 encontra-se a lâmina total aplicada ao final do experimento por tratameno em função das porcentagens da evaporação medida no tanque classe “A”.

Tabela 7 – Lâminas totais aplicadas por tratamento

Tratamento	%ECA	Lâmina (mm)		
		Inicial	Período com tratamentos	Total
1	33,33	49,28	258,80	308,08
2	66,66	49,28	517,60	566,88
3	100,00	49,28	776,48	825,76
4	133,33	49,28	1.035,28	1.084,56
5	166,66	49,28	1.294,08	1.343,36

Fonte: Autor (2012).

A lâmina total utilizada ao final do ciclo da cultura variou de 308,08 mm (33,33% da ECA) a 1.338,24 mm (166,66% da ECA). A lâmina equivalente a 100% da ECA foi de 825,76 mm. O elevado consumo de água deve-se ao fato das condições climáticas ocorridas durante o período do experimento, principalmente pela elevada temperatura. A evaporação média medida no tanque classe “A” durante o ciclo da cultura foi de 8,8 mm.

Pires *et al.* (2007) verificaram uma variação no consumo de água do morangueiro cultivado dentro de ambiente protegido e com cobertura de solo de 473,6 mm e a 580,1 mm, para as tensões de 70 kPa e 10 kPa, respectivamente, com evaporação média do tanque classe

“A” de 4,38 mm. Já Teixeira *et al.* (2013), avaliando as tensões de água no solo, observaram que o consumo na tensão de 15 kPa foi de 878,10 mm.

Os trabalhos citados foram desenvolvidos nos estados de São Paulo e de Minas Gerais, respectivamente, com um ciclo de aproximadamente 7 meses (abril a dezembro), enquanto o ciclo do presente trabalho foi de 117 dias. Entretanto, devido as elevadas temperaturas em Fortaleza a demanda foi superior apesar do menor do menor ciclo.

4.2 Trocas gasosas

Segundo a análise de variância para as trocas gasosas realizada aos 40 DAT na cultura do morangueiro (TABELA 8), verifica-se que ocorreu interação apenas para a fotossíntese (A), a nível de 5% de significância. Para a condutância estomática (gs) houve efeito isolado das lâminas de irrigação e das doses de biofertilizante com significância de 1%. Nas demais variáveis, transpiração (E) e concentração interna de CO₂ (C_i), não houve efeito significativo.

Tabela 8 – Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos valores médios de fotossíntese (A), condutância (gs), transpiração (E) e concentração interna do CO₂ (C_i), da cultura do morangueiro aos 40 dias após o transplântio

FV	GL	Quadrado Médio			
		A	gs	E	C _i
Bloco	3	36,42148 ^{ns}	0,00543 ^{ns}	0,36160 ^{ns}	1474,54655 ^{ns}
Lâmina (L)	4	12,07450 ^{ns}	0,14369**	0,42984 ^{ns}	425,61054 ^{ns}
Resíduo-(a)	12	1,717,469	0,01790	0,31489	538,33224
Biofertilizante (B)	3	8,75800 ^{ns}	0,09284**	0,84389 ^{ns}	75,92208 ^{ns}
L x B	12	24,70763*	0,03055 ^{ns}	0,18492 ^{ns}	385,07341 ^{ns}
Resíduo-(b)	45	9,65777	0,01730	0,30894	564,4242
CV% - a		22,35	19,22	8,1	10,04
CV% - b		16,76	18,89	7,93	10,28

FV - Fontes de variação; GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; A - Fotossíntese ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); E - Transpiração ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); gs- Condutância estomática ($\text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$); C_i - Concentração interna de CO₂ ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ^{ns} - Não significativo, * - Significativo a 5 %; ** - Significativo a 1% pelo teste F.

Para as trocas gasosas realizada aos 110 DAT, verifica-se que ocorreu interação apenas para a fotossíntese e a condutância estomática, a nível de 1% de significância. Para a transpiração houve efeito isolado das lâminas de irrigação e das doses de biofertilizante com significância de 5%. Já para a concentração intera de CO₂, não houve efeito significativo (TABELA 9).

Tabela 9 - Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos valores médios de fotossíntese (A), condutância (gs), transpiração (E) e concentração interna do CO₂ (C_I), da cultura do morangueiro aos 110 dias após o transplântio

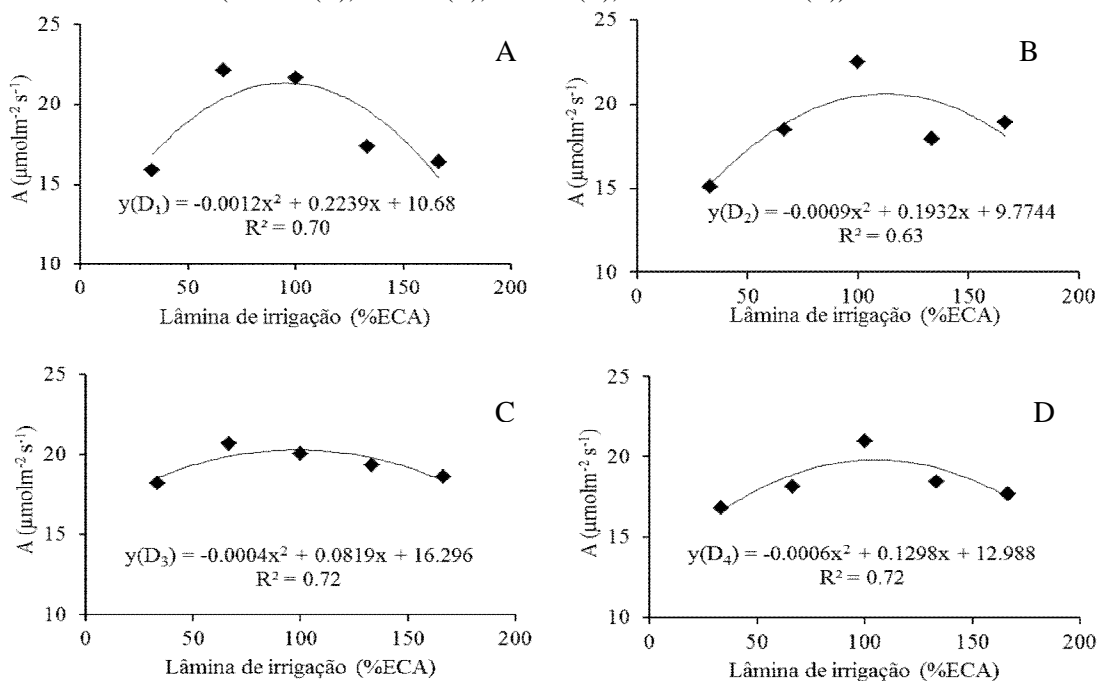
Quadrado Médio					
FV	GL	A	gs	E	C _I
Bloco	3	1,79303 ^{ns}	0,00346 ^{ns}	1,41967 ^{ns}	893,60183*
Lâmina (L)	4	11,89737**	0,01016*	4,08025*	429,59900 ^{ns}
Resíduo-(a)	12	1,49626	0,00226	1,03832	242,70641
Biofertilizante (B)	3	21,18915**	0,00761*	4,04181*	334,86733 ^{ns}
L x B	12	14,90630**	0,00550**	1,11772 ^{ns}	146,6064 ^{ns}
Resíduo-(b)	45	7,0966	0,00184	1,28362	222,04329
CV% - a		7,39	18,18	14,75	6
CV% - b		11,23	16,38	16,4	6.27

FV - Fontes de variação; GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; A - Fotossíntese ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); E - Transpiração ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); gs- Condutância estomática ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); C_I - Concentração interna de CO₂ ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$);^{ns} - Não significativo,* - Significativo a 5 %; ** - Significativo a 1% pelo teste F.

4.2.1 Fotossíntese

Para a análise de regressão da fotossíntese realizada aos 40 DAT, o modelo polinomial foi o que melhor se ajustou (FIGURA 10).

Figura 10 – Taxa fotossintética do morangueiro aos 40 DAT, em função das interações lâminas de irrigação e doses de biofertilizante (125 mL (A); 250 mL (B); 375 mL (C); 500 mL semana⁻¹ (D)).



Pela análise da interação lâminas de irrigação versus doses de biofertilizante verifica-se que a maior capacidade fotossintética ($21,12 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ocorreu com uma lâmina de irrigação equivalente a 93,29% da ECA e com aplicação de 125 mL de biofertilizante bovino (FIGURA 10-A). Para as doses de 250 mL (FIGURA 10-B) e 375 mL (FIGURA 10-C) a máxima capacidade fotossintética foi registrada sob o consumo hídrico de 107,33 e 102,37% da ECA, respectivamente.

Já com a dose de 500 ml (FIGURA 10-D), necessitou-se de uma lâmina equivalente a 108,17% da ECA obtendo-se a menor capacidade fotossintética ($20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Essa redução ocorreu provavelmente pelo maior acúmulo de sais, provocando um efeito de fechamento parcial ou total dos estômatos, reduzindo dessa forma a capacidade fotossintética da cultura.

Pela análise do biofertilizante (TABELA 3) observou-se uma maior concentração de cálcio ($2,5 \text{ g L}^{-1}$) e de potássio (1 g L^{-1}) em relação ao magnésio ($0,75 \text{ g L}^{-1}$). Esses elementos minerais provocam efeito antagônico na absorção do magnésio pelas plantas. Lobo *et al.* (2012) afirmam que o magnésio é um dos principais elementos para a planta, tendo sua principal função relacionada à fotossíntese.

Em similaridade, Neves *et al.* (2009), em estudo com a cultura do feijão-de-corda, constataram reduções nas taxas fotossintéticas das plantas submetidas a irrigação com água salina. Os autores sugeriram que a redução pode ser explicada pelo fechamento parcial dos estômatos, associado aos efeitos osmóticos da salinidade.

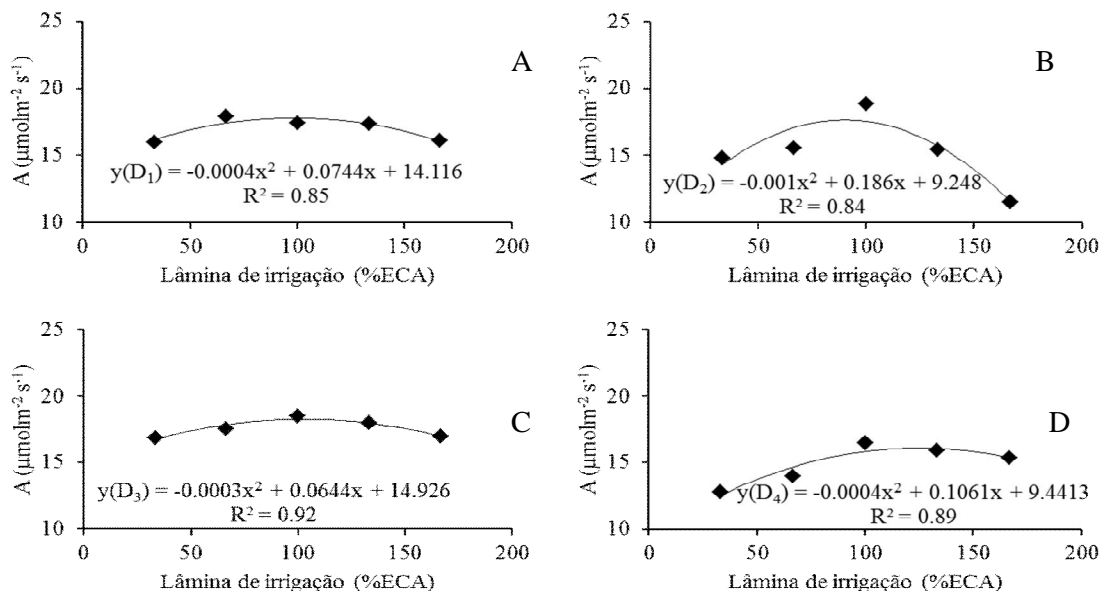
Observa-se que em todas as interações, o déficit hídrico e o excesso da lâmina de irrigação ocasionaram reduções na fotossíntese, independente da dose de biofertilizante aplicada. Porém, quando utilizaram-se lâminas próximas da considerada como ideal (100% da ECA) obtiveram-se os maiores valores.

Lopes *et al.* (2013) observaram comportamento semelhante para o capim-braquiária, onde houve redução na capacidade fotossintética tanto para o déficit hídrico quanto para o excesso. Já Dias Filho e Carvalho (2000) evidenciaram que em solos com excesso de água há diminuição acentuada da capacidade fotossintética para as plantas intolerantes ou pouco tolerantes a essas condições.

