



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

RÉGIS CAVALCANTE VIEIRA

**RESPOSTA DO MELOEIRO GÁLIA SUBMETIDO A CONCENTRAÇÕES DE
NITROGÊNIO E POTÁSSIO NA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO**

MOSSORÓ

2018

RÉGIS CAVALCANTE VIEIRA

**RESPOSTA DO MELOEIRO GÁLIA SUBMETIDO A CONCENTRAÇÕES DE
NITROGÊNIO E POTÁSSIO NA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semiárido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Manoel Januário da Silva Júnior

Co-orientador: Dr. José Francismar de Medeiros

MOSSORÓ

2018

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semiárido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas
da Universidade Federal Rural do Semiárido, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

V657r Vieira, Régis Cavalcante.
Resposta do meloeiro gália submetido a
concentrações de nitrogênio e potássio na água de
Irrigação / Régis Cavalcante Vieira. - 2018.
54 f. : il.

Orientador: Manoel Januário da Silva Júnior .
Coorientador: José Francismar de Medeiros.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2018.

1. Cucumis melo L. 2. Controle de íons. 3.
Cultivo protegido. 4. Nitrato e potássio. 5.
Fertirrigação. I. Silva Júnior, Manoel Januário
da, orient. II. Medeiros, José Francismar de,
co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semiárido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

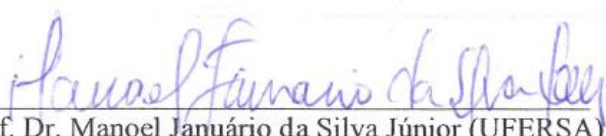
RÉGIS CAVALCANTE VIEIRA

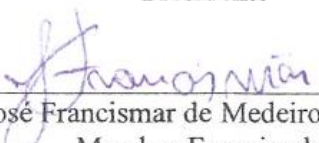
**RESPOSTA DO MELOEIRO GÁLIA SUBMETIDO A CONCENTRAÇÕES DE
NITROGÊNIO E POTÁSSIO NA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO**

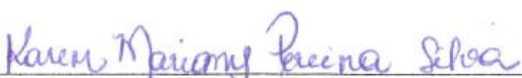
Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semiárido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia.

Defendida em: 05 / 09 / 2018.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Manoel Januário da Silva Júnior (UFERSA)
Presidente


Dr. José Francismar de Medeiros (UFERSA)
Membro Examinador


M. Sc. Karen Mariany Pereira Silva,
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força e coragem durante toda esta longa caminhada.

Agradeço a minha família, que me deu todo apoio, suporte e incentivo para alcançar este objetivo, meus pais e ao meu irmão.

A UFRSA por ter me proporcionado formação profissional e pessoal.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Manoel Januário, pela concessão da bolsa de iniciação científica, pela confiança, suporte e auxílio necessário durante todo esse período.

Agradeço a Banca Examinadora, Prof. Dr. Manoel Januário, Dr. José Francismar e M. Sc. Karen Mariany, pela disponibilidade em participar desse processo e pelas contribuições.

Agradeço a todos do grupo de pesquisa de Manejo de Solo e Água, pela ajuda sempre que necessária, em especial para Adênio Alves, Dennis Darkyan, M. Sc. Amsterdam Armênio, M. Sc. José Nilson e principalmente para M. Sc. Karen Mariany, onde além de ter tornado este trabalho possível, teve total disponibilidade, atenção e paciência sempre que solicitei, contribuindo muito para meu desenvolvimento científico.

Aos amigos da turma e aos que fiz durante esta caminhada, amigos nos quais compartilhei bons e maus momentos durante esta jornada e que me ajudaram sempre que puderam e que pretendo levar para o resto da vida profissional.

E a todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão ao meu lado, contribuindo de forma direta ou indiretamente para minha formação profissional, meu muito obrigado.

RESUMO

A fertirrigação é uma das técnicas mais relevantes para propiciar um aumento na produtividade e rentabilidade das culturas, entretanto o que se pode avaliar através de pesquisas que o manejo por meio das curvas de absorção de nutrientes e a utilização de doses de fertilizantes, por diversas vezes não apresentam resultados satisfatórios podendo em alguns casos causar prejuízos na ordem econômica e ambiental. O uso da fertirrigação por intermédio do monitoramento da concentração de nutrientes na solução do solo tem sido relatado como uma técnica que traz benefícios a quem a utiliza, contribuindo com a redução dos custos de produção e da degradação e poluição ambiental com a redução do uso de fertilizantes. Dessa forma, este estudo teve como objetivo aperfeiçoar a técnica da fertirrigação através do controle de íons da solução do solo na cultura do meloeiro. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, onde foram avaliados diferentes níveis das concentrações de N e K na solução do solo. Para isso foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados (DBC) com quatro blocos e cinco tratamentos, totalizando 20 parcelas experimentais e 2 repetições, totalizando 40 parcelas experimentais. Os tratamentos adotados foram referentes a cinco níveis dos fatores de N e K (0, 50, 100, 150 e 200%) que foram combinados para formar 5 tratamentos. Os tratamentos de N-NO₃ e K foram definidos a partir de uma dose considerada padrão (100%), que correspondeu a 168 e 234 mg/L⁻¹ de N e K respectivamente, e após combinados, os tratamentos foram assim definidos: 0-0, 50-50, 100-100, 150-150, e 200-200. Foi observado o acúmulo de nutrientes aos 45 DAS nas folhas do melão na seguinte ordem: N>K>Ca>Mg>P>Fe; Mn; Zn. O tratamento N1K1 apresentou os melhores resultados para as variáveis de crescimento, já para as variáveis Clorofila e Concentração Interna de Carbono, o tratamento N4K4 apresentou os melhores resultados. A fertirrigação aplicada não causou efeitos significativos para as variáveis de Diâmetro do colo, Clorofila e Eficiência instantânea de carboxilação.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L. Controle de íons. Cultivo protegido. Nitrato e potássio. Fertirrigação.

ABSTRACT

Fertigation is one of the most relevant techniques to provide an increase in crop productivity and profitability, so that it can be evaluated through research that can be performed through the medium of nutrient absorption curves and the use of fertilizer doses, for several times no. The word may be present in some cases with regard to economy and environment. The use of fertirrigation through the monitoring of nutrient concentration in the soil solution has been reported as a technique that brings benefits to the use, contribution with reduction of production costs and environmental degradation with the reduction of the use of fertilizers. The objective of this study was to improve the fertigation technique by controlling the soil solution ions in the melon crop. The experiment was developed out in a greenhouse, where the solutions of the N and K in the soil solution were evaluated. The objective of this study was to design experimental blocks (DBC) with four blocks and five treatments, totaling 20 experimental plots and 2 replications, totaling 40 experimental plots. The. Adopted were the main factors of N and K (0, 50, 100, 150 and 200%) that were combined to form 5 treatments. The treatments of N-NO₃ and K were corrected from a considered standard dose (100%), corresponding to 168 and 234 mg / L⁻¹ of N and K, and after, combined, the stimuli were assimilated: 0-0.50 -50, 100-100, 150-150 and 200-200. The degree of nutrient accumulation at 45 days in melon leaves was observed in the following order: N> K> Ca> Mg> P> Fe; Mn; Zn. The N1K1 treatment presented its advantages regarding the growth variables, already for the Chlorophyll and Internal Carbon Concentration variables, the N4K4 treatment presented the results. An applied fertigation is not important for the variables of Colloid Diameter, Chlorophyll and Instant Efficiency of Carboxylation.

Keywords: Cucumis melo L. Ion control. Protected cultivation. Nitrate e potassium. Fertigation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Vista externa da casa de vegetação onde foram montados os experimentos.	10
Figura 2	–	Instalação dos vasos para a determinação da curva de calibração da umidade	11
Figura 3	-	Ajuste da umidade do solo em função da tensão medida no tensiômetros instalado no solo.....	12
Figura 4	–	Teste de calibração dos nutrientes	13
Figura 5	–	Instalação dos vasos preenchidos com o solo utilizados no experimento.....	16
Figura 6	–	Fornecimento das soluções através de garrafas pets	17
Figura 7	–	Raleamento das plantas	18
Figura 8	–	Condução das plantas em espaldeiras verticais	18
Figura 9	–	Controle de pragas e doenças através da aplicação de defensivos químicos...19	
Figura10	–	(A) Instalação dos tensiômetros e extratores da solução do solo; (B) Monitoramento da umidade do solo e através do tensiômetros instalados.....	19
Figura 11	–	Instalação do sistema de irrigação por gotejamento	20
Figura 12	–	Avaliação de variáveis biométricas, clorofila e trocas gasosas cultura.....	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Características físico-química do solo Cambissolo Háplico utilizado no experimento.....	11
Tabela 2	– Parâmetros ajustados para equação de van Genuchten do material de solo Cambissolo utilizado no experimento.....	12
Tabela 3	– Composição química da água de abastecimento da UFERSA, utilizada para irrigação e composição dos tratamentos.....	14
Tabela 4	– Concentrações e doses de $N(NH_4 + NO_3^-)$ e K^+ na água de irrigação que foram aplicadas nos tratamentos durante o ciclo da cultura nos experimentos estudados.....	14
Tabela 5	– Valores médios dos teores de macro e micronutrientes da folha diagnóstica aos (45DAS) do melão “Gália” cultivados em ambiente protegido, e submetidos a doses de N e K na solução do solo.....	23
Tabela 6	– Atributos químicos do solo estudado na profundidade de 0-30 cm coletados ao fim do ciclo (60 DAS).....	24
Tabela 7	– Valores médios para o número de folhas das plantas do melão Gália, submetido a doses de N e K dos 20 aos 60 dias após a semeadura.....	26
Tabela 8	– Valores médios para a altura da planta (cm) do melão Gália, submetido a doses de N e K dos 20 aos 60 dias após a semeadura.....	27
Tabela 9	– Valores médios para o diâmetro do colo (mm) das plantas do melão Gália, submetido a doses de N e K dos 10 aos 60 dias após a semeadura.....	28
Tabela 10	- Valores médios para a área foliar (cm^2) das plantas do melão Gália, submetido a doses de N e K dos 10 aos 60 dias após a semeadura.....	29
Tabela 11	- Valores médios para a matéria seca (g/planta) das folhas (MSFOL) e do caule (MSC) das plantas do meloeiro aos 30 e aos 65 dias após a semeadura.....	31
Tabela 12	- Valores médios para a clorofila ($mg.dm^{-2}$), medido pelo clorofirômetro modelo Opti-sciences CCM-200, submetido a doses de N e K aos 30 e aos 60 dias após a semeadura.....	32
Tabela 13	- Valores médios para eficiência instantânea de carboxilação (μmol de $CO_2.m^{-2}.s^{-1}$), condutância estomática ($mmol m^{-2}.s^{-1}$) e concentração interna de carbono ($\mu mol m^{-2}.s^{-1}$) das folhas e dos caules das plantas do meloeiro aos 30 dias após a semeadura.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Prof	Professor
MSc	Mestre
Dr	Doutor
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação Automática
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
RN	Rio Grande do Norte
DAS	Dias após a semeadura

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
°C	Graus Celsius
°	Graus
'	Minutos
θ	Teta

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1. A CULTURA DO MELÃO	2
2.2. IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA	4
2.3. IMPORTÂNCIA DO NITROGÊNIO NA CULTURA	5
2.4. IMPORTÂNCIA DO POTÁSSIO NA CULTURA.....	6
2.5. FERTIRRIGAÇÃO NA CULTURA DO MELÃO	7
2.6. MONITORAMENTO DA FERTIRRIGAÇÃO POR USO DE EXTRATORES	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	9
3.2. DESCRIÇÃO EXPERIMENTAL	10
3.3. TESTE DE CALIBRAÇÃO DOS TRATAMENTOS	12
3.4. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	15
3.4.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E INSTALAÇÃO DOS VASOS NO INTERIOR DA ESTUFA.....	15
3.4.2. CULTURA E PLANTIO.....	15
3.4.3. FERTIRRIGAÇÃO E MANEJO DOS TRATAMENTOS.....	16
3.4.4. TRATOS CULTURAIS	17
3.4.5. SISTEMA DE IRRIGAÇÃO E MANEJO DA ÁGUA	19
3.4.6. MEDIDAS BIOMÉTRICAS, DE CRESCIMENTO E TROCAS GASOSAS.....	20
3.4.7. ESTATÍSTICA.....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.	22
4.1. TEORES DE NUTRIENTES NA FOLHA E NO SOLO	22
4.2 VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS.....	25
4.3. ACÚMULO E PARTIÇÃO DA FITOMASSA	29
4.4. CLOROFILA E TROCAS GASOSAS	31
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1. INTRODUÇÃO

O meloeiro (*Cucumis melo L.*) é uma das hortaliças mais cultivadas no país, com uma área cultivada de aproximadamente 23 mil hectares (SIDRA/IBGE, 2016). O Nordeste é o principal responsável pelo cultivo, com cerca de 95% da produção nacional, concentrada principalmente nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, que juntos são responsáveis por cerca de 75% da produção brasileira de melão, gerando renda e movimentando a economia. (IBGE, 2015).

