



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRARIAS
CAMPUS DE POMBAL - PB

**APLICAÇÃO EXÓGENA DE PROLINA NO CRESCIMENTO,
FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DA MELANCIEIRA IRRIGADA COM
ÁGUA SALINA**

FRANCISCO HÉLIO DANTAS LACERDA

POMBAL – PB
FEVEREIRO – 2013

FRANCISCO HÉLIO DANTAS LACERDA

**APLICAÇÃO EXÓGENA DE PROLINA NO CRESCIMENTO,
FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DA MELANCIEIRA IRRIGADA COM
ÁGUA SALINA**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus Pombal, como parte das exigências do curso de graduação em agronomia, para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Hevilásio Freire Pereira

POMBAL – PB
FEVEREIRO – 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFMG

- L131a Lacerda, Francisco Hélio Dantas.
Aplicação exógena de prolina no crescimento, fisiologia e produção da melancia irrigada com água salina / Francisco Hélio Dantas Lacerda. – Pombal, 2013.
39 f. : il.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2013.
- "Orientação: Prof. Dr. Francisco Hevilásio Freire Ferreira".
Referências.
1. Melancia - *Citrullus Lanatus*. 2. Salinidade. 3. Aminoácido. 4. Fotossíntese. I. Ferreira, Francisco Hevilásio Freire. II. Título.

UFMG/CCTA

CDU 635.615(043)

FRANCISCO HÉLIO DANTAS LACERDA

**APLICAÇÃO EXÓGENA DE PROLINA NO CRESCIMENTO,
FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DA MELANCIEIRA IRRIGADA COM
ÁGUA SALINA**

APROVADA EM: 06 de março de 2013.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Francisco Hevilásio Freire Pereira
UAGRA/CCTA/UFMG
Orientador

Prof. Dr. Roberto Cleiton Fernandes de Queiroga
UAGRA/CCTA/UFMG
Examinador

Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito
UAGRA/CCTA/UFMG
Examinador

DEDICO

Aos meus pais, pelo incentivo e apoio durante todo esse tempo.
Aos meus irmãos, pelo carinho, amor e por fazerem parte da minha vida. A minha namorada pelo o apoio, carinho, amor, compreensão em todos os momentos durante a realização desse curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente Deus, por todas as coisas boas quem tem acontecido na minha durante os últimos anos e pela oportunidade de realizar este sonho e por estar sempre presente em minha vida;

A toda minha família, em especial aos meus pais, Antonio Lacerda Sobrinho e Maria do Socorro Dantas Lacerda, meus irmãos, Francisco Elânio Dantas Lacerda e Maria Edilângela Dantas Lacerda, que sempre estiveram comigo nos momentos bons e ruins da minha vida;

Aos meus grandes companheiro, José Eustáquio Campos Júnior, Joyce Emanuele de Medeiros, Damiana Salviano de Góis, Francisco Salis, Elisdianne Freires Ferreira pela dedicação, esforço e ajuda valiosa que me prestaram na execução dos experimentos durante todos esses anos de estudo;

À Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), pelo apoio institucional e pela oportunidade de aprendizado;

Ao CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica (PIBIC);

Ao professor Francisco Hevilásio Freire Pereira, pelos ensinamentos, dedicação, compreensão, amizade e pela contribuição valiosa na execução deste trabalho.

Ao professor Roberto Cleiton Fernandes de Queiroga por aceitar ser examinador deste trabalho;

Ao professor Marcos Eric Barbosa Brito pela valiosa participação como examinador deste trabalho;

A todos que de uma forma direta ou indireta contribuíram para a realização desta conquista.

Muito obrigado.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Melancia.....	3
2.2 Salinidade.....	4
2.3 Prolina.....	6
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1 Características avaliadas.....	11
3.1.1 Trocas gasosas.....	11
3.1.2 Crescimento e acúmulo de massa seca das plantas.....	11
3.1.3 Produção de frutos.....	12
3.2 Análise estatística.....	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
4.1 Trocas gasosas.....	12
4.2 Crescimento e acúmulo de massa seca das plantas.....	16
4.3 Produção de frutos.....	21
5 CONCLUSÕES.....	24
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
APÊNDICE.....	30

APLICAÇÃO EXÓGENA DE PROLINA NO CRESCIMENTO, FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DA MELANCIEIRA IRRIGADA COM ÁGUA SALINA

RESUMO - A área explorada com melancia no semiárido nordestino é irrigada em sua totalidade. A irrigação nessa região tem sido apontada como uma das alternativas para o desenvolvimento sócio-econômico, embora, quando utilizada de maneira inadequada possa favorecer a salinização dos solos e a degradação dos recursos hídricos e edáficos. Sendo assim, objetivou-se, com esse trabalho, avaliar o efeito da aplicação exógena de prolina no crescimento, fisiologia e produção da melancia irrigada com água salina. O experimento foi realizado no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), pertencente a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal, PB, no período de 16/10/2011 a 19/12/2011, utilizando-se o híbrido de melancia 'Quetzali'. Os tratamentos foram constituídos de dois níveis de salinidade da água de irrigação (0,3 e 4,0 dS m⁻¹) e cinco concentrações de prolina (0, 5, 10, 15 e 20 mmol L⁻¹) aplicada via foliar na melancia. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, no esquema fatorial 2 x 5, com quatro repetições. Os maiores valores quanto aos parâmetros fisiológicos, de crescimento da planta e produção na melancia foram observados na salinidade da água de 0,3 em relação a 4,0 dS m⁻¹. O fornecimento da prolina foi eficiente em reduzir, na melancia, o efeito estressante causado pela salinidade da água de irrigação até a concentração de 8,51 mmol L⁻¹ de prolina. O incremento na produção de frutos proporcionado pelas concentrações 10,74 e 8,51 mmol L⁻¹ em relação a concentração 0 mmol L⁻¹ de prolina foi de 31,08%, quando utilizou-se água de irrigação normal (0,3 dS m⁻¹) e 17,03%, quando se utilizou água de irrigação salina (4,0 dS m⁻¹). Em termos absolutos, podemos dizer que o melhor desempenho de melancia foi obtida nas concentrações de 10,0 mmol L⁻¹ de prolina em plantas irrigadas com água de irrigação normal (0,3 dS m⁻¹) e 5,0 mmol L⁻¹ de prolina em plantas irrigadas com água de irrigação salina (4,0 dS m⁻¹).

Palavras-chave: *Citrullus lanatus* L., salinidade, aminoácido, fotossíntese.

APPLICATION OF EXOGENOUS PROLINE IN THE GROWTH, PHYSIOLOGY AND YIELD OF THE WATERMELON IRRIGATED WITH SALINE WATER

ABSTRACT - The area explored with watermelon in the semiarid northeast is irrigated in almost your totality. Irrigation in these regions has been identified as an alternative to the socio-economic development, although when used improperly can promote soil salinization and degradation of water and soil resources. Therefore, the aim of this work to evaluate the effect of exogenous application of proline in the growth, physiology and yield of watermelon irrigated with saline water. The experiment was carried out at the Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA / UFCG) - Pombal – PB, in the throughout of 10/16/2011 to 12/19/2011, using the hybrid watermelon 'Quetzali'. The treatments consisted of two levels of salinity of irrigation water (0.3 and 4.0 dS m⁻¹) and five concentrations of proline (0, 5, 10, 15 and 20 mmol L⁻¹) applied in the leaf in watermelon. The experimental design was a randomized block in factorial scheme 2 x 5, with four replications. The highest values regarding of plant growth, physiological parameters and yield in watermelon are seen in the salinity of 0.3 in relation to 4.0 dS m⁻¹. The supply of proline was effective in reducing stress responses in watermelon caused by salinity of irrigation water up to the concentration of 8.51 mmol L⁻¹ proline. The increase in fruit yield provided by the concentrations 10.74 and 8.51 mmol L⁻¹ in relation to concentration 0 mmol L⁻¹ proline was 31.08%, when irrigated with normal water (0.3 dS m⁻¹) and 17.03% when irrigated with saline water (4.0 dS m⁻¹). In absolute terms we can say that the best performance of watermelon was obtained at concentrations of 10.0 mmol L⁻¹ proline for plants irrigated with water of normal irrigation (0.3 dS m⁻¹) and 5.0 mmol L⁻¹ of proline for plants irrigated with saline irrigation water (4.0 dS m⁻¹).

Keywords: *Citrullus lanatus* L., salinity, aminoacid, photosynthesis.

1 INTRODUÇÃO

A melancia (*Citrullus lanatus* L.) é uma hortaliça fruto muito apreciada no Brasil e no mundo, sendo consumida, em larga escala, em países da Europa, nos Estados Unidos e no Japão. Por ser uma cucurbitácea de grande importância econômica, a melancia é cultivada em todo o mundo, especialmente em países como China, Turquia, Irã, Estados Unidos e Brasil (AGRIANUAL, 2008). A produção de melancia no Brasil, no ano de 2009, foi de 2.052.928 t em 94.946 ha de área colhida, o que corresponde a uma produtividade de aproximadamente 21,6 t ha⁻¹ (IBGE, 2010). Dentre os estados nordestinos destacam-se, como maiores produtores, a Bahia e Pernambuco (IBGE, 2010). De acordo com dados da SECEX, em 2007, as exportações de melancia nesses estados tiveram incremento de 9,7 e 19,5% em volume de 26,7 e 46,6 % em receita, respectivamente (ABANORTE, 2008).

A área explorada com melancia no semiárido nordestino é totalmente irrigada. A irrigação nessas regiões tem sido apontada como uma das alternativas para o desenvolvimento sócio-econômico, embora quando utilizada de maneira inadequada, possa favorecer a salinização dos solos e a degradação dos recursos hídricos e edáficos. A utilização de água de irrigação com baixa ou alta concentração de sais, combinado com fatores climáticos favoráveis ao acúmulo desses sais no solo e a adoção de práticas agrícolas inadequadas pelo homem, vem submetendo as áreas dos perímetros irrigados e pólos agrícolas, localizados em regiões semiáridas do Nordeste do Brasil a um curto tempo de uso e ao conseqüente abandono. O excesso de sais no solo reduz a disponibilidade de água para as plantas (SOARES et al., 2007), além de trazer problemas, como desequilíbrio nutricional e de toxicidade de íons específicos sobre a fisiologia das plantas (FERREIRA NETO et al., 2007), a ponto de afetar o rendimento e a qualidade de sua produção.

A melancia é considerada moderadamente sensível ao estresse salino (AYERS & WESTCOT, 1999). A tolerância da melancia à salinidade se assemelha a do melão, nas condições de manejo do solo, adubação, irrigação e tratos culturais comuns à melancia (DOORENBOS & KASSAM, 1994). Estes autores relatam que a redução no rendimento da melancia chega a atingir 50%, quando se utiliza água de irrigação com salinidade de 4,2 dS m⁻¹.

