



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO
CURSO DE MESTRADO EM AGRONOMIA – SOLOS E NUTRIÇÃO DE
PLANTAS

JORDÂNIA MARIA GABRIEL PEREIRA

PRODUÇÃO, TROCAS GASOSAS E ESTADO NUTRICIONAL DA MELANÇIA
SUBMETIDA A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE BORO

FORTALEZA
2012

PRODUÇÃO, TROCAS GASOSAS E ESTADO NUTRICIONAL DA MELANÇÃ
SUBMETIDA A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE BORO

JORDÂNIA MARIA GABRIEL PEREIRA

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Solos e Nutrição de Planta, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Solos e Nutrição de Planta.
Orientador: Prof. DSc. Francisco Marcus Lima Bezerra

FORTALEZA

2012

JORDÂNIA MARIA GABRIEL PEREIRA

PRODUÇÃO, TROCAS GASOSAS E ESTADO NUTRICIONAL DA MELANÇÃ
SUBMETIDA A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE BORO

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Agronomia. Área de concentração Solos e Nutrição de plantas

Aprovado em __/__/__

BANCA EXAMINADORA

Prof. D.Sc. Marcus Bezerra (Orientador)
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof. D.Sc. Ismail Soares
Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof. D.Sc. Manuel Antonio Navarro Vasquez
Instituto Federal de Educação - IFCE

Aos meus pais, Dascinha e José Almir,
meus irmãos, Deigêla, Larisa, Silvio
Henrique e Dávila, e a TODOS os meus
amigos, dedico.

AGRADECIMENTO

A Deus por me permitir mais uma vez a superação, me iluminando e conduzindo os meus passos.

Aos meus pais, Dascinha e José Almir, pelo apoio, compreensão e pelos valores que me passaram dentre eles; humildade e respeito ao próximo. E de igual forma agradeço aos meus avós, Horácio Gabriel de Oliveira, Maria do Nascimento Germano, Joaquina Gabriel de Andrade e José Pereira sobrinho.

Aos meus irmãos: Deigêla, Larisa, Silvio Henrique e Dávila, e minhas Tias Alice Germano e Ana Gabriel e meus primos Thiago, Leila, Andreza e Lucas, pelo incentivo, esperança depositada e pelas alegrias dos reencontros nestes quase sete anos fora de casa. Quando esses eu agradeço a todos os demais familiares.

A Universidade Federal do Ceará, especialmente ao Departamento de Solo, pela oportunidade.

A CAPES pela concessão da bolsa e ao CNPq pelo financiamento da pesquisa.

Ao meu orientador professor Marcus Bezerra, pela orientação, amizade e ajuda durante a condução do experimento.

A Banca Examinadora composta pelos professores Manuel Navarro, a quem agradeço as contribuições e a orientação durante o período de graduação, e o professor Ismael Soares pela grande ajuda na execução da pesquisa e pelas aulas durante o mestrado.

A todos os professores da Pós – Graduação, especialmente ao Claudivan Feitosa, pela grande ajuda no experimento. Agradeço também aos professores da graduação meus primeiros incentivadores, Navarro, Edilza, Gra, Socorro, Mary Anne, Ana Cristina, Rosângela, Renato, Julio Cesar, Ivo, Hilton, Régis, Silas, Vidal (grande Vída) e Aurilene.

Aos funcionários da Fazenda Experimental do Vale do Curu, e do Departamento de Solos da UFC, especialmente a Roberto, Edilson, Fátima e Antônio José.

Ao Jarde pela responsabilidade e ajuda na coleta de dados e aos colegas que me ajudaram na execução da pesquisa, Edinei de, Alexandre, Leila, Aíde, Willian, José Wellington, Daniel, Jardelson e especialmente a João Valdenor pela enorme ajuda.

Aos meus colegas da Pós – Graduação; Edineide, Ariđano, Maria Auxiliadora, Aíde, Ana Paula, Eurilene, Aldenia, Rafaela, Naiara, Alcione, Arleudina, Hermes, Rafael, Bruno, Alton, Vitor, Aisson, Stella, Carol, Isabel, Sacramento, Zé Filho, Thales, Wilson, Jaime, Daniel, Daniel Barbosa, Bruna, Saialy, Régis, Ronaldo, Glđvan, Bruno, Thiago, Leo, Adriana e Janete, todos os quais tive o prazer de conviver e criar laços forte de amizade com a maioria deles.

Aos meus amigos que há muito tempo estão comigo, Amanda, Erico, Valeria, Netinha, Petrđnio, Sorai, Suellen, Aurinha, Diego, Nady, Jocilene, Robervânia, Ivoneide, Lucivania, Samara, Mithaelly, Raquel e especialmente a Joeferson que me incentivou a fazer a seleção para mestrado na UFC

A Cleudivan, Renato, Thiago, Jonávia e Rosinha. Por me provar que toda convencia resulta em um enorme aprendizado e, é um exercício diário de humildade, tolerância, respeito e amizade.

Aos meus ex-colegas de trabalho, Vivaldo Jr., Fábio, Junior, Atamiro, Lucia, Maria, Monalisa, Saionara, Audilene e Fernandes, pela motivação para crescer profissionalmente.

Gostaria de agradecer de forma muito especial a Petrđnio, Edineide, Ariđano, Maria Auxiliadora e Claudinete pela enorme ajuda na fase pré –defesa, e por estarem do meu lado neste momento de tensão e ansiedade.

Enfim a todos os quais não citei, mas que, são lembrados sempre com carinho.

“A coisa mais indispensável a um
homem é reconhecer o uso que deve
fazer do seu próprio conhecimento”

Platão

RESUMO

O boro, dentre os micronutrientes, é aquele que mais frequentemente se apresenta deficiente no solo, devido principalmente à baixa disponibilidade dos solos e a falta de conhecimento do requerimento e da resposta das culturas a sua aplicação. Quanto à baixa disponibilidade no solo, tal condição seria agravada, quando da escassez hídrica, uma vez que o mecanismo envolvido no contato do boro com a raiz é o fluxo de massa, que é diretamente proporcional à condutividade hidráulica do solo. A respeito da resposta da cultura ao nutriente, acredita-se que a faixa entre o nível ideal e o tóxico seja muito estreita. Sendo assim o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de doses crescentes de boro na cultura da melancia irrigada com diferentes lâminas de irrigação, no município de Pentecoste – CE. O delineamento estatístico foi blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições. Nas parcelas foram avaliados quatro lâminas de irrigação, 50%, 75%, 100% e 125% da evapotranspiração potencial da cultura (ET_{pc}) e nas subparcelas cinco doses, correspondentes a 0, 5, 1, 5, 2, 5, 3, 5, 4, 5 kg ha⁻¹ de B, tendo como fonte o ácido bórico. Os teores de boro no tecido foliar da melancia apresentaram ajuste linear crescente e função das doses e linear decrescente e função das lâminas de irrigação, variando de 102,39 a 168,20 mg kg⁻¹ e correlacionando negativamente com a produtividade, indicando toxicidade. Os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe e Zn, não foram influenciados pelas lâminas de irrigação e doses de boro. Sendo o enxofre e o cobre, influenciados pelas lâminas de irrigação e doses de B, respectivamente. Foi demonstrado efeito do boro sobre o incremento da produção de MSPA. A condutância estomática, concentração interna de CO₂ e a fotossíntese não foram influenciadas pelos fatores, demonstrando que as lâminas não impuseram sobre as plantas uma escassez hídrica, e que com as variáveis analisadas foi impossível precisar a influência do boro nas trocas gasosas. A transpiração da cultura foi influenciada significativamente pelas lâminas de irrigação.

Palavras-chave: *Citrullus lanatus*. nutrição de plantas, tóxico.

ABSTRACT

Boron, among micronutrients, is one that appears most often deficient in the soil, mainly due to the low availability of land and lack of knowledge of application and crop response to their application. As to the low availability in the soil, this condition is aggravated when the water shortage, since the mechanism involved in the contact with the root of boron is the mass flow that is directly proportional to the hydraulic conductivity. Regarding response to nutrient culture, it is believed that the optimal range between toxic and is very narrow. Therefore the objective of this study was to evaluate the effect of increasing doses of boron in water melon crop irrigated with different irrigation in the municipality of Pentecost - CE. The statistical design was randomized block split plot with four replications. The plots were assessed four irrigation levels, 50%, 75%, 100% and 125% of potential evapotranspiration of the crop (ET_{pc}) and subplots five levels, corresponding to 0.5, 1.5, 2.5, 3, 5, 4.5 kg ha⁻¹ to B, taking with boric acid source. The boron contents in water melon leaf tissue showed linear fit as a function of increasing doses and decreased linearly as a function of irrigation levels, ranging from 102.39 to 168.20 mg kg⁻¹ and negatively correlated with productivity, indicating toxicity. Foliar N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe and Zn were not affected by irrigation and boron levels. Since sulfur and copper, influenced by irrigation and B levels, respectively. It was demonstrated effect of boron on the increased production of MSPA. The stomatal conductance, internal CO₂ concentration and photosynthesis were not affected by factors, demonstrating that the blades did not impose on plants water scarcity, and that with the variables analyzed was impossible to pinpoint the influence of boron gas exchange. The crop transpiration was significantly affected by irrigation.

Key words: *Citrullus lanatus*, plant nutrition, toxicity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Quantificação das trocas gasosas. (A) Analisador a gás infravermelho portátil, (B) detalhe da leitura realizada pelo IRGA FEVC, Pentecoste, Ceará, 2011.....	34
Figura 2 -	Produtividade (Prod) da melancia em função das doses de boro (B). FEVC, Pentecoste, CE, 2011.....	37
Figura 3 -	Produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) da melancia em função de doses de B.....	39
Figura 4 -	Eficiência de uso da água (EUA) pela melancia em função de lâminas de irrigação e doses de B. FEVC, Pentecoste, CE, 2011.....	40
Figura 5 -	Teores de nitrogênio no tecido foliar da melancia em função de doses de boro. FEVC, Pentecoste, CE, 2011.....	42
Figura 6 -	Teores de magnésio no tecido foliar da melancia em função de doses de boro. FEVC, Pentecoste, CE, 2011.....	44
Figura 7 -	Teores de enxofre na folha de melancia em função da lâmina de irrigação. FEVC, Pentecoste, CE, 2011.....	45
Figura 8 -	Teores de B na folha de melancia em função das doses de boro (A) e das lâminas de irrigação (B). Pentecoste, CE, 2011.....	46
Figura 9 -	Condutância estômática da melancia em função das lâminas de irrigação.....	48
Figura 10 -	Concentração interna de CO ₂ da folha da melancia, em função das lâminas de irrigação (A) e doses de boro (B).....	49
Figura 11 -	Concentração interna de CO ₂ da folha da melancia, em função das lâminas de irrigação (A) e doses de boro (B).....	50
Figura 12 -	Transpiração (E) da melancia em função de quatro lâminas de irrigação e cinco doses de boro. FEVC, Pentecoste, CE, 2011..	

Figura 13 - Eficiência momentânea do uso da água (EUAm) pela melancia, cv Crimson Sweet, em função de quatro lâminas de irrigação. FEVC, Petecoste, CE, 2011..... 52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Classificação botânica da melancia.....	18
Tabela 2 -	Atributos físicos do solo da área experimental. FEVC, Pentecoste, CE, 2011.....	28
Tabela 3 -	Atributos químicos do solo na área experimental. FEVC, Pentecoste, CE, 2011.....	29
Tabela 4 -	Atributos químicas da água de irrigação. Pentecoste – CE, 2011.....	30
Tabela 5 -	Valores médios de coeficiente de cultivo (Kc) da melancia nos diferentes estádios fenológicos. FEVC, Pentecoste, CE, 2011.....	31
Tabela 6 -	Evaporação diária na Fazenda Experimental do Vale do Curú - FEVC, Pentecoste – CE, no período de 31 de agosto a 19 de outubro de 2011.....	35
Tabela 7 -	Lâmina Total Aplicada e precipitação (mm) no período de condução do experimento, para cada tratamento. FEVC, Pentecoste, CE, 2011.....	36
Tabela 8 -	Quadrados médios de produtividade (Prod), matéria seca da parte aérea (MSPA), diâmetro basal da planta (DBP), comprimento da haste principal (CHP), e eficiência do uso da água (EUA) pela melancia, e função das lâminas de irrigação e doses de boro.....	36
Tabela 9 -	Quadrados médios dos teores dos macronutrientes na folha de melancia e função das lâminas de irrigação e das doses de boro. FEVC, Pentecoste, CE, 2011.....	41
Tabela 10 -	Teores médios foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Cu, Fe e Mn na melancia e função das lâminas de irrigação e das doses de boro. FEVC, Pentecoste, CE, 2011.....	43
Tabela 11 -	Faixa ideal dos teores foliares ¹ de macros e micronutrientes para a cultura da melancia.....	43

Tabela 12 -	<p>Quadrados Médios dos teores de microutrientes na folha de melancia e mfunção das lâminas de irrigação e das doses de boro. FEVC, Pentecoste, CE, 2011.....</p>	45
Tabela 13 -	<p>Resumo da análise da variância. Quadrados médios para condutância estomática (g), concentração interna de CO_2 (G), fotossíntese (A), transpiração (E) e eficiência momentânea do uso da água (EUAm) pela melancia, cv Crimson Sweet, e mfunção de quatro lâminas de irrigação e cinco doses de boro. FEVC, Pentecoste, CE, 2011.....</p>	48
Tabela 14 -	<p>Valores médios de condutância estomática (g), concentração interna de CO_2 (G), fotossíntese (A), transpiração (E) e eficiência momentânea do uso da água (EUAm) da melancia e mfunção das lâminas de irrigação e das doses de boro. FEVC, Pentecoste, CE, 2011.....</p>	50

SUMÁRIO

1.0	INTRODUÇÃO	15
2.0	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	Aspectos gerais da cultura da melancia	17
2.1.1	<i>Origem e importância econômica e mercado</i>	17
2.1.2	<i>Taxonomia, fisiologia, morfologia e genética</i>	18
2.2	O boro como nutriente	20
2.3	irrigação e melancia	24
2.3	Trocas gasosas, produção de biomassa e as relações hídricas da cultura ...	26
3.0	MATERIAL E MÉTODO	28
3.1	Caracterização da área experimental	28
3.1.1	<i>Atributos químicos e físicos do solo</i>	28
3.2	<i>Preparação da área</i>	28
3.3	Cultura estudada	29
3.4	Delimitação do experimental	29
3.4	Sistema e manejo de irrigação	30
3.5	Adubação	31
3.6	Delimitação do experimental	32
3.7	Parâmetros analisados	32
3.7.1	<i>Teoria de nutrientes nas folhas</i>	32
3.7.2	<i>Biométrica</i>	33
3.7.3	<i>Trocas gasosas</i>	33
3.7.4	<i>Produtividade da cultura</i>	34
3.8	Análises estatísticas	34
4.0	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1	Evaporação e Lâmina Total de Irrigação	35
4.2	Biométrica, produção de matéria seca da parte aérea, produtividade e eficiência do uso da água pela melancia	36
4.3	Estado nutricional da melancia	41
4.4	Trocas gasosas	47
5.0	CONCLUSÃO	53
6.0	REFERÊNCIAS	54

1.0 INTRODUÇÃO

A melancia é a fruta mais produzida no mundo, onde cerca de 99,2 milhões de Mg são produzidos anualmente (FAO 2011). No Brasil tem grande importância sócio-econômica, sendo cultivada principalmente por pequenos agricultores em razão da facilidade do seu manejo, menor investimento de capital e retorno rápido em relação às outras culturas, além de demandar intensa mão-de-obra rural, gerando emprego e renda, ajudando a manter o homem no campo.

Para a melancia e precisamente no Brasil, existem poucos estudos no que diz respeito a aspectos nutricionais, principalmente em se tratando da adubação com micronutrientes. Entre os micros, o boro tem destaque por ser considerado o micronutriente mais deficiente na horticultura brasileira, o que se deve principalmente aos baixos teores de matéria orgânica dos solos e a reduzida quantidade de B na composição mineralógica do mesmo.

A falta de conhecimento sobre o requerimento de B a dose adequada a se aplicar no solo e a resposta das culturas à sua aplicação é ainda uma grande preocupação em razão da atribuída estreita faixa entre o nível crítico adequado e o tóxico de B para a maioria das culturas. Sendo esta faixa variável em função da quantidade de água disponível no solo, uma vez que estas influenciam o movimento dos nutrientes até a interface solo-raiz.