Porém, outras culturas demonstram ser tolerantes ao excesso de água. Este comportamento foi verificado por Brito *et al.* (2013) em estudo realizado na cultura do milho. O autor observou um aumento na taxa fotossintética da cultura em função do aumento da lâmina de irrigação. Assim como Marques, Bernardi Filho e Santos (2009) observaram o mesmo comportamento para a cultura do orégano.

Do mesmo modo, pela análise de regressão da fotossíntese realizada aos 110 DAT, o modelo polinomial foi o que melhor se ajustou para a interação dos tratamentos (FIGURA 11).

Figura 11 – Taxa fotossíntese do morangueiro aos 110 DAT, em função das interações lâminas de irrigação e doses de biofertilizante (125 mL (A); 250 mL (B); 375 mL (C); 500 mL semana⁻¹ (D)).



Aos 110 DAT, a interação da lâmina de irrigação de 107,33% ECA e da dose de biofertilizante de 375 mL proporcionaram a maior taxa fotossintética ($18,38 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (FIGURA 11-C). As doses de 125 (FIGURA 11-A) e 250 mL (FIGURA 11-B) obtiveram a máxima capacidade fotossintética de 17,57 e 17,89 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectivamente, utilizando-se uma lâmina equivalente a 93% da ECA.

Para a dose de biofertilizante de 500 mL, a capacidade fotossintética máxima de $16,67 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ foi a menor dentre todas as interações. Além disso, necessitou-se de uma maior lâmina de irrigação (132,62% da ECA) apresentando menor eficiência para a fotossíntese aos 110 DAT (FIGURA 11-D).

Pela Figura 11, observa-se uma redução da capacidade fotossintética das plantas quando há déficit ou excesso hídrico, independente da dose aplicada de biofertilizante. Pelos resultados apresentados, a cultura do morangueiro apresenta sensibilidade sob condições de extremos hídricos. Tais condições podem acarretar em um menor desenvolvimento da cultura.

Corroborando com esses resultados, Martinazzo *et al.* (2012), em estudo das atividade fotossintética em plantas de ameixeira submetidas ao déficit hídrico, verificaram redução na fotossíntese, sendo mais marcante após cinco dias de estresse hídrico. As plantas

submetidas ao excesso hídrico também apresentaram redução, porém em intensidade menor do que o observado para as plantas com restrição hídrica. Em geral, o efeito do excesso hídrico nas plantas ocorre de forma direta nas raízes e indiretamente na parte aérea. Na parte aérea, o excesso de água no solo pode induzir queda da capacidade fotossintética, na concentração de nutrientes nas folhas e a diminuição no crescimento (VISSER *et al.*, 2003).

Esse resultado não foi verificado por Soares *et al.* (2012), onde a taxa de fotossíntese mantiveram tendência ascendente em função do aumento das lâminas aplicadas na cultura do tomateiro. Em oposição, a redução da taxa sob estresse hídrico deve-se à redução da disponibilidade de CO₂ no interior da folha, causada pelo fechamento dos estômatos em resposta à redução da disponibilidade de água no solo.

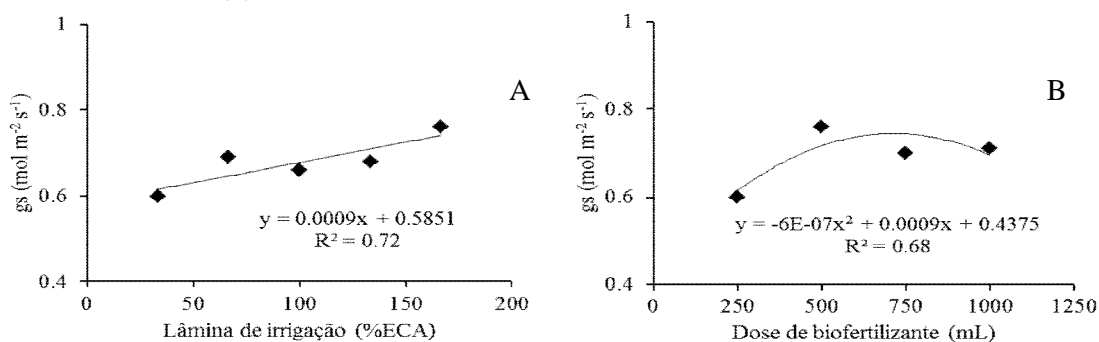
Pelos resultados obtidos na Figura 11, observa-se um comportamento semelhante a primeira leitura realizada aos 40 DAT. Porém o efeito prolongado dos tratamentos, principalmente pelo acúmulo de sais presente no biofertilizante, o aumento da temperatura e a idade da folha explicam a redução da taxa fotossintética aos 110 DAT.

Silva *et al.* (2013) afirmam que na medida em que as folhas crescem, sua capacidade para produzir fotoassimilados aumenta até o alcance da maturidade, que consiste em seu crescimento final, fase na qual as taxas fotossintéticas começam a decrescer.

4.2.2 Condutância estomática

As lâminas de irrigação e as doses de biofertilizante tiveram efeito de forma isolada para a condutância estomática (gs) aos 40 DAT, sendo o modelo linear crescente e polinomial, respectivamente, que melhor se adequaram (FIGURA 12).

Figura 12 - Condutância estomática do morangueiro aos 40 DAT, em função das lâminas de irrigação (A) e das doses de biofertilizante (B).



Pelos resultados da Figura 12-A, verifica-se uma tendência linear crescente para a condutância estomática em função do aumento da lâmina de irrigação. Observa-se que isoladamente o aumento nas lâminas de irrigação é positivo para o aumento da condutância estomática. A lâmina de 33,33% da ECA proporcionou uma condutância de $0,61 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, enquanto que para a lâmina de 166,66% da ECA a condutância foi de $0,73 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, observando-se um diferença em termos percentuais de 16,44%.

De acordo com Paiva *et al.* (2005), o déficit hídrico diminui o potencial de água na folha e sua condutância estomática, promovendo o fechamento dos estômatos, como consequência há redução no fluxo de CO_2 para as folhas, afetando o acúmulo de fotoassimilados, proporcionando impactos negativos na produtividade.

Para as dosagens do biofertilizante, o modelo polinomial foi o que melhor se adequou para essa variável. De acordo com a equação da regressão, a máxima condutância de $0,79 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ocorre quando se aplica 425 mL do biofertilizante bovino (FIGURA 12-B).

O efeito positivo do biofertilizante pode estar relacionado a uma melhoria no suprimento nutricional para a planta (VIANA *et al.*, 2013). Taiz e Zeiger (2009) constataram que o suprimento inadequado dos elementos essenciais às plantas causa distúrbios nos processos metabólicos e fisiológicos das plantas.

Importante destacar que na maior dosagem de biofertilizante a redução do potencial osmótico do solo pode ter contribuído para uma menor absorção de água pelas plantas e, conseqüentemente, a diminuição da condutância estomática.

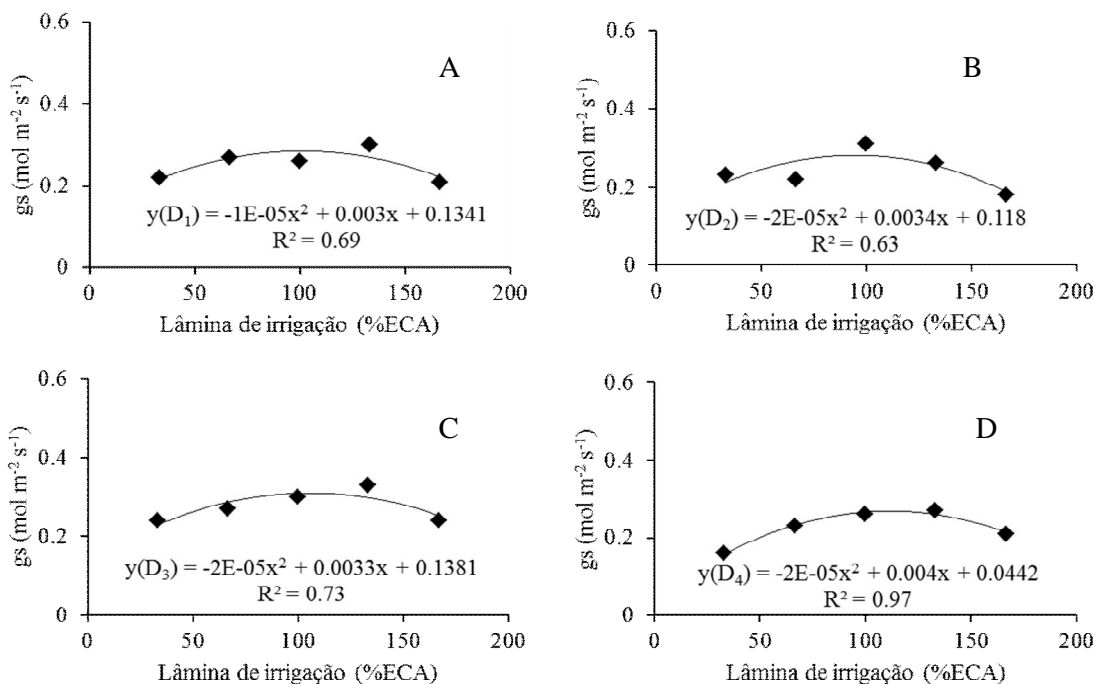
Estudos realizados com diversos genótipos de melão (*Cucumis melo* L.) submetidos a estresse salino e hídrico resultaram na redução da condutância estomática, comprometendo a taxa de crescimento e a produtividade final (KUSVURAN, 2012).

Silva *et al.* (2011), estudando a interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda, afirmam que há uma superioridade da condutância estomática em plantas onde aplicou-se biofertilizante, porém esses efeitos benéficos parecem decrescer nos níveis mais elevados de salinidade.

Silva *et al.* (2013), em estudo com plantas de feijão-de-corda, submetidos a irrigação com águas salinas e aplicação de biofertilizante, observaram que o aumento da salinidade da água de irrigação reduziu de forma linear a condutância estomática, sendo que o biofertilizante não exerceu efeito estatístico sobre essa variável.

Para a condutância estomática medida aos 110 DAT, verificou-se pela análise de regressão que o modelo polinomial foi o que melhor se ajustou as interações (FIGURA 13).

Figura 13 - Condutância estomática do morangueiro aos 110 DAT, em função das interações lâminas de irrigação e doses de biofertilizante (125 mL (A); 250 mL (B); 375 mL (C); 500 mL semana⁻¹ (D)).



Pela análise das interações, a lâmina de irrigação equivalente a 135% da ECA e a dose de biofertilizante de 125 mL ocasionaram a maior média para a condutância estomática de $0,33 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (FIGURA 13-A).

Dentre todas as interações, os menores valores de condutância estomática ocorreram com a dose de 500 mL de biofertilizante. A maior condutância para essa dose foi de $0,24 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ com uma lâmina equivalente a 100% da ECA (FIGURA 13-D).

O excesso hídrico para todas as interações contribuiu para a redução na condutância estomática. O fechamento estomático durante episódios de excesso hídrico é um comportamento regulador do balanço hídrico, sendo uma resposta crítica para impedir a desidratação da folha em espécies suscetíveis ao excesso de água no solo (MOLLARD *et al.*, 2008).

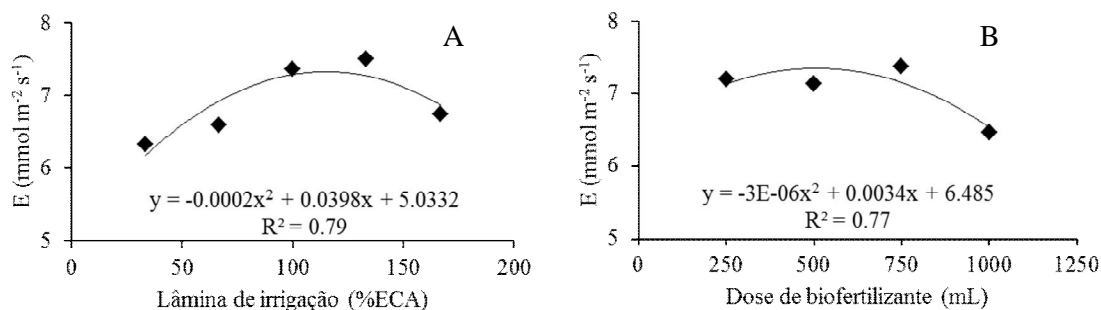
Aos 110 DAT, observaram-se valores de condutância estomática bem inferiores aos da primeira leitura, sendo essa redução em torno de 50%. Nesse período, o estágio fenológico, o acúmulo de sais provenientes do biofertilizante e a elevação na temperatura podem ter contribuído para essa redução. Diversos fatores contribuem para o movimento de abertura e fechamento dos estômatos como luz, CO_2 , estado hídrico da folha, umidade do ambiente, temperatura e outros fatores, como idade da folha, nutrição e doenças (JONES, 1992).

