



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MANEJO DE SOLO E ÁGUA

JOSÉ NILSON OLIVEIRA FILHO

**DESEMPENHO DO MELÃO FERTIRRIGADO COM CONTROLE DA
CONCENTRAÇÃO DO NITROGÊNIO E DO POTÁSSIO NA ÁGUA DE
IRRIGAÇÃO**

MOSSORÓ

2019

JOSÉ NILSON OLIVEIRA FILHO

**DESEMPENHO DO MELÃO FERTIRRIGADO COM CONTROLE DA
CONCENTRAÇÃO DO NITROGÊNIO E DO POTÁSSIO NA ÁGUA DE
IRRIGAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Manejo de Solo e Água.

Linha de Pesquisa: Fertilidade do solo e adubação

Orientador: Prof. Dr. Manoel Januário da Silva Júnior

Co-orientador: Prof. Dr. José Francismar de Medeiros.

MOSSORÓ

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. 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. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência (SIR)

O48d Oliveira Filho, José Nilson.
Desempenho do melão fertirrigado com controle da concentração do Nitrogênio e do Potássio na água de irrigação / José Nilson Oliveira Filho. -
2019.
40 f. : il.

Orientador: Manoel Januário da Silva Júnior.
Coorientador: José Francismar de Medeiros.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água, 2019.

1. Cucumis melo. 2. Extratores de solução. 3. Nutrição mineral. 4. Produtividade. 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 Semi-Árido (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.

JOSÉ NILSON OLIVEIRA FILHO

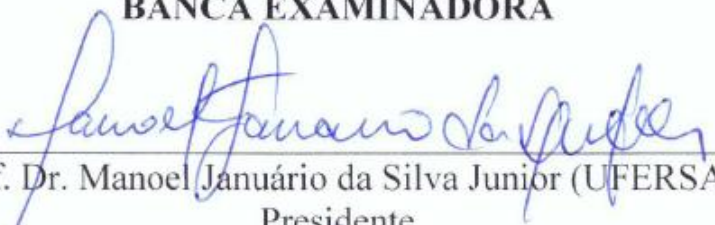
**DESEMPENHO DO MELÃO FERTIRRIGADO COM CONTROLE DA
CONCENTRAÇÃO DO NITROGÊNIO E DO POTÁSSIO NA ÁGUA DE
IRRIGAÇÃO**

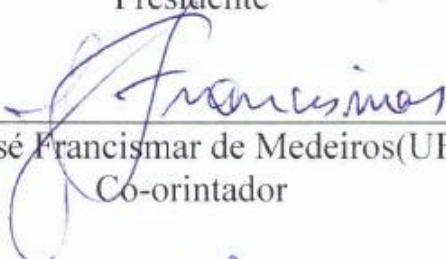
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Manejo de Solo e Água.

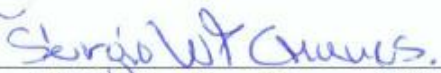
Linha de Pesquisa: Fertilidade do solo e adubação

Defendida em: 27 / 02 / 2019.

BANCA EXAMINADORA


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


Prof. Dr. José Francismar de Medeiros (UFERSA)
Co-orientador


Prof. Dr. Sérgio Weine Paulino Chaves (UFERSA)
Membro externo ao PPGMSA


Dr. Natanael Santiago Pereira (IFCE - Limoeiro)
Membro externo

Jocel Mota, Diego Mota (In Memoriam).

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de aprimoramento e crescimento intelectual. Acredito que Deus é a base do que somos e podemos ser, tudo que conquistamos é permissão Dele.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa e ao CNPq pela concessão de recurso financeiro para implementação da presente pesquisa, mediante o processo 473895/2013-7.

Agradeço o apoio dos meus familiares que sempre depositam total confiança na minha pessoa e apoiam minhas decisões e que sem dúvida são parte fundamental na minha formação.

Agradeço a minha noiva, Geiza Delfino da Silva por todo apoio, amor, carinho e paciência dedicados a minha pessoa durante este período do mestrado. Sem o apoio dela com certeza teria sido um caminho muito mais difícil a percorrer.

Agradeço aos professores e Orientadores, Manoel Januário da Silva Júnior e José Francismar de Medeiros, por todas orientações repassadas, ensinamentos dados e parceria no desenvolvimento da pesquisa e do meu crescimento, estes foram figuras decisivas na minha conquista.

Agradeço aos integrantes da Banca Examinadora que se dispuseram a contribuir com o aprimoramento do presente trabalho e com o ganho de conhecimento importante para as futuras produções.

Agradeço aos meus amigos Jacques e Alisson que me concederam apoio no início dessa jornada, Aline pelo incentivo aos estudos desde a graduação como professora e no mestrado como colega de estudo, a todos os colegas que juntos dividiram e somaram conhecimentos a fim de alcançar crescimento intelectual, agradeço a parceria.

Aos colegas de residência Gabriel, Henrique e Mikhael pela parceria e convivência.

A equipe de trabalho da fazenda Cumarú que foram muito importantes no apoio dado ao desenvolvimento da pesquisa, Fernando, Valdim e Ivanildo coordenados pelo professor Francismar.

A equipe do LASAP, Paula, Valdete, Kaline, Antônio, Suelídio e Tomás que sempre se dispuseram a ajudar e contribuíram no desenvolvimento de presente trabalho bem como no aprendizado.

¹ Levantarei os meus olhos para os montes, de onde vem o meu socorro. ² O meu socorro vem do Senhor que fez o céu e a terra. ³ Não deixará vacilar o teu pé; aquele que te guarda não tosquenejará. ⁴ Eis que não tosquenejará nem dormirá o guarda de Israel. ⁵ O Senhor é quem te guarda; o Senhor é a tua sombra à tua direita. ⁶ O sol não te molestará de dia nem a lua de noite. ⁷ O Senhor te guardará de todo o mal; guardará a tua alma. ⁸ O Senhor guardará a tua entrada e a tua saída, desde agora e para sempre.

Salmo 121.