A carência de boro em plantas, dentre outros efeitos, provoca inibição do crescimento da parte aérea e das raízes até morte das gemas terminais, encurtamento de internódios, folhas e frutos pequenos e deformados, folhas engrossadas, duras e até quebradiças, caule enrugado rachado e quebradiço.

Outro fator limitante na produtividade das plantas é o fornecimento de água. A redução da quantidade de água aplicada, além da necessidade da melancia, provoca a redução da absorção de íons, da turgescência e trocas gasosas da cultura, desencadeando vários efeitos que tem como produto a redução na produção de fotossintatos, pelo aumento da resistência estomática e diminuição da área foliar, comprometendo, portanto, o crescimento e a produção da cultura.

Diante do exposto esse trabalho tem por objetivo avaliar a produção, estado nutricional e trocas gasosas da melancia submetida à aplicação diferentes lâminas de irrigação e doses de boro no município de Pentecoste – CE, aventando-se a hipótese de

que a variação da unidade bem como o aumento da concentração de boro na solução do solo interfere nas trocas gasosas, produção de matéria seca, produtividade e na absorção de boro e dos demais nutrientes, mesmo quando a concentração destes é mantida constante.

REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos Gerais da cultura da melancia

2.1.1 Origem e importância econômica e mercado

A origem da melancia foi desconhecida durante muito tempo. A teoria aceita atualmente é de que seja originária da domesticação dentro de populações silvestre de *Citrullus lanatus*, as quais são comuns na África Central (PUATTI e SILVA, 2005), onde é cultivada há mais de 5000 anos (ALMEIDA, 2006).

A introdução da cultura no Brasil ocorreu no século XVII por escravos africanos, principalmente das tribos Sudanesa e Bantu, que habitavam as áreas de origem da melancia na África. As amostras africanas encontraram excelentes condições climáticas para o seu desenvolvimento, disseminando no Brasil desde o Rio de Janeiro até o Maranhão e, em seguida, avançando para o interior do Nordeste brasileiro à medida que o mesmo era ocupado (SALDANHA, 1989; CASTELLANNI e CORTEZ, 1995). Na região do Nordeste brasileiro o clima seco e quente proporciona a produção de frutos de excelente qualidade (PEDROSA, 1997). A irrigação garante a produção durante o ano inteiro, gerando emprego e renda, sobretudo nos períodos de estiagem.

A melancia é a fruta mais produzida no mundo, sendo os maiores produtores mundiais a China, Turquia, Irã, Estados Unidos e o Egito, correspondendo a 82% da produção mundial, que é cerca de 99,2 milhões de toneladas (FAQ, 2011).

As principais regiões brasileiras produtoras de melancia são o Sul e o Nordeste (IBGE, 2010), contribuindo com 34,34% e 30,10% do total da produção nacional, respectivamente. O Rio Grande do Sul é o estado de maior produção, com 545.246 Mg, ou aproximadamente 27% da produção brasileira no ano de 2008, tendo produtividade média de 25 Mg ha⁻¹. Segundo dados da Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará – ADECE (ano), o Estado do Ceará foi o maior exportador brasileiro de melancia sem sementes nos anos de 2008 e 2009, sendo esse montante igual a US\$ 10.368.486 e US\$ 12.303.883, respectivamente.

Em 2009, o Brasil tinha uma área plantada de 94.871 ha sendo, o Rio Grande do Sul o maior estado produtor e tendo o Ceará como o estado onde se conseguiu as maiores produtividades cerca de 35 Mg ha⁻¹ ficando acima da média nacional cerca de 22 Mg kg⁻¹ (IBGE, 2009).

No Brasil, a preferência do mercado consumidor leva em consideração o tamanho e formato do fruto, coloração da polpa, teor de sólidos solúveis, presença ou ausência de sementes, principalmente. Mais recentemente destaca-se o surgimento de novos tipos de melancias, as chamadas minielancias, principalmente devido à exigência do mercado por frutos de menor tamanho, sem sementes e de excelente qualidade. Observa-se que poucos genótipos predominam na maior parte das lavouras, sendo que a maioria é de frutos grandes, com massa média acima de 6,0 kg (DIAS *et al.*, 2006).

Em melancia, os caracteres de maior importância econômica são: a) precocidade, em virtude das plantas apresentarem um ciclo menor, e com isso, um retorno mais rápido do capital investido; b) alta prolificidade, ou seja, plantas que apresentem maior número de frutos possível, o que resulta em maior produtividade; c) frutos pequenos, por proporcionar consumo mais rápido do produto, facilidade no acondicionamento e no transporte, o que pode possibilitar incremento na exportação; d) polpa vermelha e de maior espessura, que resulta em maior quantidade do produto a ser consumido; f) alto teor de açúcar, isto é, de sólidos solúveis e g) menor número de sementes (FERREIRA *et al.*, 2002).

2.1.2 Taxonomia, fisiologia, morfologia e genética

A melancia é uma espécie anual, pertence à família das *curcubitaceae*, gênero *Citrullus*, espécie *Citrullus lanatus* (Thunb). Matsumura & Nakai (CASALI *et al.*, 1982). Na Tabela 1 tem-se a classificação botânica da cultura.

Tabela 1 - Classificação botânica da melancia

Reino	<i>Plantae</i>
Divisão	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Ordem	<i>Cucurbitales</i>
Família	<i>Cucurbitaceae</i>
Gênero	<i>Citrullus</i>
Espécie	<i>C. lanatus</i>

A melancia é uma espécie diplóide com um número haplóide de $n = 11$ cromossomos ($2n = 22$). As cultivares com sementes são diplóides. As cultivares de

melancia sem sementes são triploides e resultam do cruzamento de um progenitor feminino $4n$ com um masculino $2n$. As linhas tetraploides são obtidas por duplicação do número de cromossomos, através de tratamento com colquicina. Os híbridos triploides resultantes do cruzamento são estéreis. Devido à natureza alógâmica da espécie podem existir diferentes genótipos na mesma cultivar (LEVI *et al.*, 2001).

Embora a fecundação não ocorra, a polinização é necessária para estimular o desenvolvimento do ovário e a produção de frutos partenocárpicos. A semente é cara, pois as linhas $4n$ produzem apenas de 5 - 10% da quantidade de semente das linhas $2n$ (ALMEIDA, 2003).

A melancia é uma planta herbácea de ciclo vegetativo anual, com sistema radicular extenso, porém superficial, com predomínio de raízes nos primeiros 0,60 m do solo. Os caules rastejantes são angulosos, estriados, pubescentes, com gavinhas ramificadas e folhas profundamente lobadas. A espécie é monoica. As flores são de cor da amarela, pequenas e isoladas, permanecem abertas durante menos de 24 horas. A polinização é principalmente entomófila. A forma do fruto pode ser redonda, oblonga ou alongada, podendo atingir 0,60 m de comprimento. A casca é espessa (0,01 – 0,04 m). O exocarpo é verde, claro ou escuro, de tonalidade única, rajado ou manchas. A polpa é normalmente vermelha, podendo ser amarela, laranja, branca ou verde. Outras cucurbitáceas, como melão e abóbora, possuem uma cavidade, enquanto na melancia as sementes encontram-se incluídas no tecido da placenta, que constitui a parte comestível (Almeida, 2003).

As principais cultivares existentes no Brasil é de origem americana e japonesa, destacando-se Charleston Gray, Grierson Sweet, Sugar Baby, Jubilee, Fairfax, Flórida Gigante, Omaru Yamato, além de alguns híbridos que estão no mercado, como Grierson Gory, Emperor, Eureka, Rubi AG-8 e Safira AG-124. Também têm sido disponibilizados alguns híbridos de melancia sem sementes, dos quais os mais comuns são: Shadow, Leopard e Expezy. Entretanto, os híbridos são de cultivo muito restritos, devido a vários fatores, sendo o preço da semente um deles (R\$ 0,40 por semente). Apesar da disponibilidade de alguns genótipos, a cultivar Grierson Sweet é utilizada em todas as áreas cultivadas com melancia em todo o país (QUEIROZ *et al.*, 1999).

As fases vegetativas da cultura segundo a EMBRAPA (2012) são: I) fase inicial - do plantio até 10% de cobertura do solo; II) fase de desenvolvimento - 10% de cobertura do solo até total cobertura do solo; III) fase intermediária - do total estabelecimento da cultura até o início do amadurecimento dos frutos; IV) fase final - da

maturação à colheita dos frutos. Para a melancia cultivada na Região Nordeste, essas fases têm duração aproximada de 24, 13, 19 e 15 dias, respectivamente.

A absorção e acúmulo de nutrientes na melancia é muito pequena nos primeiros 30 dias após o transplante, intensificando-se depois e alcançando a máxima taxa de acumulação diária entre os 40 e 50 dias (GRANGEIRO et al. (2005). A acumulação de nutrientes no fruto tende a ser linear entre seu surgimento e a maturação fisiológica (45 a 65 dias). Isso determina que os nutrientes móveis no solo e facilmente lixiviáveis, como o nitrogênio e o potássio, devem ser aplicados e em cobertura para estarem disponíveis após os primeiros 30 dias. A eficiência de absorção dos nutrientes pela planta diminui a partir dos 50 dias, sendo inadequado a aplicação de coberturas após esse período.

A melancia é uma das cucurbitáceas mais exigentes nutricionalmente e também se destaca por exportar grandes quantidades dos nutrientes acumulados ao longo do ciclo. Os nutrientes N, P e K acumulam-se preferencialmente nos frutos, enquanto Ca e Mg na parte vegetativa. As quantidades de nutrientes exportadas pelos frutos, portanto, representam importante componente de perdas de nutrientes do solo, que deverão ser restituídos, enquanto os nutrientes contidos na parte aérea podem ser incorporados ao solo dentro de um programa de reaproveitamento de restos culturais (EMBRAPA, 2011).

Embora haja um comportamento diferente entre as cultivares de melancia em relação ao pH considerando o desenvolvimento da parte aérea e radicular, o cultivo destaolerácea se desenvolve satisfatoriamente em solos com pH na faixa de 5,5 a 6,8 e saturação por bases de 70%. Em solos ácidos, a utilização da calagem é essencial para promover a neutralização do alumínio trocável, que é um elemento tóxico às plantas, e aumentar a disponibilidade de fósforo, cálcio, magnésio e molibdênio (EMBRAPA, 2011).

2.2 O boro como nutriente

O boro (B) está entre os sete micronutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas, embora sua essencialidade tenha sido determinada por método indireto. Entretanto, atualmente é aceito que o B satisfaça o critério direto, pois é o ativador de enzimas e constituinte da parede celular (PRADO, 2008).

O B está presente sob cinco formas diferentes no solo e rochas e minerais, adsorvidos aos colóides, em solução como ácido bórico (H_3BO_3) e ânions borato ($H_2BO_3^-$, HBO_3^{2-} e BO_3^{3-}), ou contido na matéria orgânica e biomassa microbiana (SHORROCKS, 1997). A soma do B solúvel em água, adsorvido, preso à matéria orgânica e fixado nas argilas, representa o teor total no solo, do qual, somente 5% estaria na forma solúvel e, conseqüentemente, disponível para as plantas (MALAVOLTA, 2006).

Os principais fatores que interferem na disponibilidade do boro presente no solo para as plantas são: pH da solução, textura e umidade do solo, temperatura e a presença da matéria orgânica (BOARETTO, 2006).

Nos solos mais argilosos, e embora os teores totais de B sejam mais elevados devido aos maiores teores de matéria orgânica, estes apresentam maiores requerimentos de B para uma mesma disponibilidade do nutriente, em comparação com solos mais arenosos, o que, segundo Elrashidi e O Connor (1982), se deve à adsorção desse nutriente nos óxidos de Fe e Al, presentes em maiores concentrações em solos argilosos. Portanto, os maiores riscos para a ocorrência de toxicidade de B, quando as aplicações excedem as necessidades das culturas, é maior em solos mais arenosos.

A variação do pH do solo é o fator que mais influencia a disponibilidade de B para as plantas, ou seja, em valores de pH mais baixos a forma predominante é o H_3BO_3 , que tendo pouca afinidade com os minerais de argila e outros colóides, é pouco adsorvido e torna-se mais disponível para as raízes. À medida que o pH é elevado, aumenta a concentração de B na forma de ânions borato, com conseqüente aumento na adsorção do elemento, resultando em menor disponibilidade para as culturas (KEREN et al., 1985).

Outro aspecto importante relacionado diretamente com a disponibilidade de B é às condições hídricas do solo. Esse fator é de grande relevância, uma vez que interfere no teor de B no solo e na sua disponibilidade para as plantas. Nesse sentido, o B tem como principal forma de transporte no solo até a superfície das raízes o fluxo de massa, que por sua vez é diretamente proporcional ao fluxo de água no solo, sendo, portanto, extremamente afetado pelas suas condições de umidade (REICHARDT, 1985). Dessa forma, sob condições de baixa disponibilidade de água, acentuam-se os problemas de carência de B nos plantios. Segundo Sakya et al. (2002), o estresse hídrico diminui a absorção de B e sua translocação para as folhas, levando a um aumento no requerimento desse nutriente pelas plantas. Quanto à temperatura, seu aumento implica

em aumento na absorção de B, entretanto isso pode ser devido à integração entre temperatura e umidade do solo (BOARETTO 2006).

O processo de absorção de boro ainda não é bem explicado, mas até agora o consenso que se tem é que o processo se dá por difusão através da plasmalema (MALAVOLTA 2006). O caráter passivo de absorção é comentado por Welch (1995, apud MALAVOLTA 2006). Segundo o autor, não há nenhum componente ou gasto de energia para viabilizar sua entrada devido à alta permeabilidade da membrana para o elemento. Tal fato pode ser comprovado pelo aumento linear da absorção com a elevação da concentração do nutriente no solo, não sendo influenciado por temperatura ou inibidores respiratórios. Portanto, o boro parece ser o único elemento mineral que atravessa a membrana sem recorrer a nenhum processo intermediado por uma proteína.

As formas iônicas em que o boro pode ser absorvido pelas raízes da cultura são H_2BO_3 , $H_2BO_3^-$, e $B(OH)_4^-$, onde a maior absorção ocorre na forma de H_2BO_3 . Como a absorção não é afetada por inibidores da respiração infere-se que seja um processo passivo. Deste modo o B na forma de $B(OH)_3$ é o único nutriente que tem alta permeabilidade e vence as membranas (citoplasma e tonoplasto), por processo passivo, sem necessidade de um processo intermediário por uma proteína (WELCH, 1995 apud PRADO 2008).

Estudando a absorção de boro por raízes destacadas de cevada, por um período de quatro horas, e em soluções com concentrações de 0,2 a 80 mg de boro/litro, Bingham et al. (1970) obtiveram uma relação linear entre boro absorvido e a concentração do elemento na solução. O aumento da temperatura ou a adição de inibidores respiratórios tiveram pouco efeito na absorção do boro, e estas evidências indicam que moléculas de ácido bórico não dissociado são absorvidas passivamente. Depois da absorção do boro da solução, os pesquisadores transferiram as raízes para uma solução sem boro e mediram a sua difusão, das raízes para a solução, e concluíram que o processo era reversível.

O período em que ocorre maior taxa de absorção de nutrientes é na fase imediatamente após a formação do botão floral até o florescimento (Guterres et al. (1988), Sfredo et al. (1984). Nesse período, também é grande o consumo de água pelas plantas, sendo nessa fase, importante que ocorra um equilíbrio entre a quantidade dos nutrientes no solo e o volume de água dentro do sistema.

O movimento do boro se dá por corrente transpiratória via xilema, mas apresenta pouca mobilidade no floema, havendo redistribuição somente em algumas

espécies. Assim o boro é acumulado nas folhas velhas e a parte aérea das plantas concentra mais boro do que o sistema radicular. Em algumas culturas onde a redistribuição ocorre, há uma quantidade maior de políons, resultando em alta relação Políons: boro que se complexam com o mineral dando origem a compostos mais solúveis nos tecidos, como é o caso da soja (BROWN; HU, 1996 *apud* MALAVOLTA, 2006, DECHEN; NACHTIGALL, 2006). É o único elemento na planta cuja remobilização varia significativamente entre espécies (FERREIRA et al., 2001).

Embora o papel fisiológico desse nutriente ainda não esteja totalmente elucidado, o boro apresenta importantes funções estruturais e ativações enzimáticas no metabolismo vegetal. Prado (2008) cita a síntese da parede celular e alongamento celular, integridade da membrana, transporte de carboidratos e o crescimento reprodutivo, como papéis desempenhados por este elemento.