A fertirrigação vem se destacando como umas das técnicas mais econômicas e eficientes de aplicação de fertilizantes, principalmente quando se utiliza por meio de sistemas de irrigação localizada (Burt et al., 1995).

O manejo geralmente é realizado por meio da aplicação de fertilizantes em doses previamente determinadas, podendo-se realizar o parcelamento de acordo com a marcha de absorção da cultura. Entretanto, esta técnica apresenta algumas desvantagens que podem ocorrer devido ao manejo inadequado, principalmente em sistemas intensivos de cultivos, tais como perdas dos nutrientes por lixiviação, contaminações de lagos e lençol freático, além de casos em que há salinização do solo devido a aplicações recorrentes dos fertilizantes.

O monitoramento da solução do solo com o uso de extratores de cápsula porosa têm sido estudados por vários pesquisadores, constatando-se que as culturas respondem ao manejo controlado e o solo tem apresentado melhores condições após o cultivo, a exemplo de Silva Júnior et al., (2010); Villas Boas (2015); Salomão (2012).

Recentemente tem ocorrido um aumento do número de produtores aderindo ao uso desta técnica. Sabendo da importância dessa cultura para região, diversas pesquisas vem sendo realizadas com o intuito de aprimorar a técnica da fertirrigação, utilizando o monitoramento dos íons da solução do solo. O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de diferentes concentrações de N e K na água de irrigação, no crescimento, nutrição e trocas gasosas do melão gália cultivado em ambiente protegido, na região de Mossoró-RN.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do melão

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) pertence à família das Cucurbitáceas, sendo uma olerícola muito apreciada e de grande popularidade no mundo; sendo uma das frutas frescas mais exportadas pelo Brasil (Nascimento Neto et al., 2012). Essa espécie apresenta como centro de origem à África, onde a maioria dos autores considera para esta origem a forma selvagem ancestral (WHITAKER e DAVIS, 1962). Entretanto, foi na Índia onde ocorreu sua dispersão, espalhando-se deste país para todas as direções. Hoje, encontramos cultivares de melão em diversas regiões do mundo, desde os países mediterrâneos, centro e leste da Ásia, sul e centro da América e também o centro e sul da África (DEULOFEU, 1997).

O melão é uma planta anual, herbácea, rasteira, de haste sarmentosa, provida de gavinhas axilares e folhas simples, palmadas, pentalobuladas, angulosas quando jovens e subcodiformes quando desenvolvidas (Pedrosa, 1997). Possui hábito de crescimento rasteiro, com ramos laterais podendo atingir até três metros de comprimento. Possui sistema radicular fasciculado, com crescimento abundante nos primeiros 30 cm de profundidade (Filgueira, 2003). O formato dos frutos variam de esféricos a extremamente alongados, sabor de polpa de amargo a doce e com diferentes colorações de casca (STEPANSKY et al., 1999).

Segundo Duarte (2000), existem dois grupos considerados mais importantes, que correspondem aos melões inodoros e aromáticos, respectivamente. No primeiro inclui-se a variedade *inodoruse* no segundo grupo as variedades *reticulatuse cantalupensis*. Os *Inodorus* apresentam casca lisa ou levemente enrugada, de coloração amarela, branca ou verde-escura. No segundo grupo, os frutos apresentam a superfície rendilhada, verrugosa com a presença de gomos ou não, polpa com aroma característico, podendo ser de coloração alaranjada, verde ou salmão (Alves et al., 2000).

Em contrário, os melões do grupo *cantalupensis* são os mais consumidos no mercado exterior, apresentando a casca recoberta por rendilhamento corticoso, de coloração amarelada a esverdeada, destacando os tipos: Cantaloupes, Gália e Charentais (FILGUEIRAS et al., 2000; SILVA et al., 2002). O melão é uma fruta que exhibe enorme variação no tamanho, forma, cor, sabor, textura e composição química, apresentando de

um modo geral, forma arredondada com cerca de 20 cm de comprimento e peso variável de acordo com o cultivar (FERGANY et al., 2010).

A planta adapta-se melhor aos climas quentes e secos, requerendo irrigação para suprir a sua exigência hídrica. Em temperaturas abaixo de 13 °C o crescimento da planta é reduzido, enquanto que em temperaturas entre 20 °C e 30 °C o desenvolvimento e a produtividade da cultura são favorecidos (SILVA et al., 2000).

A radiação solar também tem papel fundamental na produção do meloeiro. Isso porque, a luz é necessária para que ocorra a fotossíntese. Desta maneira, a radiação solar interfere diretamente na produção e na qualidade dos frutos, por meio do acúmulo de açúcares proveniente da fotossíntese. Para o cultivo do meloeiro é recomendável o plantio em regiões com insolação na faixa de 2.000 horas luz/ano a 3.000 horas luz/ano. (EMBRAPA, 2010).

No tocante à umidade do ar, a faixa ideal durante a fase de crescimento é de 60 a 70%, em locais com umidade acima de 75% há altas possibilidades de doenças fúngicas que causam quedas das folhas, produzindo frutos menores e com pequena quantidade de açúcares (Mendes et al., 2010).

As regiões que apresentam alta luminosidade, baixos índices pluviométricos, baixa umidade relativa e altas temperaturas durante a maior parte do ano, permitem que haja produção de até 3 ciclos de melão no ano, com frutos possuindo alta qualidade. (Filgueira, 2000; Gurgel et al., 2000).

O tipo de solo ideal para o cultivo desta olerícola, é o de textura franco-arenosa ou areno-argilosa, leve, solto, profundo, bem estruturado, e com boa drenagem, com pH variando de 6,4 a 7,2 e saturação por bases de 80%, ricos em matéria orgânica. Solos com pH levemente ácido podem favorecer o desenvolvimento de doenças como o cancro das hastes (COSTA, 2008; EMBRAPA, 2010). A necessidade hídrica da cultura varia de 300 a 550 mm por ciclo, dependendo das condições climáticas da região, do ciclo da cultura e do sistema de irrigação a ser adotado (Marouelli et al., 2003).

O plantio normalmente é realizado por semeadura direta, porém no caso dos híbridos, devido ao alto custo das sementes, usa-se o plantio de mudas, preparadas em bandejas de poliestireno expandido (isopor), sacos plásticos ou saquinhos de jornal (Anjos et al., 2003). O início da colheita se dá cerca de 60 a 65 dias após o plantio, entretanto em países que competem no mercado com Brasil, como a Espanha, o início da colheita se dá entre 120 a 125 dias após o plantio (FILGUEIRAS, 2000).

A avaliação da condutância estomática é um fator importante durante todo o ciclo da cultura. Assim como outros fatores ambientais, as idades da planta e das folhas também influenciam na avaliação da mesma.

A planta apresentar uma menor condutância estomática, o que não significa que ela demande menos água. Uma planta pode transpirar menos que a sua vizinha, mas não porque ela absorveu menos água do solo, e sim porque seus mecanismos de adaptação permitem que ela mantenha uma maior porcentagem desta água em seu interior. Por meio da redução da condutância estomática, a perda de água pelos estômatos é diminuída, no entanto, há restrição à entrada de CO₂, provocando a redução da fotossíntese e da respiração (Araújo & Demicinis, 2009).

2.2 Importância socioeconômica

De acordo com a FAO (2014), o principal produtor mundial de melão é a China com mais de 11 milhões de toneladas produzidas. O Brasil ocupa a 11ª posição no ranking mundial dos países produtores de melão. No Brasil, o melão é bastante apreciado e cultivado, ocupando, em 2013, uma área de 22.810 hectares, com produção de 575.386 toneladas de frutos, chegando a um rendimento de 96.635 kg ha⁻¹ (IBGE, 2013).

O cultivo do melão no Brasil vem a cada ano se desenvolvendo mais, sua adaptação a condições edafoclimáticas em regiões tropicais, se dá basicamente na região Nordeste, onde atualmente predomina a produção da cultura, sendo responsável por 95% da produção brasileira (IBGE, 2015).

Os estados do Ceará e do Rio Grande do Norte destacam-se como os principais produtores nacionais de melão, contribuindo com 86,9% do percentual regional. Apesar de o Rio Grande do Norte ser o maior produtor do País, entre os anos de 2011 e 2012, apresentou aumento de apenas 0,7% na produção. No Ceará, nesse mesmo período, houve incremento superior a 50% na produção do fruto. Em 2014, a diferença de produção entre os dois Estados foi inferior a 5% (IBGE, 2016).

Com isso, as exportações brasileiras também tiveram resultados positivos. Segundo a Secretaria de Comércio Exterior, em 2016 apesar da manutenção frente ao ano anterior, o volume de melão enviado foi de 224 mil toneladas. Já a receita foi de US\$ 148 milhões, queda de apenas 4% em comparação com 2015 – resultado relacionado à grande competitividade do mercado e ao câmbio. Entre agosto/17 e março/18, as exportações totalizaram 224 mil toneladas, somando US\$ 163 milhões.

A frequente inovação e aperfeiçoamento de novas tecnologias tem promovido contínua expansão no mercado nacional do agronegócio do melão. Além de promover uma expressão significativa no mercado internacional, gerando empregos e renda no semiárido nordestino com destaque na participação de pequenos, médios e grandes produtores nos mercados nacionais e internacionais (CRISÓSTOMO et al., 2008).

2.3 Importância do Nitrogênio na cultura

O nitrogênio é um nutriente essencial para vida vegetal, pois é constituinte da estrutura do protoplasma da célula, da molécula da clorofila, dos aminoácidos, proteínas e de várias vitaminas, influencia também as reações metabólicas das plantas, promovendo as maiores modificações morfofisiológicas tendo como possibilidade de alterar o número, o peso e a qualidade dos frutos (MARSCHNER, 1995).

Exerce influência no crescimento e desenvolvimento, tendo efeito direto nas relações fonte-dreno, por alterar a distribuição de assimilados entre a parte vegetativa e reprodutiva (QUEIROGA et al., 2007).

O nitrogênio é absorvido nas formas de NO_3 e NH_4^+ em todos os vegetais, sendo necessário para a síntese de aminoácidos que compõem as proteínas, clorofila, alcalóides, ácidos nucleicos, hormônios, enzimas e vitaminas. Além disso, tem influência sobre o desenvolvimento do sistema radicular e na absorção do potássio e maturação dos frutos (MARSCHNER, 1995).

Além disso, o nitrogênio é um nutriente altamente relacionado com a fotossíntese, respiração, desenvolvimento, atividade das raízes e absorção de outros nutrientes. No meloeiro a carência de nitrogênio determina formato alongado, coloração clara do fruto, além de provocar a redução do crescimento do mesmo e a limitação do crescimento vegetativo (Purquerio et al., 2005).