RESUMO

Diante da importância econômica do cultivo de melão na região Oeste do estado do Rio Grande do Norte e da necessidade de desenvolvimento de tecnologias que auxiliem no processo de produção desta cultura, com fim de manter a produtividade e qualidade com a otimização dos recursos necessário, objetivou-se, nessa pesquisa, produzir melão fertirrigado nas condições do semiárido brasileiro, sendo a cultura submetida a níveis de nitrogênio e potássio e avaliadas suas concentrações ao longo do ciclo, através do monitoramento da solução do solo e verificando a interferência do incremento da adubação no tecido foliar do meloeiro, na produção e qualidade dos frutos e na fertilidade do solo. Assim, o experimento foi conduzido em uma fazenda no município de Upanema, sob um delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram as combinações de nitrogênio e potássio aplicados via fertirrigação. A avaliação da solução do solo se deu a partir da instalação de extratores de cápsula porosa em parcelas de todos os tratamentos, onde foram coletadas amostras, duas vezes por semana ao longo do ciclo, sempre que foram realizadas as fertirrigações. A análise da folha do meloeiro, foi realizada a partir da coleta da folha diagnóstica do melão para todos os tratamentos. A produtividade e qualidade dos frutos foi avaliada no momento de colheita realizada pela contagem de todos os frutos, separação por classes e pesagem dos mesmos. Foram colhidos frutos maduros e verdes onde se analisou o fator de forma, o pH, a acidez titulável, o teor de sólidos solúveis, o índice de maturação e a firmeza dos frutos. A análise de solo ao final do experimento se deu a partir da coleta de amostras compostas e foram analisados o pH, a condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes), fósforo, potássio, sódio, cálcio e magnésio trocáveis, nitrogênio, potássio, cálcio e sódio no extrato da pasta de saturação. Assim, verificou-se variações ao longo do ciclo nas concentrações dos nutrientes estudados na solução. No tecido foliar não foi observado diferenças entre os tratamentos para o nitrogênio, já para o potássio, o tratamento T4 (150 mg L⁻¹ de K) foi o que proporcionou maior incremento. Quanto a produtividade do meloeiro, não foram observadas diferenças entre os tratamentos. Para os parâmetros qualitativos do melão, no geral as adubações não tiveram grande influência na qualidade dos frutos. No solo, observa-se que as fontes nutritivas contribuíram para os incrementos das concentrações dos nutrientes, sendo que o pH, a CEes, o potássio trocável, o nitrogênio, o cálcio e o potássio do extrato de saturação diferiram estatisticamente entre os tratamentos aplicados.

Palavras-chave: *Cucumis melo*. Extratores de solução. Nutrição mineral. Produtividade.

ABSTRACT

Against of the economic importance of melon crop in the West region of the state of Rio Grande do Norte, Brazil and the need to develop technologies that help in the production process of this crop, in order to maintain productivity and quality with the optimization of the required inputs, was aim in this research, to produce fertirrigated melon in the Brazilian semi-arid conditions, being the culture submitted to nitrogen and potassium levels and evaluated its concentrations throughout the cycle, by monitoring the soil solution and verifying the interference of the fertilization input in the foliar tissue of the melon crop, in the yield and quality of the fruits and in the fertility of the soil. Thus, the experiment was conducted on a farm in the municipality of Upanema, under a randomized block design, with five treatments and six replicates. The treatments were the combinations of nitrogen and potassium applied by fertigation. The soil solution evaluation was based on the installation of porous capsule extractors in plots of all treatments, where samples were collected twice a week during the cycle, when fertigations were performed. The analysis of the melon leaf was carried out from the collection of the diagnostic leaf of the melon for all the treatments. Yield and quality were evaluated at harvest time by counting all fruits, separation in class and weighing. Fruits were harvested ripe and green where the form factor, pH, titratable acidity, soluble solids content, maturation index and fruit firmness were analyzed. The soil analysis at the end of the experiment was based on the composite samples end were analyzed the pH, the electrical conductivity of the saturation extract (CEes), phosphorus, potassium, sodium, calcium and magnesium exchangeable, nitrogen, potassium, calcium and sodium in the saturation paste extract. Thus, there were variations along the cycle in the concentrations of the nutrients studied in the soil solution. In the leaf tissue, no differences were observed between the treatments for nitrogen, and for the potassium, the T4 treatment (150 mg L^{-1} of K) was the one that provided the greatest increase. Regarding the productivity of the melon, no differences between treatments were observed. For the qualitative parameters of the melon, in general the fertilizations did not have great influence on the quality of the fruits. In the soil, it was observed that nutrient sources contributed to nutrient concentration increases being the pH, CEes, exchangeable potassium, the nitrogen, the calcium and the potassium of the saturation extract differed statistically among the treatments applied.

Keywords: *Cucumis melo*. Solution extractors. Mineral nutrition. Productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Localização da área experimental.....	06
Figura 2	–	Preparo do solo, levantamento de leirões, distribuição do sistema de irrigação e aplicação de mulching.....	08
Figura 3	–	Esquema de disposição dos tratamentos.....	08
Figura 4	–	Acumulo de nitrogênio N e potássio K ao longo do ciclo da cultura.....	10
Figura 5	–	Aplicação de fertilizantes utilizando pressão negativa.....	10
Figura 6	–	Aplicação de tenção nos extratores e retirada do extrato de saturação com auxílio de uma seringa.....	11
Figura 7	–	Coleta e preparo das amostras de planta, sendo trituradas e acomodadas em vasos plásticos para posterior análises.....	12
Figura 8	–	Coleta de solo para posterior análise química.....	13
Figura 9	–	Condução das análises de pós colheita.....	14
Figura 10	–	Condutividade elétrica do solo ao longo do ciclo do melão, sendo avaliado em duas profundidades 0 a 15 cm (A) e 15 a 30 cm (B), respectivamente. Sendo: T1 – 0 mg L ⁻¹ de N e K; T2 – 100 mg L ⁻¹ de N e 0 mg L ⁻¹ de K; T3 – 100 mg L ⁻¹ de N e 150 mg L ⁻¹ de K; T4 – 0 mg L ⁻¹ de N e 150 mg L ⁻¹ de K e T5 – 200 mg L ⁻¹ de N e 300 mg L ⁻¹ de K.....	16
Figura 11	–	Concentração de nitrogênio N (NH ₄ + NO ₃) solúvel nas profundidades de 0 a 15 cm (A) e 15 a 30 cm (B) ao longo do ciclo do melão. Sendo: T1 – 0 mg L ⁻¹ de N e K; T2 – 100 mg L ⁻¹ de N e 0 mg L ⁻¹ de K; T3 – 100 mg L ⁻¹ de N e 150 mg L ⁻¹ de K; T4 – 0 mg L ⁻¹ de N e 150 mg L ⁻¹ de K e T5 – 200 mg L ⁻¹ de N e 300 mg L ⁻¹ de K.....	17
Figura 12	–	Concentração de Potássio (K) solúvel nas profundidades de 0 a 15 cm (A) e 15 a 30 cm (B) ao longo do ciclo do melão. Sendo: T1 – 0 mg L ⁻¹ de N e K; T2 – 100 mg L ⁻¹ de N e 0 mg L ⁻¹ de K; T3 – 100 mg L ⁻¹ de N e 150 mg L ⁻¹ de K; T4 – 0 mg L ⁻¹ de N e 150 mg L ⁻¹ de K e T5 – 200 mg L ⁻¹ de N e 300 mg L ⁻¹ de K.....	19
Figura 13	–	– Concentração de Sódio (Na) solúvel nas profundidades de 0 a 15 cm (A) e 15 a 30 cm (B) ao longo do ciclo do melão. Sendo: T1 – 0 mg L ⁻¹ de N e K; T2 – 100 mg L ⁻¹ de N e 0 mg L ⁻¹ de K; T3 – 100 mg L ⁻¹ de N e 150 mg L ⁻¹ de K; T4	