Como respostas ao estresse salino e outros tipos de estresses abióticos, as plantas desenvolvem mecanismos de defesa capazes de combatê-los e, assim, minimizar os efeitos deletérios causados pelo excesso de sais no solo ou na água de irrigação. Um exemplo é o acúmulo de solutos orgânicos ou osmólitos no vacúolo das plantas considerados comuns em resposta ao estresse salino (LACERDA et al., 2003). As plantas precisam manter seu potencial hídrico interno abaixo daquele verificado no solo para a absorção de água, manutenção do turgor e crescimento. Para isso, requerem um aumento no seu potencial osmótico-hídrico quer seja através da absorção de íons do solo ou pela síntese e acúmulo de solutos orgânicos compatíveis (TAIZ & ZEIGER, 2004). Carboidratos solúveis, aminoácidos, glicina betaína e prolina são alguns dos solutos orgânicos comuns encontrados nas plantas sob condições salinas atuando no processo de ajuste osmótico em muitas culturas (HASEGAWA et al., 2000). Nas células há, geralmente, uma compartimentalização dos íons tóxicos no vacúolo, e o equilíbrio osmótico entre o vacúolo e o citoplasma é obtido, principalmente, pelo incremento na síntese e acúmulo desses osmólitos (LACERDA et al., 2003).

Sendo assim, a aplicação exógena desses compostos tem sido sugerida como alternativa, ao invés da utilização do melhoramento genético, no intuito de promover o aumento da produtividade das culturas sob condições de estresse salino (ASHRAF & FOOLAD, 2007). Em melancia, o estudo da aplicação exógena de prolina, com vistas a amenizar o efeito salino, não tem sido comum. No meloeiro, a aplicação exógena de prolina na concentração de 10 mmol L⁻¹ tem proporcionado aumentos no crescimento e na produtividade da cultura, sendo esse desempenho creditado a maior absorção e acúmulo de K, Ca e N e a redução de Na na parte aérea sob condições de estresse salino (KAYA et al., 2007). Em melão amarelo, a aplicação da prolina na forma exógena foi eficiente em reduzir o efeito estressante causado pela salinidade da água de irrigação até a concentração de 12 mmol L⁻¹ por planta, correspondendo a um aumento na produção de 2,5 t ha⁻¹ (LACERDA et al., 2012). Dessa forma, a aplicação exógena de determinados solutos orgânicos, ou osmólitos como a prolina, em uma cultura sensível ou moderadamente sensível à salinidade poderá elevar esses nutrientes na folha e, conseqüentemente, promover um aumento na tolerância da cultura à salinidade.

Com isso, objetiva-se avaliar, com o presente trabalho, o efeito da aplicação exógena de prolina no crescimento, parâmetros fisiológicos e produção da melancia irrigada com água salina.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Melancia

Originária da África Tropical, a melancia (*Citrullus lanatus* L.) tem a forma selvagem encontrada em muitas regiões de clima tropical e subtropical, sendo o fruto redondo e pequeno (RESENDE & COSTA, 2003). Pertence à família *Cucurbitaceae*, Gênero *Citrullus*, Espécie *Citrullus lanatus* e Variedade *C. lanatus* var. *lanatus*.

A melancia é uma planta herbácea, de ciclo vegetativo anual, o sistema radicular é extenso, mas superficial, com uma predominância de raízes até 40 cm de profundidade do solo. Os caules são rastejantes, angulosos, estriados, com gavinhas ramificadas. As folhas da melancia são profundamente recortadas e pilosas. A espécie é monoica.

As flores são solitárias, pequenas, de corola amarela. Tanto as flores femininas quanto as masculinas localizam-se nas ramas principais, nas axilas das folhas. As flores femininas, menos numerosas, localizam-se a partir do meio até as extremidades das ramas, abrem após o nascer do sol e permanecem abertas apenas durante algumas horas, menos de um dia, e são predominantemente polinizadas por abelhas. A atividade das abelhas inicia-se duas horas após o nascer do sol e prolonga-se até meio da tarde, podendo declinar nas horas de maior calor. As plantas são autocompatíveis e a percentagem de polinização cruzada é muito variável.

O fruto é um pepônio cuja massa varia entre 1 a 25 kg (FILGUEIRA, 2008). Os frutos são classificados, conforme o peso, em grandes (>9 kg), médios (6-9 kg) e pequenos (<6 kg), sendo que frutos maiores de 7 kg obtêm os melhores preços no mercado nacional. O formato do fruto pode ser redondo, oblongo ou alongado, podendo atingir 60 cm de comprimento. A casca é espessa (1 a 4 cm) (ALVARENGA & RESENDE, 2002). O exocarpo é verde, claro ou escuro, de tonalidade única, listrado ou manchado. A polpa é normalmente vermelha, podendo

ser amarela, laranja, branca ou verde. Ao contrário dos frutos de melão e de abóbora, o da melancieira não possui cavidade. As sementes encontram-se incluídas no tecido da placenta que constitui a parte comestível (FILGUEIRA, 2008).

Naturalmente a melancieira é uma espécie diploide com um número haploide de cromossomos igual a 11 e apresentam sementes. As cultivares de melancia sem sementes são triplóides ($3n=33$) e resultam do cruzamento de um progenitor feminino tetraplóide ($4n=44$) com um masculino diploide (KIHARA, 1951), as quais são estéreis. Embora a fecundação não ocorra, a polinização é necessária para estimular o desenvolvimento do ovário e a produção de frutos partenocárpicos. A semente é de alto custo, pois as linhas tetraploides produzem apenas 5-10% da quantidade de semente das linhas diploides (ALMEIDA, 2003).

2.2 Salinidade

Estima-se que, atualmente, cerca de 20% das terras cultivadas e aproximadamente metade das áreas irrigadas no mundo, sejam afetada por sais (HENRIQUES NETO, 2003). No Brasil, existem cerca de 4,5 milhões de hectares salinizados, localizados, principalmente, na região Nordeste, onde se concentram a maioria dos perímetros irrigados. Nesses perímetros, cerca de 25% de suas áreas apresentam problemas de salinidade. Entretanto, nessas áreas cultivadas, a salinização dos solos decorre, frequentemente, da ação do homem através da adoção de práticas agrícolas inadequadas que contribuem para o seu agravamento. Nessas regiões, a salinidade tem sido apontada como um dos principais fatores responsáveis por dificultar a expansão e a produtividade das culturas que utilizam irrigação (GOMES et al., 2000).

O processo de salinização dos solos está relacionado, diretamente, ao acúmulo de sais em excesso na solução do solo. Em geral, ocorre devido a presença de determinadas espécies iônicas, como os cátions Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} e os ânions Cl^- e SO_4^{2-} (MEDEIROS et al., 2010).

A salinidade é um dos fatores abióticos que mais interfere negativamente na produtividade de diversos cultivos de diferentes espécies de planta no mundo, por proporcionar condições de estresse, prejudicando, assim, seu crescimento, desenvolvimento e conseqüentemente sua produção, dentre essas espécies encontra-se a melancieira. Em se tratando de regiões áridas e semiáridas irrigadas,

a salinidade constitui um sério problema, limitando a produção agrícola e reduzindo a produtividade das culturas a níveis antieconômicos. Essas regiões são caracterizadas por baixo índice pluviométrico e elevada evapotranspiração (FERREIRA et al., 2010). Além disso, o manejo inadequado da irrigação, a utilização de água de má qualidade e drenagem deficiente contribuem para a aceleração do processo de salinização do solo. Essas condições são observadas principalmente em perímetros irrigados das regiões áridas e semiáridas (QUEIROZ et al., 2010).

A necessidade de se aumentar a produção de alimentos vem fazendo com que, o homem, utilize, na irrigação água que não apresente boa qualidade, sendo necessário, o desenvolvimento de técnicas de manejo e o uso de cultivares tolerante a salinidade, com o intuito de incrementar o cultivo de espécies destinadas à nutrição tanto humana quanto animal. Portanto, o conhecimento da salinidade e suas consequências para o solo e as plantas são imprescindíveis no manejo dos sais na superfície do solo e na zona radicular, com vistas a proporcionar condições adequadas para o crescimento e desenvolvimento vegetal (FERNANDES et al., 2010).

O efeito dos sais sobre a estrutura do solo ocorre, basicamente, pela interação eletroquímica existente entre os cátions e a argila. Devido ao processo da argila expansiva, esta começa a se dispersar apresentando problemas de permeabilidade por obstruírem os poros do solo e qualquer excesso de água causará encharcamento, impedindo a germinação de sementes, crescimento radicular das plantas e falta de aeração (MEDEIROS et al., 2010). As águas de irrigação utilizadas ao longo dos anos ou até mesmo em períodos curtos, dependendo de sua qualidade, aliada a uma drenagem deficiente, podem tornar uma área improdutiva pelo acúmulo desses sais. Isso ocorrerá caso os sais não sejam lavados e eliminados da zona radicular o que poderá aumentar sua concentração e o risco de salinização (ALMEIDA, 2010).

O acúmulo de sais solúveis no solo, inclusive o sódio, acarreta problemas como redução do potencial osmótico da solução do solo, alterações no pH, desbalanceamento nutricional e desestruturação de seus agregados e no caso dos solos sódicos tornam-se adensados, compactados quando secos e dispersos e pegajosos quando molhados (MEDEIROS et al., 2010).

Além das alterações nos solos, a salinidade pode causar efeitos negativos nas plantas, devido à dificuldade das mesmas absorverem água (efeito osmótico),

toxicidade de íons específicos e pela interferência dos sais nos processos fisiológicos, influenciando negativamente no crescimento e desenvolvimento das plantas (DIAS & BLANCO, 2010).

A salinidade provocou redução na fotossíntese em plantas de feijão caupi com o aumento das concentrações de NaCl. Essa redução foi de 6,5, 21,3 e 47,1%, sob 50, 100 e 200 mmol L⁻¹ de NaCl, respectivamente (SOUZA et al., 2011). Em melancia Quetzali a produtividade reduziu linearmente em resposta ao aumento da salinidade da água de irrigação, essa redução foi cerca de 9,4 t ha⁻¹ com a produtividade máxima de 80 t ha⁻¹ para as plantas irrigadas com água de menor salinidade (0,66 dS m⁻¹), enquanto que a menor produtividade foi de 48,1 t ha⁻¹ estimada para as plantas irrigadas com água de maior salinidade (3,98 dS m⁻¹) (CARMO, 2009). Em cultivares de melancia Crimson Sweet, Charleston Gray e Fairfax, submetidos a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, observou-se que a partir de 2,27 dS m⁻¹ houve decréscimos no crescimento vegetativo (MARINHO et al., 2002).

2.3 Prolina

A prolina é um aminoácido amplamente conhecido e sua produção ocorre de forma natural em plantas superiores, normalmente se acumula em grandes quantidades em resposta a estresses ambientais (KAVI KISHORE et al., 2005), como alta salinidade, déficit hídrico, temperaturas extremas, metais pesados, presença de patógenos, anaerobiose, deficiência nutricional, poluição atmosférica e radiação ultravioleta (SIRIPORNADULSIL et al., 2002). A presença do estresse induz a síntese de prolina, sendo que a concentração desse aminoácido, nessas condições, varia entre as espécies vegetais e depende do nível do estresse ao qual foram expostas (DELAUNEY & VERMA, 1993), podendo acumular 100 vezes mais do que em condições normais (VERBRUGGEN & HERMANS, 2008).