Contudo, o excesso de N pode prejudicar o crescimento radicular, diminuir a resistência das plantas a períodos de seca, aumentar os problemas relacionados com salinidade (PRADO, 2008).

Todavia, em ambiente protegido, é comum a aplicação de doses excessivas de N, resultando em crescimento vegetativo excessivo e redução da produção comercial de frutos (Coelho et al., 2003).

Silva Junior, et al. (2010), avaliando resposta do meloeiro à fertirrigação controlada através de íons na solução do solo, obtiveram os valores máximos das

características de qualidade dos frutos com concentrações entre 240 e 260 mg L⁻¹ de N na solução do solo.

2.4 Importância do Potássio na cultura

O Potássio(K) é o nutriente mais extraído do solo pelo meloeiro (45%) (MEDEIROS et al., 2008). A absorção de potássio está vinculada à genética da planta e ao estágio de desenvolvimento, sendo que, em muitas espécies frutíferas, a absorção ocorre principalmente durante a fase vegetativa, quando o fornecimento amplo de hidratos de carbono está disponível para os processos de crescimento e de absorção pela raiz (SILVA et al., 2000).

Esse nutriente age como catalisador de algumas reações enzimáticas, e está envolvido com a turgidez das células, abertura e fechamento dos estômatos, e no processo de síntese, acumulação e transporte de carboidratos. As plantas o absorvem na forma de K⁺, e é o elemento de maior mobilidade na planta, passando com facilidade de uma célula para outra e do xilema para o floema. O potássio é absorvido pelas raízes na forma de íon K⁺ por um processo ativo de difusão. De todos os nutrientes requeridos para o crescimento das plantas, os efeitos do potássio são mais representativos no aprimoramento da qualidade produtiva das culturas (KANO, 2002).

A aplicação de doses mais elevadas de potássio tende a induzir alterações, principalmente, no peso e no tamanho dos frutos, aumentando, normalmente, a produtividade. Entretanto, maiores doses não implicam necessariamente em incrementos de produtividades, além de ocorrerem maiores custos (Silva & Marouelli, 2002). Por sua vez, a deficiência deste nutriente reduz o crescimento radicular, aumenta o acamamento de plantas, a suscetibilidade fitossanitária e diminui a resistência ao estresse hídrico. O excesso confere às plantas sintoma semelhante ao excesso de salinidade, além da ocorrência de deficiência induzida de cálcio e magnésio (PRADO, 2008).

2.5 Fertirrigação na cultura do melão

Entende-se por fertirrigação a aplicação dos fertilizantes e, mais concretamente, dos elementos nutritivos necessários aos cultivos, juntamente com a água de irrigação. Trata-se, portanto, de uma técnica que aproveita os sistemas de irrigação como meio de distribuição destes fertilizantes (VIVANCOS, 1996). A aplicação dos nutrientes recomendados se dá na forma parcelada. Tanto o parcelamento quanto a frequência de aplicação de nutrientes, bem como a quantidade de fertilizantes por aplicação, dependem da marcha de absorção de nutrientes pela cultura nos seus diferentes estádios de desenvolvimento (SOUSA; SOUSA, 1992, 1998).

A fertirrigação é empregada em mais de 75% de toda a produção agrícola de Israel e em praticamente 100% da produção irrigada por gotejamento em países como Estados Unidos, Espanha, Holanda, Austrália, Israel e África do Sul. Assim, nos países em que a agricultura irrigada é desenvolvida, a fertirrigação tornou-se uma das principais práticas responsáveis pela obtenção de altas produtividades. E vem sendo utilizada em todo o país e, em algumas regiões e culturas, seu uso tem sido mais frequente. No Nordeste cerca de 80% do melão produzido na região é fertirrigado por gotejamento (VILLAS BÔAS et al., 2001).

Segundo Burt, O'connor e Ruehr (1995), a fertirrigação é o mais econômico e eficiente método de aplicação de fertilizantes, especialmente quando aplicado através de sistema de irrigação localizada, assegurando a aplicação dos fertilizantes diretamente na região das raízes das plantas, e com o fracionamento das doses, possibilitando o aumento da eficiência da adubação.

Utilizando esta técnica de forma inadequada, a ameaça de dano ambiental se torna inevitável, mas um manejo adequado pode aumentar o rendimento, melhorar a qualidade, produtividade, além de representar o melhor método de aplicação de fertilizantes para prática agrícola intensiva e sustentável (PAPADOPOULOS, 1999).

No entanto, os principais problemas observados, segundo Villas Boas et al. (2001), estão associados a uso incorreto dessa técnica, na maioria das vezes da falta de informações adequadas ou utilização de forma empírica, ocasionando prejuízos de produtividade e desestímulo ao uso de fertirrigação por parte de alguns produtores. Observam-se casos de salinização do solo, perdas por lixiviação de nutrientes, e possibilidades de contaminação e, ou eutrofização de mananciais, além do alto custo de

produção, devido à aplicação excessiva de fertilizantes, o que acontece por não haver monitoramento na concentração de íons na solução do solo.

2.6 Monitoramento da fertirrigação por uso de extratores

Smethurst (2000) mostra que a composição da solução do solo reflete diretamente o equilíbrio entre minerais e vegetais, constituindo o meio móvel onde ocorrem processos de absorção radicular, reações químicas do solo e a distribuição espacial dos solutos, sendo um indicador eficaz da fertilidade de nutrientes presentes no solo e água.

A concentração de íons na solução do solo é de fundamental importância para o suprimento nutricional das plantas. Esta varia amplamente, dependendo de fatores ambientais e climáticos como umidade do solo, temperatura, profundidade, pH, capacidade de troca catiônica, potencial redox, teor de matéria orgânica, atividade microbiana e quantidade de fertilizantes aplicados (GOTO; GUIMARÃES; ECHER, 2001).

O uso de extratores de solução do solo e o monitoramento do solo através da solução extraída tem sido estudados no meio científico por vários pesquisadores, demonstrando-se que as culturas respondem ao manejo controlado, e o solo tem apresentado melhores condições após o cultivo, Silva Júnior et al., (2010) e Medeiros et al., (2012).

Dentre as técnicas desenvolvidas para extração da solução do solo destacam-se os métodos do deslocamento (Elkhatib et al., 1986), centrifugação (Miranda et al., 2006), pasta de saturação do solo (Richards, 1954; Souza et al., 2012); cápsulas extratoras porosas (Lima, 2009) e extratos aquosos em diferentes relações solo:água (Richards, 1954; Chowdhury et al., 2011).

O método de extração da solução do solo por meio de cápsulas porosas vem ganhando destaque uma vez que representa as condições reais de umidade e concentrações dos elementos disponíveis às plantas, além de possibilitar a coleta da fase líquida diretamente em campo e não ser destrutivo, propiciando a repetição de coleta da solução do solo no mesmo local, favorecendo monitoramentos por longos períodos. (Marques et al., 2012),

Para determinar os teores de nitrogênio e potássio na solução do solo, Silva et al., (2003) utilizaram extratores de solução do solo e, nestes, a aplicação do vácuo era feita

12 horas após a irrigação, por meio de uma bomba de vácuo, promovendo uma tensão de aproximadamente 80 kPa.

Outras vantagens do uso de extratores de solução do solo é que as soluções extraídas encontram-se em umidade equivalente ao momento em que a solução do solo é absorvida pela planta e os solutos são os mesmos, a amostragem é sistemática e não destrutiva. Uma vez que o monitoramento periódico tenha sido estabelecido, a concentração de fertilizantes aplicados via fertirrigação pode ser controlada ficando em uma faixa adequada para o estabelecimento das plantas e o pleno desenvolvimento destas (MEDEIROS et al., 2012).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização geográfica da área experimental

O estudo foi realizado entre os meses de abril a outubro de 2017, sob condições de casa de vegetação da Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, localizada nas coordenadas geográficas de 5° 11' de latitude sul e 37° 20' de longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 18 m. O clima local é classificado como BSw^h com base na classificação de Köppen e a média anual de precipitação é da ordem de 678 mm. As médias anuais de temperatura, insolação e umidade relativa são 27,4°C; 2360 horas anuais e 68,9%, respectivamente (CARMO FILHO; OLIVEIRA, 1995).

A casa de vegetação é construída em estrutura metálica com 3,0 metros de pé direito e cobertura em arco coberta com plástico transparente tratado contra a ação dos raios ultravioletas e as laterais fechadas com tela tipo sombrite 50%. A estufa tem as seguintes dimensões: 7,0 m de largura e 18,0 m de comprimento (Figura 1).

Figura 1: Vista externa da casa de vegetação onde foi montado o experimento, Mossoró, RN (2018).



3.2 Descrição experimental

O trabalho foi conduzido em duas etapas, onde a primeira compreendeu a construção de curvas de calibração das soluções com fertilizantes nitrogenados e potássicos e de curvas de retenção de umidade para o solo. A segunda etapa compreendeu a realização de um experimento em vasos conduzidos em casa de vegetação.

O material de solo utilizado no experimento foi coletado na fazenda “Roçado Grande”, localizada no município de Upanema/RN, em uma área ainda não cultivada. A área foi escolhida por representar solos característicos da região produtora de melão do RN. De acordo com a metodologia da Embrapa (1999), o solo foi classificado como Cambissolo Háplico Ta Eutrófico (CXVe) (EMBRAPA, 1997). Posteriormente foram retiradas sub-amostras de cada material de solo para a caracterização física (granulometria, densidade de partículas e densidade global) e química seguindo metodologia recomendada pela EMBRAPA (1997). As características iniciais estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Características físico-química do solo Cambissolo Háplico utilizado no experimento.

pH (água)	P (mg/dm ⁻³)	K	Na	Ca	Mg (cmol/d ⁻³)	Al ³ (H+Al)
7,58	0,2	148,8	127,4	13,5	1,05	0,0
Densidade do solo		Areia		Silte		Argila
----- (kg.m ⁻³) -----		-----		----- (g.kg ⁻¹) -----		-----
1,53		0,66		0,04		0,31

A princípio a caracterização hídrica do solo, foi realizada a partir de testes de umidade, com a finalidade de construir curvas de calibração, e obter a correlação entre a condutividade elétrica (CE) e mensurar os níveis de nitrogênio (N-NO₃⁻) e potássio (K⁺) aplicadas ao solo estudado. Este processo foi executado com a finalidade de se obter parâmetros a serem utilizados no manejo da fertirrigação na cultura do melão.

Para isso, foram utilizados vasos plásticos com capacidade para 10 litros, onde os solos foram acondicionados sobre uma manta tipo “bidim” e uma camada de brita nº 1 para facilitar a drenagem da água. A base dos vasos foi perfurada para que ocorresse a drenagem livre em sua parte inferior. Após o enchimento dos vasos, foram instalados tensiômetros a 15 cm de profundidade (Figura 2), e em seguida, os vasos foram colocados na casa de vegetação para simulação das mesmas condições climáticas do experimento, com um total de quatro blocos.

Figura 2: Instalação dos vasos para realização do teste para determinação das curvas de umidade do solo, Mossoró,(2018)



A saturação dos solos foi realizada através de microtubos do tipo espaguete até atingir a sua drenagem livre, onde foi cessado o gotejamento. Foram realizadas avaliações

diárias de tensão e umidade durante 14 dias, período no qual as leituras tensiométricas começaram a ficar constantes.

Para verificar a umidade do solo foram retiradas amostras de cada vaso em três diferentes profundidades (0-5, 5-10, 10-15 cm) verificando-se a umidade em diferentes pontos, as quais posteriormente, foram correlacionadas com as leituras tensiométricas, para se construir a curva de retenção de umidade do solo. Na Tabela 2 são apresentadas os parâmetros e coeficientes para a obtenção da curva de retenção de umidade do solo estudado.