– 0 mg L⁻¹ de N e 150 mg L⁻¹ de K e T5 – 200 mg L⁻¹ de N e 300 mg L⁻¹ de K..... 20

Figura 14 – Concentração de Cálcio (Ca) solúvel em solução do solo em duas profundidades 0 a 15 cm (A) e 15 a 30 cm (B) ao longo do ciclo do melão. Sendo: T1 – 0 mg L⁻¹ de N e K; T2 – 100 mg L⁻¹ de N e 0 mg L⁻¹ de K; T3 – 100 mg L⁻¹ de N e 150 mg L⁻¹ de K; T4 – 0 mg L⁻¹ de N e 150 mg L⁻¹ de K e T5 – 200 mg L⁻¹ de N e 300 mg L⁻¹ de K..... 21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Resultado da análise química da amostra de solo coletada antes da instalação e condução do experimento.....	07
Tabela 2	–	Atributos físicos do solo e parâmetros de ajustes das curvas de retenções de água no solo, segundo modelo de van Genuchten-Mualem para o Cambissolo estudado (Arruda, 2018) e umidades disponível no solo.....	07
Tabela 3	–	Dados climáticos em semanas para o período experimental.....	07
Tabela 4	–	Lamina de água e quantidade de nutrientes N e K aplicados por período ao longo do ciclo.....	10
Tabela 5	–	Análise de variância e teste de comparação de médias para as características químicas do solo na camada de 0 a 20cm: pH; CEes em dS m^{-1} (determinados no extrato de saturação); P, K e Na em mg dm^{-3} ; Ca e Mg em $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; PST em %; Na, K e Ca solúvel em mg L^{-1} e N em mg L^{-1} (determinados na pasta de saturação do solo).....	22
Tabela 6	–	Análise de variância e teste de comparação de médias para as características químicas da folha do meloeiro: N, K, Ca, Mg, P em g kg^{-1} e S, Fe, Mn, B e Na em mg kg^{-1}	25
Tabela 7	–	Análise de variância e teste de comparação de médias para os parâmetros produtivos: produtividade total (PRTOT) e comercial (PRCOM) em t ha^{-1} ; número de frutos comercial por planta (NFC) e número de frutos total por planta (NFT) ($\text{frutos planta}^{-1}$), massa média dos frutos comercial por planta (MMC) e massa média total por planta (MMT) em kg planta^{-1} e porcentagem de frutos comercial (%FRCOM) avaliados no cultivo de melão.....	29
Tabela 8	–	Resumo da análise de variância e teste de comparação de médias para os parâmetros de qualidade de fruto maduro de melão sendo: fator de forma (FF) (adimensional), pH (escala logarítmica), acidez titulável (AT) (%), sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$), índice de maturação (IM) (adimensional), firmeza (Firm) em Newton (N) e suas médias por tratamento.....	30
Tabela 9	–	Resumo da análise de variância e teste de comparação de médias para os parâmetros de qualidade de fruto verde de melão sendo: fator de forma (FF) (adimensional), pH (escala logarítmica), acidez titulável (AT) (%), sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$), índice de maturação (IM) (adimensional), firmeza (Firm) em Newton (N) e suas médias por tratamento.....	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	02
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	06
3.1 Caracterização da área.....	06
3.2 Delineamento experimental.....	08
3.3 Condução do experimento.....	09
3.4 Variáveis estudadas.....	11
3.5 Análise dos dados.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
5. CONCLUSÕES.....	36
REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

O cultivo do melão (*Cucumis melo* L.) é destaque na fruticultura brasileira, em especial na região nordeste do país por ser responsável pela maior parte da produção desta fruta. Isso acontece por esta região apresentar condições favoráveis ao desenvolvimento do meloeiro, como temperaturas mais elevadas, baixa umidade relativa do ar e solos com boas condições de manejo, tanto da parte química quanto física, e principalmente devido a irrigação.

Para obter êxito na produção do melão é indispensável a adubação, sendo esta normalmente aplicada via água de irrigação, denominada de fertirrigação. Entre os principais nutrientes exigidos por esta cultura, destacam-se o Nitrogênio, que está ligado ao desenvolvimento vegetativo, e o Potássio, que tem função em toda a planta, desde o regulamento das bombas estomáticas como na formação de flores e frutos. Além da adubação, é necessário o uso de práticas agrícolas que diminuam a incidência de pragas e doenças, e que otimize o recurso água, que muitas das vezes é fator limitante à produção na região nordeste do país.

O uso demasiado de fertilizantes, bem como o manejo desordenado da irrigação, têm contribuído para a salinização de áreas produtoras de melão. Isso traz prejuízo, não só aos produtores, mas também para toda comunidade que direta ou indiretamente dependem da produção desta cultura. Assim, o conhecimento das condições químicas e físicas do solo, da água e da cultura a ser manejada, implicará em uso racional dos fertilizantes, do solo e da água, favorecendo a conservação do solo e dando retorno econômico aos produtores, mantendo o homem no campo por meio da geração de emprego e renda aos municípios.