A principal função do boro é a estabilização da parede celular e, presumivelmente, também de biomembranas, pela complexação de compostos orgânicos de função cis-diol. Em casos de deficiência ocorre alterações na síntese da pectina, hemicelulose e precursores da lignina, elementos que constituem a parede celular sendo também relacionado ao metabolismo ou à incorporação do cálcio na parede celular. Também ocorre diminuição da absorção de K e P e na atividade da ATPase, com o que cai a disponibilidade de energia para absorção iônica efetiva e para a passagem de açúcares a aminoácidos, desencadeando várias alterações que vão desde o metabolismo dos açúcares propriamente dito até membrana celular (PRADO, 2008; MALAVOLTA et al., 1997; MARSCHNER, 1995; EPSTEIN; BLOOM, 2006; CAKMAK et al., 1995). Assim a deficiência em B causa muitas alterações anatômicas, fisiológicas e bioquímicas nas plantas, porém a maioria dessas mudanças provavelmente é decorrente dos efeitos secundários da deficiência (SHELP, 1993).

A omissão de boro resultará na inibição do crescimento apical da raiz, pela acumulação do AIA (ácido indolilacético). O envolvimento do B no metabolismo de fenóis e AIA pode causar a morte dos pontos de crescimento e necrose em folhas novas (FERREIRA et al., 2001; MALAVOLTA et al., 1997).

No estágio de florescimento, a carência desse nutriente acarreta deformação do tubo polínico não ocorrendo à fertilização e a germinação do grão de pólen, produzindo sementes chochas e baixa percentagem (CALLE e MANZANO, 1985).

O B desempenha um papel na migração dos carboidratos e no metabolismo dos mesos. Acredita-se que facilita o transporte dos açúcares através das membranas

na forma do complexo açúcar borato. Além disso, o B tem efeito positivo na manutenção da estrutura e dos vasos condutores. Sob condições de deficiência ocorre a maior produção de calose, polissacarídeo parecido com a celulose que obstrui os vasos impedindo o transporte normal da seiva (PRADO 2008; MALAVOLTA et al., 1997).

Ao avaliar alterações anatômicas em ápices radiculares de feijoeiro submetido a níveis de boro em solução nutritiva, Moraes e Dallaqua et al. (2000), verificaram que a omissão desse nutriente provocou inibição da divisão e alongamento celular, hipertrofia de células, desorganização de elementos vasculares em raiz, o que impediu a planta de completar o seu ciclo.

Em estudo realizado por Silva et al. (2008), cultivando a moneira sob doses de boro em solução nutritiva, verificaram que os límbos das folhas novas na deficiência de boro apresentaram-se deformados, espessos e com necrose nos bordos foliares, e ainda, foram observados sintomas de toxidez na fase inicial do desenvolvimento foliar das plantas cultivadas na maior dose, ocorrendo clorose nos bordos, sendo que com o decorrer do tempo, essa clorose foi verificada somente nas folhas velhas.

2.3 Irrigação e m nel ancia

A água é um dos fatores mais indispensáveis para a produção agrícola, devendo-se ter a máxima atenção o seu uso, pois a sua falta ou excesso afeta o rendimento das culturas significativamente. Sendo assim a irrigação é uma poderosa ferramenta para viabilizar a agricultura nas diversas regiões, especialmente nas regiões áridas e semiáridas. Para garantir um rendimento economicamente viável de uma cultura agrícola, principalmente nestas regiões a irrigação é indispensável devido ao fato das chuvas não serem suficientes para manter uma umidade no solo adequada durante o ciclo da cultura (CARVALHO et al., 2000).

A necessidade de água das culturas deve ser atendida pela água no solo, por meio da absorção do sistema radicular. Quando as exigências hídricas da cultura não são atendidas e msua totalidade, as plantas são submetidas a uma condição de déficit hídrico que se desenvolve até um limite que afeta o crescimento e o rendimento da cultura, sendo que a intensidade do efeito do déficit hídrico é variável com a espécie e seu estágio de desenvolvimento (DOORENBOS; KASSAM 1994).

A irrigação é o principal meio para superar os efeitos da escassez hídrica dos solos, na qual deve-se atribuir uma atenção especial ao seu manejo, determinando de forma precisa as necessidades hídricas das culturas sem déficit, nem excesso, assim como a lâmina de irrigação adequada para cada distinta etapa do ciclo fenológico, de modo a permitir a manifestação de todo o potencial produtivo das culturas agrícolas e, levando em consideração, que o efeito do déficit de água no solo sobre a produção varia com a intensidade e período em que este ocorre (MAROUELLI et al. 1988; NANGOI, 2010).

Para um planejamento racional das irrigações é também de fundamental importância o conhecimento da evapotranspiração e a estimativa dos coeficientes de cultura (k_c) durante os distintos estágios de desenvolvimento para as especificações edafoclimáticas de cada região, para que estes valores possam ser utilizados no dimensionamento e no manejo dos sistemas de irrigação na região, de forma a contribuir para a elevação da produtividade e rentabilidade das atividades agrícolas, bem como elevar a eficiência da utilização dos recursos hídricos (BAROZA Jr et al., 2008; BEZERRA e OLIVEIRA, 1999).

As culturas apresentam o comportamento produtivo diferenciado e a razão da quantidade e frequência de irrigação durante o ciclo fenológico. A questão é encontrar a solução ótima para determinar a combinação insumo-produto, que maximiza a receita líquida sujeita às restrições de recursos pré-fixadas, em face da estrutura de preços vigentes e o nível de tecnologia adotado no sistema de produção (ANDRADE JR et al., 2001).

A cultura da melancia é bastante exigente no manejo da aplicação de água, pois uma escassez por um período curto de tempo pode afetar sobremaneira a qualidade dos frutos e a produtividade. A demanda hídrica da melancia varia de acordo com a variedade usada e a condição edafoclimática da região, podendo consumir de 300 mm a 550 mm por ciclo de produção. A demanda hídrica diária, por fase de desenvolvimento da cultura, pode ser estimada de várias maneiras. Entretanto, a estimativa da evapotranspiração da cultura (ET_c), durante o ciclo de desenvolvimento da cultura é atualmente o mais usado, por ser mais prático e propiciar uma boa estimativa da demanda hídrica das culturas irrigadas. A estimativa da lâmina de irrigação pode ser feita usando-se dados agroclimáticos que propicia a determinação da quantidade de água a ser aplicada a uma dada cultura. Que pode ser estimada pelo cálculo da

evapotranspiração diária ou em intervalos de dias — turno de rega — entre duas irrigações (EMBRAPA, 2011).

A irrigação por gotejamento apresenta um excelente potencial de uso na cultura da melancia, permitindo aumentar a produtividade da cultura e a eficiência de uso da água, quando comparado ao uso de outros métodos de irrigação (SRINIVAS et al., 1989; HOCHMUTH, 1994). Clark et al. (1996) afirmam que com o uso do gotejamento os produtores têm condições de controlar com maior precisão as aplicações de água e fertilizantes ao longo de todo o ciclo da melancia, em comparação com o uso da irrigação por aspersão ou por superfície.

2.4 Trocas gasosas, produção de biomassa e as relações hídricas da cultura

De maneira geral, qualquer manejo que dificulte a absorção de água pela planta e interfira nos processos fisiológicos ocasionará a redução do crescimento e alterará o desenvolvimento das plantas, como é o caso de stress hídrico, deficiência nutricional (TAIZ e ZEIGER, 2004), estresse salino (DIAS; BLANCO, 2010) entre outros.

A deficiência hídrica dos solos é um problema que afeta boa parte das áreas cultivadas no mundo, principalmente as situadas em regiões semiáridas, reduzindo o crescimento e a produção vegetal, provocando prejuízos socioeconômicos (MUNNS, 2002). No Brasil, este impasse é percebido, sobretudo na região Nordeste, na qual aproximadamente 54% de toda a área se situa em semiárido (FAO, 2008), abrangendo áreas cultivadas, irrigadas ou não. Sabe-se que existe grande variabilidade intra e interespecífica, no que tange à adaptabilidade das espécies à seca; assim torna-se importante avaliar o comportamento fisiológico de diferentes materiais genéticos frente ao déficit hídrico, de modo a permitir uma posterior recomendação de cultivo (RIBEIRO et al., 2004).

Em condições de estresse hídrico as variáveis de trocas gasosas podem apresentar alterações de forma distinta, de acordo com a espécie, tanto por limitações difusivas, restringindo a disponibilidade de dióxido de carbono para assimilação, quanto por limitações metabólicas, pelo aumento do efeito fotoinibitório (GLAZ et al., 2004).

O potencial de água da folha indica o seu estado energético, cujos gradientes explicamos fluxos da água no sistema solo-planta-atmosfera (BERGONCI et al., 2000) de modo que, variações no potencial hídrico da folha podem afetar a assimilação do

carbono da planta (HSIAO 1973). Isto porque, se a planta perde água a uma taxa superior à sua capacidade de absorção e transporte o potencial hídrico da folha diminui, levando ao fechamento dos estômatos e redução da fotossíntese. Presume-se que nos horários mais quentes do dia a condutância estomática diminua a ponto de evitar que o potencial hídrico da folha atinja níveis considerados críticos para a estabilidade do sistema de transporte de água (OREN et al., 1999). O nível mínimo que o potencial hídrico pode atingir durante os horários de transpiração intensa depende tanto de fatores genéticos como de fatores ambientais (p. ex., pré-adaptação a situação de estresse). Contudo, em situação de baixa disponibilidade de água no solo, as plantas reduzem a perda de água ao reduzir a condutância estomática. Para favorecer a turgescência celular e em situações de estresse hídrico, ocorre ajustes no metabolismo celular, por exemplo, via o acúmulo de substâncias orgânicas, tais como a prolina, o que contribui para a autorregulação (SILVA et al., 2004).

A atividade fotossintética é um processo de grande importância para as plantas devido ao fato de que cerca de 90% da matéria seca acumulada por elas, ao longo do seu crescimento, resultam da fotossíntese e cerca dos 10% apenas resultam da absorção de nutrientes minerais (BENINCASA 2003).

A intensidade luminosa, a temperatura, a concentração de CO_2 , o teor de nitrogênio da folha e a umidade do solo são fatores que afetam a atividade fotossintética dos vegetais (MARENCO e LOPES, 2005). O processo de abertura e fechamento dos estômatos está relacionado principalmente com a intensidade de luz e o estado de hidratação da folha. Dessa forma, o funcionamento dos estômatos e a área foliar influenciam a produtividade do vegetal. O primeiro fator porque controla a absorção de CO_2 e o segundo porque determina a interceptação de luz.

1.0 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterizações da área experimental

O experimento foi conduzido no período de julho a outubro de 2011 na área irrigada AT1 (Figura 1), da Fazenda Experimental Vale do Curu - FEVC, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), localizada a 120 km de Fortaleza, na microrregião homogênea de Uruburetama, município de Pentecoste – CE. O município de Pentecoste situa-se entre os paralelos 3° 45' e 3° 50' de latitude Sul e os meridianos 39° 15' e 39° 30' de longitude Oeste, a uma altitude de 47 m.

O clima da região é do tipo BSh', semiárido com chuvas irregulares, de acordo com a classificação de Köppen, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, compreendida entre os meses de Junho a Janeiro e a outra chuvosa, entre Fevereiro e Maio, com precipitação média anual de 801 mm e evaporação de 1.475 mm temperatura média anual e mt orno de 27, 1° C e umidade relativa do ar de 73,7% (EMBRAPA, 2001).

3.1.1 Atributos químicos e físicos do solo

Para fundamentação da adubação e caracterização do solo na área experimental, foram coletadas amostras de solo nas camadas 0 – 0,20 e 0,20 – 0,40 m a fim de determinar os atributos químico e físico do solo. As análises químicas e físicas foram realizadas no Departamento de Ciências do Solo da UFC (Tabelas 3 e 4).

O solo da área experimental é classificado como Neossolo Húvico, (MOTA, 1981), apresentando textura franco arenosa e densidade 1,36 kg d m³ na camada 0 – 0,4 m.

Tabela 2 – Atributos físicos do solo da área experimental. FEVC, Pentecoste, CE, 2011

Camada	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Densidade
M	g kg ⁻¹				kg d m ³
0 – 0,2	74	587	270	69	1,34
0,2 – 0,4	59	648	205	88	1,38

Tabela 3 - Atributos químicos do solo na área experimental. FEVC, Pentecoste, CE, 2011

Camada	MO	C	N	Ca	Mg	Na	K	pH
M	----- g kg ⁻¹ -----			----- cmol _c kg ⁻¹ -----				Água
0 - 0,2	9,62	5,58	0,57	4,0	3,4	0,26	0,47	6,5
0,2 - 0,4	7,24	4,2	0,34	5,5	2,4	0,24	0,34	7,8
Camada	CE	Fe	Mn	Zn	B	Cu	P	C/N
M	dS m ⁻¹	----- mg kg ⁻¹ -----						
0 - 0,2	0,95	114,27	112,68	6,61	0,39	1,36	95	10
0,2 - 0,4	0,67	136,35	62,8	3,08	0,15	0,61	66	12,3

O teor de boro no solo, segundo a interpretação da disponibilidade de micronutrientes do Manual de Recomendações para o uso de Corretivo e Fertilizante em Minas Gerais (1999) é classificado como médio para a camada de 0 - 0,2 m e muito baixo para a camada de 0,2 a 0,4 m.

3.2 Preparo da área

A área experimental foi preparada de forma convencional com roçagem e uma aração seguida de duas gradagens cruzadas.

3.3 Cultura estudada

A cultivar da melancia utilizada no estudo foi a Crimson Sweet, espaçada 2 metros entre fileiras e 1 metro entre plantas. Semeadura no dia 11 de agosto de 2011, no campo e em bandejas, que servirão para o transplante das sementes que não germinaram (23 de agosto de 2012). A germinação correu até o dia 16 de agosto de 2012.

Os estádios fenológicos da melancia de acordo com a EMBRAPA (2004) são: I) estágio inicial - do plantio até 10% de cobertura do solo; II) estágio de desenvolvimento - 10% de cobertura até total cobertura; III) estágio intermediário - do total estabelecimento da cultura até o início do amadurecimento dos frutos; IV) estágio final - da maturação à colheita dos frutos. Para a melancia cultivada na região Nordeste, esses estádios fenológicos têm duração aproximada de 24, 13, 19 e 15 dias, respectivamente.

3.4 Sistema e manejo de irrigação

A água utilizada na irrigação foi proveniente do canal terciário alimentado pelo Açude General Sampaio, localizado na Bacia Hidrográfica do Rio do Curu. O resultado da análise química da qualidade da água de irrigação é apresentado na Tabela 4. De acordo com Ayers e Westcot (1999), pelos resultados verifica-se que a água de irrigação utilizada no experimento não apresenta restrição de uso.

Tabela 4 – Atributos químicos da água de irrigação. Pentecoste – CE, 2011¹.

pH	CE	K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	RAS	Classificação
	dS m ⁻¹	----- mmol _c L ⁻¹ -----					
7,67	0,50	0,0026	2,0348	0,8000	1,5700	1,8800	C ₁ S ₁

¹: pH- Potencial Hidrogeniônico, CE – Condutividade elétrica, RAS – Razão de adsorção de sódio, Classificação – Segundo Ayers e Westcot (1999).

O sistema de irrigação utilizado foi localizado por gotejamento. Foi utilizado gotejadores do tipo autocompensantes, da marca Katif® com vazão média de 3,75 L h⁻¹, a uma pressão de serviço de 150 kPa, espaçados de 1 m na linha com um gotejador para cada planta.

O manejo da irrigação foi realizado através do tanque classe A por meio da evapotranspiração de referência (ET_o), estimada através da equação a seguir proposta por Ometto (1981):

Em que,

ET_o: Evapotranspiração de referência (mm);

ECA: Evaporação no tanque Classe A (mm);

K_t: Coeficiente de ajuste do tanque (adimensional), obtido pela equação 2, proposta por Snyder (1992), a partir de dados climáticos de uma série histórica da região. O valor obtido foi 0,8

$$K_t = 0,482 + 0,24 \ln(F) - 0,00037 U + 0,0045 UR \quad (2)$$

Em que,

K_t - Coeficiente de ajuste do tanque (adimensional);

F - Menor distância do centro do tanque ao limite da bordadura (m);

U - Velocidade do vento (km d^{-1});

UR - Unidade relativa do ar (%).

O tempo de irrigação foi calculado utilizando a seguinte equação:

$$\text{-----} \quad (3)$$

Onde;

T_i - tempo de irrigação em horas para cada tratamento

K_c - coeficiente da cultivo.