Sabe-se que a prolina desempenha um importante papel na tolerância das plantas ao estresse, principalmente devido à sua propriedade osmoprotetora. Durante situações de seca e alta salinidade, o seu acúmulo resulta em aumento na osmolaridade da célula, que leva ao influxo de água ou redução no efluxo e promove a manutenção do turgor necessária para a expansão celular (KAVI KISHORE et al., 2005). Ainda, sob condições de estresse osmótico, a integridade de membranas

deve ser mantida a fim de evitar a desnaturação proteica. A prolina parece interagir com enzimas e outras proteínas preservando suas estruturas e atividades.

Independente da corrente de pensamento científico, a tentativa de aumentar os níveis de produção de prolina em plantas transgênicas, por meio do aumento da expressão de genes codificadoras de enzimas tem sido um dos alvos preferidos para a obtenção de plantas resistentes (SILVA et al., 2010). Os genes alvos mais utilizados são os das enzimas P5CS (Δ^1 -pirroline-5-sintase de carboxilato) e P5CR (Δ^1 -pirroline-5-redutase de carboxilato), consideradas como passos limitantes da via de biossíntese da prolina em planta. Plantas transgênicas de diversas espécies têm sido transformadas com sucesso e sob condições restritas de laboratório, essas plantas têm mostrado maior tolerância às doses elevadas de NaCl. Entretanto, algumas plantas transformadas se mostraram mais resistentes sem, porém, apresentar níveis desse soluto em quantidade suficiente para contribuir com o ajustamento osmótico ou com a proteção de proteínas contra desnaturação causada por excesso de sais (SILVEIRA et al., 2010).

A aplicação exógena de prolina também pode conferir proteção contra o estresse oxidativo em células vegetais. Em cultura de células de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) a prolina aliviou os sintomas do estresse oxidativo induzido pela salinidade (HOQUE et al., 2008).

A aplicação exógena de prolina em folhas de videira submetidas ao estresse oxidativo induzido por peróxido de hidrogênio (H_2O_2), proporcionou menores níveis de peroxidação lipídica observados em presença desse aminoácido. Esse comportamento deve-se a maior atividade das enzimas peroxidase (PX) e ascorbato peroxidase (APX), apesar da atividade das enzimas superóxido dismutase (SOD) e catalase (CAT) terem sido menores na presença da prolina (OZDEN et al., 2009).

Como a prolina pode exercer um papel na proteção contra espécies reativas de oxigênio (ERO), como sinalizador celular, ou mesmo no ajuste osmótico, alguns autores têm, mais recentemente, postulados esses efeitos benéficos para o acúmulo de prolina em plantas sob condições de estresse salino, em outras culturas, como milho (TURAN et al., 2009); arroz (LIMA et al., 2004) e sorgo forrageiro (OLIVEIRA et al., 2006). Os poucos trabalhos existentes com genética clássica não são suficientes para concluir se, de fato, a prolina é um caráter bioquímico favorável à resistência de plantas ao estresse salino. Portanto, a despeito dos grandes avanços

nas técnicas de biologia molecular, ainda não se sabe o efetivo papel protetor exercido pela prolina na resistência aos estresses abióticos (SILVEIRA et al., 2010).

Avaliações feitas com diferentes concentrações de NaCl (0, 68, 137 e 205 mM) sobre o cultivo *in vitro* de calos de dois genótipos de milho (W64Ao2 e Arizona 8601), em meio de cultura N6, suplementado ou não com a adição de 6,0 mM de prolina, demonstraram que, a presença da prolina favoreceu o crescimento dos calos no tratamento-controle e minimizou os efeitos deletérios do estresse salino em ambos os genótipos, quando aplicado a maior concentração (250 mmol L⁻¹ de NaCl) (CAMARA et al., 2000). Na propagação vegetativa de quatro clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, a concentração de prolina entre 0,2 a 0,4 mg L⁻¹, associada ao ácido indobutírico (AIB) favoreceu o enraizamento de miniestacas nos quatro clones estudados, evidenciando ser, entre os cofatores testados, o mais eficiente (GOULART et al., 2011).

As informações disponíveis a partir de diversos estudos sugerem que as concentrações ótimas de prolina podem ser dependentes das espécies ou genótipo, e necessitam de ser determinada, a priori, antes da aplicação comercial de prolina exógena para melhorar a tolerância ao estresse da cultura. Além disso, na maior parte das espécies, a tolerância ao estresse pode variar com os estágios de desenvolvimento, como também é crítico para determinar a fase de crescimento em que a aplicação exógena de prolina pode ser a mais eficaz (ASHRAF, 1994; FOOLAD, 2000).

No arroz, enquanto que 30 mM de prolina foi a concentração mais eficaz para melhorar a germinação e o crescimento das plântulas sob estresse salino, concentrações maiores (40 ou 50 mM) resultou em redução no crescimento da planta e baixou a proporção K⁺ / Na⁺ das folhas (ROY et al., 1993). Em calos de alfafa (*Medicago sativa*), 10 mM de prolina foi a concentração mais efetiva na melhora da germinação e crescimento de mudas em estresse salino, as concentrações mais elevadas não foram benéficas (EHSANPOUR & TATAHIAN, 2003). No meloeiro, a aplicação exógena de prolina na concentração de 10 mmol L⁻¹ tem proporcionado aumentos no crescimento e na produtividade da cultura, sendo esse desempenho creditado a maior absorção e acúmulo de K, Ca e N e a redução de Na na parte aérea sob condições de estresse salino (KAYA et al., 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Campus Pombal – Pombal/PB, pertencente a Universidade Federal de Campina Grande (CCTA – UFCG), no período de 16/10/2011 a 19/12/2011, utilizando-se o híbrido de melancia ‘Quetzali’.

O cultivo foi realizado em vasos com capacidade de 8L, preenchidos com o substrato (fibra de coco). As características climáticas registradas durante a realização do experimento encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Média dos dados climáticos coletados durante a condução do experimento. Pombal, CCTA/UFCG, 2011.

Variáveis climáticas		Média diária
Temperatura do ar (°C)	Mínima	23,31
	Máxima	40,32
Umidade relativa do ar (%)	Mínima	20,0
	Máxima	72,14
RFA ¹ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)		1.317

¹RFA – radiação fotossinteticamente ativa.

Dados de temperaturas máxima, mínima e de umidade relativa do ar foram coletados diariamente uma vez por dia as 18h00min durante todo o período experimental utilizando termohigrômetro digital instalado na área experimental. A Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA) foi medida ao longo do dia, em três diferentes épocas 10, 30 e 50 dias após a emergência, utilizando analisador de gás no infravermelho (IRGA) – LCPro⁺ (Analytical Development, Kings Lynn, UK). Não houve precipitação pluviométrica durante a condução do experimento.

Os tratamentos foram constituídos por dois níveis de salinidade da água de irrigação (0,3 e 4,0 dS m⁻¹), utilizando-se, para isso água de abastecimento suplementada ou não com NaCl, e cinco níveis de prolina (0, 5, 10, 15 e 20 mmol L⁻¹). A prolina foi aplicada a cada 5 dias de forma exógena na folha a partir do dia 03/11/2011, em volume que variou de 3 a 52 ml por planta. O delineamento experimental utilizado foi o bloco casualizados, no esquema fatorial 2 x 5, com quatro repetições. A unidade experimental foi composta por três vasos contendo uma planta cada. Os vasos foram dispostos no espaçamento de 1,5 x 0,5 m.

A semeadura foi realizada no dia 16/10/2011, diretamente no vaso a uma profundidade aproximada de 2,0 cm, colocando-se três sementes por vaso. A emergência, acima de 50% das plantas, foi observada após cinco dias da semeadura. Quando as plantas apresentavam de duas a três folhas definitivas foi realizado o desbaste, deixando-se apenas uma planta por vaso. Durante os 15 primeiros dias após a semeadura (DAS), a melanciaira foi irrigada apenas com água de abastecimento. Após esse período, foram aplicados juntamente com a água de irrigação, os macro e micronutrientes e o NaCl dos tratamentos salinos. A concentração de macro e micronutrientes aplicadas via solução nutritiva seguiram recomendações descritas por Hoagland & Arnon (1950). As quantidades de macro e micronutrientes aplicados durante a condução do experimento encontram-se na tabela 2.

Tabela 2. Quantidade de macro e micronutrientes aplicados durante a condução do experimento. Pombal, CCTA/UFCG, 2011.

Fertilizantes	Fórmula	Quantidade aplicada por vaso (g)
Fosfato de potássio	KH_2PO_4	23,82
Nitrato de potássio	KNO_3	88,45
Nitrato de cálcio	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	206,63
Sulfato de magnésio	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	86,27
Ácido bórico	H_3BO_3	0,54
Sulfato de manganês	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0,30
Sulfato de zinco	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,04
Sulfato de cobre	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,13
Sulfato de ferro	FeSO_4	2,43
Molibdato de amônio	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0,22

A irrigação foi realizada de acordo com as necessidades da cultura, utilizando-se o método da lisimetria. Inicialmente realizou-se duas aplicações diárias (8:00 e 16:00 h) e conforme desenvolvimento da cultura, aumentou-se a frequência de irrigação chegando ao final do experimento com 4 aplicações diárias (8:00, 11:00, 13:00 e 16:00 h). A quantidade de água aplicada por vaso variou no transcorrer do experimento de 0,4 a 7,0 L por dia, com um total durante o ciclo de 175,0 L por vaso.

O controle fitossanitário foi realizado de acordo com as necessidades e recomendações técnicas para a cultura (SILVA & COSTA, 2003).

3.1 Características avaliadas

3.1.1 Trocas gasosas

As avaliações foram realizadas aos 50 dias após a semeadura (DAS). Nesta ocasião foram medidas a fotossíntese (A), a condutância estomática (g_s), a transpiração (E) e a concentração intercelular de CO_2 (C_i), com analisador de gás no infravermelho (IRGA) LCpro⁺ (Analytical Development, Kings Lynn, UK) com fonte de luz constante de $1.200 \mu\text{mol}$ de fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Para a realização das leituras no IRGA, foram escolhidas as folhas intermediárias, entre a quarta e sexta folha contada do ápice para a base do ramo, de uma planta por parcela afim de não subestimar os valores utilizando folhas velhas ou muito jovens.