Nesse contexto, o monitoramento da solução do solo permite observar as concentrações dos nutrientes a serem manejados, auxiliando na tomada de decisão, principalmente sobre o manejo da irrigação e da adubação. Com isso, determinar uma faixa de concentração dos nutrientes em solução, é de grande importância para o manejo da fertirrigação, visando diminuir o uso de fertilizantes a níveis que proporcionem pleno desenvolvimento e produção à cultura manejada, e ainda diminuir o custo de produção e o risco de contaminação por uso demasiado de fertilizantes.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo produzir melão fertirrigado nas condições do semiárido nordestino, sendo a cultura submetida a níveis de concentração de nitrogênio e potássio como fonte de adubação, realizando o monitoramento das concentrações de sais na solução do solo ao longo do ciclo, caracterizando os incrementos químicos dados a cultura e ao solo, através da fertirrigação, e avaliando a produtividade e qualidade do meloeiro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A irrigação é uma prática na qual tem possibilitado o desenvolvimento produtivo de diversas culturas, principalmente na região nordeste do Brasil, que caracteriza-se por uma região com alto déficit hídrico. De acordo com Pereira Filho (2012), o manejo da irrigação é uma condição preponderante para a produção da cultura do melão, tanto no que concerne à produtividade como à qualidade dos frutos.

Entre os métodos de irrigação existentes, destaca-se a irrigação localizada, em particular o gotejamento, principalmente por aplicar água de forma pontual, próximo a zona do sistema radicular da cultura, o que aumenta a eficiência de aplicação e consequentemente otimiza o uso do recurso água. Entre as principais vantagens da irrigação localizada, Oliveira et al. (2008) citam a alta eficiência de irrigação, permitindo um melhor controle da lâmina de água aplicada, e a diminuição das perdas por evaporação e percolação, não sendo afetado pelo vento nem pelo tipo de solo. Ainda, este método de irrigação permite a aplicação de fertilizantes de forma mais eficiente, o que favorece ao desenvolvimento das culturas.

A região nordeste mostra-se promissora para os cultivos de culturas nas quais necessitam de baixa umidade na superfície do solo e alta luminosidade. Assim sendo, o meloeiro apresenta constante crescente de produção nesta região do Brasil. Pesquisadores como Oliveira et al. (2008), Oliveira et al. (2009), Pereira Filho et al. (2014), Silva et al. (2011) e Viana et al. (2007), corroboram a potencialidade da região semiárida do nordeste brasileiro em produzir melão, principalmente dadas as condições climáticas.

Além de promover a diversificação das atividades agrícolas, Silva et al. (2014) destacam que o melão possui papel socioeconômico importante para as regiões produtoras. Ainda de acordo com os autores, apesar da importância econômica do melão para o país, quando se trata da produtividade da cultura, ainda é bastante variável entre os produtores. Isto mostra a necessidade de maiores estudos a fim de oferecer aos produtores, bases técnicas, que os auxiliem no manejo desta cultura.

O meloeiro pertence à família Curcubitaceae, gênero *Cucumis* e espécie *Cucumis melo* L. Segundo Oliveira et al. (2009), entre os tipos de melão nobre que vem crescendo em volume exportado no país, tem-se o Cantaloupe e o Gália. Os melões do grupo Cantaloupe têm crescido sua produção também para atender o mercado interno, devido à maior aceitação e as poucas restrições impostas quanto a sua comercialização, sobretudo para o mercado regional (Medeiros et al., 2011). Apesar do aumento na participação no mercado, os melões tanto do grupo Gália

como Cantaloupe requerem técnicas de cultivo mais avançadas pois são mais sensíveis. Seu cultivo, não diferente das demais culturas, apresenta certa exigência nutricional. Com isso, faz-se necessário, conhecer as características químicas do solo, da água, bem como da planta e também das fontes nutritivas a serem utilizadas no cultivo. Callegari et al. (2012); Medeiros et al. (2008) e Oliveira et al. (2016), relatam a importância da fertirrigação, exigências nutricionais, qualidades das fontes nutritivas e do correto manejo no cultivo do meloeiro fertirrigado nas condições do semiárido nordestino.

O efeito positivo da fertirrigação nos diversos tipos de cultivos é notório, assim sendo, não diferente para o cultivo do melão. Pesquisadores como Callegari et al. (2012), afirmam que a prática da fertirrigação diminui perdas de nutrientes entre 25 a 50%, devido principalmente ao fracionamento da recomendação de adubação em várias aplicações durante o ciclo da cultura. Aliado a esse ganho de desempenho dos fertilizantes, deve-se considerar que o sistema de irrigação deve oferecer o máximo de eficiência na aplicação de água para o consequente fornecimento de nutrientes.

De maneira tradicional, o manejo da fertirrigação é realizado por meio de quantidades preestabelecidas de fertilizantes, parceladas de acordo com a marcha de absorção da cultura (Silva Júnior et al., 2010). De acordo com os mesmos autores, o manejo da fertirrigação baseado em estimativas pode levar a adubações excessivas. Assim, o conhecimento da composição química da solução do solo, é importante para verificar a disponibilidade de nutrientes, ao longo do ciclo de uma cultura (Silva et al., 2000).

Entre os elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas, o nitrogênio (N) e o potássio (K) aparecem como os de maior exigência, isso se deve à participação em importantes processos vitais ao desenvolvimento das culturas. Segundo Pereira Filho et al. (2014), o N é um elemento com grande capacidade para promover o crescimento das plantas, que traz implicações diretas e indiretas para a produtividade e a qualidade dos produtos, além de ser constituinte de vários compostos nas plantas, destacando-se os aminoácidos, ácidos nucleicos e clorofila. Para Oliveira et al. (2009), o nitrogênio ainda tem influência sobre o desenvolvimento do sistema radicular e na absorção de potássio e maturação dos frutos.

Já o potássio (K), para Oliveira et al. (2008), do ponto de vista dos processos fisiológicos e metabólicos, está envolvido na translocação dos assimilados e dos compostos fotossintetizados. Segundo Meurer (2006), o K é o cátion mais abundante na planta, sendo absorvido em grandes quantidades pelas raízes. Tem função no estado energético da planta, na translocação e armazenamento de assimilados e na manutenção da água nos tecidos vegetais.

No solo a disponibilidade deste nutriente está associada a disponibilidade de água e aos processos de difusão e relação catiônica (RAIJ, 1991). Segundo Viana et al. (2007), elevadas doses de potássio tendem a induzir alterações, principalmente, no peso e no tamanho dos frutos, aumentando, normalmente, a produtividade.