Tabela 2: Parâmetros ajustados para equação de van Genuchten do material de solo Cambissolo utilizado no experimento.

	θ_r	θ_s	α	n	m	R^2
Solo	0,089	0,443	0,056	1,957	0,489	0,9756

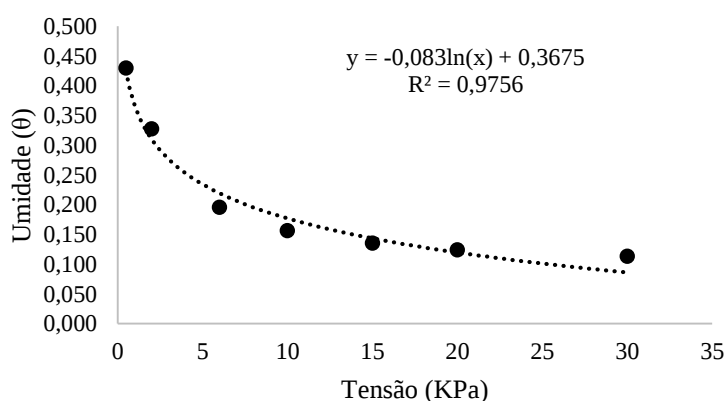


Figura 3: Ajuste da umidade do solo em função da tensão medida no tensiômetros instalado no solo

3.3 Teste de calibração dos tratamentos

Basicamente o experimento consistiu no controle da concentração de nitrogênio ($N-NH_4 + NO_3^-$) e potássio (K^+) na solução do solo, utilizando-se extratores de solução para obtenção do extrato e determinando-se os íons na solução do solo, partindo da concentração desses nutrientes na água de irrigação, para realização do monitoramento.

Os tratamentos foram baseados nos resultados obtidos por Silva Júnior (2010), que desenvolveu seu trabalho em vasos, a partir do qual foi estabelecida uma concentração na solução do solo considerada padrão (100%), que correspondeu a 168 e

234 mg/L⁻¹ de N e K respectivamente, e a partir desta, foram adotados 5 níveis (0, 50, 100, 150 e 200%) dos fatores concentração de N (NH₄ + NO₃⁻) e de K⁺ na solução do solo, sendo a partir disso, destinadas proporções, onde esses foram combinados isoladamente. Assim, os tratamentos de N e K⁺, em relação a uma concentração considerada padrão (%) foram definidos da seguinte forma: 0 - 0, 50 - 50, 100 - 100, 150 - 150, 200 - 200, totalizando 5 tratamentos.

Para adequação das doses que foram utilizadas no experimento, e com base nos diferentes teores de N-NH₄ + NO₃⁻ e K⁺ na solução do solo, foi realizado o teste de calibração dos tratamentos. Para isso, utilizou-se vasos plásticos com capacidade para 3 litros, onde o material de solo coletado foi acondicionado sob uma camada de brita nº 1 e uma manta “bidim”. A base dos vasos foi perfurada para permitir a drenagem em sua parte inferior. A umidade do solo e a extração da solução do solo, foram monitoradas através de tensiômetros e extratores de cerâmica de cápsula porosa instalados a 15 cm de profundidade, mantendo a superfície de cada vaso coberta com plástico afim de manter a umidade do solo (Figura 4).

Figura 4: Teste de calibração dos tratamentos.



A curva de calibração foi construída para cada íon, utilizando doses separadas e crescentes. Nos vasos utilizados no ensaio foi feita a adubação de fundação para que o sistema simulasse a mesma condição dos vasos do experimento na estufa. Para o preparo das soluções utilizadas na curva de calibração foram usados os seguintes sais: fosfato monopotássico (KH₂PO₄), nitrato de potássio (KNO₃), sulfato de magnésio (MgSO₄), cloreto de potássio (KCl) e cloreto de cálcio (CaCl₂), sendo estes sais dissolvidos em água proveniente de um poço profundo, localizado no Campus Oeste da UFERSA. A composição química da água utilizada está apresentada na (Tabela 3).

Tabela 3: Composição química da água de abastecimento da UFERSA, utilizada para irrigação e composição dos tratamentos.

pH ¹	CE	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg	Cl ⁻	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	RAS	Dureza	Cátions	Ânions
(água)	dSm ₁ ⁻									mg L ⁻¹	---mmol _c L ⁻¹ ---	
7,5	0,55	0,25	4,44	1,0	0,9	2,4	0,7	3,4	4,6	95,00	6,6	6,5

Depois de instalados os vasos, foram aplicadas soluções padrões com concentrações de N e K conforme os tratamentos, e após 48 horas, aplicou-se o vácuo de 70 kPa para retirada da solução do solo, que foi coletada e analisada no Laboratório de Irrigação e Drenagem – UFERSA. Os íons de N-NH₄⁺ + NO₃⁻ e K⁺ foram determinados conforme a metodologia da Embrapa (2006), utilizando o microdestilador de nitrogênio e o fotômetro de chamas, respectivamente.

Para auxiliar a tomada de decisão na aplicação dos nutrientes, foram realizadas análises semanais para o acompanhamento de aplicação e acúmulo dos nutrientes na solução do solo durante o ciclo da cultura.

Tabela 4: Concentrações e doses de N(NH₄⁺ + NO₃⁻) e K⁺ na água de irrigação que foram aplicadas nos tratamentos durante o ciclo da cultura nos experimentos estudados.

	Concentrações		Solo			
	NO ₃ ⁻	K ⁺	NO ₃ ⁻	K ⁺	NO ₃ ⁻	K ⁺
	---mg/L ⁻¹ ---		---(g/vaso)---		---(kg/ha)---	
N0K0	0	0	0	0	0,0	0,0
N1K1	84	117	2,46	3,55	40,8	58,9
N2K2	168	234	4,93	7,11	81,8	118,0
N3K3	252	351	7,4	10,67	122,8	177,1
N4K4	336	468	9,87	14,22	163,8	236,1

¹ pH - potencial hidrogeniônico; Ce – condutividade elétrica; K⁺ - potássio; Na⁺ - sódio; Ca⁺² – cálcio; Mg⁺² – magnésio; Cloreto; CO₃⁻² – carbonato; HCO₃⁻ - bicarbonato RAS = Na⁺ / [(Ca⁺² + Mg⁺²) / 2]^{1/2}

3.4 Instalação e condução do experimento

3.4.1 Delineamento experimental e instalação dos vasos no interior da estufa

O material de solo (cambissolo) foi coletado e transportado para a casa de vegetação onde a pesquisa foi realizada, e após ser seco ao ar livre, foi peneirado em peneira com malha de 4 mm para retirada de raízes ou outros componentes grosseiros. Todos os vasos receberam a mesma quantidade de material de solo, correspondendo a 20 kg.

Os vasos foram preenchidos de forma que o material se acomodasse a ponto de apresentar densidade global semelhante à densidade original do solo. Estes foram distribuídos no interior da estufa seguindo o princípio da casualização dos tratamentos em quatro fileiras.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, sendo avaliados 5 tratamentos, totalizando assim 20 parcelas. Cada parcela experimental foi constituída por dois vasos com sistema de drenagem no fundo, totalizando 40 vasos. Utilizou-se o espaçamento de 1 metro entre fileiras e 0,5 m entre plantas (Figura 8).

Para facilitar a drenagem do excesso de água, os recipientes foram parcialmente embutidos no piso da estufa sobre uma camada de areia grossa e brita feita através do sistema de drenagem instalado abaixo das linhas de plantio, permitindo maior controle das condições da casa de vegetação.

Foram utilizadas como bordadura duas fileiras extras situadas nas extremidades laterais da casa de vegetação e um vaso em cada extremidade das linhas. Após o preenchimento dos vasos, foi realizada a adubação de fundação para o experimento, utilizando-se como fonte de nutrientes o superfosfato simples e aplicando-se 8 g por vaso. O fertilizante é composto de 18% de Pentóxido de fósforo (P_2O_5), 16% de Cálcio (Ca) e 8% de Enxofre (S).

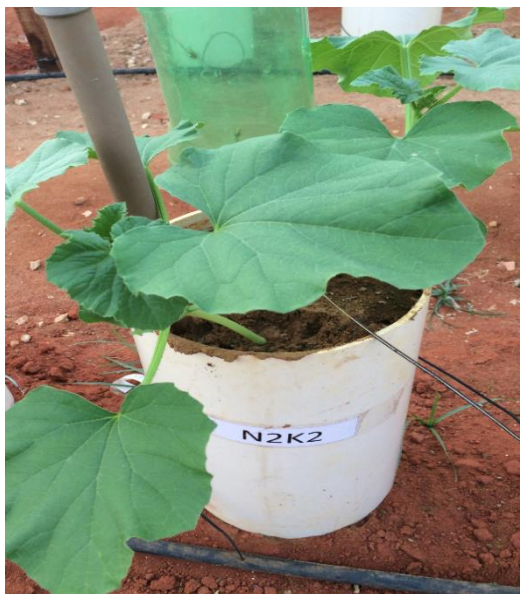
3.4.2 Cultura e plantio

A cultura utilizada foi o meloeiro (*Cucumis melo* L.) do tipo Gália, cultivar “McLaren” da SACATA, onde essa variedade possui boa aceitabilidade no mercado interno e externo. Este tipo apresenta casca enrugada e polpa de coloração verde.

O plantio foi realizado por semeadura direta, colocando-se quatro sementes por vasos. O plantio ocorreu entre os meses de agosto a outubro de 2017, onde a germinação ocorreu em cinco dias (Figura 5).

Figura 5: Instalação dos vasos preenchidos com o solo utilizado no experimento.

Mossoró/RN, 2018



3.4.3 Fertirrigação e manejo dos tratamentos

Anteriormente a realização do plantio, foram aplicados nos vasos um volume de soluções suficiente para elevar a umidade para a capacidade do vaso. Aplicou-se para cada tratamento concentrações de N e K igual a concentrações que se pretende na solução do solo. Inicialmente por ocasião da semeadura foram aplicados aos vasos 3,5 L das soluções estabelecidas para cada tratamento no solo, levando em consideração características da umidade do solo.

Posteriormente as concentrações pré-estabelecidas para cada tratamento foram diluídas em 10 L de água, e distribuídas em garrafas pet em cada vaso simulando o sistema de gotejamento com um microtubo na extremidade.

Unida as garrafas, foram instalados emissores do tipo espaguete que simularam o sistema de irrigação por gotejamento, ou seja, com controle do volume de solução aplicada. Para eventuais ajustes de doses, foram utilizadas provetas e beckers, onde eram

aplicadas de forma individual em cada vaso com volume constante de água suficiente para elevar a umidade do solo à máxima capacidade de campo (Figura 6).

Figura 6: Fornecimento das soluções através de garrafas pets.



No decorrer do ciclo, semanalmente foram realizadas análises da solução do solos para verificar os níveis das concentrações de N e K, e a partir dos resultados foram realizadas a aplicação das respectivas soluções, visando manter as concentrações definidas para cada tratamento. As fontes de nutrientes utilizadas para o preparo das soluções foram: nitrato de potássio (KNO_3), uréia ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), nitrato de cálcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)$ e cloreto de potássio (KCL). Os micronutrientes utilizados foram o Ferro (Fe), Zinco (Zn), Cobre (Cu), Boro (B) e Molibdênio (Mo), com 52, 72, 31,2, 41,6, e 10,4 gramas respectivamente sendo aplicados em duas vezes nos eventos de fertirrigação.

3.4.4 Tratos Culturais

O desbaste das plantas foi realizado aos 10 dias deixando-se duas plantas por vaso. Aos 30 dias após a semeadura, por ocasião de floração plena foram retiradas uma planta para análise do tecido vegetal, deixando-se uma planta por vaso para dar continuidade ao experimento (Figura 7).

Durante este período foram realizadas capinas conforme necessário, mantendo-se a cultura no limpo.