Com o fechamento estomático, as plantas não só reduzem as perdas de água por transpiração, como também reduzem o suprimento de CO₂ para as folhas e como consequência, a produção de biomassa das plantas é comprometida (PAIVA *et al.*, 2005).

4.2.3 Transpiração

As lâminas de irrigação e as doses de biofertilizante tiveram efeito de forma isolada para a transpiração (E), sendo o modelo polinomial o que melhor se adequou (FIGURA 14). Pelo resultado da Figura 14-A, houve um incremento na transpiração para até 7,01 mmol m⁻² s⁻¹, utilizando-se uma lâmina de irrigação equivalente a 99,5% da ECA. A partir dessa lâmina há redução na transpiração do morangueiro.

Figura 14 - Transpiração do morangueiro, aos 110 DAT, em função das lâminas de irrigação (A) e das doses de biofertilizante (B)



O estresse hídrico provoca maior redução na transpiração devido a redução do potencial da água na folha, onde a diminuição desse potencial implica no fechamento dos estômatos, diminuindo a condutância estomática e, conseqüentemente, a transpiração (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Para as doses de biofertilizante em função da transpiração, verificou-se um incremento até a dose de 340 mL. Nessa dosagem, obteve-se a máxima transpiração de 7,64 mmol m⁻² s⁻¹ (FIGURA 14-B). Porém, nas dosagens superiores houve um decréscimo no valor da transpiração.

A redução da transpiração na presença da maior dose de biofertilizante ocorre pelo maior acúmulo de sais. Viana *et al.* (2013), analisando dois tipos de biofertilizante (simples e misto), constataram comportamento diferenciado na transpiração da cultura do melão. No biofertilizante simples, por apresentar menores teores de sódio, nas maiores doses

observaram-se maior transpiração, enquanto para o biofertilizante misto, por ser mais salino, nas maiores doses observaram-se as menores taxas de transpiração.

A redução na taxa de transpiração também foi verificada por Silva *et al.* (2010), na cultura do pinhão-manso submetido a estresse hídrico. Porém, Silva *et al.* (2011), ao analisar o efeito da água de baixa salinidade na cultura do feijão-de-corda, registraram que na presença do biofertilizante bovino ocorreu aumento dos valores de transpiração.

O estágio fenológico e as condições climáticas podem ter influenciado para que aos 110 DAT tenha ocorrido efeito dos tratamentos na transpiração, já que aos 40 DAT não foi observado efeito dos tratamentos sobre essa variável. Silva *et al.* (2013), analisando o efeito da deficiência hídrica sobre a cultura do girassol, encontraram efeitos da transpiração em função dos diferentes estádios fenológicos, sendo que a máxima transpiração ocorreu aos 68 DAS.

4.3 Biomassa

De acordo com o quadro de análise de variância (TABELA 10), a interação lâmina de irrigação x doses de biofertilizante influenciou a matéria seca da raiz (MSR), a matéria seca da parte aérea (MSPA) e a matéria seca total (MST) a nível de 1% de significância.

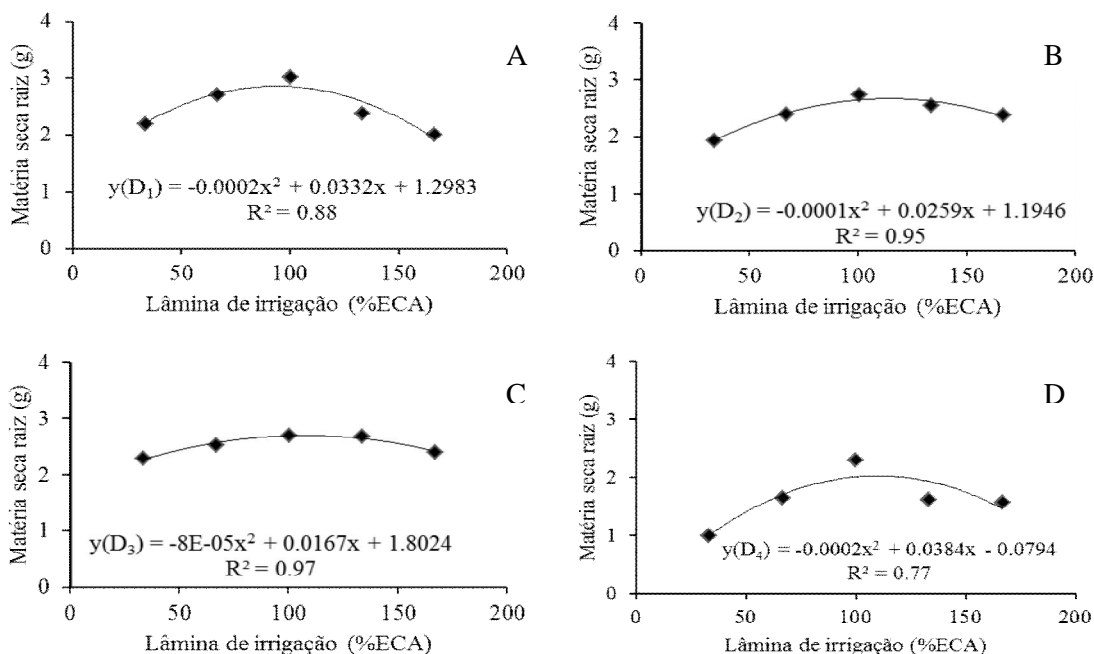
Tabela 10 - Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos valores médios de biomassa do morangueiro

FV	GL	Quadrado médio		
		MSR	MSPA	MST
Bloco	3	0,04455 ^{ns}	1,61791 ^{ns}	1,62255 ^{ns}
Lâmina (L)	4	1,32993**	90,20440**	105,19913**
Resíduo-(a)	12	0,06859	5,5217	5,48775
Biofertilizante (B)	3	3,53577**	49,00338**	70,95203**
L x B	12	0,17785**	10,78509**	12,41462**
Resíduo-(b)	45	0,06118	3,02856	3,13839
CV% - a		11,63	21,52	17,78
CV% - b		10,99	15,94	13,45

FV - Fontes de variação; GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; MSR – Matéria seca da raiz (g); MSPA – Matéria seca da parte aérea (g); MST – Matéria seca total (g); ^{ns} - Não significativo, ** - Significativo a 1% pelo teste F.

A partir das análises de regressão para a matéria seca da raiz de plantas, em função da interação lâmina de irrigação x dose de biofertilizante bovino, verificou-se que o modelo polinomial foi o mais adequado (FIGURA 15).

Figura 15 – Matéria seca da raiz do morangueiro em função das interações lâminas de irrigação e doses de biofertilizante bovino (125 mL (A); 250 mL (B); 375 mL (C); 500 mL semana⁻¹ (D)).



A interação lâminas de irrigação e dosagens de biofertilizante bovino que mais estimulou os valores de MSR foi a dose de 250 mL, com uma lâmina de irrigação de 129,5% da ECA, onde produziu uma massa seca de 2,87 g (FIGURA 15-B). Com o dobro da dose (500 mL), a produção de MSR foi de 1,76 g utilizando uma lâmina de irrigação de 96% da ECA (FIGURA 15-D).

Com as demais doses de 125 (FIGURA 15-A) e 375 mL (FIGURA 15-C) observaram-se o mesmo resultado na máxima produção (2,67 g), porém, com lâminas de irrigação equivalente a 83% e 104,37% da ECA, respectivamente.

Já na maior dose de biofertilizante (FIGURA 15-D) ocorreu uma redução acentuada na matéria seca da raiz em comparação com as demais doses. Esse comportamento pode ser explicado pelo acúmulo de sais presentes no biofertilizante o que proporcionou uma redução no desenvolvimento da raiz, mesmo na presença de uma maior lâmina de irrigação.

Portela, Peil e Rombaldi (2012) observaram comportamento semelhante (polinomial) da MSR do morangueiro em função da condutividade elétrica. Segundo os autores, a concentração de sais no meio radicular, além de condicionar a absorção de nutrientes essenciais, influencia também a absorção de água para o crescimento das plantas.

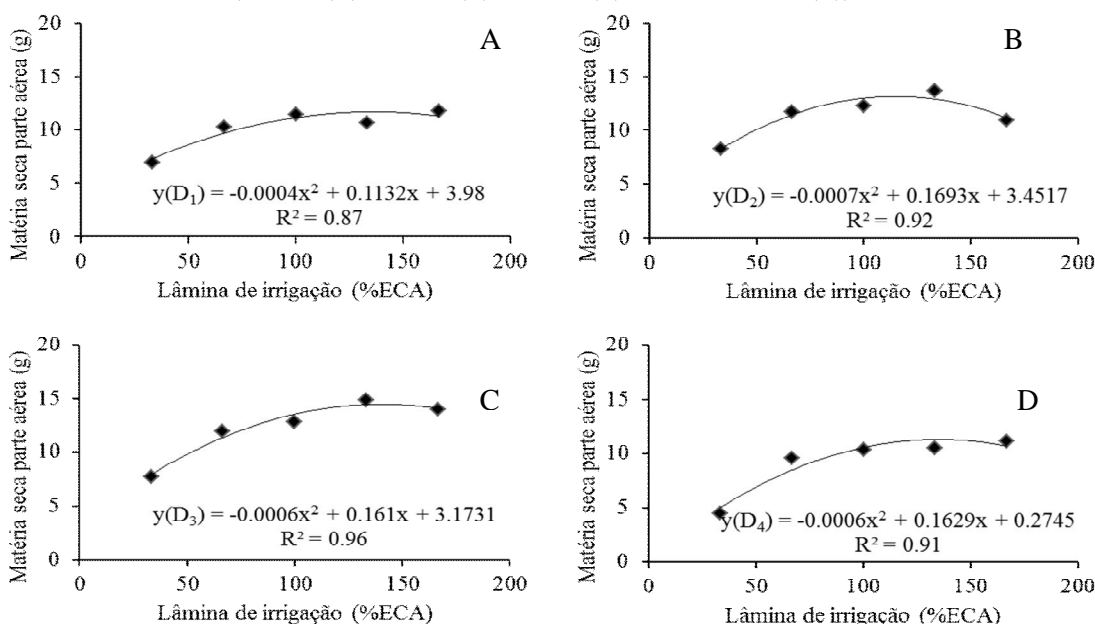
Observa-se através da Figura 15, um comportamento semelhante da matéria seca da raiz para todas as interações de lâminas de irrigação x biofertilizante bovino, onde o déficit

e o excesso hídrico foram prejudiciais ao desenvolvimento da raiz, independente da dose de biofertilizante. O déficit na disponibilidade de oxigênio é o principal fator de estresse em solos sob excesso de água. As raízes por serem órgãos essencialmente aeróbios, mostram-se sensíveis ao excesso de água no solo, gerando uma redução no desenvolvimento das raízes por conta da deficiência de oxigênio (DIAS FILHO; LOPES, 2012).

Além disso, o excesso de água na zona das raízes inibe a respiração aeróbica com a simultânea perda da síntese mitocondrial de ATP, reduzindo os níveis de energia da planta e, conseqüentemente, a capacidade de absorção e o transporte de água e de nutrientes para a parte aérea (LIAO; LIN, 2001).

Para a MSPA, o modelo polinomial foi também o que melhor se adequou a interação lâminas de irrigação x biofertilizante bovino (FIGURA 16).

Figura 16 – Matéria seca da parte aérea do morangueiro em função das interações lâminas de irrigação e doses de biofertilizante bovino (125 mL (A); 250 mL (B); 375 mL (C); 500 mL semana⁻¹(D))



A máxima produção de MSPA de 13,97 g ocorreu com a dose de 375 mL (FIGURA 16-C) e sob uma lâmina de 134,17% da ECA. Assim como a MSR, a dose de 500 mL (FIGURA 16-D) proporcionou uma redução (18,90%), o que demonstra efeito negativo de uma dosagem elevada de biofertilizante no desenvolvimento do morangueiro. Nas demais doses 125 (FIGURA 16-A) e 250 mL (FIGURA 16-B) obtiveram-se uma máxima produção de 11,98 e 13,68 g com lâminas de 141,5 % e 120,92% da ECA, respectivamente.