3.1.2 Crescimento e acúmulo de massa seca das plantas

As avaliações foram realizadas aos 65 DAS, em duas planta por unidade experimental (8 plantas por tratamento), coletadas cortando-as rente ao substrato. Nessas plantas foram avaliadas: a área foliar, o número de folhas por planta, a massa seca de folha, caule, fruto e a massa seca total. A área foliar foi obtida pela coleta de 8 discos foliares de área conhecida ($1,4 \text{ cm}^2$) e com posterior determinação de sua massa seca. Na sequência determinou-se a massa seca das folhas por planta (g por planta) e, por regra de três simples, determinou-se a área foliar (cm^2 por planta) de acordo com a equação 1 (Eq. 1).

$$\text{AFP} = (\text{MSF} \times \text{AFD}) / \text{MSD}$$

Onde:

AFP = Área foliar (cm^2 por planta)

MSF = Massa seca de folha (g)

AFD = Área foliar do disco (cm^2)

MSD = Massa seca do disco (g)

O número de folhas foi obtido por contagem, considerando o tamanho mínimo da folha formada. A massa seca total foi determinada pela soma da massa seca das folhas, ramos e frutos, obtidos após secagem em estufa, com circulação de ar forçada a 70°C, por 72 horas. Os valores foram expressos em g por planta.

3.1.3 Produção de frutos

Para avaliação da produção, foram colhidos frutos de três plantas por unidade experimental aos 65 DAS. Os valores foram expressos em g por planta.

3.2 Análise estatística

Os dados foram submetidos à seguida de análise de regressão, utilizando o programa estatístico SAEG, sendo realizado o ajuste de equações em relação às doses de prolina e teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação entre médias dos níveis de salinidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Trocas gasosas

Não houve interação significativa entre a salinidade da água de irrigação e os níveis de prolina para as características fisiológicas como fotossíntese líquida (A), transpiração (E), condutância estomática (gs) e concentração intercelular de CO₂ (Ci) (Apêndice 1). No entanto, foi significativo o ajuste de modelos de regressão para a concentração de prolina em cada nível salino para A, E, gs e Ci (Figuras 1 e 2).

Os maiores valores de fotossíntese foram de 23,74 e 22,09 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ nas concentrações de 3,86 e 8,02 mmol L^{-1} de prolina quando se utilizou água de irrigação normal (CE = 0,3 dS m^{-1}) e salina (CE = 4,0 dS m^{-1}), respectivamente (Figura 1A e B). O incremento na taxa fotossintética proporcionados pelas concentrações 3,86 e 8,02 mmol L^{-1} de prolina em relação à concentração 0 mmol de prolina foi de 8,78% quando se utilizou água de irrigação normal (CE = 0,3 dS m^{-1}) e 14,02% quando se utilizou-se água de irrigação salina (CE = 4,0 dS m^{-1}).

Para a transpiração os maiores valores foram de 5,06 e 4,34 mmol m⁻² s⁻¹ nas concentrações de 7,83 e 8,76 mmol L⁻¹ de prolina quando se utilizou água de irrigação normal (CE = 0,3 dS m⁻¹) e salina (CE = 4,0 dS m⁻¹), respectivamente (Figura 1C e D). O incremento na transpiração proporcionados pelas concentrações 7,83 e 8,76 mmol L⁻¹ de prolina em relação a concentração 0 mmol de prolina foi de 4,85% quando se utilizou água de irrigação normal (CE = 0,3 dS m⁻¹) e 8,49% quando se utilizou-se água de irrigação salina (CE = 4,0 dS m⁻¹).

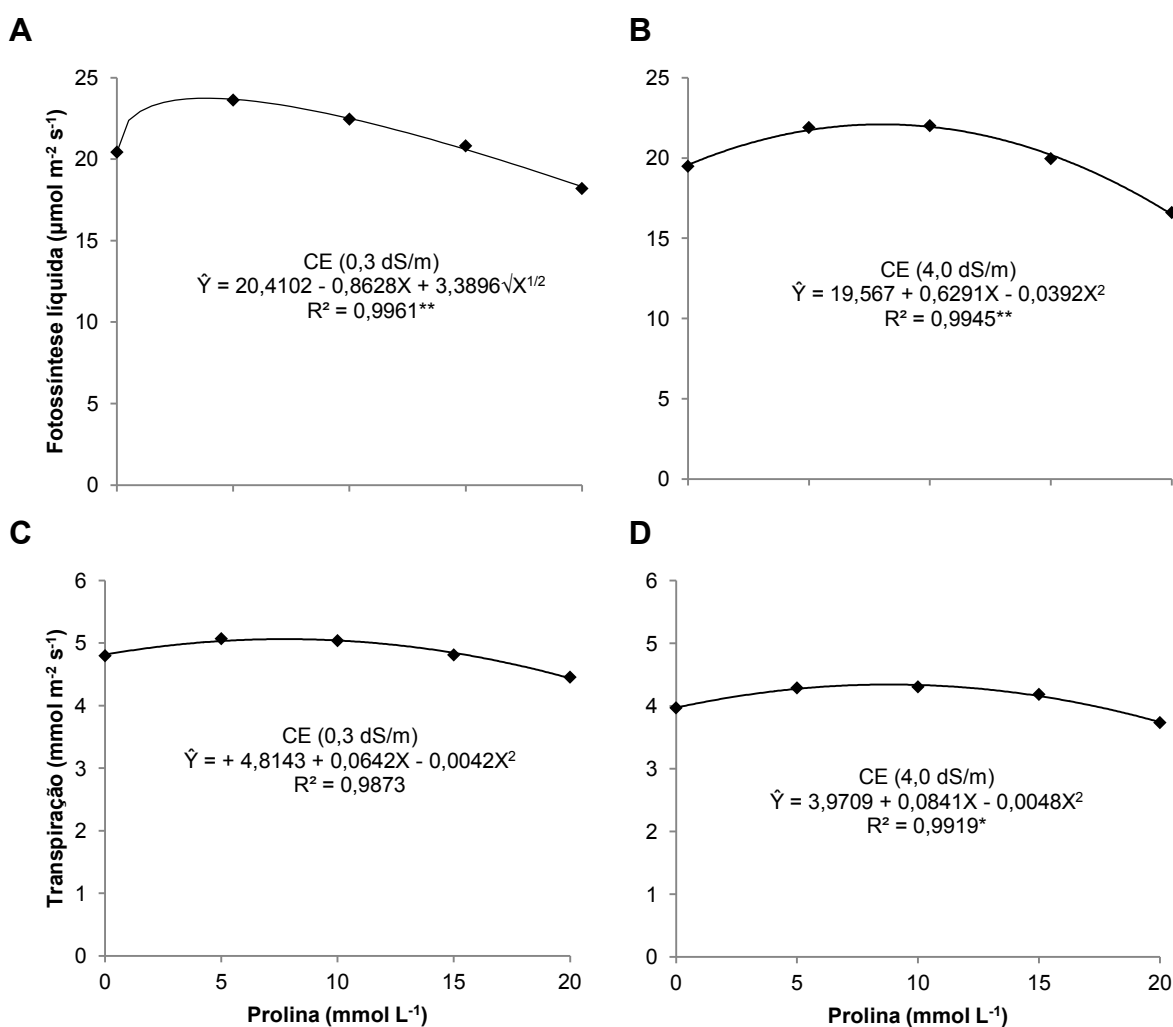


Figura 1. Fotossíntese (A e B) e transpiração (C e D) em plantas de melancia submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e concentrações de prolina aos 50 DAS. CCTA/UFCG, Pombal, 2011.

O comportamento observado para transpiração foi semelhante o da fotossíntese. Normalmente a transpiração segue a mesma tendência da fotossíntese considerando-se que a assimilação de CO₂ está atrelada a perda de água da planta para o ambiente.

Os maiores valores da condutância estomática foram de 0,54 e 0,42 mol m⁻² s⁻¹ obtidos nas concentrações de 4,10 e 8,71 mmol L⁻¹ de prolina quando se utilizou água de irrigação normal (CE = 0,3 dS m⁻¹) e salina (CE = 4,0 dS m⁻¹), respectivamente (Figura 2A e B). O incremento na condutância estomática proporcionado pelas concentrações 4,10 e 8,71 mmol L⁻¹ de prolina em relação a concentração 0 mmol de prolina foi de 24,22% quando se utilizou água de irrigação normal (CE = 0,3 dS m⁻¹) e de 12,73% quando se utilizou-se água de irrigação salina (CE = 4,0 dS m⁻¹). A condutância estomática comportou-se de forma semelhante à fotossíntese ao compararmos as plantas irrigadas com água normal e salina.

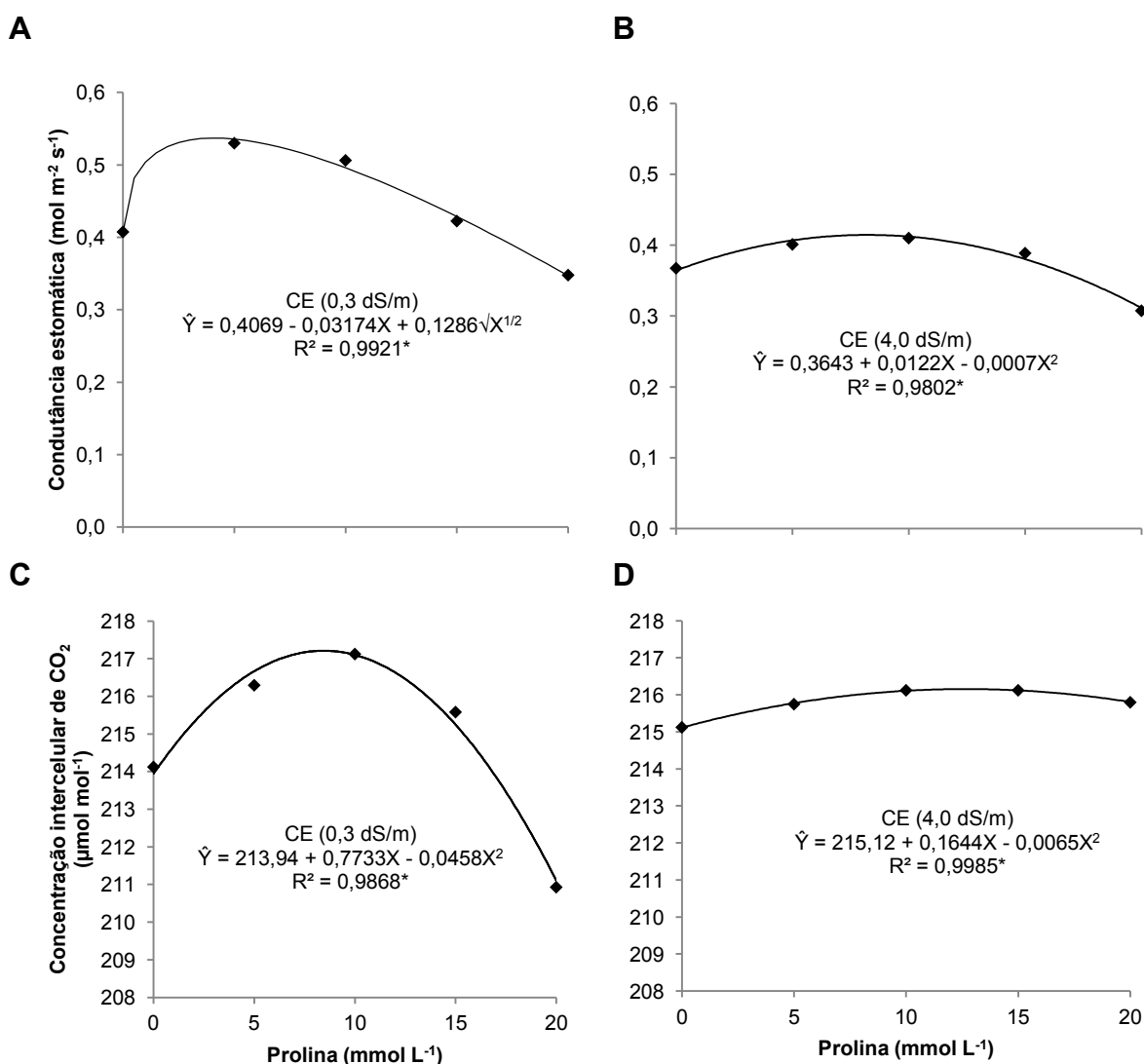


Figura 2. Condutância estomática (A e B) e concentração intercelular de CO₂ (A e D) em plantas de melancia submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e concentrações de prolina aos 50 DAS. CCTA/UFMG, Pombal, 2011.