Figura 7: Raleamento das plantas



O Tutoramento foi realizado verticalmente através da utilização de fitilhos que foram amarrados as espaldeiras instaladas nas linhas de plantio, os fios de arame liso que auxiliaram na sustentação e na própria condução das plantas. Ainda foi retirado os ramos laterais que se localizavam abaixo do primeiro fio da espaldeira, sendo os demais conduzidos em conjunto com a haste principal (Figura 8).

Figura 8: Condução das plantas em espaldeiras verticais.



Para o controle de pragas e doenças, adotou-se o manejo preventivo fazendo-se a aplicação dos defensivos recomendados o para a região. A cada 15 dias foram utilizados o Metiltionfan (12g/10 L) para o controle do oídio, e Conectt e Tracta (5ml /10 L) indicado para o controle de moscas brancas e mosca minadora (Figura 9).

Figura 9: Controle de pragas e doenças através da aplicação de defensivos químicos.



3.4.5 Sistema de irrigação e manejo da água

Com o auxílio das leituras nos tensiômetros e da curva característica de retenção de água no solo, foi realizado o manejo da irrigação a partir dos dados da umidade do solo. Foram instalados tensiômetros e extratores de cápsula porosa a uma profundidade de 15 cm, espaçados 10 cm entre eles para o controle da umidade e análises dos extratos da solução do solo. Utilizou-se um tensiômetro e um extrator em duas repetições de cada tratamento (Figura 10).

Figura 10: (A) Instalação dos tensiômetros e extratores da solução do solo; (B) Monitoramento da umidade do solo e através do tensiômetros instalados.



Diariamente foram realizadas as irrigações com o objetivo de recompor o volume de água absorvido pela planta, elevando a umidade do solo para a capacidade do vaso. Utilizou-se um emissor do tipo espaguete por vaso com comprimento de 1 metro com uma vazão média de $3,0 \text{ L h}^{-1}$. O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, sendo composto por duas caixas d'água de polipropileno de 500 litros suspensas, com registros manuais e linhas laterais. A água foi distribuída através de quatro linhas laterais principais e mais duas para as bordaduras. Em cada vaso foi colocado um microtubo de irrigação com diâmetro de 20 mm, sendo estes instalados nas linhas laterais emissor. Os emissores foram compostos por um fragmentador do jato de gotejo, para evitar a erosão superficial do solo, de modo que estivessem no centro de cada vaso, objetivando formar o bulbo úmido, concentrando assim os nutrientes empregados (Figura 10).

Figura 10: Instalação do sistema de irrigação por gotejamento.



3.4.6 Medidas biométricas, de crescimento e trocas gasosas

Foram avaliados aos 10, 20, 30, 40 e 60 dias após a semeadura (DAS) os seguintes parâmetros vegetativos: altura da planta, diâmetro do colo, número de folhas e área foliar, e aos 30 e 60 DAS e os teores de matéria seca da parte aérea (folha e caule), clorofila e trocas gasosas (aos 30 DAS) (Figura 11). Os procedimentos adotados foram os seguintes:

- Altura da planta (AP): com o auxílio de uma régua e de uma fita graduada, mediu-se o comprimento total das plantas, expressando-se o resultado em centímetros;
- Diâmetro do caule (DC): mediu-se o diâmetro do colo do caule com o auxílio de um paquímetro, expressando-se o resultado em milímetros;
- Número de folhas (NF): procedeu-se a contagem da quantidade de folhas que cada planta produziu, expressando-se o resultado em unidades;

- Área foliar (AF): foi obtida medindo as dimensões de comprimento e largura da folha representativa da planta utilizando-se a metodologia de Benincasa (2009). Mediu-se a área foliar expressando-se o resultado em centímetros quadrados (cm²);

$$AF = C \times L$$

- Clorofila (CL): Com o auxílio do clorofirômetro digital, foram realizadas leituras nas faces abaxial e adaxial para medição da clorofila. Modelo opti-sciences CCM-200

- Trocas gasosas (IRGA). Modelo Walz-gfs-3000fl

- Para a avaliação de teor de nutrientes das folhas aos 45 DAS, foram coletadas a 5ª folha de cada planta (folha diagnóstica), e foram realizadas as análises do tecido vegetal, de acordo com a metodologia da Embrapa (2009). As análises foram realizadas no laboratório de solo, água e planta (LASAP) pertencente a UFERSA.

Figura 11: Avaliação de variáveis biométricas, clorofila e trocas gasosas cultura.



3.4.7 Estatística

Com os dados coletados e tabulados foram realizadas análises prévias a análise de variância e quando foi necessário, os dados foram transformados. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANAVA), ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de comparações de médias para avaliação das médias dos tratamentos, gerados pelo software SISVAR (Ferreira,2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Teores de nutrientes na folha e no solo

A análise foliar é uma das maneiras de avaliar se o manejo adotado no solo possui os reflexos desejados nas plantas. O uso adequado da análise de folhas requer a compreensão das relações entre o crescimento vegetal e a concentração de minerais nas amostras de tecido da planta (Taiz & Zeiger, 2009).

O manejo nutricional da cultura pode ser melhorado pelo uso de análise foliar como ferramenta operacional (Camacho et al., 2012).

O teor foliar de N foi influenciado pela concentração de N na solução nutritiva (Tabela 5), obtendo-se crescimento linear com o aumento das doses de N, quando posteriormente com a aplicação da dose máxima houve decréscimo do teor de N que pode estar associado a lixiviação do nutriente.

Os teores foliares de P, encontram-se na faixa considerada adequada por Trani e Raij (1997), que recomendam entre 3 e 7 g kg⁻¹.

O teor foliar de K não foi influenciado pelos fatores, onde o maior teor foliar de K (32,7 g kg⁻¹) foi verificado no tratamento em que houve o menor crescimento das plantas, ou seja, na concentração de 84 e 117 mg/L de NO₃⁻ e K⁺ respectivamente. A redução do teor foliar de K, com o aumento das concentrações de N, pode ter ocorrido devido à competição entre os íons NH₄⁺ e K⁺ (DANTAS NETO et al., 2013), já que em soluções nutritivas com maiores concentrações de N, haviam maiores concentrações de NH₄⁺ no meio para balanceamento iônico. Existe um antagonismo entre esses nutrientes, pois a absorção da forma amoniacal inibe a absorção de cátions e favorece a absorção de ânions (MALVI, 2011). Em todos os tratamentos os teores se encontram dentro da faixa adequada de 25 a 40 g kg⁻¹ (TRANI; RAIJ, 1997).

O teor foliar de Ca apresentou concentrações abaixo da faixa considerada adequada por Trani e Raij (1997), que indicam entre 25 a 50 g kg⁻¹, apenas nos tratamentos N3K3 e N4K4, entretanto não foi observado sintomas de deficiência.

O teor foliar de Mg decresceu quando foi aumentada a concentração de N. A maior concentração de K proporcionou maiores teores foliares de Mg que a menor concentração de K, independentemente da concentração de N. Os teores foliares de Mg, com exceção

do N0K0, encontram-se na faixa considerada adequada por Trani e Raij (1997), que recomendam entre 5 e 12 g kg⁻¹, contudo não foram observados sintomas de deficiência.

O teor foliar de Fe apresentou crescimento com o aumento das doses de N e K, apresentando um decréscimo no tratamento N4K4, associado ao aumento das concentrações de P. O teor de Mn apresentou crescimento linear com o aumento das doses de N e K. O teor de Zn apresentou redução na folha com o aumento das concentrações de N e K, em relação ao tratamento N0K0 em que não houve aplicação de fertilizantes.

Tabela 5: Valores médios dos teores de macro e micronutrientes da folha diagnóstica aos (45DAS) do melão “Gália” cultivados em ambiente protegido, e submetidos a doses de N e K na solução do solo.

TRAT	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
	------(g/kg ⁻¹)-----					------(mg/kg ⁻¹)-----		
N0K0	31,5	4,0	31,4	8,1	4,6	34,9	12,7	23,6
N1K1	35,8	3,1	32,7	12,7	5,4	52,9	19,4	19,5
N2K2	37,3	3,1	32,6	12,9	5,2	57,2	24,4	22,2
N3K3	42,9	3,3	31,7	26,1	5,2	50,7	27,9	18,7
N4K4	39,6	3	31,4	32,5	5,1	53,1	34,6	19,1

O teor de nitrogênio, com variação de 31,5 a 42,9 g/kg⁻¹, observou-se uma pequena redução nos teores de nitrogênio do solo onde o mesmo diminuiu em função das doses crescentes de N aplicadas nos tratamentos, mas essa redução não foi suficiente para causar modificações entre os tratamentos. Essa redução está associada a maior absorção de nutrientes pela cultura durante o ciclo e que as doses aplicadas aos tratamentos não foram suficientes para atingir o desenvolvimento ideal quando comparado com o tratamento testemunha. Os valores de potássio no solo permaneceram praticamente inalterados até o fim do ciclo, sendo observada uma variação média de 116,54 a 254,06 mg/dm³ com valor médio geral de 185,92 mg/dm³. Os valores foram crescentes com o incremento das doses de K aplicadas e não houve redução até o fim do ciclo.

Segundo Grangeiro et al. (2005), a diminuição nos teores de K⁺ do solo nos últimos 10 dias do ciclo da cultura se deve ao período de maior crescimento dos frutos, e estes são os principais drenos de potássio, de vez que esse elemento é o mais absorvido pelos frutos. Fato não observado nesse experimento.

Os valores médios de pH não apresentaram diferença significativa entre o testemunha e os demais tratamentos analisados. As diferentes doses de N e K aplicadas não influenciaram o pH dos tratamentos, sendo observada uma variação de 7,22 a 7,38, apresentando média geral igual a 7,30. Em relação à reação do solo é comum o pH variar no decorrer do ciclo em função da alcalinidade da água de irrigação utilizada que normalmente está associada à concentração de bicarbonatos (DIAS et al., 2004; PAIVA et al., 2004).

Os valores das CEs variaram em média de 0,26 para 0,61 dS m⁻¹ e apresentando média geral igual a 0,50 dS m⁻¹. Segundo Souza et al. (2005) o aumento da CE reduz os teores de fósforo, nitrogênio, cálcio e magnésio nas folhas, raízes e frutos de berinjela cultivada em estufa, então verifica-se que a CE pode influenciar o estado nutricional da planta sob estresse salino, sendo um efeito negativo para as mesmas.

Paralelo ao aumento na acidez, observou-se diminuição nos teores de Ca²⁺, Mg²⁺ e na CTC. Esta acidificação é relacionada aos efeitos da adubação nitrogenada que favorece reações que produzem H⁺ (nitrificação) e a perda de cátions para camadas mais profundas, acompanhando o ânion NO₃⁻ (Tisdale et al., 1985).

Os valores da PST não apresentaram resultado significativo. As doses aplicadas nos diferentes tratamentos não foram suficientes para alterar a PST do solo analisado. O aumento nos teores das doses aplicadas não diferenciou os resultados para a variável PST, sendo observada uma variação de 2,27 a 3,23 e média geral igual a 2,57.

Tabela 6: Atributos químicos do solo estudado na profundidade de 0-30 cm coletados ao fim do ciclo (60 DAS).

TRAT	N (g/kg)	P -----mg/dm ³ -----	K	Na	Ca	Mg	CTC (água)	pH dS/m	CE	PST
N0K0	1,01	23,87	116,54	81,38	11,24	2,13	13,83	7,38	0,26	2,53
N1K1	0,88	28,65	146,19	100,05	11,33	1,91	13,49	7,34	0,49	3,23
N2K2	0,92	23,68	190,86	82,20	11,26	2,58	13,61	7,22	0,61	2,47
N3K3	0,87	21,68	221,94	71,23	11,28	2,05	13,60	7,28	0,53	2,37
N4K4	0,87	23,23	254,06	75,17	11,02	2,01	13,13	7,29	0,59	2,27

4.2 Variáveis biométricas

Na tabela 7 são apresentadas as médias para a variável número de folhas (NF). Verificou-se entre os períodos de 20 aos 40 DAS não foi observada diferença significativa em função da concentração da solução nutritiva. A partir dos 40 DAS, ocorreu a diferenciação dos tratamentos, com o incrementos no número de folhas permanecendo constantes até o final do ciclo. As médias observadas aos 20, 30 e 40 DAS foram, respectivamente: 7,0; 15,4; e 26,4.