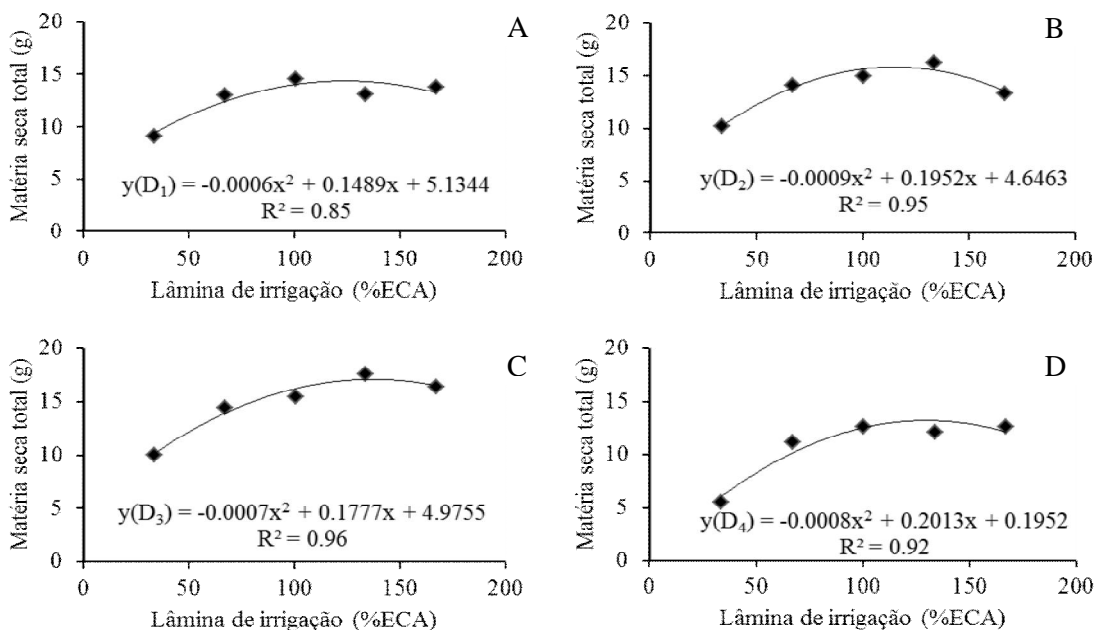
Para as doses de biofertilizante, observou-se que na maior dosagem (500 mL) ocorreu redução para a MSPA. Este comportamento não foi evidenciado em trabalho realizado com a cultura do amendoim. Figueredo (2012) observou um aumento na MSPA em função do aumento das doses de biofertilizantes.

Pela Figura 16, observa-se que independente da dose de biofertilizante, o déficit hídrico apresenta-se como um fator negativo para a biomassa do morangueiro. Estes resultados corroboram com Gomes (2013), onde observou redução MSPA do morango nas menores lâminas de irrigação.

Os resultados obtidos na MSPA foram bem inferiores aos de Vignolo *et al.* (2011) e Strassburger (2010). Em trabalhos realizados no Rio Grande do Sul, estes autores relataram uma produção de MSPA variando de 47,1 g planta⁻¹ a 89,8 g planta⁻¹. A redução da MSPA em relação aos trabalhos citados deve-se a melhor adaptabilidade da cultura as condições climáticas dessa região.

Conforme resultados anteriores de MSR e MSPA, a equação polinomial é a que melhor representa a interação lâmina de irrigação x biofertilizante bovino para a variável MST (FIGURA 17).

Figura 17 – Matéria seca total do morangueiro em função das interações lâminas de irrigação e doses de biofertilizante bovino (125 mL (A); 250 mL (B); 375 mL (C); 500 mL semana⁻¹(D)).



A interação que melhor estimulou a MST (16,25 g) ocorreu com a dose de 375 mL (FIGURA 17-C), utilizando-se uma lâmina de 126,92% da ECA.

Assim como a MSR e a MSPA, a dose de 500 mL inibiu o desenvolvimento da fitomassa (FIGURA 17-D). Essa redução foi de 20,93% em relação à máxima produção da MST. A redução na taxa fotossintética das plantas diminui a quantidade total de fotoassimilados produzidos durante a fotossíntese, culminando com o menor desenvolvimento das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Para todas as interações, independente da dose do biofertilizante aplicada, o déficit hídrico proporcionou redução na MST do morangueiro. Gondim, Cavalcante e Beltrão (2010) afirmam que todos os aspectos de crescimento e de desenvolvimento das plantas são afetados pelo déficit de água nos tecidos, causado pela excessiva demanda evaporativa ou limitada disponibilidade de água. Devido à deficiência hídrica, verifica-se a diminuição do volume celular, o aumento na concentração de solutos e a gradativa desidratação do protoplasto.

Pode-se dizer que o déficit hídrico reduz o crescimento e a produtividade vegetal mais que todos os outros estresses combinados, pois ocorre em qualquer local, mesmo nas regiões consideradas úmidas (WANG; VINOCUR; ALTMAN, 2003).

4.4 Variáveis de colheita

De acordo com o quadro de análise de variância (TABELA 11), a interação lâmina de irrigação x doses de biofertilizante influenciou o número de frutos (NF) e a produtividade (Prod.) a um nível de 5% de significância, respectivamente. Para o diâmetro do fruto (DF), houve efeito isolado do biofertilizante, enquanto que para o comprimento do fruto (CF) e a massa média dos frutos (MF), as lâminas tiveram efeito a nível de 1% de significância.

Tabela 11 - Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos valores médios de diâmetro dos frutos (DF), comprimento dos frutos (CF), número de frutos por planta (NF), massa média dos frutos (MF) e produtividade (Prod.) do morangueiro

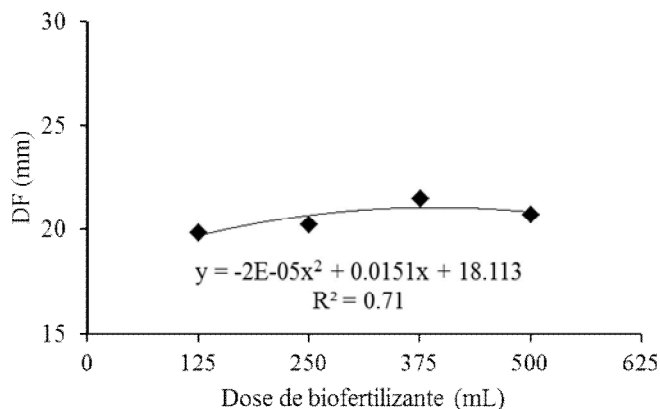
FV	GL	Quadrado Médio				
		DF	CF	NF	MF	Prod.
Bloco	3	0,55063 ^{ns}	1,21185 ^{ns}	64,41250**	0,19288 ^{ns}	7,43328 ^{ns}
Lâmina (L)	4	5,54894 ^{ns}	13,92315**	159,66875**	6,14859**	23,27436*
Resíduo-(a)	12	1,78207	1,36365	10,0271	0,9764	2,90594
Biofertilizante (B)	3	6,51630**	7,85864 ^{ns}	180,54583**	0,80486 ^{ns}	16,82901**
LxB	12	1,81141 ^{ns}	6,30606 ^{ns}	39,78542*	0,83575 ^{ns}	3,58493*
Resíduo-(b)	45	0,92065	3,03132	17,8486	0,70076	1,43765
CV% - a		6,44	4,75	27,87	17,24	43,98
CV% - b		4,63	7,09	37,18	14,61	30,93

FV - Fontes de variação; GL – Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; DF – Diâmetro do fruto (mm); CF – Comprimento do fruto (mm); NF – Número de frutos por planta; MF – Massa média dos frutos (g); Prod. – Produtividade (t ha⁻¹); ^{ns} - Não significativo, * - Significativo a 5%, ** - Significativo a 1% pelo teste F.

4.4.1 Diâmetro do fruto

Na Figura 18, observa-se o efeito isolado das doses de biofertilizantes para o diâmetro do fruto, no qual, o modelo polinomial foi o que melhor se adequou para essa variável. Pela análise da equação de regressão, observa-se que para se obter o máximo diâmetro do fruto (21,00 mm) é necessária a aplicação semanal de 377,50 mL de biofertilizante.

Figura 18 – Diâmetro dos frutos do morangueiro em função das doses de biofertilizante



A partir da dose 377,50 mL ocorre redução para esta variável, demonstrando que o excesso do fornecimento de nutrientes pode ser prejudicial para o fruto. Segundo Cantillano

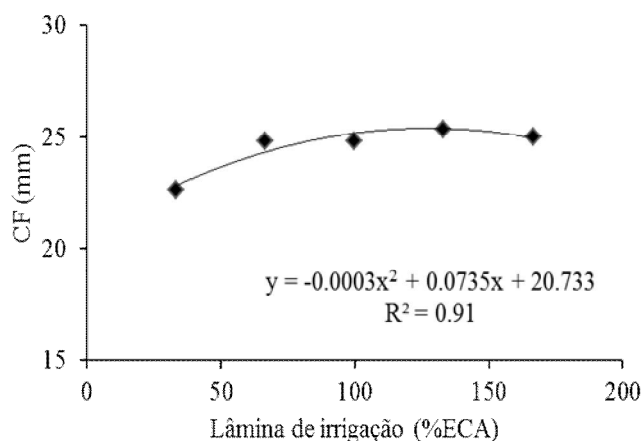
(2005) os frutos do morango são classificados em dois grupos de acordo com o diâmetro transversal, sendo que os frutos que apresentam um diâmetro superior a 25 mm pertence a classe 1 e os frutos com diâmetro entre 10 e 25 mm, pertencem a classe 2, segundo o regulamento técnico do Mercosul 85/96. Dessa forma, com os resultados apresentados constata-se que os frutos se classificam como classe 2.

Já Costa (2009), avaliando produção e qualidade de frutos de morangueiro, do cultivar 'Oso Grande' sob telas em ambiente protegido, relatou que o diâmetro médio dos frutos variou de 26 a 27 mm, portanto de classe 1 superior aos obtidos neste trabalho.

4.4.2 Comprimento do fruto

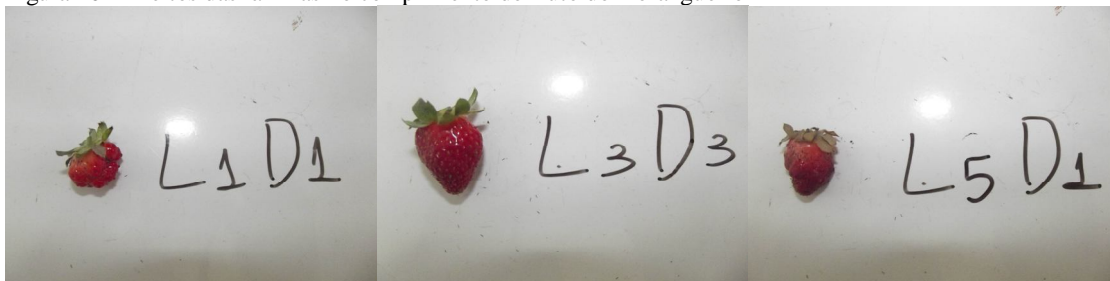
Para o comprimento do fruto houve efeito isolado das lâminas de irrigação sobre essa variável, onde o modelo polinomial melhor se adequou para essa variável com R^2 de 0,91 (FIGURA 19).

Figura 19 – Comprimento dos frutos do morangueiro em função das lâminas de irrigação



O máximo comprimento do fruto (25,23 mm) foi obtido com a lâmina de irrigação equivalente a 122,5% da ECA. Tanto o déficit como o excesso hídrico, proporcionaram efeito negativo para o comprimento do fruto. Na Figura 20, é possível observar o efeito das lâminas de irrigação sobre o comprimento do fruto.