S_1 e S_2 - espaçamento entre plantas na linha de plantio e entre linha de plantio, respectivamente, em m

PAM- porcentagem de área molhada. Valor adotado 40%

C_u - coeficiente de uniformidade de aplicação em decimal. Valor obtido no teste de avaliação do sistema 0,9.

q - vazão do emissor em mL h^{-1} .

F - fator de aplicação de água e função do tratamento, 50, 75, 100, 125% da ET_{pc}.

Os valores de k_c adotados foram adaptados de Doorenbos e Kassan (1979) e encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5 - Valores médios de coeficiente de cultivo (K_c) da melancia nos diferentes estádios fenológicos. FEVC, Pentecoste, CE, 2011

Cultura	Estádio I	Estádio II	Estádio III	Estádio IV
Melancia	0,50	0,80	1,05	0,75

3.5 Adubação

Para a adubação de fundação foi utilizada a recomendação do manual de recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará da Universidade Federal do Ceará (1993), aplicando-se 57 g de superfosfato simples por planta. O nitrogênio e potássio foram aplicados via água de irrigação através de injetor do tipo Venturi, sendo as doses de 60 e 18 kg de ureia e sulfato de potássio por hectare respectivamente. Por serem aplicadas via fertirrigação foram parceladas e aplicadas manualmente de acordo

com a recomendação da EMBRAPA (2007) para a cultivar Grimsen Sweet. Não foi aplicada matéria orgânica e nenhuma fonte de micronutriente, exceto o ácido bórico.

3.6 Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições. Os tratamentos foram combinações de quatro lâminas de irrigação (parcela) e cinco doses de boro (subparcelas), com cinco repetições, totalizando 80 unidades experimentais.

As lâminas de irrigação foram calculadas baseadas na evapotranspiração potencial da cultura (ET_{pc}), sendo a evapotranspiração de referência (ET_o) estimada pelo tanque classe A e o coeficiente de cultivo *k_c*, os valores apresentados por Doorenbos e Kassam (1979) para a cultura nos diferentes estádios fenológicos. Foram denominadas; L1 quando a lâmina correspondeu a 50% da ET_{pc}; L2 referente a 75% da ET_{pc}, L3 100% da ET_{pc} e L4 correspondente a 125% da ET_{pc}. A diferenciação das lâminas de irrigação (tratamento) ocorreu 16 dias após a semeadura, quando a planta ainda se encontrava no estágio inicial de desenvolvimento. Do plantio até a diferenciação das lâminas de irrigação por tratamento a cultura era irrigada diariamente com um tempo de 1 h, sendo aplicada por plantas 3,75 L d⁻¹ água.

Nas subparcelas foram aplicadas cinco doses de boro, 0,5; 1,5; 2,5; 3,5 e 4,5 kg ha⁻¹, na forma de ácido bórico, divididas em duas aplicações, período em que as plantas encontravam-se no estágio fenológico II, primeira aplicação, e estágio fenológico III, segunda aplicação.

Cada unidade experimental foi composta por três fileiras com sete plantas cada, totalizando 21 plantas por parcela numa área de 48 m². Após a retirada das bordaduras, cinco plantas constituíram a área útil. A área total do experimento foi de 3.840 m².

3.7 Parâmetros analisadas

3.7.1 Teor de nutrientes nas folhas

No dia 29 de setembro de 2011 foi coletada a quinta folha a partir do ápice, excluindo o tufo apical, quando a cultura se encontrava na metade ou até 2/3 do seu ciclo, de acordo com metodologia descrita por Silva (2009) para análise química dos nutrientes. As folhas foram secas e mofadas, com circulação forçada de ar, a 65° C durante 72 horas e posteriormente trituradas em moinho do tipo Willey.

Foram determinados os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Cl, e Zn, seguindo a metodologia proposta por Malavolta (1997). O N total foi extraído por digestão com ácido sulfúrico e catalisadores, e determinado por destilação microkjeldahl. A análise de P e K foi realizada a partir de um extrato de digestão nitroperclórica, sendo o P determinado colorimetricamente pelo método do molibdato de amônio e o K por fotometria de chama. O S foi determinado turbidimetria com cloreto de bário a partir de extrato proveniente de digestão nitroperclórica. Os micronutrientes (Mn, Cu, Zn e Fe) e o Ca e Mg foram determinados por leitura direta e absorção atômica a partir de extrato proveniente da digestão nitroperclórica.

3.7.2 Biométrie

Com o auxílio de um paquímetro digital e uma trena, no início da diferenciação dos tratamentos e ao final do ciclo fenológico, foi mensurado o comprimento e o diâmetro basal da haste principal a uma altura de aproximadamente 5cm da superfície do solo. Foram mostradas duas plantas por unidade experimental.

Ao fim do ciclo foi coletada a biomassa produzida pela cultura e colocada numa estufa a 65° C por 72 horas para determinação da produção de matéria seca.

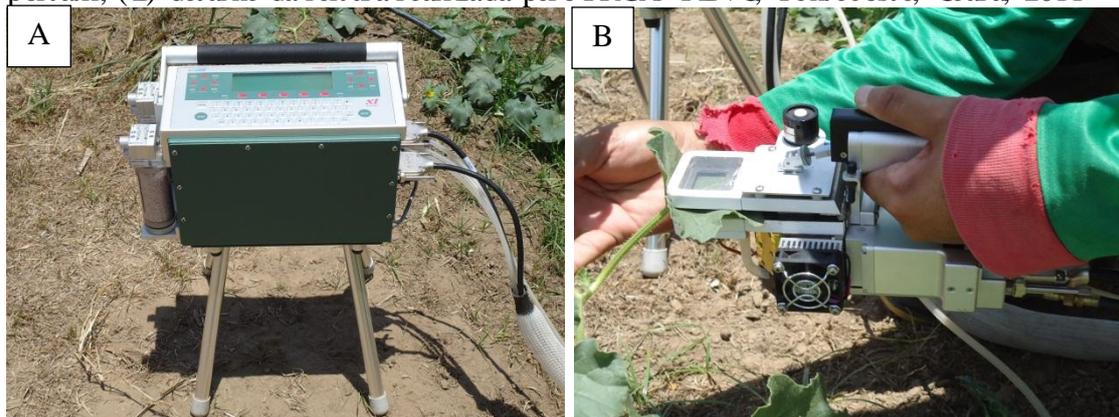
3.7.3 Trocas gasosas

Foram realizadas medições da temperatura foliar e das taxas de fotossíntese, transpiração, condutância estomática e concentração interna de CO₂, aos 42 dias após a germinação quando a planta encontrava-se no estágio fenológico III (fase intermediária - do total estabelecimento da cultura até o início do amadurecimento dos frutos), e em folhas totalmente expandidas utilizando-se um analisador a gases infravermelho portátil (Irga), modelo Li – 6400XT (Portable Photosynthesis System II) da LICOR (Figura 1). Para a padronização da amostragem foi medido sempre na quarta folha totalmente

expandida a partir do tufo apical da haste principal. As medições foram realizadas entre 09:00 e 12:00 horas.

De posse dos valores das trocas gasosas foi calculado a razão entre concentração de CO_2 no ar e na folha e a eficiência instantânea do uso da água, através da razão entre as taxas de fotossíntese e condutância ao vapor d'água.

Figura 1 – Quantificação das trocas gasosas. (A) Analisador a gás infravermelho portátil, (B) detalhe da leitura realizada pelo IRGA FEVC, Pentecoste, Ceará, 2011



3.7.4 Produtividade da cultura

Foram realizadas 2 colheitas nas parcelas com intervalos de 8 dias. A produção das plantas da área útil foi pesada e expressa em produtividade (Mg ha^{-1}).

3.7.5 Eficiência do uso da água

Foi calculada a partir da razão entre a lâmina total aplicada e o volume produzido pela cultura em cada parcela, sendo expressa em mm kg^{-1} .

3.8 Análises Estatísticas

Os efeitos principais e suas interações entre as lâminas de irrigação e doses de boro foram analisadas pela análise de variância e regressão através do software estatístico SAEG. Os gráficos foram gerados no Excel e para superfície de respostas no Statistica 7.0.

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Evaporação e Lâmina Total de Irrigação

A evaporação total no período entre o início da aplicação dos tratamentos de lâminas de irrigação até a última irrigação (oito dias antes da colheita) foi de 328,24 mm com média diária de 6,56 mm e amplitude de variação de 5,55 mm (Tabela 6). A precipitação no mesmo período foi de 19,40 mm (Tabela 7).

Tabela 6 – Evaporação diária na Fazenda Experimental do Vale do Curú - FEVC, Pentecostes – CE, no período de 31 de agosto a 19 de outubro de 2011.

Data	Evaporação (mm)	Data	Evaporação (mm)
31/08/2011	8,16	25/09/2011	7,20
01/09/2011	5,52	26/09/2011	6,92
02/09/2011	7,08	27/09/2011	8,00
03/09/2011	6,32	28/09/2011	6,76
04/09/2011	5,52	29/09/2011	7,16
05/09/2011	5,96	30/09/2011	6,80
06/09/2011	7,44	01/10/2011	7,28
07/09/2011	6,80	02/10/2011	7,72
08/09/2011	7,60	03/10/2011	6,88
09/09/2011	6,92	04/10/2011	6,32
10/09/2011	7,12	05/10/2011	8,04
11/09/2011	7,24	06/10/2011	8,64
12/09/2011	5,12	07/10/2011	8,12
13/09/2011	6,60	08/10/2011	8,00
14/09/2011	6,92	09/10/2011	8,00
15/09/2011	5,76	10/10/2011	7,80
16/09/2011	6,44	11/10/2011	6,68
17/09/2011	6,04	12/10/2011	6,40
18/09/2011	5,60	13/10/2011	5,60
19/09/2011	5,60	14/10/2011	5,28
20/09/2011	5,88	15/10/2011	4,08
21/09/2011	7,20	16/10/2011	5,76
22/09/2011	6,56	17/10/2011	4,00
23/09/2011	8,20	18/10/2011	4,20
24/09/2011	5,24	19/10/2011	3,76
Sub Total	162,84		165,4
Total	328,24	Média	6,56

Alâmina total aplicada, calculada com base na evaporação e no coeficiente de cultivo da melancia (DOORENBOS e KASSAM, 1979), e considerando a precipitação foi correspondente a 298,6 mm na menor lâmina, com acréscimo de 75% na maior lâmina (Tabela 7).

Tabela 7 - Lâmina Total Aplicada e precipitação (mm) no período de condução do experimento, para cada tratamento FEVC, Pentecoste, CE, 2011

Período	Precipitação (mm)	L1	L2	L3	L4
01/08 a 20/10	19,40	298,6	373,0	447,4	521,7

4.2 Biotria, produção de matéria seca da parte aérea, produtividade e eficiência do uso da água pela melancia

A produtividade não foi significativamente influenciada pelas lâminas de irrigação e doses de boro (Tabela 8), visto que os dados apresentaram uma dispersão e uma relação à média muito alta, o que pode ser o motivo da não significância dos dados.

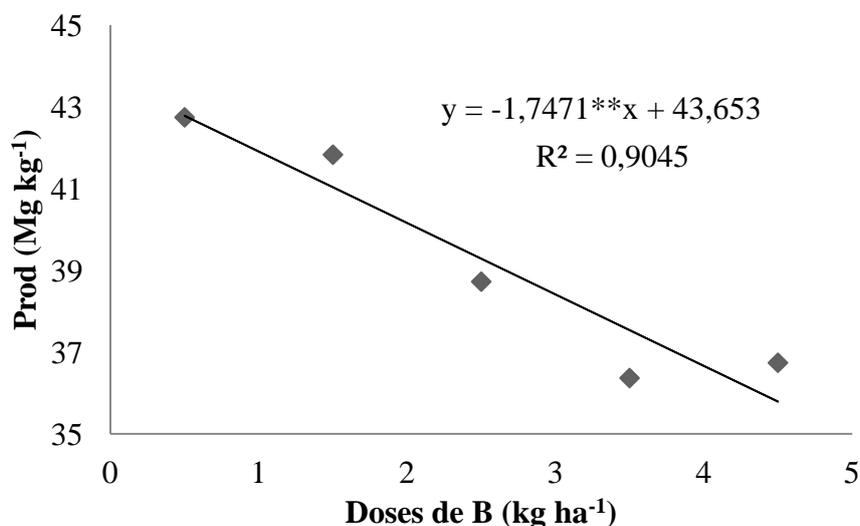
A produtividade não apresentou relação funcional com o aumento das lâminas de irrigação o que discorda com Andrade Jr. et al. (1997 e 2001), Mousinho et al. (2003), Mbrais et al. (2008), e Azevedo et al. (2005), ambos trabalhando com função de resposta da melancia a lâmina de irrigação, encontram modelos de melhor ajuste o polinomial quadrático.

Tabela 8 – Quadrados médios de produtividade (Prod), matéria seca da parte aérea (MSPA), diâmetro basal da planta (DBP), comprimento da haste principal (CHP), e eficiência do uso da água (EUA) pela melancia, e função das lâminas de irrigação e doses de boro.

Fonte de Variação	G L	Prod	MSPA	DHP	CHP	EUA
Blocos	3	535,46 ^{ns}	0,0195 ^{ns}	26,54 ^{ns}	17110,58 ^{ns}	0,003 ^{ns}
Lâmina de Irrig (A).	3	6,6069 ^{ns}	0,0196 ^{ns}	59,20**	13724,35 ^{ns}	0,010 ^{ns}
Resíduo (A)	9	152,59	0,0099	10,85	10282,66	0,0009
Doses de Boro (B).	4	134,99 ^{ns}	0,0372***	10,17 ^{ns}	8249,32 ^{ns}	0,0014 ^{ns}
Interação (A) x (B)	12	259,84 ^{ns}	0,01513**	3,21 ^{ns}	6985,97 ^{ns}	0,00178*
Resíduo (B)	48	140,41	0,005742	6,80	8044,16	0,00081
C.V.%(A)	-	40,11	58,05	23,68	25,62	30,76
C.V.%(B)	-	30,16	44,00	18,75	22,65	28,51

***, **, *, ns; significativo ao nível de 0,1% 1% 5% e não significativo pelo teste de F respectivamente.

Figura 2 – Produtividade (Prod) da melancia em função das doses de boro (B). FEVC, Pentecoste, CE, 2011



** Significativo a 0,6 % pelo teste de t

Trabalhando com melancia irrigada por sulcos (Soares, 2002), e com irrigação por gotejamento (Mbrais et al., 2008), encontraram produtividades superiores a 64,9 e 77,8 Mg ha⁻¹, respectivamente, ambas obtidas nas condições do Vale do Curu, CE. Entretanto, Azevedo et al. (2005) em experimento com melancia irrigada por gotejamento na Chapada do Apodi, CE, obteve rendimento máximo de 25,3 Mg ha⁻¹, inferior ao máximo encontrado nesta pesquisa de 40,8 Mg ha⁻¹.

A máxima produtividade obtida pela cultura em função das doses de boro foi de 42,74 Mg ha⁻¹, sendo alcançada na menor dose aplicada, correspondente a 0,5 kg de B ha⁻¹, e reduzindo linearmente com o aumento das doses de B (Figura 2). Tais resultados diverge dos resultados encontrados para a cultura do melão por Queiroga et al. (2010), que observaram 46,14% de incremento na produtividade do mesmo entre a dose zero e a dose de 2,26 kg ha⁻¹. Já Faria et al. (2003) testando boro sobre o melão, não encontraram relação entre boro e produção de frutos.

A produção da MSPA não foi influenciada pelas lâminas de irrigação (Tabela 8), e embora estudos comprovem que a produção de matéria seca, o crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas são influenciados pela lâmina de irrigação aplicada, principalmente se essa lâmina representar um estresse hídrico para a cultura (GOMES et al., 2000).