Os maiores valores da concentração intercelular de CO₂ foi de 217,20 e 216,16 μmol mol⁻¹ nas concentrações de 8,44 e 12,64 mmol L⁻¹ de prolina quando utilizou-se água de irrigação normal (CE = 0,3 dS m⁻¹) e salina (CE = 4,0 dS m⁻¹), respectivamente (Figura 2C e D). O incremento na concentração intercelular de CO₂ proporcionados pelas concentrações 8,44 e 12,64 mmol L⁻¹ de prolina em relação a concentração 0 mmol de prolina foi de 1,5% quando se utilizou água de irrigação normal (CE = 0,3 dS m⁻¹) e 0,48% quando se utilizou-se água de irrigação salina (CE = 4,0 dS m⁻¹). Verificou-se que, independente do nível de salinidade da água de irrigação, o CO₂ intercelular apresentou comportamento semelhante a condutância estomática (Figura 2A e B). Esse tipo de comportamento demonstra que a redução do processo fotossintético deveu-se apenas a redução da abertura estomática.

Esses resultados demonstram que a melancia responde a aplicação exógena de prolina, independentemente da água ser salina ou não. Assim, podemos considerar que a aplicação exógena de prolina até a dose de 8,02 mmol L⁻¹ foi eficiente em maximizar os processos fisiológicos da planta, reduzindo, assim, o efeito estressante causado pela salinidade da água de irrigação na melancia. Acima de 8,02 mmol L⁻¹ houve redução na fotossíntese, possivelmente, devido à redução do potencial osmótico-hídrico abaixo do tolerado pela cultura da melancia provocada pelo aumento na concentração de prolina.

Considerando-se os níveis de salinidade da água de irrigação verificou-se que os maiores valores de transpiração e condutância estomática foram obtidos quando se utilizou água normal em relação à salina (Tabela 3). Para fotossíntese e concentração intercelular de CO₂, não se verificou diferença entre os níveis de salinidade da água de irrigação.

Tabela 3. Fotossíntese (A), transpiração (E), condutância estomática (gs) e concentração intercelular de CO₂ (Ci) em plantas de melancia submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação com a média das aplicações exógenas de prolina aos 50 DAS. CCTA/UFCG, Pombal, 2011.

Salinidade (dS/m)	A	E	Gs	Ci
0,3	21,10a	4,83a	0,44a	214,81 a
4,0	19,98 a	4,10 b	0,37 b	215,79a
CV (%)	12,95	7,85	17,31	5,38

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A fotossíntese, a transpiração, a condutância estomática e a concentração intercelular de CO₂ são parâmetros complementares e que servem para diagnosticar alterações fisiológicas nas plantas quando submetidas a condições adversas. Sob condições salinas, tem-se verificado redução na fotossíntese, na transpiração, na condutância estomática e redução ou aumento na concentração intercelular de CO₂ a depender do nível de estresse a que foi submetido a planta (MELONI et al., 2003; SCHMUTZ, 2000).

Em sua maioria, essa diminuição é atribuída a redução na aquisição CO₂ pelo fechamento estomático. Em cv. de algodão sensível a salinidade a redução na taxa fotossintética foi de 35% em todas as concentrações de NaCl (50, 100 e 200 mol m⁻³), enquanto na cv. tolerante a redução foi de 10%, 25% e 30%, nas respectivas concentrações. A condutância estomática (gs) seguiu a mesma tendência de redução em ambas as cultivares com o aumento da concentração salina (MELONI et al., 2003). Em feijão caupi verificou-se efeito significativo da salinidade na fotossíntese, com redução acumulada, no decorrer do experimento (sete dias de tratamento), de 6,5%, 21,3% e 47,1%, sob 50, 100 e 200 mmol L⁻¹ de NaCl, respectivamente. A condutância estomática apresentou comportamento semelhante a fotossíntese (SOUZA et al., 2011).

Além do estresse salino, a concentração elevada de prolina acima de 8,02 mmol L⁻¹ pode ter causado efeito contrário nas plantas, isso porque doses elevadas de prolina, ao invés de induzir a tolerância da planta ao estresse, induzem a toxidez e a morte da planta pelo excesso da prolina (HEUER, 2003).

4.2 Crescimento e acúmulo de massa seca das plantas

Houve interação significativa entre salinidade da água de irrigação e concentração prolina para massa seca de fruto (Apêndice 2). No entanto, verificou-se efeito significativo no ajuste de modelo de regressão apenas em relação a concentração de prolina independente do nível de salinidade estudado (Figura 3). Não houve interação significativa entre a salinidade da água de irrigação e concentração de prolina para o número de folhas por planta, área foliar, massa seca da folha, do caule e total (Apêndice 2). No entanto, foi significativo o ajuste de modelos de regressão em relação a concentração de prolina para número de folhas, área foliar, massa seca do fruto e total (Figura 3 e 5). Para massa seca da folha e

caule foi significativo o ajuste de modelos de regressão para a concentração de prolina em cada nível salino (Figura 4).

O maior número de folhas por planta foi de 139,73 obtido na concentração de 8,33 mmol L⁻¹ de prolina independentemente independente da concentração de sais na água de irrigação (Figura 3A). A partir dessa dose houve decréscimo na quantidade de folhas por planta com o aumento das doses de prolina. O incremento no número de folhas por planta proporcionado pela concentração 8,33 mmol L⁻¹ de prolina por planta, em relação a concentração 0 mmol L⁻¹, foi de 9,79%.

A área foliar máxima foi de 7.591,01 cm² na concentração de 7,50 mmol L⁻¹ de prolina, independentemente da salinidade da água de irrigação (Figura 3B). O incremento na área foliar por planta proporcionado pela concentração 7,50 mmol L⁻¹ de prolina por planta em relação a dose 0 mmol L⁻¹ de prolina foi de 4,62%. Acima de 7,50 mmol L⁻¹ observou-se redução na área foliar. O aumento da prolina acima de 7,50 mmol L⁻¹ proporcionou redução na área foliar, possivelmente, causado pela diminuição no seu potencial osmótico-hídrico abaixo do tolerado pela cultura da melancia desfavorecendo, assim, a pressão de turgor e, conseqüentemente, a expansão do limbo foliar.

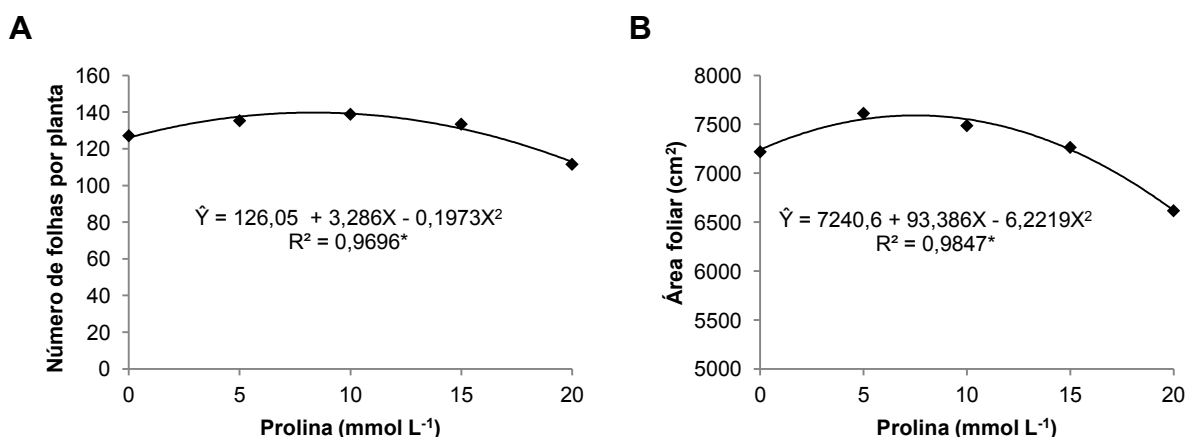


Figura 3. Número de folhas por planta (A) e área foliar (B) em plantas de melancia submetida a diferentes concentrações de prolina aos 65 DAS. CCTA/UFCG, Pombal, 2011.

Os maiores valores de massa seca da folha foram de 45,51 e 26,47 g por planta, obtidas nas concentrações de 5,20 e 2,68 mmol L⁻¹ de prolina quando se utilizou água de irrigação normal (CE = 0,3 dS m⁻¹) e salina (CE = 4,0 dS m⁻¹), respectivamente (Figura 4A e B). O incremento no acúmulo de massa seca da folha

proporcionados pelas concentrações 5,20 e 2,68 mmol L⁻¹ de prolina, em relação a concentração 0 mmol L⁻¹ foi de 4,03% quando se utilizou água de irrigação normal (CE = 0,3 dS m⁻¹) e 7,16% quando se utilizou-se água de irrigação salina (CE = 4,0 dS m⁻¹).

Os maiores acúmulos da massa seca do caule foram de 13,79 e 12,05 g nas concentrações de 7,97 e 9,73 mmol L⁻¹ de prolina, quando se utilizou água de irrigação normal (CE = 0,3 dS m⁻¹) e salina (CE = 4,0 dS m⁻¹), respectivamente (Figura 4C e D). O incremento no acúmulo de massa seca do caule proporcionados pelas concentrações 7,97 e 9,73 mmol L⁻¹ de prolina em relação a concentração 0 mmol L⁻¹ de prolina foi de 3,64% quando se utilizou água de irrigação normal (CE = 0,3 dS m⁻¹) e 22,62% quando utilizou-se água de irrigação salina (CE = 4,0 dS m⁻¹).