Figura 20 – Efeitos das lâminas no comprimento do fruto do morangueiro



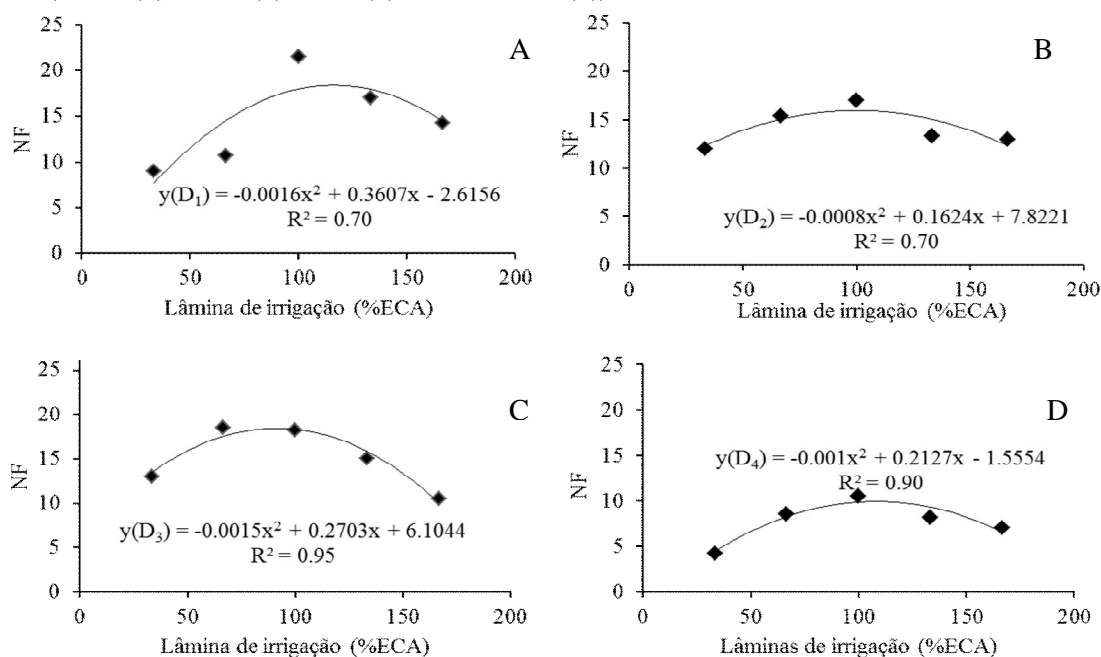
Fonte: Autor (2012).

Esse resultado foi inferior aos de Gomes (2013), onde os valores do comprimento dos frutos variaram de 25,49 a 30 mm, utilizando a mesma cultivar ('Oso Grande'). Guimarães (2013) também obteve superioridade utilizando diferentes cultivares onde, a cultivar que apresentou frutos maiores foi a 'Festival' (39,58 mm), seguida da 'Camarosa' (38,46 mm) e da 'Aromas' (33,09 mm).

4.4.3 Número de frutos

A partir das análises de regressão para o número de frutos, em função da interação lâmina de irrigação versus dosagens de biofertilizante bovino, verificou-se que o modelo polinomial foi o mais adequado (FIGURA 21).

Figura 21 – Número de frutos do morangueiro em função das interações lâminas de irrigação e doses de biofertilizante bovino (125 mL (A); 250 mL (B); 375 mL(C); 500 mL semana⁻¹ (D))



A interação que mais estimulou os valores de número de frutos por planta foi a dose de 375 mL, com uma lâmina de irrigação equivalente a 90,10% da ECA, produzindo 18,28 frutos planta⁻¹ (FIGURA 21-C).

A maior presença de sais na maior dose (500 mL) pode ter influenciado de forma negativa na produção de frutos com apenas 9,75 frutos planta⁻¹ (FIGURA 21-D). Segundo Portela *et al.* (2012), a concentração de sais no meio radicular, além de condicionar a absorção de nutrientes essenciais, influencia também a absorção de água para o desenvolvimento das plantas.

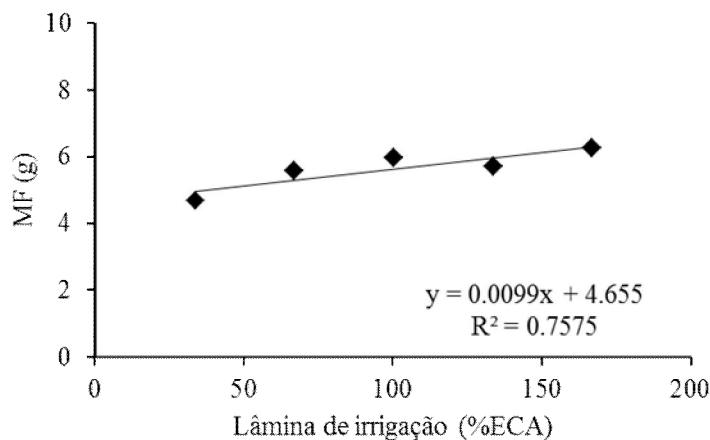
Para todas as interações, observou-se uma baixa produção de frutos por planta quando comparada a outras pesquisas. Vignolo *et al.* (2011), avaliando a produção de morangos a partir de fertilizantes alternativos em pré-plantio, relatam que o cultivar ‘Camarosa’ produziu 43,6 frutos planta⁻¹ e o ‘Camino Real’ apenas 26,5 frutos planta⁻¹. Rosa *et al.* (2013) estudando produção de morango em diferentes épocas de plantio obtiveram 37,5 frutos planta⁻¹ para a cultivar ‘Arazá’ e 27,5 frutos planta⁻¹ para cultivar ‘Yvapitá’.

Tanto o déficit hídrico quanto o excesso de água promoveram a redução na produção de frutos. Esse comportamento de redução na produção de frutos em função do déficit e do excesso hídrico foi verificado por Gomes (2013). Já Teixeira *et al.* (2013) observou maior produção de frutos por planta na maior da lâmina de irrigação. Em trabalho realizado por Pires *et al.* (2007), os valores de frutos médios por planta variaram de 86,4 a 66,4 para as respectivas tensões 10 e 70 kPa.

4.4.4 Massa média dos frutos

Para a massa média dos frutos não houve efeito significativo da interação e das doses de biofertilizante. Na Figura 22, observa-se o efeito isolado das lâminas de irrigação sobre a massa média dos frutos. O modelo linear crescente foi o que melhor se adequou a essa variável.

Figura 22 – Massa média dos frutos do morangueiro (g) em função das lâminas de irrigação



Ou seja, o aumento da lâmina de irrigação proporcionou um maior acúmulo na massa média dos frutos. Com a maior lâmina de irrigação (166,66% da ECA) observou-se maior massa média dos frutos (6,30 g). Em relação a menor lâmina, o ganho na massa do frutos foi equivalente a 20,16%.

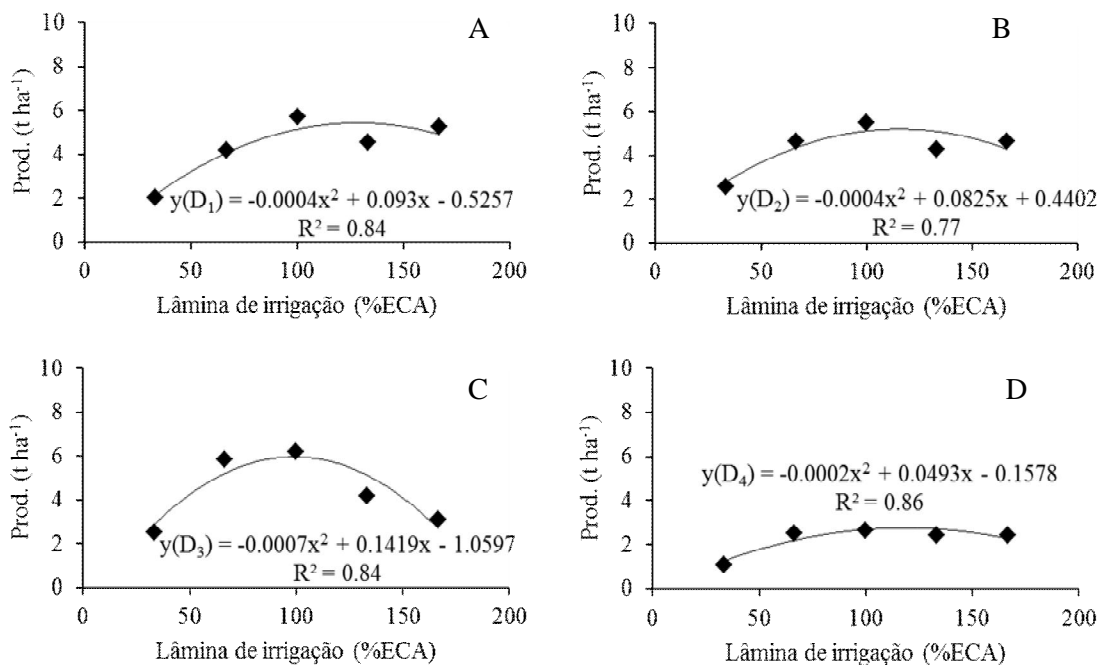
Este resultado corrobora com Gomes *et al.* (2013), em estudos de produção de morango (cultivar ‘Oso Grande’) sobre lâminas de irrigação e dose de potássio, que observaram efeito isolado das lâminas de irrigação sobre a massa média dos frutos, sendo que a maior lâmina de irrigação resultou na maior massa média dos frutos (8 g). Já, em trabalho realizado por Virmond e Resende (2006), a massa média de frutos foi de 13,84 g, também utilizando a cultivar ‘Oso Grande’ em sistema convencional. Em sistema orgânico, as cultivares ‘Aromas’ e ‘Oso Grande’ produziram os frutos com massa média de 8,34 g e 10,02 g, respectivamente (CAMARGO, 2008). Guimarães (2013), em estudos com diversas cultivares detectou uma massa de 11,92 g por fruto. A menor massa média registrada ocorreu com a cultivar ‘Dover’ (7,33 g).

Nesse presente trabalho, bem como nos citados, é possível perceber variações para a mesma cultivar. Segundo Ronque (1998), tais variações entre a mesma cultivar decorre das condições de cultivo e da interação entre os fatores fotoperíodo e temperatura e, normalmente, sob temperaturas mais elevadas os frutos tem menor massa média.

4.4.5 Produtividade

Para a variável produtividade ($t\ ha^{-1}$), o modelo polinomial foi o que melhor se ajustou para a interação de lâmina de irrigação e doses de biofertilizantes (FIGURA 23).

Figura 23 – Produtividade do morangueiro ($t\ ha^{-1}$) em função das lâminas de irrigação e doses de biofertilizante bovino (125 mL (A); 250 mL (B); 375 mL(C); 500 mL semana⁻¹ (D))



A maior produtividade ($6,13\ t\ ha^{-1}$) foi obtida com uma lâmina equivalente a 101,35% da ECA e com a aplicação de 375 mL de biofertilizante (FIGURA 23-C).

A menor produtividade ($2,88\ t\ ha^{-1}$) ocorreu na dose de 500 mL utilizando-se uma lâmina de 123,25% ECA (FIGURA 23-D). A máxima produtividade para a dose de 125 mL ($4,87\ t\ ha^{-1}$) ocorreu com uma lâmina equivalente a 116,25% da ECA (FIGURA 23-A) enquanto que para dose de 250 mL, a lâmina foi de 103,12% da ECA para uma máxima produção de $4,69\ t\ ha^{-1}$ (FIGURA 23-B).

Essa produção foi inferior a obtida por Camargo (2008), em estudo de cultivares em diferentes sistemas. Em sistema convencional, o autor relata uma produtividade de $34,06\ t\ ha^{-1}$ para a cultivar ‘Dover’ e $19,81\ t\ ha^{-1}$ para cultivar ‘Toyonoka’. Já no sistema orgânico, a ‘Oso Grande’ obteve uma produtividade de $18,66\ t\ ha^{-1}$ e $54,94\ t\ ha^{-1}$ para a cultivar ‘Tudla-Milsei’.

Outros autores também relatam uma superioridade na produtividade do morangueiro (cultivar ‘Oso Grande’) em comparação aos resultados obtidos; $24,32\ t\ ha^{-1}$ (GOMES, 2013); $17,71\ t\ ha^{-1}$ (COSTA, 2011); $50,61\ t\ ha^{-1}$ (VIRMOND; RESENDE, 2006).

Essas variações de produtividade observadas para as mesmas cultivares, podem estar relacionadas a fatores fisiológicos e genéticos que são alterados pelas condições ambientais e que interferem diretamente no florescimento e no desenvolvimento dos frutos

(LARCHER, 2000). Provavelmente, as temperaturas elevadas podem ter influenciado para uma redução na produtividade do morangueiro.

Outro fator que pode interferir é a polinização, pois Resende *et al.* (2010) afirmam que o morangueiro em ambiente protegido sofre prejuízos na polinização devido à ausência de agentes polinizadores, principalmente artrópodes, resultando em menor número de flores visitadas e polinizadas, imperfeita fertilização do óvulo, apresentando deformações nos frutos e redução de produtividade.

4.5 Pós-colheita

Para as variáveis de pós-colheita, observa-se através do quadro de análise de variância que houve efeito isolados das lâminas e das doses de biofertilizante para os sólidos solúveis (SS) (1 e 5% de significância, respectivamente), pH (1% de significância) e da interação para a acidez titulável total (AT) e relação SS/AT, a 1% de significância (TABELA 12).