Pode-se observar que o tratamento N0K0, tratamento testemunha, apresentou a menor média de NF com média de 32 folhas no fim do ciclo, esse comportamento já era esperado devido a não adição de nutrientes neste tratamento, principalmente o nitrogênio que é nutriente responsável pelo crescimento vegetativo, resultando em menor desenvolvimento da planta e consequentemente do menor número de folhas. Já o tratamento N1K1, que corresponde a 84 e 117 mg/L de N e K respectivamente, apresentou a maior média de NF com média de 47 folhas no fim do ciclo. A variação no fim do ciclo ocorreu entre o tratamento testemunha e os demais, que não apresentaram diferença significativa entre si, sendo o tratamento N1K1 o mais recomendado por além de apresentar a maior média, apresentar a menor utilização de fertilizantes.

Silva Júnior (2008) avaliando o número de folhas das plantas do meloeiro aos 66 dias após a semeadura, observou efeito significativo isolado do nitrogênio para essa variável, descrevendo que a obtenção do maior número de folhas depende apenas da adição de nitrogênio na solução do solo, que correspondem a 180 mg L⁻¹ para um número de, aproximadamente, 34 folhas.

Esse efeito pode ser explicado pela participação do N na composição de diversos compostos orgânicos fundamentais para as funções metabólicas das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Uma vez absorvido o N é rapidamente assimilado em diversos constituintes celulares, tais como os aminoácidos, proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos, pigmentos fotossintetizantes (clorofila), hormônios vegetais, vitaminas e metabólitos secundários (HAWKESFORD et al., 2012). Estes constituintes irão atuar em inúmeros processos fisiológicos e bioquímicos essenciais ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas (KANT, 2017), como catalisação de reações bioquímicas, síntese proteica, divisão celular, transporte de íons e moléculas, regulação gênica, fotossíntese e respiração).

Tabela 7 – Valores médios para o número de folhas das plantas do melão Gália, submetido a doses de N e K dos 20 aos 60 dias após a semeadura.

	20 DAS	30 DAS	40 DAS	60 DAS
N0K0	7,9a	15,1a	24,5a	32,0b
N1K1	7,5a	15,6a	27,5a	46,9a
N2K2	7,3a	15,0a	25,8a	44,3a
N3K3	7,0a	15,5a	27,3a	40,5ab
N4K4	8,0a	15,9a	26,9a	41,6ab
Média	7,0	15,4	26,4	41,1
CV (%)	7,5	5,9	7,7	12,4

Para a altura da planta (AP), foi observado crescimento constante entre os tratamentos aos 10-20 DAS (Tabela 8). Na fase de floração plena aos 30-40 DAS foi observada diferença entre os tratamentos N1K1 e N2K2 em relação aos tratamentos N3K3 e N4K4. A partir dos 40 DAS, a altura de plantas entre os tratamentos avaliados cresceu na mesma intensidade até o fim do ciclo. Isso está associado a variação temporal na altura da planta devido a fase de desenvolvimento, onde as fases de florescimento e frutificação passam a ter drenos mais fortes de fotoassimilados.

Assim, a planta acaba priorizando a produção de flores e desenvolvimento de frutos, reduzindo a quantidade de fotoassimilados para o resto da planta, fazendo assim com que o crescimento da planta diminua.

Foi verificado que o aumento das doses de N e K a partir dos 30 DAS proporcionou o crescimento das plantas nos tratamentos N3K3 e N4K4. Rizzo (2000), encontraram altura média das plantas aos 45 DAT de 1,59 m, valores esses próximos aos encontrados nessa pesquisa aos 40 DAS.

Não se observou efeitos de doses de nitrogênio e potássio, não havendo efeito significativo para esta variável aos 10, 20 e 60 DAS. No entanto foi observado que o tratamento N0K0, apresentou a menor média de AP com média de 233 cm no fim do ciclo. Já o tratamento N2K2 que corresponde a 168 e 234 mg/L de N e K respectivamente, apresentou a maior média de AP com média de 267 cm no fim do ciclo.

Pode-se observar que o aumento da altura do meloeiro está relacionado ao aumento do número de folhas na planta, uma vez que, a altura máxima foi obtida nas plantas que apresentaram maior número de folhas. O aumento da altura é uma

característica importante, pois em cada nó é originado uma folha. Da união da folha com o caule é formado os brotos que darão origem a novas hastes onde ocorrerão a fixação dos frutos (ITO, 2009).

Tabela 8 – Valores médios para a altura da planta (cm) do melão Gália, submetido a doses de N e K dos 20 aos 60 dias após a semeadura.

	10 DAS	20 DAS	30 DAS	40 DAS	60 DAS
N0K0	8,1a	41,9a	109,4ab	180,8ab	233,0a
N1K1	8,7a	46,5a	112,5ab	163,8b	238,1a
N2K2	8,4a	39,5a	99,0b	200,9ab	275,6a
N3K3	8,3a	50,0a	115,4a	210,4a	268,6a
N4K4	7,7a	46,4a	117,0a	206,3a	263,3a
Média	8,2	44,9	110,7	192,4	255,7
CV (%)	10,3	9,5	6,8	8,9	11,5

Na avaliação do diâmetro do colo (DC), não se observou efeitos de doses de nitrogênio e potássio durante todo o período de avaliação apresentando média ao final do ciclo de 8,8 mm, e coeficiente de variação de 7,86% durante o ciclo da cultura (Tabela 9). O tratamento N1K1 que corresponde a 84 e 117 mg/L de N e K respectivamente, apresentou a menor média de DC com média de 8,3 mm no fim do ciclo. Já o tratamento N4K4 que corresponde a 336 e 468 mg/L de N e K respectivamente, apresentou a maior média de DC com 9,2 mm no fim do ciclo. As médias encontradas dos 10 aos 60 DAS, foram respectivamente: 8,2; 44,9; 110,7; 192,4; 255,7.

Silva Júnior (2008) estudando melão tipo cantaloupe, em dois tipos de solo, registraram que o diâmetro do colo das plantas de meloeiro avaliado aos 53 dias após a semeadura em solo arenoso, aumentou de forma linear quando se aumentou as concentrações de potássio aplicado no solo.

Dias et al. (2006) ao avaliarem a salinidade e manejo da fertirrigação em ambiente protegido sobre o rendimento do meloeiro, verificarem que, o diâmetro do colo foi afetado linearmente pela salinidade inicial do solo, em todas as medições efetuadas, exceto aos 34 dias após o transplantio.

Tabela 9 – Valores médios para o diâmetro do colo (mm) das plantas do melão Gália, submetido a doses de N e K dos 10 aos 60 dias após a semeadura.

	10 DAS	20 DAS	30 DAS	40 DAS	60 DAS
N0K0	2,7a	6,1a	7,3a	7,7a	8,6a
N1K1	2,6a	6,1a	7,2a	7,9a	8,3a
N2K2	2,9a	6,9a	7,1a	8,3a	9,1a
N3K3	2,8a	6,3a	7,7a	8,1a	8,8a
N4K4	2,6a	6,5a	7,2a	8,0a	9,2a
Média	2,7	6,4	7,3	8,0	8,8
CV (%)	9,8	6,0	6,5	7,0	10,0

Na avaliação da área foliar (AF), aos 10 DAS foi observado diferença significativa entre os tratamentos N3K3 e N1K1, com médias de 59,8 cm²/planta e 70,1 cm²/planta respectivamente, mantendo-se constante e sem diferença entre os tratamentos até os 60 DAS, onde observou-se uma variação dos tratamentos para a AF no final do ciclo. Foi observada diferença significativa dos tratamentos N1K1 e N4K4 em relação ao tratamento testemunha (N0K0), sendo observado que o tratamento N0K0, apresentou a menor média de AF com média de 6284 cm²/planta, Já o tratamento N1K1 que corresponde 84 e 117 mg/L de N e K respectivamente da dose considerada padrão, apresentou a maior média de AF com média de 9929 cm²/planta, que embora não seja estatisticamente diferente da média obtida em N4K4, mas essa deve ser recomendada devido ao menor consumo de adubos (Tabela 10).

Analisando as médias obtidas a partir de 30 (DAS) pode-se observar um forte aumento na AF, intensificando-se nas fases de florescimento e frutificação, sendo este aumento observado com maior intensidade aos 20,40 DAS e ao final do ciclo.

Tabela 10 – Valores médios para a área foliar (cm²) das plantas do melão Gália, submetido a doses de N e K dos 10 aos 60 dias após a semeadura.

	10 DAS	20 DAS	30 DAS	40 DAS	60 DAS
N0K0	68,2ab	859,4a	2390,1a	4461,5a	6284,3b
N1K1	70,1a	750,5a	2293,7a	5580,5a	9929,2a
N2K2	69,1ab	840,4a	2383,1a	4963,1a	9224,0ab
N3K3	59,8b	813,7a	2502,1a	5293,5a	8830,9ab
N4K4	64,4ab	870,2a	2427,5a	4979,7a	9670,3a
Média	66,3	826,8	2399,3	5055,6	8787,7
CV (%)	6,2	8,4	12,4	11,8	14,8

4.3 Acúmulo e partição de fitomassa

Na avaliação da massa seca da folha (MSFOL) e massa seca do caule (MSC) das plantas aos 30 DAS, observou-se que não houve efeito significativo para a variável de MSF, com média geral de 12,7 g/planta. Para MSC pode-se observar que houve diferença significativa dos tratamentos N0K0 e N1K1, com médias de 7,3 g/planta e 6,9 g/planta respectivamente, em relação aos tratamentos N3K3 e N4K4, que apresentaram médias de 8,6 g/planta e 8,5 g/planta respectivamente, ou seja, o aumento das doses de nitrogênio e potássio aplicadas influenciaram na matéria seca do caule aos 30 DAS.

Aos 65 DAS para MSFOL foi observado diferença significativa dos tratamentos N1K1 e N2K2, em relação ao tratamento testemunha (N0K0). Já para MSC observou-se que não houve efeito significativo, ou seja, o aumento da concentração das doses de N e K na solução do solo não diferenciou essas variáveis entre os demais tratamentos com média geral de 120,3 g/planta (Tabela 11).

Essa não significância pode estar associada as doses aplicadas, que não foram suficientes para a planta atingir seu desenvolvimento ideal, visto que o acúmulo de fitomassa está associada a produção da cultura. Os tratamentos que continham as maiores doses de N e K na composição não garantiram aumentos dos acúmulos de fitomassa seca na parte aérea ao longo do ciclo do meloeiro. Foi-se observada uma variação de 12,2 a 13,3 g/planta e média geral igual a 12,7 g/planta de MSFOL e variação de 6,9 a 8,6

g/planta com média geral de 7,8 g/planta para MSC aos 30 DAS. Já aos 65 DAS foi observada uma variação de 240,1 a 591 g/planta e média geral igual a 458,8 g/planta de MSFOL e variação de 92,3 a 139,8 g/planta com média geral de 120,3 g/planta para MSC.

Observou-se que na taxa de MSFOL aos 65 DAS houve decréscimo de acordo com o aumento gradativo das doses de N e K, que pode estar associada a lixiviação e volatilização dos nutrientes devido a altas doses aplicadas.

Como os nutrientes absorvidos pelas raízes não são suficientes para suprir as necessidades de crescimento dos frutos, os nutrientes são translocados das folhas para os órgãos em crescimento, ocorrendo senescência rápida das folhas (TA, WEILAND, 1992).