Conhecer as concentrações dos nutrientes que estejam em solução do solo, e prontamente disponíveis para as plantas, é uma necessidade em uma agricultura moderna, economicamente mais viável e ambientalmente menos impactante, visando principalmente a racionalização de custos e otimização dos recursos financeiros e naturais. De acordo com Silva Júnior et al. (2010), os custos com adubo, irrigação e mão-de-obra constituem fatores importantes na exploração das culturas irrigadas. Sendo assim, é imprescindível avaliar alternativas que preconizem a racionalização desses custos e, assim, assegurar valor comercial e ambiental aos produtos agrícolas.

Nesse sentido, monitorar a adição de fertilizante ao solo é um ponto importante com vistas a redução de custos e dos impactos ambientais causados pela lixiviação de nutrientes e salinização de solos. Assim, diversas técnicas de monitoramento podem ser utilizadas, como a amostragem de solo e posterior avaliação dos sais em solução, que apesar de ser aplicável é apontada por Silva et al. (2000) como inviável economicamente em uma atividade agrícola comercial, por não ser instantânea dificulta a tomada de decisão. Por outro lado, a avaliação através de extratores com cápsulas de cerâmica porosa surge como alternativa mais prática, rápida e de menor custo. Entretanto, ainda precisa ser estudado o manejo da fertirrigação com o controle da concentração dos íons específicos na solução do solo, para servir como forma de decisão do evento de fertirrigação (Silva Júnior et al., 2010).

Vale (2017) aponta que o monitoramento da adição de fertilizantes contribui para racionalização do uso de insumos agrícola, o que representa menor custo de produção, reduzindo gastos, além de garantir alto valor ambiental, devido à melhor utilização e conservação dos recursos naturais existentes. Assim, o uso de extratores de solução do solo vem sendo estudado em diversos trabalhos e têm se mostrado como importante ferramenta no auxílio a tomada de decisão do manejo das culturas.

Para Silva et al. (2000), a condutividade elétrica e a concentração de potássio podem ser avaliadas utilizando-se extratores de solução, com precisão razoável. Oliveira et al. (2013), concluíram que para o cultivo de pimentão, o manejo da fertirrigação, a partir do monitoramento da concentração de íons de N e K na solução com auxílio de extratores de solução, é mais eficiente que o manejo tradicional. Silva (2002) aponta que monitorar a concentração iônica da

solução do solo possibilita a determinação dos íons potássio e nitrato com alta precisão. De acordo com Oliveira et al. (2015), o manejo da fertirrigação a partir do monitoramento da concentração iônica na solução do solo proporcionou adequada nutrição das plantas, com maior economia de fertilizantes.

Diversas pesquisas têm apontado a efetividade de práticas de adubação, principalmente via fertirrigação, na melhoria da rentabilidade e qualidade do meloeiro. De acordo com Silva et al. (2014), para o manejo da cultura do melão, a reposição de nutrientes é uma das práticas de maior importância, proporcionando ganhos em produtividade e qualidade dos frutos.

Silva et al. (2003), ao avaliarem a produtividade e qualidade do melão em função de nitrogênio, micronutrientes e matéria orgânica, observaram que o teor de sólidos solúveis totais dos frutos aumentou linearmente com as doses de N, e a aplicação de N em conjunto com a matéria orgânica influenciou de forma positiva o peso médio dos frutos.

Pinto et al. (1995), ao trabalharem com aplicação de N e K via água de irrigação em melão, observaram que não houve alterações nas características químicas dos frutos: teor de sólidos solúveis, acidez total e pH; e mesmo trinta dias após a colheita, os frutos ainda apresentavam características de qualidade que os mantinham aptos à comercialização. De acordo com Vásquez et al. (2005), a qualidade do melão está associada ao teor de sólidos solúveis totais, pH e acidez total titulável.

Trabalhando com qualidade de pós-colheita de frutos de meloeiro fertirrigado com doses de potássio e lâminas de irrigação, Vásquez et al. (2005) observaram respostas às adubações potássicas para os sólidos solúveis totais, pH e acidez titulável, sendo estas correlacionadas com as lâminas de irrigação. Callegari et al. (2012), avaliando a produtividade de frutos e teores de nutrientes no solo durante um cultivo de meloeiro, concluíram que variações dos teores de nutrientes, em relação ao estágio de desenvolvimento das plantas, indicou aplicação em excesso.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área

O experimento foi conduzido na fazenda Cumaru sob coordenadas 5°33'35" S, 37°11'57" W no município de Upanema-RN, oeste potiguar (Figura 1), entre os meses de dezembro e fevereiro de 2018, em um solo classificado como CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico (Silva, 2018).

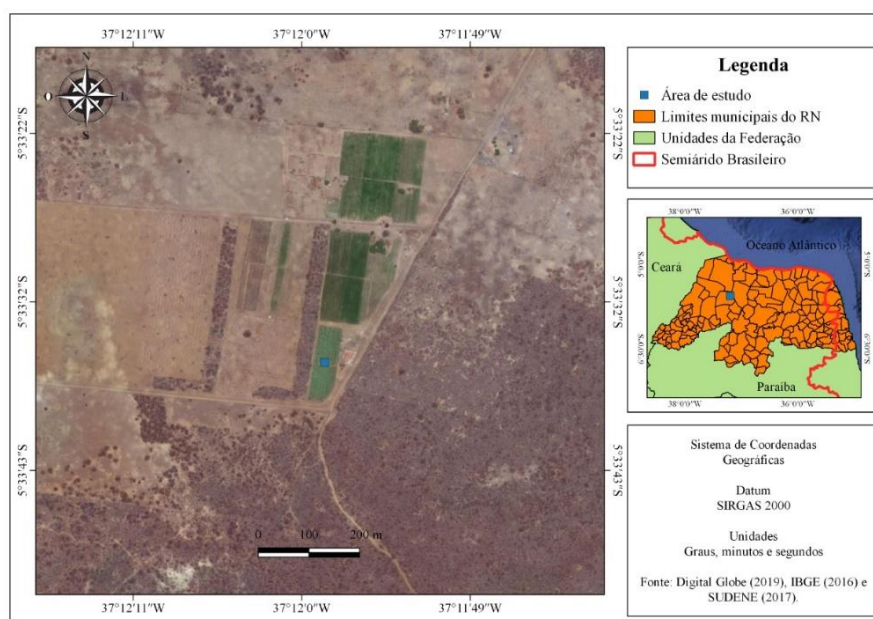


Figura 1 – Localização da área experimental.