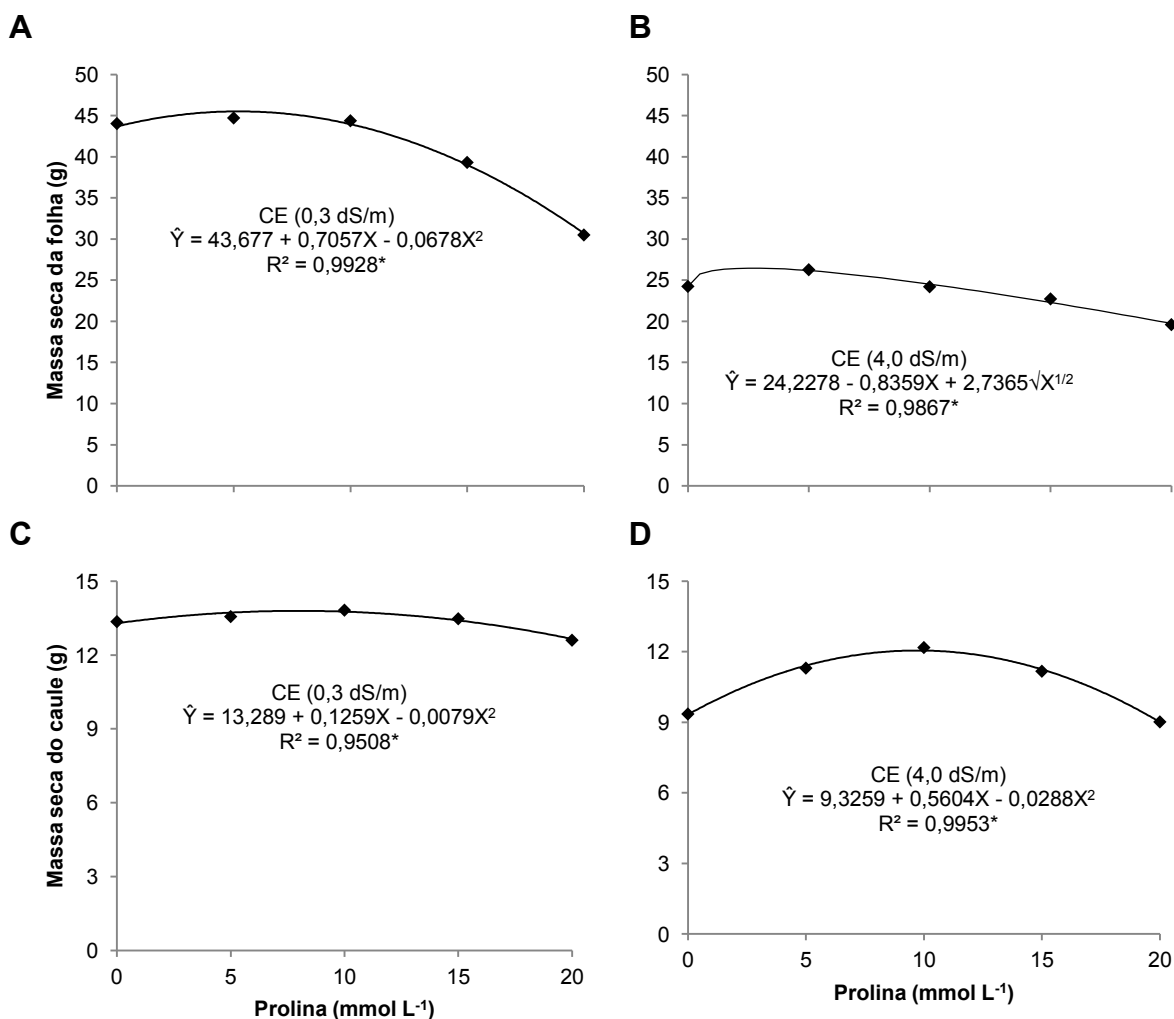


Figura 4. Massa seca da folha (g) (A e B) e caule (g) (C e D) em plantas de melancia submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e concentrações de prolina aos 65 DAS. CCTA/UFCG, Pombal, 2011.

O maior valor de massa seca do fruto foi de 69,28 g por planta na concentração de 6,87 mmol L⁻¹ de prolina, independentemente da salinidade da água de irrigação (Figura 5A). O incremento na massa seca do fruto proporcionado pela concentração 6,87 mmol L⁻¹ de prolina por planta em relação a concentração 0 mmol L⁻¹ de prolina foi de 5,89%.

Comportamento semelhante foi observado para a massa seca total da parte aérea (Figura 5B). O maior valor para massa seca total foi de 115,81 g por planta observada na concentração 6,1 mmol L⁻¹ de prolina independentemente do nível de salinidade da água de irrigação (Figura 5B). O incremento na massa seca da parte aérea proporcionado pela concentração 6,10 mmol L⁻¹ de prolina por planta em relação a concentração 0 mmol L⁻¹ de prolina foi de 4,18%.

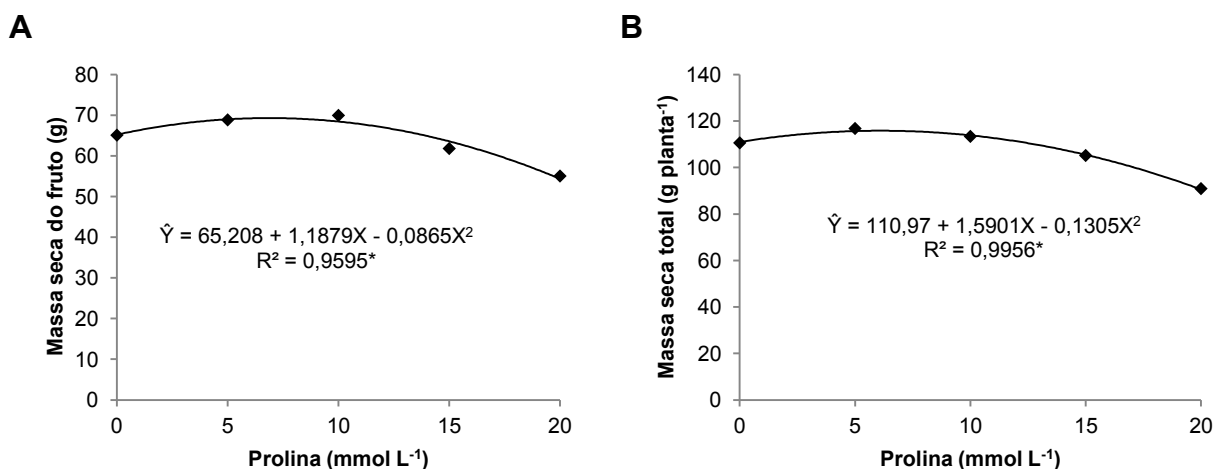


Figura 5. Massa seca de fruto (g) (A) e total (g) (B) em plantas de melancia submetidas a diferentes concentrações de prolina aos 65 DAS. CCTA/UFCG, Pombal, 2011.

Considerando-se os níveis de salinidade da água de irrigação verificou-se que os maiores valores no número de folha por planta, área foliar, massa seca da folha, caule, fruto e total da parte aérea foram obtidos quando se utilizou água normal (CE = 0,3 dS m⁻¹) em relação à salina (CE = 4,0 dS m⁻¹) (Tabela 4).

Tabela 4. Número de folhas por planta (NFO), área foliar (AF), massa seca da folha (MSFO), do caule (MSC), do fruto (MSFR) e total (MSTO) em plantas de melancia submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação aos 65 DAS. CCTA/UFCEG, Pombal, 2011.

Salinidade (dS/m)	NFO	AF	MSFO	MSC	MSFR	MSTO
0,3	145a	8883,17a	40,57a	13,36a	76,25a	128,64a
4,0	113 b	5599,15 b	32,39 b	10,61 b	51,97 b	85,96 b
CV (%)	25,33	23,02	25,37	16,19	20,81	15,54

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Redução geral no acúmulo de massa seca na planta tem sido um comportamento comum verificado por diversos autores, a exemplo de Lima et al. (2007), ao verificarem redução de 66,94% na biomassa seca da parte aérea do feijão vigna (cultivar Quarentinha), quando o mesmo foi irrigado com água apresentando condutividade elétrica de 5,0 dS m⁻¹, em comparação a testemunha, irrigada com água de 0,5 dS m⁻¹, e Tawfik (2008) que também verificou redução do crescimento e rendimento do feijão vigna com o aumento das concentrações de NaCl (0, 25, 50 e 75 mM). Este comportamento é atribuído, possivelmente, a redução no potencial hídrico da solução externa, gerado pelo efeito osmótico dos sais Na⁺ e Cl⁻, ou adição de concentrações elevadas de prolina, dificultando a absorção de água pelas raízes das plantas e, conseqüentemente, reduzindo a turgescência foliar.

O aumento da salinidade da água de irrigação reduz a absorção dos macronutrientes pela melancia; esse fenômeno é resultado do acúmulo gradativo de sais solúveis na zona radicular como Na⁺ e Cl⁻, o que contribuiu para redução na absorção e transporte de outros nutrientes para a parte aérea comprometendo o crescimento e o estado nutricional das plantas (LUCENA et al., 2011). A exposição de plantas a solução nutritiva salina aumentou significativamente a concentração de Na⁺ nas folhas e raízes de plantas de melão (KAYA et al., 2007). No entanto, este acúmulo foi reduzido tanto nas folhas como nas raízes, na presença de prolina, sugerindo a sua interferência no processo de ajuste osmótico. Como a água é um dos fatores essenciais para a expansão celular, a sua limitação implica em menor crescimento de células e tecidos. No presente trabalho, devemos considerar que a diminuição na taxa fotossintética está relacionada possivelmente ao

comprometimento do complexo enzimático que compõem a fase carboxilativa causado pelo efeito tóxico das altas concentrações de sais e prolina, diminuindo assim a fixação do CO₂ e formação de esqueletos carbônicos importantes no incremento da biomassa.

Alguns trabalhos demonstram que o excesso de prolina em plantas pode causar efeito tóxico. Em arroz, enquanto que 30 mM de prolina foi a concentração mais eficaz para melhorar a germinação e o crescimento das plântulas sob estresse salino. Concentrações maiores (40 ou 50 mM) resultaram em redução no crescimento da planta e diminuíram a relação de K⁺ / Na⁺ nas folhas (ROY et al., 1993). Em alfafa (*Medicago sativa*), 10 mM de prolina foi a concentração mais efetiva na germinação e crescimento de mudas submetidas ao estresse salino. Concentrações superiores ao citado anteriormente foram prejudiciais ao crescimento da alfafa (EHSANPOUR & TATAHIAN, 2003). O crescimento de células de tabaco em suspensão, sob estresse salino, aumentou com a aplicação exógena de prolina de 10 mM. Esse efeito foi atribuído a ação da prolina como um protetor de enzimas e membranas celulares (OKUMA et al., 2000).

4.3 Produção de frutos

Não houve interação significativa entre salinidade da água de irrigação e as concentrações de prolina para produção de frutos. Verificou-se, apenas, efeito isolado da salinidade e concentração de prolina (Apêndice 3). No entanto, verificou-se ajuste de modelos de regressão em relação a concentração de prolina para cada nível de salinidade (Figura 6).