Tabela 12 - Resumos das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos valores médios de sólidos solúveis (SS), pH, acidez titulável total (AT) e relação SS/AT dos frutos do morangueiro

FV	GL	Quadrado médio			
		SS	pH	AT	SS/AT
Blocos	2	0,45789 ^{ns}	0,00061 ^{ns}	0,00249 ^{ns}	0,14158 ^{ns}
Lâmina (L)	4	0,86014**	0,05719**	0,03089 ^{ns}	0,76888 ^{ns}
Resíduo-(a)	8	0,11514	0,00116	0,01165	0,55368
Biofertilizante (B)	3	0,57136*	0,158915**	0,10834**	7,08121**
L x B	12	2,1317 ^{ns}	0,05447 ^{ns}	0,02653**	1,86468**
Resíduo-(b)	30	0,1923	0,00258	0,00912	0,40244
CV% - a		4,87	1,6	9,6	11,79
CV% - b		6,29	3,8	8,5	10,06

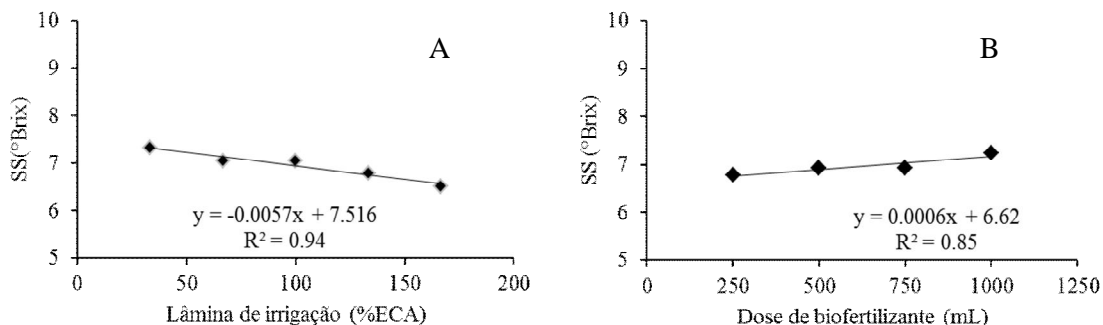
FV - Fontes de variação; GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; SS - Sólido solúveis totais (°Brix); AT - Acidez total titulável (% ácido cítrico); ^{ns} - Não significativo, * - Significativo a 5%, ** - Significativo a 1% pelo teste F.

4.5.1 Sólidos solúveis

Na Figura 24, encontram-se as análises de regressão dos sólidos solúveis (SS) em função das lâminas de irrigação e das doses de biofertilizante. Pelas análises realizadas, o modelo linear é o que melhor se adequou, porém de forma decrescente para as lâminas de

irrigação (FIGURA 24-A) e de forma crescente para as doses de biofertilizante (FIGURA 24-B).

Figura 24 - Sólidos solúveis totais em função das lâminas de irrigação (A) e das doses de biofertilizante (B)



A menor lâmina de irrigação (33,33% da ECA) proporcionou um maior teor de sólido solúveis totais (SS), 7,32° Brix, enquanto o aumento promoveu redução para essa variável, chegando ao valor mínimo de 6,56° Brix para um consumo de água de 166,66% da ECA. Em termos relativos, a redução entre a mínima e a máxima lâmina para o teor de sólidos solúveis foi de 10,39% (FIGURA 24-A).

Os resultados de SS em função da lâmina de irrigação podem estar relacionados com a massa média dos frutos (FIGURA 22). Como nas menores lâminas observaram-se frutos com menores massas médias por fruto, houve uma maior concentração de açúcar resultando em maiores valores de SS.

Gomes (2013), em estudo com lâminas de irrigação e doses de potássio utilizando a cultivar 'Oso Grande', observou um decréscimo no teor de sólidos solúveis com o aumento das lâminas de irrigação, porém os resultados foram superiores em relação aos do presente trabalho. Teixeira (2011), avaliando o cultivar 'Aromas', observou um aumento no teor de sólidos solúveis dos frutos, de forma linear, com o aumento das tensões de água no solo.

Já Costa (2011), em trabalho analisando o efeito de diferentes tensões sobre a produção e a qualidade de duas cultivares, detectou não haver influência das tensões sobre o teor de sólidos solúveis, porém entre as cultivares houve efeito onde a 'Oso Grande' apresentou 5,84° Brix e a cultivar 'Aroma' 3,97° Brix.

Já em função das doses de biofertilizantes, o SS aumentou em função da aplicação de maiores doses de biofertilizante. O maior valor de SS ocorreu na dose de 500 mL apresentando 7,17° Brix (FIGURA 24-B).

As maiores doses de biofertilizante resultaram em frutos com maiores teores de sólidos solúveis, possivelmente pela maior concentração de nutrientes, principalmente de potássio. Esse resultados corroboram com Sales *et al.* (2011), em trabalho realizado na cultura do tomateiro, onde, as maiores doses de biofertilizante (2,7 e 3,6 L semana⁻¹) obtiveram maior teor de sólidos solúveis.

Mazaro *et al.* (2013), com o objetivo de avaliar as alterações físico-químicas de morangueiros em sistema de cultivo orgânico, observaram que o uso do biofertilizante supermagro apresentou teores de sólidos solúveis nos frutos de 6,4° Brix, sendo inferior ao observado nesta pesquisa.

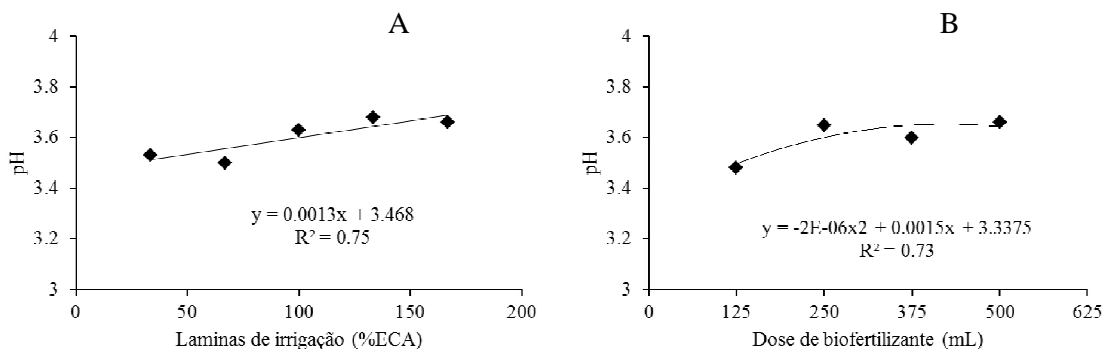
Porém, em trabalho realizado por Camargo (2008), avaliando cultivares em sistema convencional e orgânico, a cultivar ‘Oso Grande’ apresentou valores de SS superiores a do presente trabalho. No sistema convencional o teor de SS foi de 8,50° Brix e de 8,06° Brix para o sistema orgânico. Virmond e Resende (2006) detectaram haver diferenças de SS entre a produção em campo aberto e cultivo em ambiente protegido, sendo que este apresentou maiores valores para esta variável.

Além disso, as variações de SS dentro da mesma cultivar podem ocorrer em função dos diferentes locais e épocas de cultivo, provavelmente em função das variações de temperatura, fotoperíodo e manejo da cultura (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

4.5.2 pH

Pela análise de regressão, observou-se que para as lâminas de irrigação o modelo linear foi o que melhor se ajustou (FIGURA 25-A), enquanto o modelo polinomial foi o que melhor se adequou para as doses de biofertilizante (FIGURA 25-B).

Figura 25 – Valores de pH em função das lâminas de irrigação (A) e das doses de biofertilizante (B)



O valor de pH apresentou acréscimo em função do aumento das lâminas de irrigação. A menor lâmina apresentou um pH de 3,51 e na maior o pH foi de 3,68 (FIGURA 25-A). Para o biofertilizante, a dose de 375 mL foi a que melhor contribuiu para o pH dos frutos (3,64). O pH aumentou em função do aumento das doses de biofertilizante, porém a partir da dose de 375 mL, houve um decréscimo (FIGURA 23-B).

Os resultados referentes as lâminas de irrigação não foram verificadas por Gomes (2013). Em trabalho realizado para avaliar os efeitos das lâminas e doses de potássio, verificou-se que o aumento das lâminas de irrigação promoveu redução no pH dos frutos.

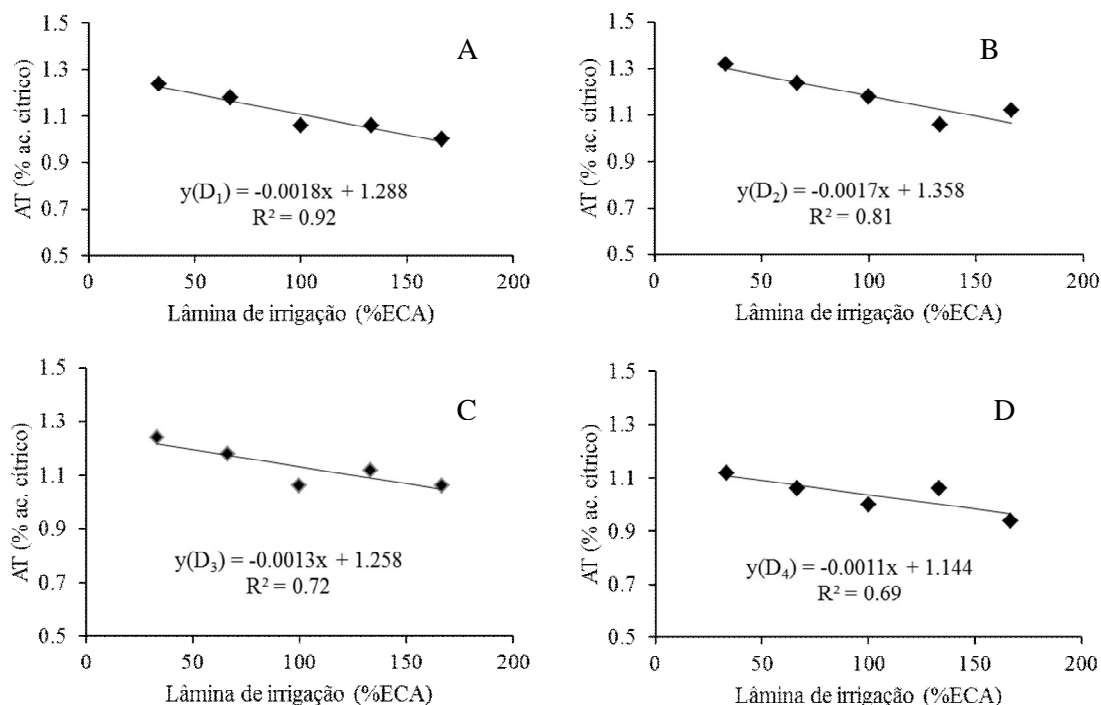
Teixeira (2011), observou haver um aumento no pH com o aumento das tensões de água no solo. Já Costa (2011), não encontrou efeitos para diferentes tensões, tendo apenas efeitos entre as cultivares ('Oso Grande' 3,6 e 'Aromas' 3,2).

O pH é um parâmetro importante na determinação da finalidade de uso das cultivares, já que o pH ácido é destinado para uso industrial e o mercado consumidor de frutos *in natura* prefere frutos pouco ácidos. Segundo Guimarães (2013) frutos que apresentam teores de pH, em torno de 3,37 são destinados ao consumo *in natura*. Dessa forma, pela análise de pH, os frutos deste trabalho apresentam-se dentro dos padrões para o consumo.

4.5.3 Acidez total titulável

O modelo linear decrescente foi o que melhor se adequou para a análise de regressão da interação lâminas de irrigação e doses de biofertilizante para a acidez total titulável. Pelo modelo linear apresentado as doses de 125 (FIGURA 26-A) e 375 mL (FIGURA 26-C) obtiveram uma AT próximas, sendo de 1,22 e 1,21% de ácido cítrico, respectivamente, com uma lâmina de 33,33% da ECA. Já a dose de 250 mL obteve o maior valor para AT, 1,30% ácido cítrico (FIGURA 26-B), enquanto a dose de 500 mL apresentou a menor AT (1,10% ácido cítrico) (FIGURA 26-D), com a mesma lâmina de irrigação (33,33% ECA).