Para caracterização do solo inicialmente foi coletada uma amostra composta de solo e encaminhada ao laboratório de análise de solo água e planta (LASAP) para determinação dos parâmetros químicos do solo (Tabela 1), seguindo as metodologias propostas pela EMBRAPA (2009). As análises dos atributos físicos do solo e classificação textural, bem como os parâmetros para ajuste da curva de retenção de água no solo, segundo modelo de Van Genuchten-Mualem, para o solo estudado, foram realizadas por Arruda (2018) e dispostas na Tabela 2. As características da água de irrigação foram: CE - 1,44 dS m⁻¹; pH - 6,8; Na - 3,1 mmol_c L⁻¹; K - 0,11 mmol_c L⁻¹; Ca - 7,5 mmol_c L⁻¹; Mg - 4,5 mmol_c L⁻¹; Cl - 6,2 mmol_c L⁻¹; HCO₃ - 9,0 mmol_c L⁻¹. Os dados climáticos para o período experimental foram obtidos da estação automática localizada no município de Ipanguaçu, RN, Latitude: -5.534867° Longitude: -36.872314° Altitude: 19 metros, onde foram coletados os dados horários e manipulados em planilha eletrônica de cálculo (Tabela 3).

Tabela 1 – Resultado da análise química da amostra de solo coletada antes da instalação e condução do experimento

N	pH	CE	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	Al	(H+Al)	SB	PST
g kg ⁻¹	(água)	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	mg dm ³			cmol _c dm ³				%	
0,49	8,2	0,3	1,62	4,7	143,1	81,5	8,7	2,2	0	0	11,62	3

Sendo: Nitrogênio total (N), pH, Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes), Matéria Orgânica (M.O.), Fósforo (P), Potássio (K), Sódio (Na), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Alumínio (Al), Acidez potencial (H+Al), Soma de bases (SB) e percentagem de sódio trocável (PST).

Tabela 2 – Atributos físicos do solo e parâmetros de ajustes das curvas de retenções de água no solo, segundo modelo de van Genuchten-Mualem para o Cambissolo estudado (Arruda, 2018) e umidades disponível no solo

Camada	Areia Grossa	Areia Fina	Areia Total	Silte	Argila	ρ_s	ρ_p	Classe Textural
0-0,3 m	g g			g cm ³			Franco	
	0,5443	0,2226	0,7669	0,0441	0,189	1,45	2,57	Arenosa
Parâmetros da equação de retenção de água no solo					Umidade para as respectivas tensões (kPa)			
θ_r	θ_s	α	n	m	6	10	33	1500
cm ³ cm ³		cm	-	-	Umidade - θ_a (cm ³ cm ³)			
0,110	0,425	0,055	1,759	0,431	0,407	0,387	0,286	0,121

ρ_s - massa específica do solo; e ρ_p - massa específica das partículas; θ_r - umidade residual; θ_s - umidade de saturação; α - parâmetro empírico referente ao inverso do ponto de entrada de ar; e n e m - constantes empíricas que afetam a forma da curva.

Tabela 3 – Dados climáticos semanais (médias dos valores diários) para o período experimental

Período	T.méd	T.máx	T.mín	UR	Urmáx	Urmín	V10 (m s ⁻¹)	Rg	ETo (mm d ⁻¹)
22/12-28/12	29,3	36,4	23,1	60,5	84,4	34,0	3,0	18,2	5,7
29/12-04/01	29,1	37,0	22,2	62,5	89,6	31,7	3,2	22,1	6,4
05/01-11/01	27,9	35,3	22,2	67,3	92,0	35,0	2,4	17,9	5,1
12/01-18/01	28,8	35,9	22,1	61,4	89,4	33,9	3,0	21,1	6,1
19/01-25/01	27,4	34,4	22,7	72,9	94,0	42,0	1,7	20,8	4,7
26/01-01/02	28,1	34,7	22,4	67,9	93,7	39,6	2,2	19,8	5,0
02/02-08/02	28,8	36,4	22,7	68,0	93,0	36,9	2,7	20,6	5,7
09/02-15/02	26,3	32,2	23,0	80,9	95,3	51,9	1,4	18,1	4,0
16/02	25,2	30,4	22,7	89,0	97,0	64,0	0,8	17,7	0,5

Período - em semanas. T.méd; T.máx; T. mín - temperaturas máxima, média e mínima, respectivamente (°C). UR - umidade relativa. Urmáx; Urmín - umidades relativas máxima e mínima respectivamente (%). V₁₀ (m s⁻¹) - velocidade do vento a 10 metros em metros por segundo. Rg - radiação global. ETo (mm d⁻¹) - evapotranspiração em milímetros por dia. Chuva (mm) - precipitação pluviométrica observada no período.

Como preparo da área para condução do experimento foi realizada uma gradagem com grade de arraste acoplada a um trator, seguida de levantamento de leirões com auxílio de sulcador acoplado a um trator, de modo que cada leirão ficou com aproximadamente 20 cm acima da superfície do solo e espaçados 2 m entre um leirão e outro (Figura 2A). A instalação do sistema de irrigação por gotejamento, foi feita com fita gotejadora de 16 mm de diâmetro com emissores espaçados em 30 cm (Figura 2B), as linhas principais para cada tratamento foi

disposta com mangueira de PVC flexível de 16 mm de diâmetro, de modo que cada tratamento receba água e fertilizantes individualmente. Foi montado um cabeçal de controle com tubulação de PVC rígido com diâmetro de 35 mm com registro para cada linha principal de cada tratamento. A água foi succionada com bomba periférica de ½ Cv (Figura 5). A tomada de água foi feita a partir de uma caixa d'água com capacidade de 2500 litros abastecida com água de poço artesiano disponível na fazenda. Ainda foi aplicado mulching com objetivo de manter a umidade do solo e reduzir o contato direto dos frutos com o solo e ainda diminuir a incidência de plantas invasoras (Figura 2C).



Figura 2 – Preparo do solo, levantamento de leirões, distribuição do sistema de irrigação e aplicação de mulching.

3.2 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em blocos casualizados contendo 5 tratamentos e 6 repetições (Figura 3). Os tratamentos corresponderam as combinações de concentrações de N e K aplicada na água de irrigação e ficaram assim definidos: T1 – 0 mg L⁻¹ de N e de K; T2 – 100 mg L⁻¹ N e 0 mg L⁻¹ de K; T3 – 100 mg L⁻¹ de N e 150 mg L⁻¹ de K; T4 - 0 mg L⁻¹ N e 150 mg L⁻¹ de K e T5 – 200 mg L⁻¹ de N e 300 mg L⁻¹ de K.