Estudando feijão em condições de estresse hídrico, Gomes et al. (2000) observaram que a biomassa da parte aérea e de seus componentes (folhas, ramos e vagens), assim como a taxa de crescimento foram reduzidos. Em melão submetido a

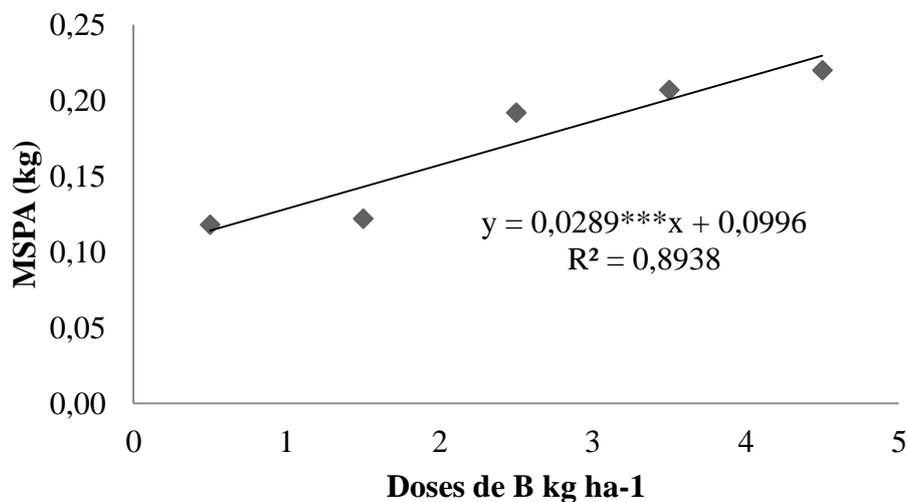
diferentes lâminas de irrigação, Farias et al. (2003) observaram que a utilização de menores lâminas também resultou em menor acúmulo de fitomassa seca, Ramos et al. (2009) também verificaram que a maior produção de MSPA e eucalipto foi obtida sob maior disponibilidade de água. No caso do presente estudo a não influência do fator lâmina de irrigação sob a matéria seca indica que mesmo na menor lâmina a planta não sofreu estresse a ponto de reduzir a produção de matéria seca.

A produção de MSPA foi significativamente influenciada pelas doses de B (Tabela 8), sendo que a dose de boro correspondente a $4,5 \text{ kg de B ha}^{-1}$ foi responsável pela maior produção de matéria seca (Figura 3). Esse fato pode ser justificado pelo efeito do boro na divisão e alongamento celular (MORAES; DALLAQUA et al., 2000). No entanto doses elevadas podem ocasionar redução na produção de matéria seca, como observado eucalipto adubado com $2,25 \text{ mg dm}^{-3}$ (RAMOS et al., 2009).

Estudando plantas de paricá, Lima et al. (2003) observaram ganhos em MSPA em função das doses de boro aplicado em solução nutritiva. No entanto, a matéria seca de gérbera cultivada em solução nutritiva, não foi influenciada pelas doses de boro (SOUZA et al., 2010). Resultados semelhantes foram obtidos por Salvador et al. (2003) em goiabeira, para o acúmulo de matéria seca das folhas e caule da planta.

A interação entre lâminas de irrigação e doses de B influenciou significativamente a produção de MSPA (Tabela 8), sendo a maior produção observada nas maiores doses de B e menores lâminas de irrigação, indicando que as maiores lâminas podem ter favorecido a lixiviação do B, reduzindo sua disponibilidade para a planta, principalmente nos tratamentos com aplicação das menores doses de B (Figura 3).

Figura 3 – Produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) da melancia e função de doses de B



*** significativo a 0,1 % pelo teste de t

O diâmetro basal da planta (DBP) e o comprimento da haste principal (CHP), não foram influenciados significativamente pelas lâminas de irrigação e doses de B, tendo valores médios iguais a 14,02 mm e 395,8 cm respectivamente.

A eficiência do uso da água foi significativamente afetada pela interação entre lâminas de irrigação e doses de B (Tabela 8), sendo a maior eficiência de 0,129 $\text{Mg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$, encontrada na menor lâmina de irrigação e menor dose de boro (298,6 mm e 0,5 kg ha^{-1} de B) e a menor eficiência, de 0,088 $\text{Mg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$, observada na maior lâmina e maior dose (521,736 mm e 4,5 kg ha^{-1} de B) a primeira apresentando 33% de economia de água sobre a menor eficiência (Figura 4).

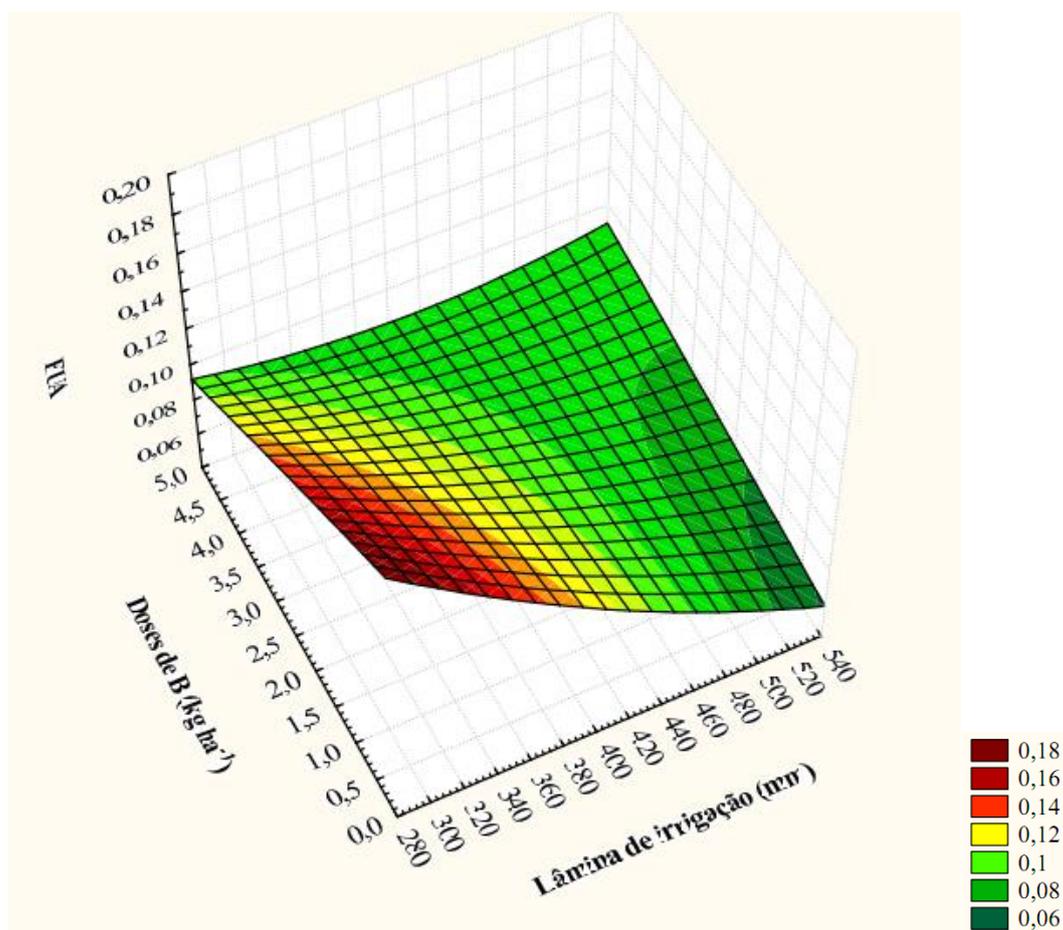
Avaliando a produtividade da melancia sob diferentes lâminas de irrigação, Melo et al. (2010), observaram que a máxima eficiência, 0,19 $\text{Mg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$, foi encontrada ao aplicar uma lâmina de irrigação de 266 mm durante todo o ciclo. Oliveira et al. (2012) trabalhando com doses de K e melancia no Vale do Curu, encontraram máxima eficiência de 0,33 $\text{Mg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$ com lâmina de irrigação de 619 mm.

Culturas que apresentam maior eficiência de uso da água são de suma importância quando se fala em economia de recursos hídricos, pois as mesmas possibilitam maior rendimento por m^3 de água aplicada. Verifica-se que a eficiência do uso da água diminui em função do incremento das lâminas de irrigação e doses de B.

Figura 4 – Eficiência de uso da água (EUA) pela melancia e mfunção de lâminas de irrigação e doses de B FEVC, Pentecoste, CE, 2011

$$EUA = 0,58 \cdot 10^{-6} \text{ns} x^2 - 0,10 \cdot 10^{-3} \text{ns} y^2 - 0,94 \cdot 10^{-3} \text{**}x - 0,043 \text{**}y + 0,92 \cdot 10^{-4} \text{***}xy + 0,40$$

$$R^2 = 0,40$$



*** Significativo a 0,1% pelo teste de t

** Significativo a 1% pelo teste de t

ns Não significativo

4.3 Estado nutricional da melancia

Os teores foliares de nitrogênio não foram afetados pelos fatores lâminas de irrigação e doses de boro e nem pela interação entre eles (Tabela 9). No entanto apresentaram ajuste quadrático e mfunção das doses de boro aplicadas (Figura 5).

Tabela 9 – Quadrados médios dos teores dos macronutrientes na folha de melancia e m função das lâminas de irrigação e das doses de boro. FEVC, Pentecoste, CE, 2011

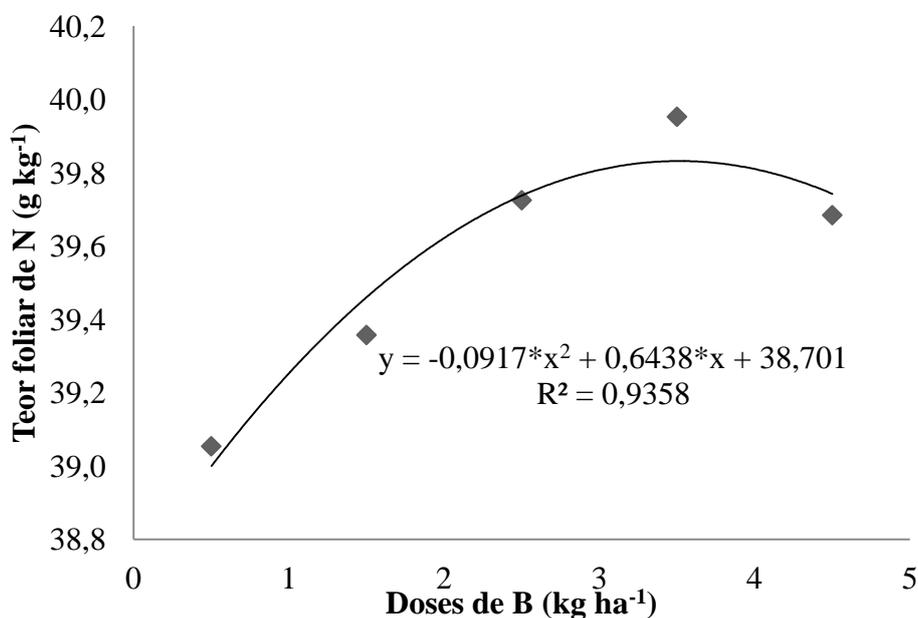
F. V.	G L	N	P	K	Ca	Mg	S
Blocos	3	242,9***	4,06***	91,7*	24,9***	9,83***	0,44 ^{ns}
Lâmina de Irrig (A)	3	7,068 ^{ns}	0,18 ^{ns}	1,63 ^{ns}	5,91 ^{ns}	2,43 ^{ns}	0,45*
Resíduo (A)	9	20,65	0,46	16,8 ^{ns}	2,44	1,01	0,13
Doses de B (B)	4	1,97 ^{ns}	0,96 ^{ns}	8,77 ^{ns}	1,77 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,12 ^{ns}
Intera (A) x (B)	12	7,39 ^{ns}	0,64 ^{ns}	28,9 ^{ns}	13,96 ^{ns}	2,09 ^{ns}	0,07 ^{ns}
Resíduo (B)	48	13,54	0,60	21,38	10,87	2,25	0,13
C.V. % (A)	-	22,07	15,38	16,90	11,90	14,69	21,85
C.V. % (B)	-	9,31	17,47	19,04	25,10	21,90	22,06

***, **, *, ns; significativo ao nível de 0,1% 1% 5% e não significativo pelo teste de F, respectivamente.

Trabalhando com lâminas de irrigação aplicadas por gotejamento na cultura do maracujá Sousa et al. (2008), também não verificaram diferenças nos teores foliares de N como aumento da lâmina de irrigação. Porém na cultura do mamão, Almeida et al. (2002) observaram redução nos teores foliares de N tanto no pecíolo quanto no limbo da folha, e função do aumento da lâmina de irrigação. Neste caso, porém além do sistema de irrigação utilizado ser do tipo microaspersão, cuja vazão é maior, houve ainda um acréscimo correspondente a 192% da menor lâmina para a maior, o que favoreceu a lixiviação de N explicando seus menores teores foliares.

Os teores foliares de N tiveram maior valor ($39,86 \text{ g kg}^{-1}$), na dose de $3,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de B havendo um decréscimo a partir dessa dose. É relatado na literatura efeitos de doses de N sobre os teores de foliares de B (MALAVOLTA et al., 1989); RESENDE et al, 1997; CARVALHO et al, 2002), no entanto o contrário não é destacado.

Figura 5 – Teores de nitrogênio no tecido foliar da melancia e função de doses de boro. FEVC, Pentecoste, CE, 2011



* Significativo a 5% pelo teste de t

Os teores foliares de K não foram influenciados significativamente pelas lâminas de irrigação e doses de boro (Tabela 9), e não se ajustaram a modelos matemáticos que pudessem ser explicados biologicamente. Apresentaram valor médio de 24,53 g kg⁻¹, o que de acordo com Jones et al., (1991); Trani e Raij (1996) e Hochmuth et al., 1996 (Tabela 10) encontra-se na faixa considerada ideal para a cultura.

Os teores foliares de P não foram influenciados pelas lâminas de irrigação e doses de B (Tabela 9), embora seja relatado que o B presente na membrana plasmática favoreça a absorção de P podendo resultar em maiores teores foliares desse nutriente (Malavolta, 1997). O valor médio do teor foliar encontrado (Tabela 10) é considerado ideal para a cultura da melancia (Tabela 11).

O Ca no tecido foliar não foi influenciado significativamente pelos fatores (lâminas e doses de B) e nem pela interação entre eles, tendo a cultura apresentado teor médio de 13,10 g kg⁻¹ o que segundo Trani e Raij (1996) e Hochmuth et al., 1996, estão dentro da faixa considerada ideal para a melancia, discordando assim com Jones et al., (1991) que aponta valores ideais superiores aos encontrados neste trabalho (Tabela 11).

Tabela 10 - Teores médios foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Cu, Fe e Mn na melancia e função das lâminas de irrigação e das doses de borá FEVC, Pentecoste, CE, 2011

N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn
----- g kg ⁻¹ -----						----- mg kg ⁻¹ -----				
39,5	4,43	24,53	13,10	6,80	1,67	138,12	25,40	7,90	153,81	39,12

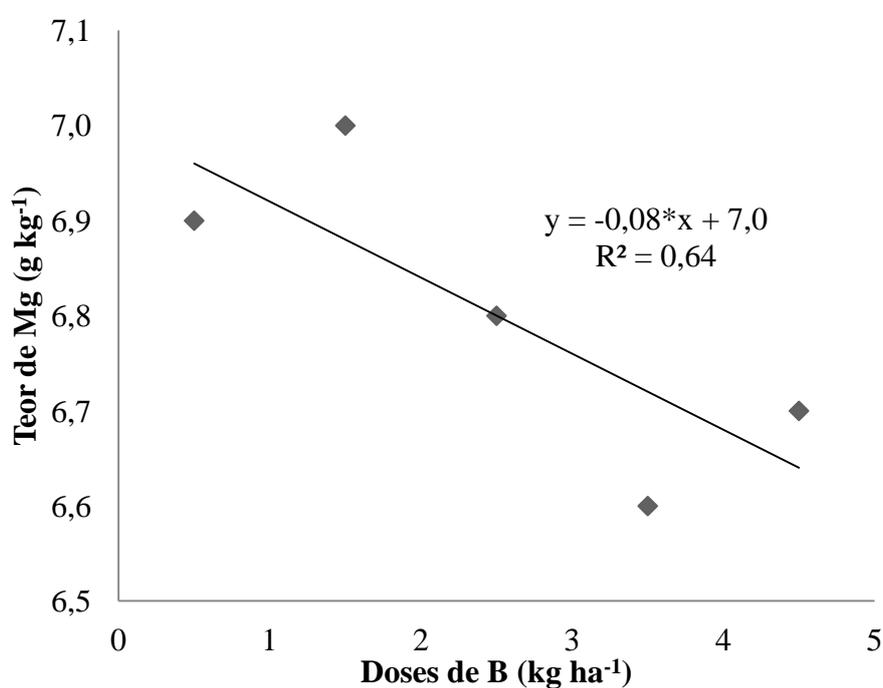
Tabela 11 - Faixa ideal dos teores foliares¹ de macros e micronutrientes para a cultura da melancia.