Silva Júnior (2008) estudando melão tipo cantaloupe em dois tipos de solo, verificou resultado significativo para a matéria seca total (MSC + MSFOL) aos 66 DAS com o efeito das concentrações de 155 mg/L^{-1} para nitrogênio e 468 mg/L^{-1} de potássio em ocorrência simultânea, que resultou em aproximadamente 13 gramas de matéria seca acumulada em cada planta, situação não observada nesta pesquisa. No entanto, para essas variáveis, é possível aumentar a massa seca da parte aérea com o aumento das concentrações de nitrogênio e potássio na solução do solo.

Em cucurbitáceas geralmente se tem uma primeira fase de lenta absorção seguida de um incremento elevado na absorção até atingir o ponto de máximo, ocorrendo um leve declínio em seguida. (PRATA, 1999; ARAÚJO; et. al., 2001; LIMA, 2001; GRANGEIRO; CECÍLIO FILHO, 2004; VIDIGAL; et. al., 2007).

SILVA (1990), analisando o efeito da adubação N e K na aveia-preta, concluiu que o potássio e o nitrogênio têm efeito positivo e isolado na produção de matéria verde. Segundo Halsted; Lynch (1996) a área foliar e a produção de matéria seca correlacionam-se positivamente com os teores de fósforo. Resultados similares foram encontrados nesse experimento, onde o tratamento N4K4 apresentou elevados resultados de área foliar e matéria seca, sendo em ambas as variáveis as doses de N1K1 suficientes para atingir os melhores resultados ao fim do ciclo.

Tabela 11 – Valores médios para a matéria seca (g/planta) das folhas (MSFOL) e do caule (MSC) das plantas do meloeiro aos 30 e aos 65 dias após a semeadura.

	MSFOL 30	MSC 30	MSFOL 65	MSC 65
N0K0	12,2a	7,3b	240,1b	92,3a
N1K1	13,3a	6,9b	591,0a	139,8a
N2K2	12,8a	7,8ab	581,1a	133,3a
N3K3	12,3a	8,6a	494,8ab	99,5a
N4K4	12,8a	8,5a	386,9ab	136,8a
Média	12,7	7,8	458,8	120,3
CV (%)	10,7	6,9	27,0	33,4

4.4 Clorofila e trocas gasosas

Para a variável clorofila, não se observou efeito das doses de nitrogênio e potássio para esta variável aos 30 e aos 60 DAS. As diferentes doses aplicadas não influenciaram o teor de clorofila das folhas, sendo observado que aos 30 DAS o tratamento testemunha (N0K0), apresentou a menor média de clorofila com média de 23,1 (mg.dm⁻²) e o tratamento N4K4 que corresponde a 336 e 468 mg/L de N e K respectivamente, apresentou maior média de clorofila com média de 35,2 (mg.dm⁻²) com a variável apresentando média geral de 28,8 (mg.dm⁻²). Já aos 60 DAS o tratamento N2K2 que corresponde a 168 e 234 mg/L de N e K respectivamente, apresentou a menor média de clorofila com média de 44,5 (mg.dm⁻²) no fim do ciclo, e o tratamento N4K4 que corresponde a 336 e 468 mg/L de N e K respectivamente, apresentou a maior média de clorofila com média de 55,4 (mg.dm⁻²) no fim do ciclo, com a variável apresentando média geral de 49,1 (mg.dm⁻²). Esse maior valor encontrado se deve ao aumento das concentrações nas doses aplicadas, disponibilizando e possibilitando assim uma maior quantidade de nutrientes para aproveitamento das plantas.

Tabela 12 – Valores médios para a clorofila (mg.dm^{-2}), medido pelo clorofirômetro modelo Opti-sciences CCM-200, submetido a doses de N e K aos 30 e aos 60 dias após a semeadura.

	30DAS	60DAS
N0K0	23,1a	48,6a
N1K1	27,8a	51,2a
N2K2	27,1a	44,5a
N3K3	31,1a	46,0a
N4K4	35,2a	55,4a
Média	28,8	49,1
CV (%)	22,2	22,1

Nas análises obtidas pelo analisador de gás infravermelho (IRGA), observando a variável de Eficiência Instantânea de Carboxilação (E) verificou-se que as diferentes doses aplicadas não influenciaram a eficiência instantânea de carboxilação sendo observado que o tratamento testemunha (N0K0) apresentou a maior média para esta variável, com média de 4,0 ($\mu\text{mol de CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) e o tratamento N3K3 que corresponde a 252 e 351 mg/L de N e K respectivamente, apresentou menor média para esta variável, com média de 2,6 ($\mu\text{mol de CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) sendo observada uma média geral de 3,4 ($\mu\text{mol de CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) para esta variável. O aumento das doses causou uma redução no rendimento para esta variável, onde o aumento do K, que é o principal responsável pela abertura e fechamento dos estômatos, causa esta que pode estar associada ao aumento da salinidade na água de irrigação, estimulando o fechamento dos estômatos e consequentemente a transpiração.

O fechamento dos estômatos é a primeira linha de defesa da planta para enfrentar a deficiência hídrica do solo, pois este mecanismo restringe a perda de água por meio da transpiração, mas ao mesmo tempo em que esse processo ocorre, também há queda na assimilação de CO_2 , por meio do processo fotossintético (MAGALHAES FILHO et al., 2008).

De acordo com Shimazaki et al. (2007), a perda de água é regulada pela atividade das células-guardas. Desse modo, a diminuição na transpiração das plantas de meloeiro, está relacionada também a alta demanda evaporativa da atmosfera.

Para a variável de Condutância Estomática (Gs) pode-se observar que houve diferença significativa dos tratamentos N0K0 e N1K1, em relação aos tratamentos N3K3 e N4K4, ou seja, o aumento das doses de nitrogênio e potássio aplicadas influenciaram na condutância estomática, sendo observado que o tratamento N3K3 que corresponde a 252 e 351 mg/L de N e K respectivamente, apresentou a menor média para esta variável com média de 143,5 ($\text{mmol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) e o tratamento N1K1 que corresponde a 84 e 117 mg/L de N e K respectivamente, apresentou a maior média para esta variável com média de 238,4 ($\text{mmol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) sendo observada uma média geral para esta variável de 191,8 ($\text{mmol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$). Este mesmo tratamento (N1K1) apresentou maior média de matéria seca da folha e área foliar aos 60 e 65 DAS respectivamente, mostrando a relação do aumento da matéria seca com a condutância, uma vez que com uma maior área foliar e matéria seca, a planta apresenta maior área para absorção de radiação, aumentando a produção fotossintética.

De acordo com Kerbaui (2008) a condutância estomática tem efeito sobre a fotossíntese e consequentemente sobre a produção de matéria seca. Costa, et al., (2007) afirmam que em situações de baixa disponibilidade hídrica no solo as plantas reduzem a perda de água ao reduzir a condutância estomática.

Portanto com uma maior taxa de condutância estomática, maior será o fluxo de água.

Com estes resultados podemos observar que houve queda na condutância estomática na medida em que a salinidade aumentou, esta que foi causada pelo incremento de maiores doses de fertilizantes.

Para a variável de Concentração Interna de Carbono (Ci) pode-se observar que houve diferença significativa dos tratamentos N1K1 e N2K2, em relação ao tratamento testemunha (N0K0), ou seja, o aumento das doses de nitrogênio e potássio aplicadas influenciaram na condutância estomática, sendo observado que o tratamento N2K2 que corresponde a 168 e 234 mg/L de N e K respectivamente, apresentou a menor média para esta variável com média de 107 ($\mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$). Já o tratamento N4K4 que corresponde a 336 e 468 mg/L de N e K respectivamente, apresentou a maior média para esta variável com média de 161,1 ($\mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), sendo observada uma média geral para esta variável de 142,2 ($\mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$).

A concentração interna de CO_2 (Ci) no mesófilo foliar é reduzida pelo fechamento estomático, com consequente diminuição na taxa de assimilação de dióxido de carbono (Jadoski et al. 2005).

Daley et al. (1989) relatam que a redução da condutância estomática pode limitar a taxa de retenção de CO₂ e, consequentemente, a concentração C_i diminui nos espaços intercelulares devido ao consumo de CO₂ pela atividade fotossintética.

Tabela 13 – Valores médios para eficiência instantânea de carboxilação ($\mu\text{mol de CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), condutância estomática ($\text{mmol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) e concentração interna de carbono ($\mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) das folhas e dos caules das plantas do meloeiro aos 30 dias após a semeadura.

	30 DAS		
	E	GS	CI
N0K0	4,0a	225,3a	123,7ab
N1K1	3,9a	238,4a	158,8a
N2K2	3,1a	170b	107b
N3K3	2,6a	143,5b	160,3a
N4K4	3,3a	181,6ab	161,1a
Média	3,4	191,8	142,2
CV (%)	21,0	23,6	38,5

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando submetidas as doses máximas aplicadas de N e K, verificou-se que a concentração de N, causou uma redução na concentração de K na folha diagnóstica aos (45DAS).

O tratamento N1K1 com base nos resultados encontrados para variáveis de crescimento, apresentou os melhores resultados com um maior potencial de recomendação.

A fertirrigação aplicada não causou efeitos significativos para as variáveis de diâmetro do colo, clorofila e eficiência instantânea de carboxilação.

Com o aumento das doses aplicadas houve queda na condutância estomática;

Os índices de trocas gasosas não apresentaram expressivas diferenças em função da condução de plantas, independentemente da variável avaliada.

6. REFERÊNCIAS

- Anjos, J. B.; Lopes, P. R. C.; Faria, C. M. B.; Costa, N. D. C. Preparo e conservação do solo, calagem e plantio. In: SILVA, H. R.; COSTA, N. D. (Ed.). *Melão: produção e aspectos técnicos*. Brasília: EMBRAPA, cap. 7, p. 35-39. (Frutas do Brasil, 33), 2003.
- Araújo, S.A.C. & Deminicis, B.B. Fotoinibição da fotossíntese. *Revista Brasileira de Biociências*, v.7, n.4, p. 463-472, 2009.
- Burt, C. o'connor, K.; Ruehr, T. Fertigation. San Luis Obispo: California Polytechnic State University, 1995.295p. (Irrigation Training and Research Center).
- Camacho, M. A.; Silveira, M. V.; Camargo, R. A.; Natale, W. Faixas normais de nutrientes pelos métodos ChM, DRIS e CND e nível crítico pelo método de distribuição normal reduzida para laranjeira-pera. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v.46, p.193-200, 2012.
- Carmo filho, F.; Oliveira, O.F. Mossoró: um município do semiárido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, 1995. 62p. (Coleção Mossoroense, Série B).
- CASARINI, E.; BLANCO, F.F.; Brasil, R.P.C.; Resesnde, R.S. (Coord.). *Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças*. Guaíba: Agropecuária, 2001. v.2, p.241- 268.
- Coelho, E. L.; Fontes, P. C. R.; Finger, F. L.; Cardoso, A. A. Qualidade do fruto de melão rendilhado em função de doses de nitrogênio. *Bragantia*, Campinas, v.62, n.2, p.173-178, 2003.
- Costa, G.F.; Marengo, R.A. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*). *Acta Amazônica*, v.37, n.2, p.229-234, 2007.
- CRISÓSTOMO, J. R.; MIRANDA, F. R.; MEDEIROS, J. F., FREITAS, J. G. A cadeia produtiva do melão no Brasil. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. (Ed.)

Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 1, p. 579-591.

DALEY, P.F.; RASCHKE, K.; BALL, J.Y.; BERRY, J.A. Topography of photosynthetic activity of leaves obtained from video images of chlorophyll fluorescence. *Plant Physiology*, v.90, p.1233-1238, 1989. PMID:16666912 PMCID:PMC1061872. <http://dx.doi.org/10.1104/pp.90.4.1233>

DAMASCENO, A. P. A. B. **Produção, crescimento e marcha de absorção de nutrientes do melão cantaloupe tipo "harper" fertirrigado com doses de N e K.** 2011. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2011.