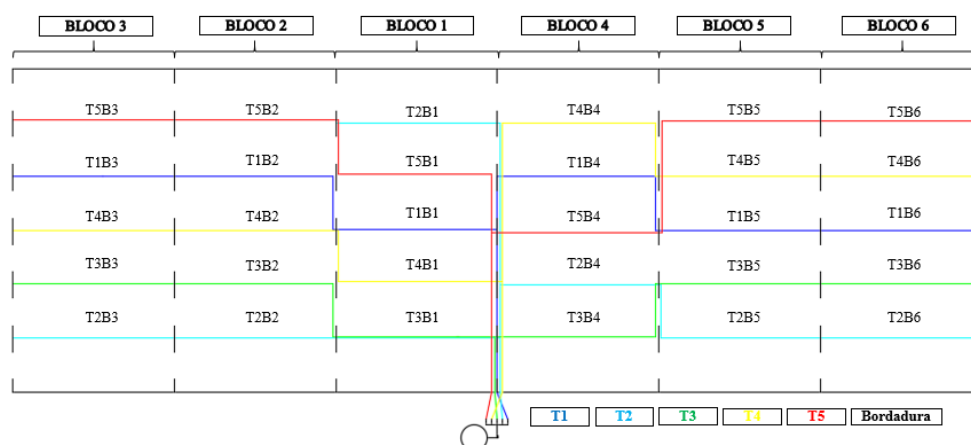


Figura 3 – Esquema de disposição dos tratamentos.

As combinações para N e K foram estabelecidas a partir de trabalhos já realizados em condições semelhantes, estando assim dentro dos níveis observados nas pesquisas recentes Silva Júnior et al. (2016), Vale (2017), Viana et al. (2007). Cada unidade experimental foi composta de 6 m de fileira, contendo 20 plantas, sendo a área útil da parcela as 14 plantas centrais com área útil de 8,4 m².

3.3 Condução do experimento

O plantio do experimento foi realizado no dia 22 de dezembro de 2017, onde inicialmente foram marcadas as covas sobre o mulching e posteriormente plantadas as sementes de melão com espaçamento de 0,3 x 2,0 m.

Durante a condução do experimento, foram realizadas capinas manuais em toda a área, a fim de manter a cultura livre de plantas invasoras, também foi observado durante todo o ciclo a manifestação de pragas e doenças, sendo a mosca minadora (*Liriomyza sativae* e *Liriomyza huidobrensisfoi*) a que mais se manifestou. Seu controle se deu através da aplicação de produtos com o ingrediente ativo *Abamectina*, sendo aplicado via pulverização. Para o controle de lagartas e brocas de frutos, utilizou-se de produtos do grupo químico *Antranilamida*, e para o controle de fungos e oídio, utilizou-se de *Metiltiofan*, cujo grupo químico é o *Benzimidazóis*, para controle do Míldio, utilizou-se do hidróxido de cobre.

As lâminas de irrigações diárias foram determinadas pela estimativa da evapotranspiração da cultura (Etc), calculada a partir da evapotranspiração de referência (Eto) obtida pela equação de Penman-Monteith – FAO, a partir de dados climáticos coletados na estação meteorológica de Ipanguaçu do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) disposto na Tabela 3, e o coeficiente de cultura estimado pela metodologia do kc dual (Allen et al. 2006) e acrescido em 10% considerando a eficiência de aplicação do sistema de irrigação. Por ocasião da ocorrência de chuvas as irrigações foram suspensas voltando a irrigar quando as tensões médias da água no solo, medidas nos diferentes tratamentos, atingiu um valor próximo aos 10 kPa. Com isso, as lâminas totais de irrigação aplicadas semanalmente estão dispostas na Tabela 4. As fertirrigações foram calculadas com base no volume de água a ser aplicado entre uma fertirrigação e outra e na dosagem estabelecida para cada tratamento, sendo realizada duas vezes por semana, onde cada aplicação concentrou a dosagem para, aproximadamente, três dias. As quantidades de fertilizantes aplicados e os teores de nutrientes acumulados ao longo do ciclo estão dispostos na (Tabela 4) e (Figura 4A e B), respectivamente.

Tabela 4 – Precipitação, lâmina de água e quantidade de nutrientes N e K aplicados por período ao longo do ciclo

Período (Dias)	Chuva (mm)	Lâmina (mm)	T1		T2		T3		T4		T5	
			N	K	N	K	N	K	N	K	N	K
0-7	0,0	16,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8-14	12,4	16,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15-21	34,6	16,3	0,00	0,00	5,50	0,00	5,50	5,97	0,00	5,97	11,00	11,94
22-28	5,0	16,3	0,00	0,00	8,25	0,00	8,25	8,96	0,00	8,96	16,50	17,92
29-35	119,4	21,0	0,00	0,00	15,79	0,00	15,79	34,34	0,00	34,34	30,92	68,68
36-42	1,4	32,7	0,00	0,00	23,40	0,00	23,40	23,96	0,00	23,96	46,13	47,92
43-49	1,0	46,7	0,00	0,00	28,23	0,00	28,23	29,95	0,00	29,95	56,46	59,90
50-56	80,6	16,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tratamento T1 – 0 mg L⁻¹ de N e K; T2 – 100 mg L⁻¹ de N e 0 mg L⁻¹ de K; T3 – 100 mg L⁻¹ de N e 150 mg L⁻¹ de K; T4 – 0 mg L⁻¹ de N e 150 mg L⁻¹ de K; T5 – 200 mg L⁻¹ de N e 300 mg L⁻¹ de K.

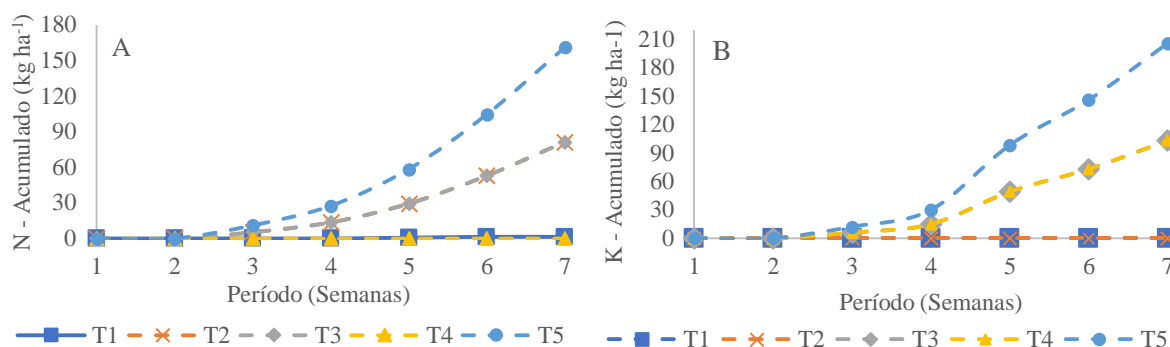


Figura 4 – Quantidade acumulada de nitrogênio (A) e potássio (B), aplicada através da água de irrigação ao longo do ciclo da cultura.