Fonte ²	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn
	----- g kg ⁻¹ -----						----- mg kg ⁻¹ -----				
1	25-50	3-7	25-40	25-50	2-12	2-3	30-80	50-200	10-15	50-300	50-200
2	25-50	2-6	20-60	10-20	3-6	3-5	80-100	100-200	5-10	30-150	100-200
3	25-35	2,5-5,0	27-35	10-20	2,5-5	2-4	20-40	20-40	5-10	30-100	20-100

²Fonte: 1 = Jones et al. (1991); 2 = Trani e Raj (1996); 3 = Hochmuth et al., 1996

Os teores foliares de magnésio não foram influenciados significativamente pelas lâminas de irrigação e doses de boro. No entanto se ajustou a equação linear decrescente como aumento das lâminas de irrigação, sendo o maior valor estimado, $6,9 \text{ g kg}^{-1}$ na dose de $0,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de B e tendo o menor valor de $6,6 \text{ g kg}^{-1}$ na dose de $4,5 \text{ kg ha}^{-1}$ o que representa uma redução de 4% no teor foliar. No geral os teores encontrados estão dentro da faixa considerada ideal Jones et al. (1991).

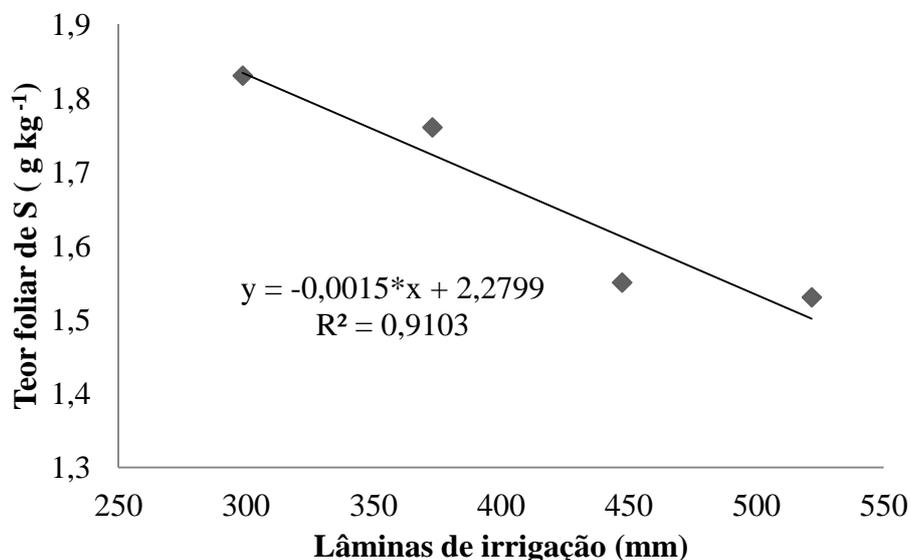
Figura 6 – Teores de magnésio no tecido foliar da melancia e função de doses de boro. FEVC, Petecoste, CE, 2011



*Significativo a 5% pelo teste de t

O S no tecido foliar foi influenciado significativamente pelas lâminas de irrigação (Tabela 9), ajustando-se ao modelo de regressão linear e função das lâminas de irrigação (Figura 7), havendo na maior lâmina um decréscimo de 19,6% no teor de S em relação ao obtido na menor lâmina. Esse resultado pode ser atribuído a menor absorção de enxofre pelas plantas submetidas às maiores lâminas de irrigação devido a possíveis perdas por lixiviação, uma vez que, a matéria seca da parte aérea (MSPA), em função das lâminas, não foram influenciadas, evidenciando que o decréscimo no teor não foi observado apenas pelo efeito de diluição na matéria seca.

Figura 7 - Teores de enxofre na folha de melancia e função da lâmina de irrigação. FEVC, Pentecoste, CE, 2011



* Significativo a 2% pelo teste de t

Os teores foliares dos micronutrientes Fe, Zn e Mn não foram influenciados pelas lâminas de irrigação e doses de boro (Tabela 12) e não apresentaram ajuste matemático que pudessem ser explicado biologicamente. Resultados semelhantes foram observados por Carvalho et al (2001) que simultaneamente ao presente estudo, trabalhou com lâminas de irrigação e não realizou adubações de Ca, Mg e micronutrientes.

Tabela 12 - Quadrados Médios dos teores de micronutrientes na folha de melancia e função das lâminas de irrigação e das doses de boro. FEVC, Pentecoste, CE, 2011

F. V.	G L	Fe	Zn	Cu	Mn	B
Blocos	3	13842,0 ^{ns}	110,71*	10,2*	55,77 ^{ns}	293,9 ^{ns}
Lâm de Irr. (A)	3	10199,5 ^{ns}	41,65 ^{ns}	18,6 ^{***}	156,38 ^{ns}	9177,4 ^{***}
Resíduo (A)	9	9263,3	19,92	2,5	106,18	1028,7
Doses de B (B)	4	2789,6 ^{ns}	11,75 ^{ns}	5,1 ^{ns}	6,44 ^{ns}	10957,7 ^{***}
Inter. (A) x (B)	12	3642,1 ^{ns}	28,88 ^{ns}	5,6 ^{ns}	70,71 ^{ns}	434,71 ^{ns}
Resíduo (B)	48	3272,0	30,21	9,4	56,09	855,4
C V % (A)	-	62,57	17,56	20,38	26,34	20,96
C V % (B)	-	37,18	21,63	38,81	19,14	21,08

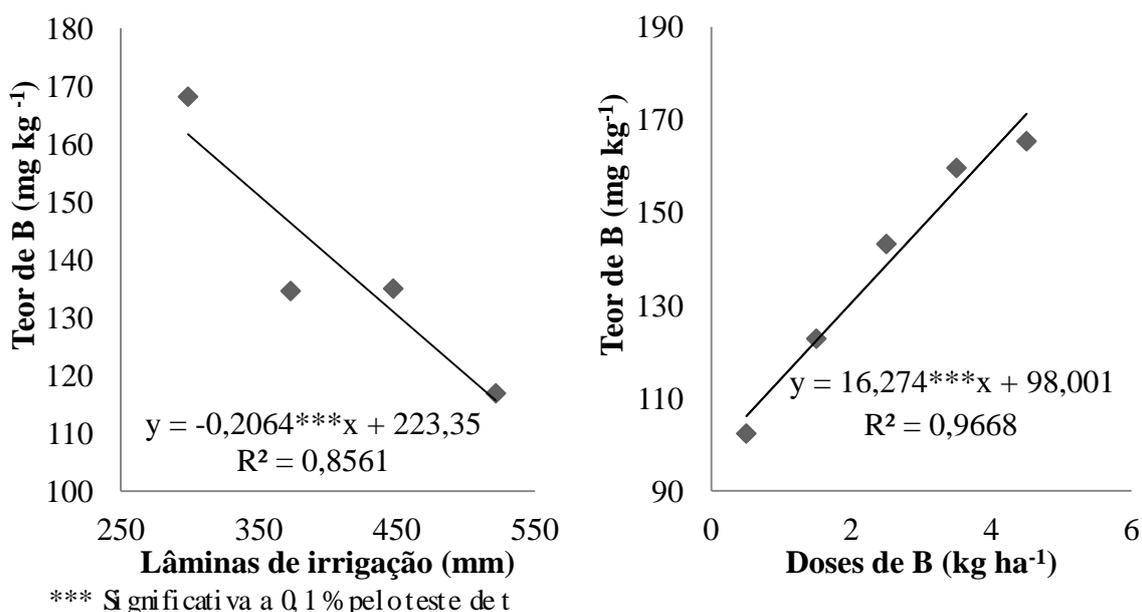
***, **, *, ns; significativo ao nível de 0,1% 1% 5% e não significativo pelo teste de F, respectivamente.

Os teores foliares de Cu foram afetados significativamente pelas lâminas de irrigação, no entanto não se adequaram a equações que pudessem ser explicadas

biologicamente. No geral os teores variaram de 6,8 a 9,1 mg kg⁻¹, sendo considerados ideais para a cultura da melancia por Trani e Raij (1996) e Hochmuth et al., (1996).

As lâminas de irrigação e as doses de B influenciaram de forma independente os teores foliares de B (Tabela 10), ambas apresentaram ajuste linear sendo decrescente em função da lâmina e crescente em função do B (Figura 8).

Figura 8 – Teores de B na folha de melancia e em função das doses de boro (A) e das lâminas de irrigação (B). Pentecoste, CE, 2011



Trabalhando com maracujá, Prado et al. (2006) observaram que os teores de B aumentaram linearmente com o aumento das doses de B. Resultados semelhantes foram obtidos por Ramos et al. (2009) e melaleuca, onde o teor de B tanto em folhas novas quanto nas folhas velhas aumentaram com a aplicação de doses crescentes de B.

Os teores de B na melancia variaram de 102,39 a 168,20 mg kg⁻¹, provocando diminuição na produtividade, ficando muito acima dos valores relatados como ideais para a cultura da melancia por Jones et al. (1991); Trani e Raij (1996); e Hochmuth et al. (1996).

A correlação negativa ($r = -0,97$) entre os teores de B nas folhas e a produtividade pode ser explicada pela dificuldade em se remover o boro retido na cutícula foliar ou o ligado a substância péctica na parede celular, sem concretizar sua função metabólica na planta Boaretto et al. (1997). Onde no presente estudo pode se afirmar um índice de toxicidade, embora não se tenha estudado a nível citológico.

É importante destacar que o teor tóxico de B nas plantas é muito variável. Em trigo, feijão, soja e milho, eles podem variar de 20 a 153 mg de B kg⁻¹. (FAGERIA et al., 2000) e na abóbora, planta da mesma família, o teor considerado tóxico é de 1000 mg de B kg⁻¹ (PRADO 2008).

Os teores de nutrientes na folha da melancia em ordem decrescente foram N > K > Ca > Mg > P > S > Fe > B > Mn > Zn > Cu e a função dos tratamentos lâminas de irrigação e doses de B (Tabela 11). Para o N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe e Mn, os teores foliares encontraram-se dentro das faixas consideradas ideais para a cultura da melancia, enquanto os teores de S estão abaixo e os de B acima dos relatados como adequados por Jones et al. (1991), Trani e Raj (1996) e Hochmuth et al., (1996) (Tabela 12).

4.4 Trocas gasosas

A condutância estomática (g), ou grau de abertura dos estômatos, não variou significativamente e a função dos fatores (lâminas de irrigação e doses de B) ou da interação entre eles (Tabela 13). Esse fato indica que as plantas de melancia não estavam sofrendo estresse hídrico severo, mesmo nas menores lâminas. Isso porque, em condições de déficit hídrico moderado ou severo haveria o fechamento estomático pelo favorecimento da difusão do ácido abscísico para as células guardas e quanto ao estresse hídrico leve, os estômatos tendem a permanecer abertos (MARENCO 2009).

Se a maior resistência estomática coincide com a maior diferença de potencial hídrico entre as paredes das células do mesófilo foliar e o ar exterior. Independentemente dos tratamentos adotados, a melancia conseguiu manter a mesma turgescência celular, uma vez que a condutância estomática não variou significativamente. Existe evidências de que os estômatos não apresentam respostas à mudança no potencial da água na folha até que um valor crítico de potencial hídrico seja alcançado (HSIAO 1973; BEGG e TURNER 1976).

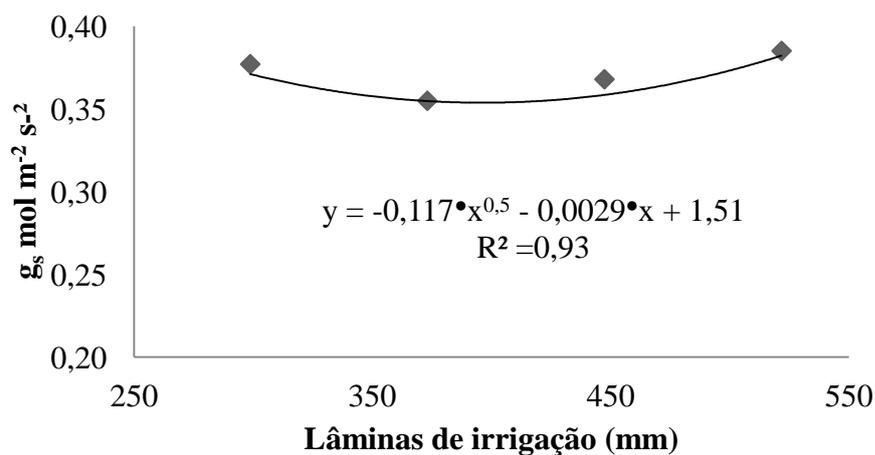
Tabela 13 - Resumo da análise da variância. Quadrados médios para condutância estomática (g_s), concentração interna de CO_2 (G), fotossíntese (A), transpiração (E) e eficiência momentânea do uso da água (EUAm) pela melancia, cv Crição Sweet, em função de quatro lâminas de irrigação e cinco doses de boro. FEVC, Pentecoste, CE, 2011.

Fator de Variação	GL	g_s	G	A	E	EUAm
Blocos	3	0,0067*	3374,57***	29,35*	0,19 ^{ns}	0,17 ^{ns}
Trat. Lâmina de Irrig (A)	3	0,0033 ^{ns}	454,51 ^{ns}	17,03 ^{ns}	19,57***	3,41***
Resíduo (A)	9	0,0023	577,07	11,41	0,67	0,33
Trat. Doses de B (B)	4	0,0051 ^{ns}	536,71 ^{ns}	12,13 ^{ns}	1,16 ^{ns}	0,33 ^{ns}
Intera (A) x (B)	12	0,0038 ^{ns}	192,32 ^{ns}	7,56 ^{ns}	0,98	0,21 ^{ns}
Resíduo (B)	48	0,0036	252,35	5,54	0,53	0,14
CV % (A)		15,90	11,06	10,28	8,18	20,90
CV % (B)		16,38	9,88	17,40	8,09	14,59

***, **, *, ns, significativo ao nível de 0,1%, 1% e 5% e não significativo pelo teste de F, respectivamente.

Mesmo não sendo significativo pelo teste de F, a g_s ajustou-se em função das lâminas de irrigação, ao modelo raiz quadrada (Figura 9), tendo um ligeiro incremento de $0,0106 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ na maior lâmina, comparando com a menor quantidade de água aplicada.

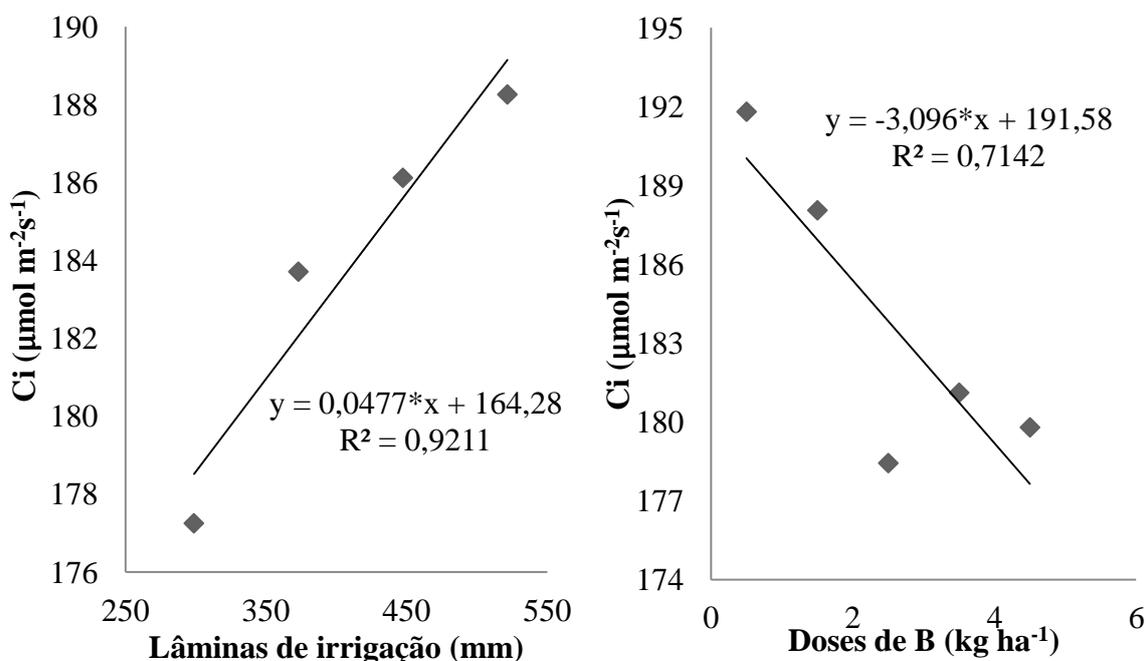
Figura 9 - Condutância estomática da melancia em função das lâminas de irrigação



• Significativo a 8% pelo teste de t

No caso da concentração interna de CO_2 , sabe-se que os estômatos regulam as trocas gasosas e aumentos na condutância estômática (g_s) implicam em influxos de CO_2 no mesófilo foliar, possibilitando maiores taxas de assimilação de dióxido de carbono (SHIMAZAKI et al., 2007). Assim como não foram observados efeitos significativos para g_s , consequentemente a concentração interna de CO_2 (C_i), e a fotossíntese não variaram significativamente (Tabela 13). Porém a concentração interna de CO_2 ajustou-se linearmente em função das lâminas de irrigação e doses de boro (Figura 10) e a fotossíntese ajustou-se da mesma forma as lâminas de irrigação (Figura 11).