DANTAS NETO, J. Teores de macronutrientes em folhas de goiabeira fertirrigada com nitrogênio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 17, n. 9, p. 962-968, 2013.

DIAS, N. S.; DUARTE, S. N.; MEDEIROS, J. F. de; TELES FILHO, J. F. Salinidade e manejo da fertirrigação em ambiente protegido. II: Efeitos sobre o rendimento do meloeiro. *Irriga, Botucatu*, v. 11, n. 3, p. 376-383, 2006.

Duarte, C. N. Cultivo do melão. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido (Circular Técnica; 59), 2000. 67p.

Elkhatib, E. A.; Bennett, O. L.; Baligar, V. C.; Wright, R. J. A centrifuge method for obtaining soil solution using an immiscible liquid. *Soil Science Society of American Journal*, v.50, p.297-299, 1986.

FERGANY, M.; KAUR, B.; MONFORTE, A. J.; PITRAT, M.; RYS, C.;LECOQ, H.; DHILLON, N. P. S.; DHALIWAL, S. S. Variation in Melon (*Cucumis melo*) Landraces adapted to the Humid Tropics of Southern India. *Genetic Resources and Crop Evolution*, p. 1-19, 2010.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*. vol.35 no.6, p. 1039-1042, 2011.

Filgueira, F.A.R. Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2003. 402p.

Filgueiras, H.A.C.; Menezes, J.B.; Alves, R.E.; Costa, F.V.; Pereira, L.S.E.; Gomes Júnior, J. Colheita e manuseio pós-colheita. In: Alves, R.E. (Org). Melão pós-colheita. Brasília: EMBRAPA-SPI, p. 23-41. (Frutas do Brasil, 10), 2000.

Follegatti, M. V. et al. Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças. Guaíba: Agropecuária, 2001. p. 71-103.

Grangeiro, L. C.; Mendes, A. M. S.; Negreiros, M. Z.; Souza, J. O.; Azevedo, P. E. Acúmulo e exportação de macronutrientes pela cultivar de melancia Mickylee. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 18, n. 2, p. 73-81, 2005.

Goto, R.; Guimarães, V.F.; Echer, M.M. Aspectos fisiológicos e nutricionais no crescimento e desenvolvimento de plantas hortícolas. In: FOLEGATTI, M.V.;

HALSTED, M.; LYNCH, J. Phosphorus responses of C3 and c4 species. *Journal of Experimental Botany*, Lancaster, v. 47, p. 497-505, 1996

HAWKESFORD, M.; HORST, W.; KICHEY T.; LAMBERS, H.; SCHJOERRING, J.; MØLLER, I. S.; WHITE, P. Functions of macronutrients: potassium. In: MARSCHNER, H. 3. ed. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Amsterdam: Academic Press, 2012. p. 178-189.

Holanda, J. S. de.; Silva, R. R. da.; Freitas, de A. D. de. Fertilidade do solo, nutrição e adubação do meloeiro. In: Sobrinho, R. B.; Guimarães, J. A.; Freitas, J. de A. D. de.; Terao, D. (Org.). *Produção integrada de melão*. Fortaleza, CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. p. 127-138.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA: Agropecuária: Produção Agrícola Municipal. 2016. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=1&i=P&e=l&c=1612> Acesso em: 28 Jul. 2018

IBGE - instituto brasileiro de geografia e estatística. Sidra-Sistema de recuperação automática: banco de dados agregados, produção agrícola municipal. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=p&o=37>. Acesso em: 28 Jul. 2018.

JADOSKI, S. O.; KLAR, A. E.; SALVADOR, E. D. Relações hídricas e fisiológicas em plantas de pimentão ao longo de um dia. *Ambiência*, Guarapuava, v. 1, n. 1, p. 11-19, 2005.

Kano, C. Extrações de nutrientes pelo meloeiro rendilhado cultivado em ambiente protegido com adição de potássio e CO₂ na água de irrigação, 2002. 102f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba, 2002.

KERBAUY, G. B. Fisiologia vegetal. 2ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2008.

Lima, C. J. G. de S. Calibração e manejo de extratores de cápsulas porosas e transdutores de pressão para monitoramento de íons na fertirrigação. Piracicaba: ESALQ, 2009. 109p. Dissertação Mestrado

MAGALHAES FILHO, J. R., AMARAL, L. R., MACHADO, D. F. S. P., MEDINA, C. L., MACHADO, E. C., 2008. Deficiência hídrica, trocas gasosas e crescimento de raízes em laranjeiras “Valencia” sobre dois tipos de portas-enxerto. *Bragantia*, 66, n. 1, p. 75-82.

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

MALVI, U. R. Interaction of micronutrients with major nutrients with special reference to potassium. *Karnataka Journal. Agricultural Science*, Dharwad, v. 24, n. 1, p. 106-109, 2011.

Marouelli, W. A.; Pinto, J. M.; Silva, H. R. da; Medeiros, J. F. Fertirrigação. In: Silva, H. R. da; Costa, N. D. (Ed.). *Melão: produção, aspectos técnicos*. Brasília: EMBRAPA, 2003. cap. 10, p. 69-85. (Frutas do Brasil, 33).

Marques, J. D. de O.; Luizão, F. J.; Teixeira, W. G.; Ferreira, S. J. Variações do carbono orgânico dissolvido e de atributos físicos do solo sob diferentes sistemas de uso da terra na Amazônia Central. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.36, p.611-622, 2012.

Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. San diego: Academic Press, 1995. 889p.

Medeiros, J. F.; Duarte, S. R.; Fernandes, P. D.; Dias, N. S.; Gheyi, H. R. Crescimento e acúmulo de N, P e K pelo meloeiro irrigado com água salina. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.26, n.4, p.452-457, 2008.

Miranda, J.; Costa, L. M. da.; Ruiz, H. A.; Einloft, R. Composição química da solução de solo sob diferentes coberturas vegetais e análise de carbono orgânico solúvel no deflúvio de pequenos cursos de água. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, p.633-647, 2006.

Nascimento Neto, J. R; Bomfim, G. V.; Azevedo, B. M.; Viana, T. V. A.; Vasconcelos, D. V. Formas de aplicação e doses de nitrogênio para o meloeiro amarelo no litoral do ceará. *Irriga*, v.17, p.364-375, 2012.

Papadopoulos, I. Fertirrigação: situação atual e perspectiva para o futuro. In: Folegatti, M.V. (coord) *Fertirrigação: citrus flores e hortaliças*. Guaíba: Ed. Agropecuária, 1999. cap.1, p.11-84.

PIVETA, C.J. Posição dos gotejadores e cobertura do solo com plástico, crescimento radicular, produtividade e qualidade do melão. Tese doutorado. Universidade federal de Santa Maria. RS, 2010. 692p.

POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE OF CANADA. 1990. *Potássio: necessidade e uso na agricultura moderna*. Piracicaba: POTAFOS. 45p.

Prado, R.M. *Nutrição de Plantas*. 1. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2008. v. 1. 407p

Prata, E. B. Acumulação de biomassa e absorção de nutrientes por híbridos de meloeiro (*Cucumismelo*L.). Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 60f. 1999.

Purqueiro, L.F.V.; Cecílio filho, A.B. Concentração de nitrogênio na solução nutritiva e número de frutos sobre a qualidade de frutos de melão. *Horticultura Brasileira* 23: 831-836, 2005.

Queiroga, R. C. F.; Puiatti, M.; Fontes, P. C. R.; Cecon, P. R.; Finger, F. L.. Influência de doses de nitrogênio na produtividade e qualidade do melão *Cantalupensis* sob ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.25, n.4, p.550-556, out./dez. 2007.

Rizzo, A.A.N.; Quijano, F.G.; Laura, V.A. Efeito na idade de mudas no desenvolvimento do melão rendilhado. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 18, p. 468-469, 2000.

Salomão, L. C. Posicionamento de extratores de cápsula porosa em solo arenoso na citricultura fertirrigada por gotejamento. *Irriga, Botucatu*, v. 17, n., p. 469 - 480, outubro - dezembro, 2012.

SHIMAZAKI, K. I. et al. Light regulation of stomatal movement. *Annual Review of Plant Biology*, v. 58, n. 1, p. 219-247, 2007.

SILVA, A. P. Efeito da adubação N-K em aveia preta (*Avena Strigosa* Schreb). 1990, 23f. –Faculdade Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1990.

Silva, E. F. F.; Anti, G. R.; Carmello, Q. A. C.; Duarte, S. N. Extratores de cápsulas porosas para o monitoramento da condutividade elétrica e do teor de potássio na solução de um solo. *Scientia Agricola*, v.57, n.4, p.785-789, 2000.

Silva Junior, M. J. da et al. Acúmulo de matéria seca e absorção de nutrientes pelo meloeiro “pele-de-sapo”. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 10, n. 02, p. 364–368, 2006.

Silva Júnior, M. J. Manejo da fertirrigação na cultura do meloeiro mediante o controle de íons da solução do solo. Piracicaba, 114f. Tese (Doutorado em irrigação e drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2008.

Silva Júnior, M. J. da; Duarte S. N.; Oliveira, F. de. A. de; Medeiros, J. F. de; Indalécio Dutra, I. Resposta do meloeiro à fertigação controlada através de íons da solução do solo: Parâmetros produtivos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, p.723-729, 2010.

SILVA WLC; MAROUELLI WA. 2002. Fertirrigação de hortaliças. *Irrigação & Tecnologia Moderna* 52/53.

Smethurst, P.J. Soil solution and other soil analyses as indicators of nutrient supply: a review. *Forest Ecology and Management*, v.138, p.397-411, 2000.

Sousa, D. M. G.; Lobato, E. Correção da acidez do solo. In: Sousa, D. M. G.; Lobato, E. Cerrado: Correção do solo e adubação. Embrapa Planaltina, 2002. 416p.

SOUSA, V. F. de; SOUSA, A. de P. Efeitos de frequência de aplicação de N e K por gotejamento na cultura do meloeiro (*Cucumis melo* L.). *Engenharia Agrícola*, Botucatu, v. 17, n. 3, p. 36-45, 1998.

SOUSA, V. F. de; SOUSA, A. P. Fertirrigação II: tipos de produtos, aplicação e manejo. *Irrigação e Tecnologia Moderna*, Brasília, DF, v. 47, p. 15-20, 1992.

STEPANSKY, A.; KOVALSKI, I.; PERL-TREVES, R. Intraspecific classification of melons (*Cucumis melo* L.) in view of their phenotypic and molecular variation. *Plant Systematics and Evolution*, New York, v. 217, n. 2, p. 313-332, 1999

TA, C.T.; WEILAND, R.T. Nitrogen partitioning in maize during ear development. *Crop Sci.*, 32:443-451, 1992

Taiz, L.; Zeiger, E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p.

TRANI, P. E.; RAIJ, B. van. Hortaliças. In: RAIJ, B. van. et al. (Eds.). **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997, 285 p. (Boletim Técnico, 100).

Villas Boas, R. L; Salomão, L. C. Posicionamento de extratores de cápsula porosa em solo arenoso na citricultura fertirrigada por gotejamento. Irriga, Botucatu, v. 17, n. 1, p.469-480, out./dez. 2012.

Villas Boas, R. L. Revista engenharia agrícola. Jaboticabal, v.35, n.3, p.484-493, maio/jun. 2015.

VILLAS BOAS, R.L. et al. Perfil da pesquisa e emprego da fertirrigação no Brasil. In: FOLEGATTI, M.V. (Coord). **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 2001. V.2, cap.2, p.71-103.

VIVANCOS, A. D. Fertirrigacion. Madrid: Mundi-Prensa. 1996, 233 p.

Whitaker, T.W., Davis, G.N. *Cucurbits: botany, cultivation and utilization*. New York: Interscience, 1962. 250p.