Os maiores valores na produção de fruto por planta foram de 2,67 e 1,74 Kg nas concentrações de 10,74 e 8,51 mmol L⁻¹ de prolina quando se utilizou água de irrigação normal (CE = 0,3 dS m⁻¹) e salina (CE = 4,0 dS m⁻¹), respectivamente. O incremento na produção de frutos proporcionado pelas concentrações de 10,74 e 5,41 mmol L⁻¹ em relação a concentração 0 mmol L⁻¹ de prolina foi de 31,08%, quando utilizou-se água de irrigação normal e 17,03%, quando se utilizou água de irrigação salina o que corresponde a cerca de 11,1 e 4,0 t ha⁻¹ respectivamente. Esse resultado mostra a importância da prolina na redução não só no estresse salino em melanciaira, mas também, em outros estresses abióticos como alta temperatura e radiação solar. A prolina, além de atuar como osmorregulador

favorece o equilíbrio redox em células estressadas por fatores diversos (VERBRUGGEN & HERMANS, 2008).

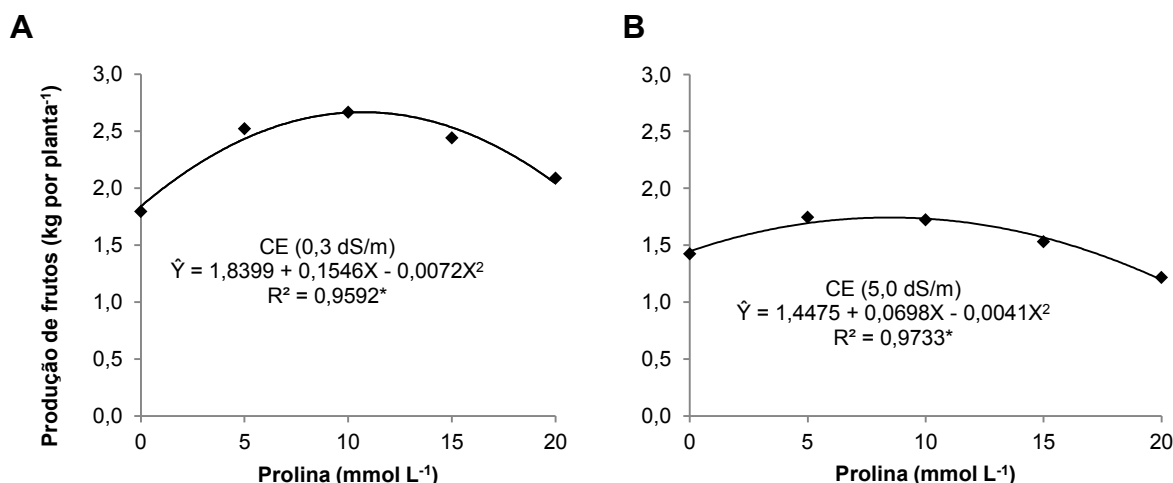


Figura 6. Produção de frutos por planta em melancia submetida a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e concentrações de prolina aos 65 DAS. CCTA/UFCEG, Pombal, 2011.

Considerando-se a salinidade da água de irrigação verificou-se que a maior produção de frutos por planta foi obtido em plantas irrigada com água normal (CE = 0,3 dS m⁻¹) em relação a salina (CE = 4,0 dS m⁻¹) (Tabela 5). Essa redução da produção causada pela salinidade da água de irrigação foi de 21,33%, o que corresponde a cerca de 5,2 t ha⁻¹ quando aumentou a salinidade da água de 0,3 para 4,0 dS m⁻¹.

Tabela 5. Produção de frutos da melancia submetida a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e concentração de prolina aos 65 DAS. CCTA/UFCEG, Pombal, 2011.

Salinidade (dS m ⁻¹)	Produção (kg planta ⁻¹)
0,3	2,302 a
4,0	1,527 b
CV (%)	26,65

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Redução na produtividade de cucurbitáceas tem sido comportamento comum quando se utiliza água de irrigação com elevada concentração de sais. Em melancia, cultivar Mickylee, verificou-se que não houve efeito significativo da salinidade da água de irrigação na produção comercial e nem na produção total de

frutos, no entanto, mesmo não havendo efeito significativo, verificou-se que houve uma tendência de decréscimo linear para produção total e comercial de $2,73 \text{ t ha}^{-1}$ para cada incremento de 1 dS m^{-1} na salinidade da água de irrigação (FIGUÊIREDO, 2008). Para melanciaira cultivar Quetzali, verificou-se redução de $9,4 \text{ t ha}^{-1}$ por aumento unitário da salinidade (CARMO, 2009). Em melão, cultivares Trusty e Orange Flesh, ocorreu diminuição linear no rendimento comercial de 34% e 39%, respectivamente, com o aumento da salinidade da água de irrigação de $1,1 \text{ dS m}^{-1}$ a $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ (BARROS, 2002). A produtividade média de frutos comercializáveis para híbridos de melão, como o Gold Mine e o Trusty, teve declínio de 36%, utilizando água de irrigação de $4,4 \text{ dS m}^{-1}$ quando comparado com a água de $1,1 \text{ dS m}^{-1}$ (SILVA et al., 2005). Tem-se verificado redução na produção de frutos comerciais de 12% para o melão Gália e de 39% para o melão Amarelo Ouro, quando a salinidade da água de irrigação variou de 1,3 a $6,1 \text{ dS m}^{-1}$ (BOTÍA et al., 2005).

Esses resultados demonstram que a salinidade do solo ou da água de irrigação juntamente com doses elevadas de prolina reduz o crescimento, desenvolvimento e conseqüentemente a produção da melanciaira. Porém, pequenas doses de prolina favorece a aclimatação das plantas ao estresse salino. No meloeiro a aplicação exógena de prolina na concentração de 10 mmol L^{-1} tem proporcionado aumentos no crescimento e na produtividade da cultura, sendo esse desempenho creditado a maior absorção e acúmulo de K, Ca e N e a redução de Na^+ na parte aérea sob condições de estresse salino (KAYA et al., 2007). Em melão amarelo, a aplicação da prolina na forma exógena foi eficiente em reduzir o efeito estressante causado pela salinidade da água de irrigação até a concentração de 12 mmol L^{-1} por planta, correspondendo a um aumento na produção de $2,5 \text{ t ha}^{-1}$ (LACERDA et al., 2012).

5 CONCLUSÕES

O aumento da concentração de sais reduz as trocas gasosas, o crescimento e a produção da melancia;

O aumento da salinidade da água de irrigação proporcionou redução de 21,33%, o que corresponde a cerca de 5,2 t ha⁻¹ permitindo classificar a variedade como moderadamente sensível;

O fornecimento da prolina reduz, na melancia, o efeito estressante causado pela salinidade da água de irrigação até a concentração de 8,51 mmol L⁻¹ de prolina;

O incremento na produção de frutos proporcionado pelas doses 10,74 e 8,51 mmol L⁻¹ em relação a dose 0 mmol L⁻¹ de prolina foi de 31,08%, quando utilizou-se água de irrigação normal e 17,03%, quando se utilizou água de irrigação salina;

A salinidade da água de irrigação aliada a doses elevadas de prolina causaram redução na fotossíntese, no acúmulo de massa seca e na produção da melancia.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABANORTE. **Associação Central dos Produtores do Norte de Minas**. 2008. Fruticultura cresce no RN com projetos de irrigação. Disponível em: <<http://www.abanorte.com.br/>>. Acesso em: 02 de fev. 2013.

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e comércio, p. 400-404, 2008.

ALMEIDA, D. P. F. **Cultura da melancia**. Faculdade de Ciências. Universidade do Porto. Disponível em: < <http://www.dalmeida.com/hortnet/Melancia.pdf>>. Acesso em: 27 de fev. 2013.

ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água de irrigação**. 1ª ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010, 234 p.

ALVARENGA, M. A. R.; RESENDE, G. M. **Cultura da melancia**. Lavras: Editora UFLA, 2002. 132 p. (UFLA, Textos Acadêmicos, 19).

ASHRAF, M. Breeding for salinity tolerance in plants. **Critical Reviews in Plant Sciences**. Cap. 13, p. 17 - 42, 1994.

ASHRAF, M.; FOOLAD, M. R. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. **Environmental and Experimental Botany**, Kidlington, v. 59, n. 2, p. 206 - 216, mar., 2007.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução de H. R. GHEY, J. F. de MEDEIROS, F. A. V. DAMASCENO. Campina Grande: UFPB, 1999, 153 p. (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29).

BARROS, A. D. **Manejo da irrigação por gotejamento, com diferentes níveis de salinidade da água, na cultura do melão**. 2002. 124 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas (UNESP), Botucatu, 2002.

BOTÍA, P.; NAVARRO, J. M.; CERDÁ, A.; MARTÍNEZ, V. Yield and fruit quality of two melon cultivars irrigated with at different stages of development. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 23, n. 3, p. 243-253, oct. 2005.

CAMARA, T. R. WILLADINO, L. TORNÉ, J. M. MANICK, A. SANTOS, M. A. Efeito do estresse salino e da prolina exógena em calos de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 146-155, ago. 2000.

CARMO, G. A. do. **Crescimento, nutrição e produção de cucurbitáceas cultivadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e doses de adubação nitrogenada**. 2009. 182 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2009.

DELAUNEY, A. J.; VERMA, D. P. S. Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. **Plant Journal**, Hoboken, v. 4, n. 2, p. 215-223, ago., 1993.

DIAS, N. da S.; BLANCO, F.F. Efeito dos sais no solo e na planta. In: GHEYI H R; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza, INCT Sal, Cap. 9, p. 129-140, 2010.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Tradução de GHEYI, H. R.; SOUSA, A. A de.; DAMASCENO, F. A. V.; MEDEIROS, J. F. de. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (FAO. Estudos de irrigação e Drenagem, 33).

EHSANPOUR, A. A.; FATAHIAN, N. Effect of salt and proline on *Medicago sativa* callus. **Plant Cell**, Rockville, v. 73, n. 1, p. 53-56, apr., 2003.

FERNANDES, P. D.; GHEYI H. R.; ANDRADE, A. P. de; MEDEIROS, S. de S. Biosalinidade e produção agrícola. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza, INCT Sal, Cap. 12, p. 181-199, 2010.

FERREIRA NETO, M.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; HOLANDA, J. S.; BLANCO, F. F. Emissão foliar, relações iônicas e produção do coqueiro irrigado com água salina. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, p.1675-1681, nov.- dez., 2007.

FERREIRA, P. A.; SILVA, J. B. L.; RUIZ, H. A. Aspectos físicos e químicos de solos em regiões áridas e semiáridas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza, INCT Sal, Cap. 03, p. 021- 041, 2010.