Figura 10 - Concentração interna de CO_2 da folha da melancia, em função das lâminas de irrigação (A) e doses de boro (B)

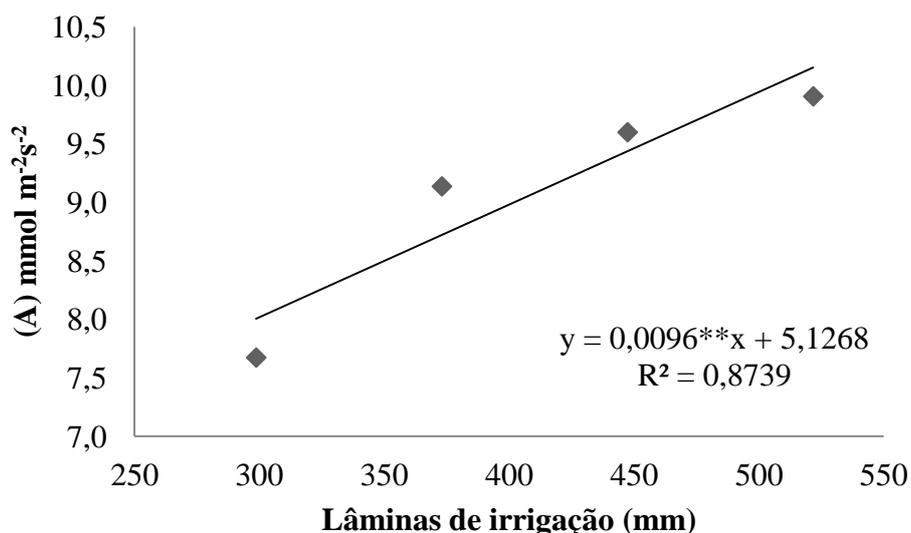


** Significativo a 5% pelo teste de t

O incremento nos valores da condutância estômática entre a menor lâmina e a maior lâmina ($0,0106 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) provocou um incremento de $11,01 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ na concentração interna de CO_2 e um consequente aumento de $2,23 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ na assimilação de carbono, mostrando que esses parâmetros estão intrinsecamente ligados, já que abertura estômática permite o efluxo de CO_2 e a concentração deste influencia diretamente nas taxas de fotossíntese.

A concentração interna de CO_2 também se ajustou linearmente em função das doses de boro (Figura 10), nesse caso houve um decréscimo de $12,01 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ na concentração interna de CO_2 , comparando a maior com menor lâmina de irrigação.

Figura 11 – Fotossíntese realizada pela melancia em função das lâminas de irrigação aplicada.



** Significativo a 5% pelo teste de t

As trocas gasosas nas plantas cultivadas sobre estresse hídrico seguiram a mesma tendência das plantas sem restrição hídrica (médias na Tabela 14), isso porque os efeitos do déficit de água no solo não exercem influências nos processos fotossintéticos dos vegetais quando se adota uma irrigação de alta frequência, como no experimento, uma vez que nestas condições, melhor “status” hídrico na planta é assegurado (PAIVA et al., 2005).

Tabela 14 - Valores médios de condutância estomática (g_s), concentração interna de CO_2 (G_i), fotossíntese (A), transpiração (E) e eficiência momentânea do uso da água (EUAm) da melancia em função das lâminas de irrigação e das doses de boro. FEVC, Pentecoste, CE, 2011.

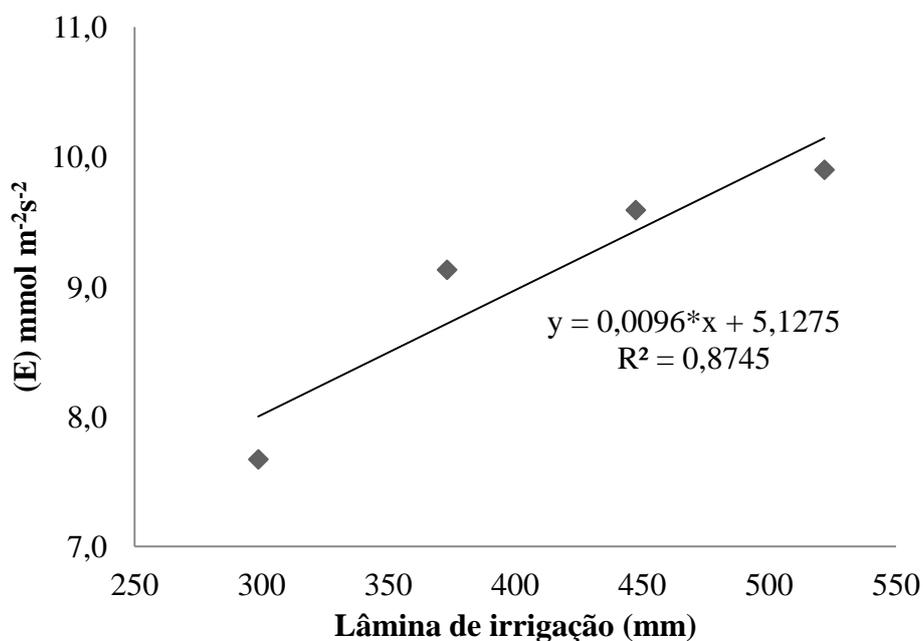
g_s	G_i	A	E	EUAm
$\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	$\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	$\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	$\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-2}$	A/E
0,37	183,83	22,92	9,07	2,58

A transpiração (E) foi influenciada significativamente pelas lâminas de irrigação (Tabela 13), ajustando-se a modelo de regressão linear (Figura 12). Um

o aumento na abertura estomática de $0,0106 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ provocou um incremento de $2,14 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-2}$ na taxa de transpiração, o que correspondeu a um acréscimo de 29 % na transpiração para um incremento de 75 % na lâmina de irrigação.

As maiores lâminas de irrigação garantiram uma maior disponibilidade hídrica, proporcionando maior turgescência celular e consequentemente menor resistência a perda de água. No entanto a condutância estomática não foi afetada mostrando que as plantas, em todos os tratamentos, mantinham a mesma abertura dos estômatos, porém transpiraram mais. Como a transpiração cuticular é muito baixa, ela não seria responsável pela diferença significativa na transpiração.

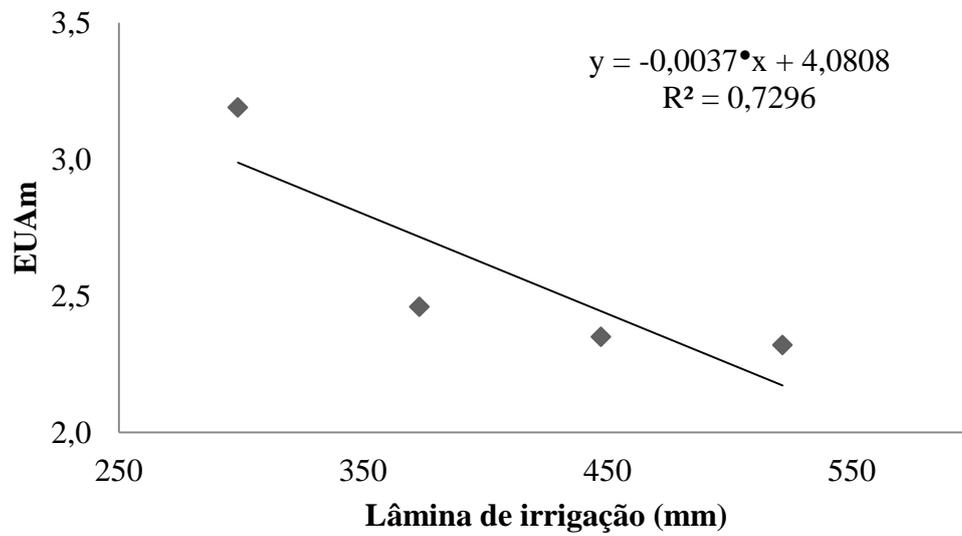
Figura 12 – Transpiração (E) da melancia em função de quatro lâminas de irrigação e cinco doses de boro. FEVC, Pentecoste, CE, 2011



* significativo a 3% de probabilidade pelo teste de t

A eficiência momentânea do uso da água (EUA_m), dada pela razão entre a fotossíntese e transpiração, foi influenciada pelas lâminas de irrigação (Tabela 13) ajustando-se a modelo de equação de regressão linear (Figura 13). A maior lâmina de irrigação proporcionou um decréscimo de 27,3 % da EUA_m em relação a menor lâmina aplicada, essa variação é atribuída ao aumento da transpiração e ao fato das taxas fotossintéticas se manterem constantes, quando isso ocorre dizemos que a cultura teve baixa eficiência nas trocas gasosas (Schulze & Hall (1982).

Figura 13 – Eficiência momentânea do uso da água (EUAm) pela melancia, cv Crimson Sweet, em função de quatro lâminas de irrigação. FEVC, Petecoste, CE, 2011



• significativo a 7% pelo teste de t

5.0 CONCLUSÃO

O menor conteúdo de água no solo não provocou estresse hídrico para a melancia, uma vez que não influenciou significativamente a resistência estomática, a produtividade e a produção de matéria seca, porém a cultura apresentou menor transpiração nas menores lâminas de irrigação.

As maiores doses de boro resultaram em maiores teores foliares do elemento, havendo uma correlação negativa com a produtividade da cultura, indicando toxicidade de boro.

As lâminas de irrigação e o aumento da concentração de B no solo influenciaram na absorção de B pela melancia e não interferiram significativamente nos teores dos demais nutrientes.

6.0 REFERÊNCIAS

- ADRIANO, D. C. Trace elements in the terrestrial environment. New York: Springer-Verlag, 1986. 533 p.
- ALMEIDA, D. **Manual de culturas hortícolas**. Lisboa: Ed. Presença, 2006. v. 2, 325.
- ALMEIDA, D. P. F. **Melancia**. Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, 2003. TEXTOS ACADEMICOS. Disponível em <<http://dal.mei.da.com/hortnet/Melancia.pdf>> Acesso em 09 fev. 2011.
- ALMEIDA, F. T. de; BERNARDO, S.; MARINHO, C. S.; MARIN, S. L. D.; SOUSA, E. F. de. Teores de nutrientes do na moeiro 'improved sunrise solo 72/12' sob diferentes lâminas de irrigação, no norte fluminense. **Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP**, v. 24, n. 2, p. 547-551, agosto 2002
- ALVARENGA, M. A. R.; RESENDE, G. M. **Cultura da melancia**. Lavras: Editora UFLA, 2002. 132 p. (UFLA Textos Acadêmicos, 19).
- ALVARENGA, M. A. R. **Crescimento, teor e acúmulo de nutrientes e malface-america (Lactuca sativa L) sob doses de nitrogênio aplicadas no solo e de níveis de cálcio aplicados via foliar**. 1999. 87f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.
- ANDRADE JUNIOR, A. S. de et al. Produtividade e qualidade de frutos de melancia e função de diferentes níveis de irrigação. **Horticultura Brasileira**, v. 15, n. 01, p. 43 – 46, 1997.
- ANDRADE JUNIOR, A. S. de; FRIZZONE, J. A.; BASTOS, E. A. B.; CARDOSO, M. J.; RODRIGUES, B. H. N. Estratégias ótimas de irrigação para a cultura da melancia. **Pesq. Agropec. Bras., Brasília**, v. 36, n. 2, p. 301-305, fev. 2001.
- ARAÚJO NETO, S. E. *et al.* Qualidade e vida útil pós-colheita de melancia Grims on Sweet, comercializada em Mossoró. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 4, n. 2, p. 235-239, 2000.
- ARAÚJO NETO, S. E.; MENDONÇA, V.; FERREIRA, R. L. F.; GONTIJO, T. C. A.; MACHADO, R. L. Crescimento de mudas de melancia em diferentes volumes de recipientes e tipos de substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, 2002.
- ASAE – American Society of Agricultural Engineers. Field evaluation of irrigation systems. In: **ASAE Standards**, St. Joseph: ASAE, 1994. p. 760-765

- AZEVEDO, B. M. de et al. Efeitos de níveis de irrigação na cultura da melancia. **Revista Científica Agrônômica**, v. 36, n. 01, p. 9–15, jan. – abr., 2005.
- BARBOZA JUNIOR, C. R. A.; FOLEGATTI, M. V.; ROCHA, F. J.; ATARASSI, R. T. Coeficiente de cultura da melancia no outono-inverno determinado por lisimetria de pesagem em Piracicaba – SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 4, p. 691-698, out./dez. 2008.
- BEGG, J. E.; TURNER, N. C. Crop water deficit. **Advances in Agronomy**, v. 28, p. 161-217, 1976.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. 2 ed. Jaboticabal: Funep, 2003. 41 p.
- BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M. A.; SANTOS, A. O. Potencial da água na folha como um indicador de déficit hídrico em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, . 2000. 35(8): 1531-1540.
- BEZERRA, F. M. L.; OLIVEIRA, C. H. C. Evapotranspiração máxima e coeficientes de cultura para o milho em Fortaleza, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 19, n. 1, p. 8-17, 1999.
- BOARETTO, R. M. Boro e melancia: absorção e mobilidade. **Tese de Doutorado - Programa de Pós-graduação em Ciências. Área de concentração: energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo**. Piracicaba, 2006. 120p.
- BÖCK, V. D. **Manejo do solo para a cultura da melancia** – Santa Maria, RS, 2002. 130f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.
- CAKMAK, I.; KURZ, H.; MARSCHNER, H. Short-term effects of boron, germanium and high light intensity on membrane permeability in boron deficient leaves of sunflower. **Physiologia Plantarum** v. 95, n. 1, p. 11-18, 1995.
- CALLE-MANZANO, C. L. **Carência de boro em girasol**. Madrid: Hija, 1985.
- CARTER, J. F. **Sunflower science and technology**. Madison: **American Society of Agronomy**, 1978. 505 p.
- CARLOS, A. L. X. et al. **Vida útil pós-colheita de melancia submetida a diferentes temperaturas de armazenamento**. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande-PB, v. 4, n. 1, p. 29-35, 2002.

CARVALHO A J. C de.; MARTINS, D P.; MONNERAT, P. H; SILVA, J. A da. Teores de nutrientes foliares no maracujazeiro-a-marelo associados à estação fenológica, adubação potássica e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 23, n 2, p403-408, 2001.

CARVALHO A J. C de.; MONNERAT, P. H; MARTINS, D P.; BERNARDO, S SILVA, J. A da. Teores foliares de nutrientes no maracujazeiro-a-marelo em função de adubação nitrogenada, irrigação e épocas de amostragem **Scientia Agricola**, v. 59, n 1, p. 121-127, jan/ mar. 2002

CARVALHO A J. et al. Adubação nitrogenada e irrigação no maracujazeiro-a-marelo: produtividade e qualidade dos frutos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n 06, p 1101-1108, 2000.

CASALI, V WD; SATURNINO, H M; PEDROSA, J. F. Botânica e origem das curcubitáceas. **Informe Agrônomo**, Belo Horizonte, v. 8, n 85, p 22-23, 1982.

CASTELLANE, P. D; CORTEZ, G E P. **A cultura da melancia** Jaboticabal. Funep, 1995. 64 p.

CLARK, G A; MAYNARD, D N; STANLEY, C D. Drip-irrigation management for watermelon in a humid region. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v. 12, n 3, p 335-340, 1996.

COSTA, N D; LEITE, W M. **Cultivo da melancia** Petrolina, PE. Embrapa Semi-Árido. Não paginado. Apostila. Trabalho apresentado no VII Curso Internacional de Produção de Hortaliças, 2002, Brasília.

DECHEN, A R; NACHTIGALL, G R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2006. p 327-354.

DIAS, R C S; SILVA, C M; QUEIROZ, M A; COSTA, N D; SOUZA, F F; SANTOS, M H; PAIVA, L B; BARBOSA, G S; MEDEIROS, K N. 2006. Desempenho agrônomico de linhas de melancia com resistência ao oídio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 46., 2006, Goiânia. **Horticultura Brasileira** 24: 1416-1418.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A H. **Feito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 33).