Figura 26 – Acidez total titulável em função das interações lâminas de irrigação e doses de biofertilizante bovino (125 mL (A); 250 mL (B); 375 mL(C); 500 mL semana⁻¹ (D))



O potássio tem grande importância por influenciar no estímulo da síntese de carboidrato, aumentando a espessura da casca, o tamanho e a acidez dos frutos. Alguns autores afirmam haver uma relação entre aumento da acidez nos frutos do morangueiro com o aumento da concentração de potássio (GOMES, 2013; ANDRIOLO 2010). Para este trabalho presumisse ter havido um aumento na concentração de potássio com o aumento das doses de biofertilizante, porém há uma redução na acidez nas doses de 375 e 500 mL em relação à dose de 250 mL.

A perda de K a partir do solo acontece por lixiviação. Essa depende da quantidade de água que percola no perfil e da concentração do íon na solução do solo quando que em quantidade significativa ou aumento pela adição de fertilizantes potássicos, há aumento na lixiviação (ERNANI; BAYER; ALMEIDA, 2007). Dessa forma é possível que o aumento da concentração do biofertilizante e consequentemente de potássio, tenha implicado em pouca elevação na quantidade absorvida devido a maior lixiviação na maior lâmina.

Os valores de AT foram superiores aos encontrado por Gomes (2013), Teixeira (2011) e Pereira (2009), podendo ser explicado pelas características climáticas. Segundo Cocco (2010), as temperaturas elevadas durante a frutificação favorecem ao aumento da acidez dos frutos.

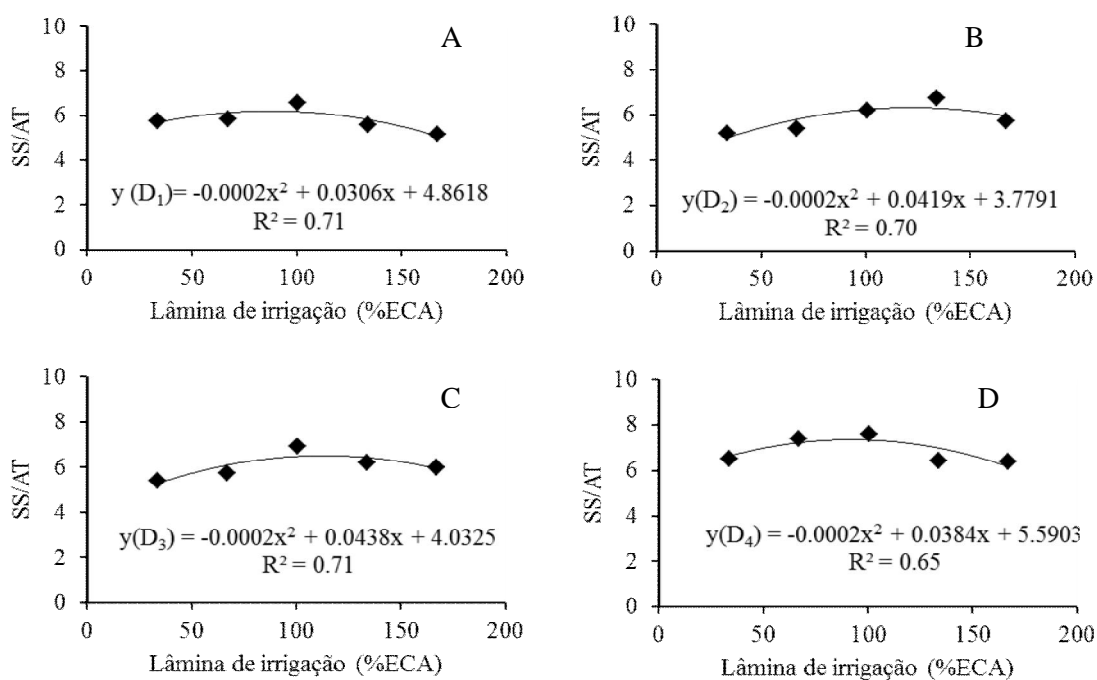
O aumento das lâminas promoveu uma redução na acidez dos frutos, independente da dose de biofertilizante. Esse resultado pode estar relacionado ao teor de potássio presente no biofertilizante. De acordo com Gomes (2013), a redução da disponibilidade de água associado à nutrição mineral tende a promover acúmulo de substâncias promotoras de acidez no fruto do morangueiro, podendo estar associado à elevação no teor de ácidos orgânicos presentes nos frutos.

Teixeira (2011), avaliando o efeito de diferentes tensões de água no solo sobre a produção e qualidade de frutos do morangueiro observou não haver efeito significativo da acidez titulável nos frutos. Assim como Costa (2011), também não encontrou efeito entre as tensões, apenas entre as cultivares, sendo que para a cultivar ‘Oso Grande’ a acidez foi de 0,92% ácido cítrico e de 0,86% para a cultivar ‘Aroma’.

4.5.4 Relação SS/AT

Na Figura 25, encontra-se a análise de regressão da relação de SS/AT em função da interação lâmina de irrigação e doses de biofertilizante, sendo o modelo polinomial o que melhor representou os dados.

Figura 27 – Relação SS/AT em função de lâminas de irrigação e das doses de biofertilizante bovino (125 mL (A); 250 mL (B); 3750 mL(C); 500 mL semana⁻¹(D))



A maior relação ocorreu na dose de 500 mL com 7,41 para uma lâmina de 87% da ECA (FIGURA 25-D). A relação açúcares/acidez é geralmente utilizada como índice de qualidade e de aceitabilidade de frutas pelo consumidor, quanto maior essa relação melhor será para o mercado, dessa forma a dose de 500 mL apresenta-se como a melhor proposta para esta variável, principalmente por ter induzido a ocorrência de maiores teores de SS.

Cantillano *et al.*, (2008) verificaram superioridade da relação SS/AT em relação aos resultados apresentados neste trabalho, com as cultivares ‘Ventana’ (8,19), ‘Camino Real’ (8,75) e ‘Aromas’ (9,52). Andriolo *et al.*, (2010), com o objetivo de avaliar o efeito de doses de potássio fornecido pela fertirrigação e de cálcio na parte aérea sobre a qualidade dos frutos do morangueiro, constataram que não houve efeito significativo entre os tratamentos para a relação SS/AT.

Camargo (2008), em estudo de diferentes cultivares produzidos em sistema convencional e orgânico encontrou para a cultivar ‘Oso Grande’ uma relação de 8,76 e 8,67, respectivamente, também superiores as deste trabalho.

5 CONCLUSÕES

A dose de 375 mL semana⁻¹ planta⁻¹ apresenta-se como a melhor dosagem para a cultura do morangueiro no litoral cearense.

As funções geradas para a maioria das variáveis em função das lâminas de irrigação foram polinomiais quadráticas, sendo as lâminas ótimas próximas a 100% da ECA.

A lâmina de irrigação equivalente a 126,92% da ECA e a dose de biofertilizante de 375 mL semana⁻¹ planta⁻¹ proporciona o maior desenvolvimento da biomassa.

Recomenda-se para uma máxima produção, uma lâmina de irrigação equivalente a 101,35% da ECA e uma dose de biofertilizante de 375 mL semana⁻¹ planta⁻¹.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, P. E. P. Estratégias de manejo de irrigação. *In*: ALBUQUERQUE, P. E. P.; DURÃES, F. O.M. **Uso e manejo de irrigação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 449-486.
- ALMEIDA, I. R. de. *et al.* **Zoneamento agroclimático para produção de morango no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 28 p. 2009 (Embrapa Clima Temperado: Documentos, 283).
- ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba-RS: Agropecuária, 2002, 592 p.
- 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.; DUARTE FILHO, J. Sistema de produção do morango: importância. **Embrapa**. 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/cap10.htm>>. Acesso em 11 de fevereiro de 2013.
- ARAGÃO, V. F. *et al.* Produção e eficiência no uso de água do pimentão submetido a diferentes lâminas de irrigação e níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.6, n. 3, p. 207-216, 2012.
- BARROSO, G. M. *et al.* **Frutos e sementes: morfologia aplicada a sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: RD. Da UFV, 1999. 443 p.
- BRASIL. **Ministério da Saúde**. Agência Nacional de vigilância Sanitária. Métodos físico-químicos para análise de alimentos/ Ministério da Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, p. 1018, 2005.
- BRITO, M. E. B. *et al.* Crescimento, fisiologia e produção do milho doce sob estresse hídrico. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1244-1254, 2013.
- 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-São Paulo. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. 2002.
- CALVETE, E. O.; CECCHETTI, D.; BORDIGNON, L. Desempenho de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, 2003.
- CALVETE, E. O. *et al.* Fenologia, produção e teor de antocianinas de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Revista Brasileira Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 30, n. 2, p.396-401, 2008.
- CALVETE, E. O. *et al.* Cultivo de morangueiro em ambiente protegido. *In*: CHAVARIA, G.; SANTOS, H. P. dos. (Eds.). **Fruticultura em ambiente protegido**. Brasília, DF: Embrapa Uva e Vinho, 2012. p. 149-206.

CAMARGO, L. K. P *et al.* Caracterização química de frutos de morangueiro cultivados em vasos sob sistemas de manejo orgânico e convencional. **Semina**, v.30 p.993-998. 2009.

CAMARGO, L. K. P. **Produtividade e qualidade de cultivares de morangueiro em sistemas orgânico e convencional na região de Guarapuava-PR**. 2008. 97p. Dissertação (Agronomia/ Produção Vegetal) Universidade Estadual do Centro-Oeste, 2008.

CANTILLANO, R.F.F. Sistema de produção de morango. **EMBRAPA**. Versão eletrônica. 2005. Disponível em:
<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/cap12.htm>>. Acesso em: 03 dez. 2013.

CANTILLANO, R. F. F. **Qualidade físico-química e sensorial de cultivares de morango durante o armazenamento refrigerado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 29 p. -- (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 75).

CARVALHO, S. P. **Boletim do morango: cultivo convencional, segurança alimentar em cultivo orgânico**. Belo Horizonte. FAEMG, 2006.

CASTRO, R. L. de. Melhoramento genético do morangueiro: avanços no Brasil. *In*: RASEIRA, M. do A. B. *et al.* (Eds.). **II SIMPOSIO NACIONAL DO MORANGO**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 299 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 124).

CEARÁ vai exportar morango para Europa. **Diário do Nordeste**, Fortaleza, 20 novembro 2011. Disponível em: <<http://diariodonordeste.globo.com/materia.asp?codigo=1072392>>. Acesso em: 04 mar. 2013.

CHICONATO, D. A. *et al.* Resposta da alface à aplicação de biofertilizante sob dois níveis de irrigação. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 392-399, 2013.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. 2 ed. ver. e ampl. Lavras: UFLA, p. 785, 2005.

COCCO, C. **Qualidade fisiológica das mudas na produção de frutas do morangueiro**. 2010. 48p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

COCCO, C. *et al.* Development and fruit yield of strawberry plants as affected by crown diameter and plantlet growing period. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.7, p.730-736, 2010.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os estados do RS e SC**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo- Núcleo Regional Sul, 2004. 394 p.

COSTA, G. G. **Produção e qualidade dos frutos de morangueiro, sob diferentes tensões de água no solo**. 2011. 77p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de água e solo). – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

COSTA, C. R. **Teores de clorofila, produção e qualidade de frutos de morangueiro sob telas de sombreamento em ambiente protegido**. 2009. 126p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Produção vegetal) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2009.

COSTA, E. L. da; COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A. Irrigação do morangueiro. **Informe agropecuário**. Belo Horizonte, v.28, p50-55. 2007.

CUPPINI, D. M.; ZOTTI, N. C.; LEITE, J. A. O. Efeito da irrigação na produção da cultura de alface (*Lactuca sativa* L.), variedade “pira roxa”, manejada através do tanque classe “A” em ambiente protegido. **PERSPECTIVA**, Erechim. v.34, n.127, p. 53-61, 2010.

DAREZZO, R. J. *et al.* **Cultivo em ambiente protegido: histórico, tecnologias e perspectivas**. Viçosa: DFT, p.1-7. 2004.

DIAS, T. J. *et al.* Produção do maracujazeiro e resistência mecânica do solo com biofertilizante sob irrigação com águas salinas. **Ciências Agronômica**, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-66902011000300010&script=sci_arttext-back1>. Acesso em: 18 mar. 2013.

DIAS FILHO, M. B.; CARVALHO, C. J. de. Physiological and morphological responses of *Brachiaria* spp. to flooding. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 10, p. 1959-1966, out. 2000.

DIAS FILHO, M. B.; LOPES, M. J. dos S. Triagem de forrageiras para tolerância ao excesso de água no solo. Belém, PA : Embrapa Amazônia Oriental, 2012. 29 p. ;– (Documentos 381 / Embrapa Amazônia Oriental)

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

DUARTE FILHO, J.; ANTUNES, L. E. C.; PÁDUA, J. G. Paclobutrazol no florescimento e na produção de frutos em duas cultivares de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 202-205, abril-junho 2004.