FIGUEIRÊDO, V. B. **Evapotranspiração, crescimento e produção da melancia e melão irrigados com águas de diferentes salinidades**. 2008. 104 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu - SP, 2008.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. Viçosa, UFV, p. 342-348, 2008.

FOOLAD, M. R. Genetic bases of salt tolerance and cold tolerance in tomato. **Current Opinion in Plant Biology**. London, p. 35-49, 2000.

GOMES, E. M.; GHEYI, H. R.; SILVA, E. F. F. Melhorias nas propriedades químicas de um solo salino-sódico e rendimento de arroz, sob diferentes tratamentos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n.3, p.355-361, set. – dez., 2000.

GOULART, P. B.; XAVIER, A.; DIAS, J. M. M. Efeito dos cofatores hidroquinona, prolina e triptofano no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. Urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.5, p.1017-1026, 2011.

HASEGAWA, P. M.; BRESSAN, R. A.; ZHU, J. K.; BOHNERT, H. J. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 51, p. 463-499, 2000.

HENRIQUES NETO, D. **Salinidade no algodoeiro**. Viçosa, UFV, 25 p., 2003.

HEUER, B. Influence of exogenous application of proline and glycinebetaine on growth of salt-stressed tomato plants. **Plant Science**. v. 165, n. 4, p. 693-699, oct., 2003.

HOAGLAND D. R.; ARNON D. I. **The water culture method for growing plants without soils**. Berkeley: California Agricultural Experimental Station. 1950, 347p.

HOQUE, M. A.; BANU, M. N. A.; NAKAMURA, K.; SHIMOISHI, Y.; MURATA, Y. Proline and glycinebetaine enhance antioxidant defense and methylglyoxal detoxification systems and reduce NaCl-induced damage in cultured tobacco cells. **Journal of Plant Physiology**, v. 165, n. 8, p. 813-824, may., 2008.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Rio de Janeiro: PAM Culturas Temporárias e Permanentes 2010, v. 37, p.1-91. Disponível em: <<http://www.ibge.org.br/>>. Acesso em: 10 fev. 2013.

KAVI KISHORE, P. B.; SANGAM, S.; AMRUTHA, R. N.; LAXMI, P. S.; NAIDU, K. R.; RAO, K. R. S. S.; RAO, S.; REDDY, K. J.; THERIAPPAN, P.; SREENIVASULU, N. Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: Its implications in plant growth and abiotic stress tolerance. **Current Science**, Sadashiva Nagar, v. 88, n. 3, p. 424-438, fev. 2005.

KAYA, C.; TUNA, A. L.; ASHRAF, M.; ALTUNLU, H. Improved salt tolerance of melon (*cucumis melo* L.) by the addition of proline and potassium nitrate. **Environmental and Experimental Botany**, Kidlington, v. 60, p. 397-403, jul., 2007.

KIHARA, H. Triploid watermelon. **Journal American Society Horticultural Science**, Alexandria, v.58, p. 217-230, 1951.

LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; CANO, M. A. O.; RUIZ, H. A.; PRISCO, J. T. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under stress. **Environmental and Experimental Botany**, Kidlington, v. 49, n. 2, p. 107-120, apr., 2003.

LACERDA, F.H.D.; PEREIRA, F.H.F.; NEVES, D. da S.; BORGES, F. Q. da C.; CAMPOS JÚNIOR, J. E. Aplicação exógena de prolina na redução do estresse salino em meloeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 7, n. 3, p. 218-227, out.-dez., 2012.

LIMA, C. J. G. S. et al. Resposta do feijão caupi a salinidade da água de irrigação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 2, n. 2, p.79–86, jul-dez., 2007.

LIMA, M. G. S. et al. Efeito do estresse salino sobre a concentração de pigmentos e prolina em folhas de arroz. **Bragantia**, Campinas, v.63, n. 3, p. 335-340, dez., 2004.

LUCENA, R. R. M.; NEGREIROS, M. Z.; MEDEIROS, J. F.; GRANGEIRO, L. C.; MARROCOS, S. T. P. Crescimento e acúmulo de macronutrientes em melancia 'quetzale' cultivada sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 1, p. 34-42, jan.-mar., 2011.

MARINHO, L. B.; SANTOS, J. S.; SANTOS, M. R. et al. Efeito do estresse salino sobre cultivares de melancia no sub-médio São Francisco. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 17, n.3, p.125-127, jul.-set., 2002.

MEDEIROS, P. R. F. Salinidade em ambiente protegido. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza, INCT Sal, Cap. 6, p. 83-91, 2010.

MELONI, D. A.; OLIVA, M. A.; MARTINEZ, C. A.; CAMBRAIA, J. Photosynthesis and activity of superoxide dismutase, peroxidase and glutathione reductase in cotton under salt stress. **Environmental and Experimental Botany**, Kidlington, v. 49, n. 1, p. 69-76, feb., 2003.

OKUMA, E.; SOEDA, K.; TADA, M.; MURATA, Y. Exogenous proline mitigates the inhibition of growth of *Nicotiana tabacum* cultured cells under saline conditions. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, Temuco, v.46, n. 1, p. 257-263, 2000.

OLIVEIRA, L.; A.; A.; BARRETO, L.; P.; BEZERRA NETO, E.; SANTOS, M.; V.; F.; DOS; COSTA, J.; DE C.; A. Solutos orgânicos em genótipos de sorgo forrageiro sob estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n. 1, p.31-35, jan., 2006.

OZDEN, M.; DEMIREL, U.; KAHRAMAN, A. Effects of proline on antioxidant system in leaves of grapevine (*Vitis vinifera* L.) exposed to oxidative stress by H₂O₂. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 119, n. 2, p. 163–168, jan., 2009.

QUEIROZ, J. E. Avaliação e monitoramento da salinidade do solo. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza, INCT Sal, Cap. 5, p. 63-81, 2010.

RESENDE, G.M.; COSTA, N. D. Características produtivas da melancia em diferentes espaçamentos de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 695-698, out.-dez., 2003.

ROY, D.; BASU, N.; BHUNIA, A.; BANERJEE, S. K. Counteraction of exogenous L-proline with NaCl in salt-sensitive cultivar of rice. **Plant Biology**, Hoboken, v. 35, n. 1, p. 69-72, mar., 1993.

SCHMUTZ, U. Effect of salt stress (NaCl) on whole plant CO₂-gas exchange in mango. **Acta Horticulturae**, v. 509, n. 1, p. 269-276, 2000.

SILVA, E. N.; FERREIRA-SILVA, S. L.; VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. The role of organic and inorganic solutes in the osmotic adjustment of drought-stressed *Jatropha curcas* plants. **Environmental and Experimental Botany**, Kidlington, v. 69, n. 3, p. 279-285, dec., 2010.

SILVA, H. R.; COSTA, N. D. **Melão produção: aspectos técnicos**. Embrapa Hortaliças e Semi-Árido. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 225 p.

SILVA, M.M.C.; MEDEIROS, J.F.; NEGREIROS, M.Z.; SOUSA, V.F. Produtividade de frutos do meloeiro sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, com e sem cobertura do solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.202-205, abr – jun., 2005.

SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, S. L. F.; SILVA, E. N.; VIÉGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza, INCT Sal, Cap. 11, p. 161-179, 2010.

SIRIPORNADULSIL, S.; TRAIN, S.; VERMA, D. P. S.; SAYRE, R. T. Molecular mechanisms of proline-mediated tolerance to toxic heavy metals in transgenic microalgae. **Plant Cell**, Rockville, v. 14, n. 11, p. 2837–2847, nov., 2002.

SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; DUARTE, S. N.; MELO, R. F.; JORGE, C. A.; BONFIM-SILVA, E. M. Produção de alface utilizando águas salinas em sistema hidropônico. **Irriga**, Botucatu, v.12, n. 2, p. 235-248, abr – jun., 2007.

SOUZA, R.P.; MACHADO, E.C.; SILVEIRA, J.A.G.; RIBEIRO, R.V. Fotossíntese e acúmulo de solutos em feijoeiro caupi submetido à salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.6, p.586-592, jun. 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Tradução: Eliane Romanato Santarém et al. Porto Alegre: Artmed, p. 618-619, 2004.

TAWFIK, K. M. Evaluating the use of Rhizobacterin on cowpea plants grown under salt stress. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, Faisalabad, v.4, n. 1, p.26-33, jan., 2008.

TURAN et al. Effect of salt stress on growth, stomatal resistance, proline and chlorophyll concentrations on maize plant. **African Journal of Agricultural Research**, v.4, n. 9, p. 893-897, sep., 2009.

VERBRUGGEN, N & HERMANS, C. Proline accumulation in plants. **Amino Acids**, Wien, v. 35, n. 4, p. 753 - 759, nov., 2008.

APÉNDICE

Apêndice 1. Fotossíntese (A), transpiração (E), condutância estomática (Gs) e concentração intercelular de CO₂ (Ci) em plantas de melancia submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e prolina. CCTA/UFCG, Pombal, 2011.

FV	GL	A	E	Gs	Ci
Bloco	3	0,52 ^{ns}	15,92 ^{ns}	0,29 ^{ns}	5,71 ^{ns}
Salinidade (S)	1	1,76 ^{ns}	44,33 ^{**}	9,19 ^{**}	0,07 ^{ns}
Prolina (P)	4	5,10 ^{**}	3,80 [*]	5,07 ^{**}	0,10 ^{ns}
S x P	4	0,08 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Resíduo	21				
CV (%)		12,95	7,85	17,31	5,38

** e *, significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. Valores de F e significância.

Apêndice 2. Número de folhas (NFO), área foliar (AF), massa seca de folhas (MSFO), massa seca de caule (MSC), massa seca de fruto (MSFR) e massa seca total (MSTO) em plantas de melancia submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e prolina. CCTA/UFCG, Pombal, 2011.

FV	GL	NFO	AF	MSFO	MSC	MSFR	MSTO
Bloco	3	1,27 ^{ns}	1,84 ^{ns}	2,06 ^{ns}	1,11 ^{ns}	2,11 ^{ns}	3,30 ^{ns}
Salinidade (S)	1	9,26 ^{**}	34,61 ^{**}	38,97 ^{**}	20,21 ^{**}	33,15 ^{**}	65,53 ^{**}
Prolina (P)	4	0,85 ^{ns}	0,43 ^{ns}	2,09 ^{ns}	1,66 ^{ns}	1,63 ^{ns}	2,95 [*]
S x P	4	0,20 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,52 ^{ns}	3,54 [*]	1,47 ^{ns}
Resíduo	21						
CV (%)		25,33	23,02	25,37	16,19	20,81	15,54

** e *, significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. Valores de F e significância.

Apêndice 3. Produtividade (PROD) em melancia submetida a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e prolina. CCTA/UFCG, Pombal, 2011.

FV	GL	PROD
Bloco	3	2,11 ^{ns}
Salinidade (S)	1	63,17 ^{**}
Prolina (P)	4	2,95 [*]
S x P	4	1,87 ^{ns}
Resíduo	21	
CV (%)		18,48

** e *, significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. Valores de F e significância.