DOORENBOS, J.; KASSAM, A H. **Feito da água no rendimento das culturas**. Tradução Cheyi, H R et al. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. 221 p (Estudos FAO Irrigação e drenagem n 33), Campina Grande, 2000.

ELRASHI D, M A; OCONNOR, G A Boron sorption and desorption in soils. Soil Science Society of America Journal , v.46, n 1, p27-31, 1982

EMBRAPA Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical, Dados climatológicos: Estação de Pentecoste, 2000. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical/ UFC, 2001.

EMBRAPA Sistema de Produção de Melancia. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/plantio.htm> acesso em 02 de setembro de 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA Meio Norte. **A cultura da melancia**. 2 ed rev. Anp. Embrapa Informação Tecnológica: Brasília - DF, 2007. p-47.

EPSTEIN E; BLOOM A **Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas**. Londrina: Plant, 2006. 403p.

FAO- Food Production and Security. [http://www.fao.org/ag/CL/agl/spush/topical.htm](http://www.fao.org/ag/CL/agl/spush/topical.htm#Brazil) #Brazil. 20 Mar 2008.

FAQUIN V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 183p.

FARIAS, C H de A; SOBRIHO, J. E MEDEIROS, J. F de; COSTA, M DA C; NASCIMENTO; L B DQ SILVA, M C de C. Crescimento e desenvolvimento da cultura do melão sob diferentes lâminas de irrigação e salinidade da água **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.7, n3, p 445-450, 2003.

FERREIRA E M, CRUZ, M C P.da, RAIJ, B V., ABREU C A de., **Macronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal – SP. CNPq/ FAPESP/ POTAFOS, 2001. p 45, 83.

FERREIRA L. Avaliação indireta da erodibilidade e seus efeitos com altos teores de ferro e aspectos relacionados à mineralogia e micromorfologia. 1992. 82f. (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Lavras, Lavras, MG, 1992.

FERREIRA MAJ.F, BRAZ, L.T, QUEIROZ, M A de *et al.* Capacidade de combinação e sete populações de melancia. **Pesq. agropec. bras.**, v.37, n.7, p 963-970, 2002.

FILGUEIRA F A R **Novo manual de Olericultura: agricultura moderna para produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Faostat. Disponível em <<http://www.fao.org>>. Acesso em 12 dez. 2011.

GLAZ, B; MORRIS, D R; DAROUB, S H Sugarcane photosynthesis, transpiration, and stomatal conductance due to flooding and water table. *Crop Science*, v.44, p 1633-1641, 2004.

GOMES, A A; ARAÚJO, A P; ROSSIELLO, R O P; PIMENTEL, C Acumulação de biomassa, características fisiológicas e rendimento de grãos em cultivos de feijoeiro irrigado e sob sequeiro. **Pesq agropec. bras.**, Brasília, v.35, n 10, p.1927-1937, out. 2000.

GRANGEIRO, L C; CECÍLIO FILHO, A B Exportação de nutrientes pelos frutos de melancia e função de épocas de cultivo, fontes e doses de potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n 4, p 740-743, 2004.

GUTERRES, J. F.; BAMI, N A; COMINI, C M V. Nutrição e adubação. In *Grassol: indicações para o cultivo no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: UFRGS, 1988. 66 p

HOCHMUTH, G J., DN MAYNARD, C S VAVRINA, W M STALL, T A KUCHAREK, F A JOHNSON, T G TAYLOR Cucurbit production in Florida: cantaloupe, cucumber, muskmelon, pumpkin, squash, watermelon. In Hochmuth, G J. & D N Maynard (editors) *Vegetable production guide for Florida*. University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, 1996. pp. 179-207.

HOCHMUTH, GJ. Current status of drip irrigation for vegetables in the southeastern and Mid-Atlantic United States. *Hort Technology*, Alexandria, VA v.4, n 4, p 390-393, 1994.

HSIAO, T C Plant responses to water stress. *Annual Review of Plant Physiology*, v.24, p.519-570, 1973

HSIAO, T C Plant responses to water stress. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 1973. 24: 519-570.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA **Sistema de recuperação automática – Sibra**: Produção agrícola Municipal: quantidade produzida, valor da produção, área plantada e área colhida da lavoura temporária. Disponível em <<http://www.sibra.ibge.gov.br>>. Acesso em 23 Março 2011.

JONES, J. R.; WOLF, B; MILLS, H A Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. Athens: Micro Macro Publishing, 1991. 213 p

KEREN R; BINGHAM, F T; RHOADES, J. D Effect of clay mineral content in soil on boron uptake and yield of wheat. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 49, p 1466-1470, 1985.

LEVI, A, THOMAS, C E, WEHNER, T C &ZHANG, X 2001. Low genetic diversity indicates the need to broaden the genetic base of cultivated watermelon. **Hort. Science** 36: 1096-1101.

LI, J.; RAQ M Field evaluation of crop yield as affected by non uniformity of sprinkler-applied water and fertilizers. **Agricultural Water Management**, Amsterdam v. 59, n 1, p 1-13, 2003..

MALAVOLTA, E **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638 páginas.

MANTOVANI, E C; VILLALOBOS, F J.; ORGAZ, F; FERERES, E Modeling the effects of sprinkler irrigation uniformity on crop yield **Agricultural Water Management**, Amsterdam v. 27, n 3-4, p 243-257, 1995.

MANTOVANI, E C; BERNARDOS; PALARETTI, L F **Irrigação: Princípios e Métodos**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2007.

MARENCO, R A; LOPES, N F **Fisiologia Vegetal: Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**, Editora UFV. Viçosa, MG 2005. 451pp.

MARQUELLI, W A; SILVA, WASHINGTON L. C; OLIVEIRA, C A S; SILVA, H R. Resposta da cultura da batata a diferentes regimes de irrigação. **Revista Latinoamericana de la Papa**, v. 1, p 25 -34, 1988.

MARSCHNER, H Mineral nutrition of higher plants. London: Academic, 1995. 889p

MARTIELLO, E M; RUIZ, H A; SILVA, I. R DE; BARROS, N F; NEVES, J. C L; BEHLING, M Transporte de Boro no solo e sua absorção por Eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33: 1281-1290, 2009.

MELQ, A S de; SUASSUNA, J. F; FERNANDES, P. D; BRITO, M E B; SUASSUNA, A F; AGUIAR NETTO, A DE O. Crescimento vegetativo, resistência estomática, eficiência fotossintética e rendimento do fruto da melancia em diferentes níveis de água. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.32, p 73-79, 2010.

MENZEL, C M; SIMPSON, D R; DOWLING, A J. Water relations in passion fruit: Effect of moisture stress on growth, flowering and nutrient uptake. **Scientia Horticultura**, Amsterdam, v. 29, p 239-349, 1986.

MORAES, L A C; MORAES, V H F; MOREIRA, A. Relação entre flexibilidade do caule de seringueira e a carência de boro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n 10, p 1431-1436, 2002.

MORAES-DALLAQUA, MA; BELTRATI, CM; RODRIGUES, J. D. Anatomia de ápices radiculares de feijão cv. carioca submetidos a níveis de Boro e sua solução nutritiva. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n 3, p. 425-430, jul./set. 2000.

MORAIS, N B de; BEZERRA, F M L; MEDEIROS, J. F de; WEINER, S.; Chaves, P. Resposta de plantas de melancia cultivadas sob diferentes níveis de água e de nitrogênio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n 3, p 369-377, jul.-set, 2008.

MOUSINHOF, F E P. et al. Função de resposta da melancia à aplicação de água e nitrogênio para as condições edafoclimáticas de Fortaleza, CE. **Irriga**, v. 8, n 03, p 264 – 272, 2003.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, p 239 - 250, 2002.

NANGOI, I. I. Probabilidade de redução relativa da produtividade do milho por ocorrência de déficit hídrico e função de datas de plantio na região de Piracicaba, SP.

OLIVEIRA, M A J. de; BOM, M L A; MACHADO, E C; GOMES, M M de A; HABERMANN, G; RODRIGUES, J. D. Fotossíntese, condutância estomática e transpiração em pupunheira sob deficiência hídrica. **Scientia Agricola**, v. 59, n 1, p 59-63, jan./mar. 2002.

OLIVEIRA, P. G F. de; MOREIRA, O da C; BRANCO, L M C; COSTA, R N T; DIAS, C N. Eficiência de uso dos fatores de produção água e potássio na cultura da melancia irrigada com água de reúso. **R Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 16, n 2, p. 153–158, 2012.

OMETTO, J. C. **Botânica vegetal**. São Paulo, Agronômica Ceres, 1981. 425p.

OMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª Aproximação. Viçosa, MG 1999.

OREN, R; SPERRY, J.S.; KATUL, G G; PATAKI, D E; EWERS, B E; PHILLIPS, N; SCHAFER, K V R. Survey and synthesis of intra and interspecific variation in

stomatal sensitivity to vapour pressure deficit. **Hant, Cell and Environment**, 1999 22(12): 1515-1526.

PAI VA, A. S.; EDEMO J. F.; RODRIGUES, T. J.; TURCO, D. J. E. P. Condutância estomática e mfdhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Eng. Agríc., Jaboticabal**, v. 25, n. 1, p. 161-169, jan/abr. 2005

PEDROSA, J. F. **Cultivo da melanciaira**. Mossoró: DEAESAM, 1997. 50p.

PINTO, J. M. et al. Sistema de cultivo de melão com aplicação de fertilizantes via água de irrigação. **Grucular Técnica Centro de Pesquisa do Trópico Semi-Árido**, n. 36, 1996

PINTO, J. M.; SOARES, J. M.; NASCIMENTO, T. Análise de coeficientes de uniformidade de distribuição de água e sistema de irrigação localizada. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 8, 1988, Florianópolis. **Anais... Florianópolis: ABI D 1988**. p. 309-326.

POTAFOS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PESQUISA DA POTASSA E DO FOSFATO. Informações Agrônomicas Nº 90, Junho de 2000. Disponível em [http://www.ipni.org/br/ppi/web/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/\\$FILE/Jornal%2090.pdf](http://www.ipni.org/br/ppi/web/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/$FILE/Jornal%2090.pdf) em 20 de junho de 2011.

PRADO, R. de M. **Nutrição de Hantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2008.

PRI MAVESI, A. C. P. A.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre a nutrição mineral do maracujá amarelo. VI. Efeitos dos macronutrientes no desenvolvimento e composição mineral das plantas. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, v. 37, n. 2, p. 609-630, 1980.

PUATTI, M.; SILVA, D. J. H. Cultura da melancia. In: FONTES, P. C. R. (Ed). **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa: Editora UFV, 2005. p. 385-406.

QUEIROGA, F. M. de; COSTA, S. Â.; D. da; PEREIRA, F. H. F.; MARACAJÁ, P. B.; SOUSA FILHO, A. L. de. Efeito de doses de ácido bórico na produção e qualidade de frutos de melão harper. **Revista Verde; Mossoró – RN – Brasil**, 2010. v. 5, n. 5, p. 132 – 139.

QUEIROZ, M. A.; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o nordeste brasileiro**. Versão 1.0. Petrolina: Embrapa Semi-Árido/Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. Disponível em <http://www.cpat.sa.embrapa.br>, em 20 de junho de 2011.

RAMOS, S. J.; FAQUIN, V.; FERREIRA, R. M. A.; ARAÚJO, J. L.; CARVALHO, J. G. de. Crescimento e teores de boro em plantas de eucalipto (*Eucalyptus Gtriodora*)

cultivadas em dois latossolos sob influência de doses de boro e disponibilidade de água. **R. Árvore, Viçosa-MG** v. 33, n 1, p 57-65, 2009.

REICHARDT, K. Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 466p.

RIBEIRO, R. V.; SANTOS, M. G. DOS; SOUZA, G. M.; MACHADO, E. C.; OLIVEIRA, R. F. de; ANGELOCCI, L. R.; HMENTEL, C. Environmental effects on photosynthetic capacity of bean genotypes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, n 7, p. 615-623, 2004.

RICHTER, G. Métabolisme des végétaux: physiologie et biochimie. Lausanne: Polytechniques Romandes, 1993. 526 p.

RODRIGUEZ, O. A importância do potássio em citricultura. In: Yamada, T. Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1982, p. 507-513.

SAKYA, A. T.; DELL, B.; HUANG, L. Boron requirements for *Eucalyptus globulus* seedlings. *Plant and Soil*, v. 246, n 1, p 87-95, 2002.

SALDANHA, P. H. Mistura de raças - mistura de genes. **Gênia Hoje**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 50, p. 48-53, 1989.

SEGENER, I. A note on the economic significance of uniform water application. **Irrigation Science**, New York, v. 1, n 1, p 19-25, 1978.

SFREDO, G. J.; CAMPOS, R. J.; SARRUGE, J. R. Grassol: nutrição mineral e adubação. Londrina: Embrapa Soja, 1984. 36 p.

SHELP, B. J. Physiology and biochemistry of boron in plants. In: GUPTA, U. C. Boron and its role in crop production. Boca Raton: CRC Press, 1993. p. 53-85.

SHIMAZAKI, K. I.; DOI, M.; ASMANN, S. M.; KINOSHITA, T. Light regulation of stomatal movement. *Annual Review of Plant Biology*, v. 58, n 1, p 219-247, 2007.

SHORROCKS, V. M. The occurrence and correction of boron deficiency. *Plant and Soil*, Dordrecht, v. 193, p. 121-148, 1997.

SILVA, D. H.; ROSSI, M. L.; BOARETTO, A. E.; NOGUEIRA, N. L.; MURAOKA, T. Boron affects the growth and ultrastructure of castor bean plants. **Scientia Agricola** Piracicaba, v. 65, n 6, p 659-664, Nov./Dec. 2008.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; NETO, A. D. A.; BRITO, J. Z.; CABRAL, E. L. Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em uma área de caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil, 2004. *Iheringia, Série Botânica*, 59(2): 201-205.

SILVEIRA, R. L. V. A. et al. Evaluation of the nutritional status of Eucalypts: visual and foliar diagnosis and their interpretation. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. Forest nutrition and fertilization. Itacambá: IPEF, 2004. p. 85-111.

SILVEIRA, R. L. V. A.; TAKAHASHI, E. N.; SGARBI, F.; CAMARGO, M. A. F.; MOREIRA, A. Crescimento e estado nutricional de brotações de *Eucalyptus citriodora* sob doses de boro e produção nutritiva. **Scientia Forestalis**, Itacambá, n.57, p. 53-67, jun. 2000.

SNYDER, R. L. Equations for evaporation pan to evapotranspiration conversions. *Journal of Irrigation and Drainage, England*, v. 118, p. 977-980, 1992.

SOARES, J. I. et al. Função de resposta da melancia aos níveis de água e adubação nitrogenada, no Vale do Curu, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 02, p. 219 – 224, 2002.

SOUSA, V. F. de; FOLEGGATTI, Marcus V.; FRIZZONE, J. A.; DIAS, T. J.; ALBUQUERQUE JR, B. S.; BATISTA, E. C. Níveis de irrigação e doses de potássio sobre os teores foliares de nutrientes do maracujazeiro amarelo. **R Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 12, n. 1, p.41-46, 2008.

SOUZA, R. R. de; PAIVA, P. de O.; CARVALHO, J. G. de; ALMEIDA, E. F. A.; BARBOSA, J. C. V. Doses de boro no desenvolvimento de copo-de-leite em solução nutritiva. **Gênc. agrotec.**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1396-1403, nov./dez., 2010.

SRI NIVAS, K.; HEDGE, D. M.; HAVANAGI, G. V. Plant water relations, canopy temperature, yield and water-use efficiency of water melon *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsun et Nakai under drip and furrow irrigation. *Journal of Horticultural Science*,

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TORRES, J. A. P.; SCHIAVINATO, M. A. Crescimento, eficiência fotossintética e eficiência do uso da água em quatro espécies de leguminosas arbóreas tropicais. **Hoehnea**, 2008. Disponível em [http://www.ibot.sp.gov.br/publicacoes/hoehnea/vol35/Hoehnea35\(3\)artigo07.pdf](http://www.ibot.sp.gov.br/publicacoes/hoehnea/vol35/Hoehnea35(3)artigo07.pdf). Acesso em 30 de julho de 2011.

TRAN, P. E.; RAIJ, B. van. Hortaliças. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.). **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2ª ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996, p. 157-185.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará. Fortaleza: UFC/CCA, 1993. 248p.

VILLAS BÔAS, R. L. **Doses de nitrogênio para pimentão aplicadas de forma convencional e através da fertirrigação.** 2001, 123 p. Tese (Livre Docência) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2001.