ERNANI, P.R.; BAYER, C.; ALMEIDA, J.A. Mobilidade vertical de cátions influenciada pelo método de aplicação de cloreto de potássio em solos com carga variável. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 31, 2007.

ESPINDULA NETO, D. **Uso racional de água e de energia elétrica na cafeicultura irrigada por pivô central e gotejamento**. 2002. 126 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

FAO. **Faostat**: production strawberry. 2012. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 13 nov. 2013.

FARIAS, J. R. B. ;BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S. R. Evapotranspiração no interior de estufas plásticas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, p. 17-22, 1994.

FERNANDES, C.; CORÁ, J. E.; ARAÚJO, J. A. C. de.; Utilização do tanque classe A para estimativa de evapotranspiração de referência dentro da casa de vegetação. **Eng. Agríc. Jaboticabal**, v. 24, n. 1, p. 46-50. 2004.

FIGUEREDO, L. F. de. **Desempenho agrônômico do amendoim cv. BR1 submetido a fontes e doses de biofertilizante**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Centro de Ciências Humanas e Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, 2012.

FILHO, H. G.; SANTOS, C.H. dos; CRESTE, J. E. Nutrição e adubação do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.20, n. 198, p. 36-40, 1999.

FILGUEIRA, F. A. R. Rosáceas- morango: um frutinho rasteiro. *In: Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 2.ed. Viçosa: UFV, p.378-385. 2003.

GALBIATTI, J. A. *et al.* Efeitos de diferentes doses e épocas de aplicação de efluente de biodigestor e da adubação mineral em feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido a duas lâminas de água por meio de irrigação por sulco. **Científica**, Jaboticabal, v. 24, p. 63-74, 1996.

GUIMARÃES, A. G. **Produtividade, qualidade e conservação pós-colheita de frutos de diferentes cultivares de morangueiro**. 2013. 98p. Dissertação (Mestrado em produção vegetal). Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina, 2013.

GOMES, E. R. **Eficiência no uso de água e de potássio no cultivo e na produção do morangueiro**. 2013. 99f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013.

GONDIM, T. M. de. S; CAVALCANTE, L. F. BELTRÃO, N. E. de. M. Aquecimento global: salinidade e conseqüências no comportamento vegetal. **Revista brasileira de oleaginosas e fibrosas**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 37-54, jan/abr. 2010.

JONES, H. G. **Plants and microclimate: A quantitative approach to environmental plant physiology**. Second Edition. Cambridge University Press, 1992. 85 p.

KUSVURAN, S. Effects of drought and salt stresses on growth, stomatal conductance, leaf water and osmotic potentials of melon genotypes (*Cucumis melo* L.). **African Journal Agricultural Research**, v. 7, n. 5, p. 775-781, 2012.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos, 2000. 531 p.

LIAO, C. T.; LIN, C. H. Physiological adaptation of crop plants to flooding stress. **Proceedings of the National Science Council: Republic of China Part B**, v. 25, n. 3, p.148-157, Jul. 2001.

LOBO, D. M. *et al.* Características de deficiência nutricional do amendoim submetido à omissão de N, P, K. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 69-76, 2012.

LOPES, M. N. *et al.* Trocas gasosas e índices de crescimento em capim-braquiária manejado sob lâminas de irrigação e idades de crescimento. **Revista Agroambiente On-line**, v. 7, n. 1, p.10-17, 2013.

MARTINAZZO, E. G. *et al.* Atividade fotossintética em plantas de ameixeira submetidas ao déficit hídrico e ao alagamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 1. 2012.

MARTINS, C. de P.; CUSTÓDIO, A. A. P.; GOMES, N. M.; LIMA, L. A. **Produção e desenvolvimento do cafeeiro irrigado**. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 2004, Porto Alegre.

MARTINS, D. S. *et al.* Fisiologia da produção de morangueiro. In: Timm, L.C. *et al.* (Eds.). **Morangueiro Irrigado: aspectos técnicos e ambientais de cultivo**. Pelotas, Rio Grande do Sul, 2009.

MARQUES, P. A. A.; BERNARDI FILHO, L.; SANTOS, A. C. P. Crescimento, produção de óleo essencial e trocas gasosas em orégano influenciados por diferentes lâminas de irrigação. **Ciência Rural**. Santa Maria vol.39 n.6. 2009.

MAZARO, S. M.; *et al.* Produção e qualidade de morangueiro sob diferentes concentrações de calda bordalesa, sulfocálcica e biofertilizante supermagro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 3285-3294, 2013.

MOLLARD, F. P. O. *et al.* Flooding tolerance of *Paspalum dilatatum* (Poaceae: Paniceae) from upland and lowland positions in a natural grassland. *Flora - Morphology, Distribution, Functional*. **Ecology of Plants**, v. 203, n. 7, p. 548-556, 2008.

NEVES, A. L. R. *et al.* Trocas gasosas e teores de minerais no feijão-de-corda irrigado com água salina em diferentes estádios. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande. v.13, (Suplemento), p.873–881, 2009

OLIVEIRA, A. P. *et al.* Rendimento de feijão-caupi cultivado com esterco bovino e adubo mineral. **Horticultura Brasileira**, v.19, 2001.

OLIVEIRA, G. A. *et al.* Resposta do feijão-caupi as lâminas de irrigação e as doses de fósforo no cerrado de Roraima. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, 2011.

PAIVA, A. S. *et al.* Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Engenharia Agrícola**, v. 25, p. 161-169, 2005.

PALHA, M. da. GRAÇA. *et al.* A planta do morangueiro. In: PALHA, M. da. GRAÇA. (Ed.). **Manual do morangueiro**. Oeiras, INIAP/EAN. n. 193, p.127. 2005.

PEREIRA, W. R. **Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de morangueiro, diferentes épocas de plantio**. 2009. 46p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

PIRES, R. C. M. *et al.* Produção do morangueiro em diferentes níveis de água, coberturas do solo e ambiente de cultivo. **Irriga**, Botucatu, v. 12, p. 338-353, 2007.

PORTELA, P. I.; PEIL, R. M. N.; ROMBALDI, C. V. Efeito da concentração de nutrientes no crescimento, produtividade e qualidade de morangos em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 30, n. 2, 2012.

REICHERT, L. J.; MADAIL, J. C. de M. Aspectos socioeconômicos. *In*: SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. (Eds). **Morango**: Produção. Embrapa Clima Temperado: Pelotas, RS, 2003. p. 12-15.

REIS, E. F. dos. *et al.* Avaliação do desempenho de sistemas de irrigação por gotejamento. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.13, p. 74-81, 2005.

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

REZENDE, F.C. *et al.* Determinação da evaporação em casa de vegetação utilizando tanque reduzido e atmômetro. **Irriga**, v. 9, p. 282-288, 2004.

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

ROSA, H. T. *et al.* Crescimento vegetativo e produtivo de duas cultivares de morango sob épocas de plantio em ambiente subtropical. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 3, p. 604-613, 2013.

SALES, I. G. M. *et al.* Produção de tomate em ambiente protegido sob doses de biofertilizante e lâminas de irrigação. Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza-CE 2011.

SANHUEZA, R. M. V. *et al.* Sistema de produção de morango para mesa na região da serra gaúcha e encostas superior do nordeste. Bento Gonçalves: Embrapa uva e vinho, 2005. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/MesaSerraGaucha/importancia.htm>>. Acesso em: 03 dez. 2013.

SANTOS, R. H. S.; MENDONÇA, E. S. Agricultura natural, orgânica, biodinâmica e agroecológica. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, p. 5-8, 2000.

SANTOS, A. M. dos; MEDEIROS, A. R. M. de. **Morango**: Produção. 1. ed. Série Frutas do Brasil, 40. Brasília: Embrapa Clima Temperado, 2003. 81 p.

SANTOS, A. M. dos; MEDEIROS, A. R. M. de; HERTER, F. G. Exigências de clima e solo. *In*: SANTOS, A. M. dos; MEDEIROS, A. R. M. de (Eds.). **Morango**: Produção. Embrapa Clima Temperado: Pelotas, RS, 2003. p. 18-21.

SANTOS, P. E. T. dos. **Sistema de produção do morango**: características básicas das principais cultivares de morango plantadas no Brasil, 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/cap02.htm>>. Acesso em: 04 dez. 2013.

- SCHUMACHER, M. V. et al. Influência do vermicomposto na produção de mudas de SEAGRI-BA. **A Cultura do Gergelim**. Salvador, 2010. 18 p.
- SILVA, A. F. *et al.* **Preparo e uso de biofertilizantes líquidos**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. 4 p. (Embrapa Semi-Árido. Comunicado técnico, 130).
- SILVA, A. R. A. *et al.* Trocas gasosas em plantas de girassol submetidas à deficiência hídrica em diferentes estádios fenológicos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 86-93. 2013.
- SILVA, E. N. *et al.* Comparative effects of salinity and water stress on photosynthesis, water relations and growth of *Jatropha* plants. **Journal of Arid Environments**, v. 74, n. 10, p. 1130-1137, 2010.
- SILVA, F. L. B. da. *et al.* Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino nas trocas gasosas e produtividade de feijão-de-corda. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 2, p. 304-317, 2013.
- SILVA, F. L. B. da. *et al.* Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.4, p.383-389, 2011.
- SILVA, V. D. da. QUEIROZ, S. O. P. de. Manejo de água para a produção de alface em ambiente protegido. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 1, p. 184-199, 2013.
- SOARES, L. A. dos A. *et al.* Respostas fisiológicas tomateiro na fase de floração sob estresse hídrico. **Agropecuária científica no semiárido**. Campina Grande. v. 8, n. 1, p. 51-55, 2012.
- SOUSA, G. G. *et al.* Fertirrigação com biofertilizante bovino: Efeitos no crescimento, trocas gasosas e na produtividade do pinhão-manso. **Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife. v. 8, n. 3, p. 503-509, 2013.
- SOUZA, R. B. de; ALCÂNTARA, F. A. de. **Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças**. Circular Técnica 65. Embrapa Hortaliças. Brasília. 2008.
- STRASSBURGER, A.S. **Crescimento, partição de massa seca e produtividade do morangueiro em sistema de cultivo orgânico**. 2010. 121f. Tese (Doutorado em Sistema de Produção Agrícola Familiar) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.
- STRASSBURGER, A. S. *et al.* Sistema de produção de morangueiro: fatores que influenciam o manejo da irrigação. *In*: TIMM, L. C. *et al.* (Eds.). **Morangueiro irrigado**: aspectos técnicos e ambientais do cultivo. Universidade Federal de Pelotas, 2009.
- TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: ARTMED. 2009. 719 p.
- TEIXEIRA, R. P. *et al.* Análise das tensões de água no solo cultivado com morangueiro sob poda. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 1, p. 25-42, 2013.
- TEIXEIRA, R. R. **Efeito de tensões de água nos solo em cultivo de morangueiro submetido a poda**. 2011. 70p. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

TESSEROLI NETO, E. A. **Biofertilizantes: caracterização química, qualidade sanitária e eficiência em diferentes concentrações na cultura da alface**. 2006. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

TIMM, P. J.; GOMES, J. C. C.; MORSELLI, T. B. Insumos para agroecologia: Pesquisa em vermicompostagem e produção de biofertilizantes líquidos. **Revista Ciência & Ambiente**, Universidade Federal de Santa Maria 29ª publicação. julho/dezembro, 2004.

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

VERHEUL, M.J.; SØNSTEBY, A.; GRIMSTAD, S.O. Influences of day and night temperatures on flowering of *Fragaria x ananassa* Duch., cvs. Korona and Elsanta, at different photoperiods. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 112 p. 200-206, 2007.

VIGNOLO, K. G. *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.

VIRMOND, M.F.R.; RESENDE, J.T.V. de. Produtividade e teor de sólidos solúveis totais em frutos de morango sob diferentes ambientes de cultivo. **Revista Eletrônica Lato Sensu**, v. 1, p. 62-69, 2006.

VISSER, E. J.W.; *et al.* Flooding and plant growth. **Ann. Bot.** v. 91, p. 107-109, 2003.

WANG, S. Y.; CAMP, M. J. Temperatures after bloom affect plant growth and fruit quality of strawberry. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 85, n. 33, p. 183-199, 2000

WANG, W. X.; VINOCUR, B.; ALTMAN, A. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. **Planta**, v. 218, p. 1-14, 2003.

WREGGE, M. S. *et al.*, Zoneamento agroclimático para produção de mudas de morangueiro no Rio Grande do Sul. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, p.27. 2007.