Para a aplicação dos fertilizantes utilizou-se da pressão negativa, ou sucção da bomba, onde foi colocada, na tubulação de sucção, uma derivação com registro e no momento da aplicação do fertilizante fechava-se o registro da caixa d'água e abria-se o registro da derivação succionando assim a solução previamente preparada em um recipiente de 20 litros conforme (figura 5).



Figura 5 – Aplicação de fertilizantes utilizando pressão negativa.

As fontes de nitrogênio aplicadas ao longo do ciclo de cultivo do melão foram os adubos comerciais Uréia (sendo 67% do total de N aplicado) e $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (sendo 33% do total de N aplicado). Para o fornecimento de potássio foram utilizados como fonte os adubos comerciais K_2SO_4 (sendo 14,5% do total de K aplicado) e KCl (sendo 85,5% do total de K aplicado).

Para acompanhamento da reação dos fertilizantes na solução do solo foram instalados extratores, nas profundidades de 15 e 30 cm, uma tensão aproximada de 50 kPa era aplicada aos extratores com auxílio de uma bomba de sucção que permitia fazer a retirada do ar contido no extrator. A solução do solo por sua vez, era retirado com auxílio de uma seringa acoplada a um espagete (Figura 6). Assim a dosagem dos nutrientes aplicados foi monitorada na solução do solo.

A avaliação dos teores de nitrogênio N e potássio K, bem como sódio (Na), cálcio (Ca) e condutividade elétrica (CE), da solução do solo foi realizada duas vezes por semana a partir da coleta do extrato (Figura 6A e B). O Na, K e Ca foram analisados por fotometria de emissão de chama, o N (amônio e nitrato) por meio de destilação de arraste de vapores (método de Kjeldahl), a CE por leitura direta com condutivímetro digital, tudo conforme metodologias propostas pela EMBRAPA (2009).



Figura 6 – Aplicação de tensão nos extratores (A) e retirada da solução do solo com auxílio de uma seringa(B).

3.4 Variáveis estudadas

A variação das concentrações de N (NH_4 e NO_3) foi realizado por meio da destilação de arraste de vapores (Kjedhal), e K solúveis, avaliado por fotômetro de emissão de chamas, na

solução do solo foi realizada através da coleta da solução do solo, a partir dos extratores instalados em cada tratamento estudado. Os extratos foram coletados após as fertirrigações, e encaminhadas para laboratório a fim de analisar os teores de N e K, Ca, Na e CE conforme metodologias propostas pela EMBRAPA (2009).

Para avaliar a nutrição da cultura através da fertirrigação, foram coletadas amostras de folha para análise química. A coleta da folha diagnóstica de cada planta foi realizada aos 35 dias após plantio, encaminhadas para o laboratório, onde foram lavadas e postas para secar em estufa de circulação forçada de ar, a uma temperatura de 65 °C, até atingir peso constante. Em seguida as amostras foram trituradas em moinho e colocadas em recipientes plástico (Figura 7A, B, C e D). Posteriormente, as amostras trituradas foram submetidas à digestão sulfúrica, para determinação do nitrogênio total (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe) e manganês (Mn) e à digestão seca para determinar os teores de enxofre (S), boro (B) e sódio (Na), conforme metodologia proposta por EMBRAPA (2009).

Os teores Ca, Mg, Fe e Mn foram determinados pela leitura direta em espectrometria de absorção atômica. O Na e o K por fotômetro de chama. O P, B e S por espectrofotometria. O N total foi determinado pelo método de destilação de araste de vapores (Kjeldhal).



Figura 7 – Coleta (A) e preparo das amostras de planta (B e C), sendo trituradas e acomodadas em vasos plásticos para posterior análises (D).



Figura 8 – Coleta de solo para posterior análise química (A e B).

Para avaliação da fertilidade do solo, foram coletadas amostras de solo de todas as unidades experimentais ao final do ciclo da cultura, na profundidade de 0 a 20 cm, totalizando 30 amostras (Figura 8A e B). Todas as amostras foram devidamente identificadas, postas para secar ao ar livre, destorroadas, peneiradas, e analisadas quimicamente, seguindo metodologia proposta por EMBRAPA (2009). A quantificação do pH e CE foi realizada na pasta de saturação, o P, K e Na, por extração, com solução Melnich-1; o Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} por extração com solução KCl 1M; o H + Al extraído com solução de acetato de cálcio a pH 7,0; o N nas formas de NH_4 e NO_3 , pelo método da destilação de arraste de vapores (Kjeldhal), a partir do extrato da pasta de saturação do solo. Foram determinados ainda os teores de Na, K e Ca solúveis a partir da pasta de saturação, e calculada a porcentagem de sódio trocável (PST) a partir dos resultados.

A colheita dos frutos para análise qualitativa e quantitativa se deu aos 56 dias após o plantio, onde foram contabilizados todos os frutos. Os frutos foram separados em classes (pequenos, médios e grandes) visualmente, pesados e para análise de pós-colheita, foi retirado um fruto maduro representativo de cada unidade experimental. Ainda, foram colhidos um fruto “de vez”, no mesmo período de colheita dos frutos maduros (ponto de colheita para mercados externos) de cada unidade experimental da classe representativa dos frutos médios e encaminhado ao laboratório para análises de pós-colheita.

A produtividade total (PRTOT) foi determinada a partir da pesagem de todos os frutos por unidade de área e expresso em kg ha^{-1} ; produtividade comercial (PRCOM) determinado a partir da contabilização de todos os frutos com padrão comercial e pesagem de amostras desta classe por unidade de área e expresso em kg ha^{-1} ; número de frutos comercial (NFC) determinados a partir da contabilização de todos os frutos com padrão comercial e expresso em

valor unitário; massa média dos frutos comerciais (MMC) determinado pela média do peso dos frutos comerciais sendo feito a partir de amostragem de três frutos por parcela, podendo ser esse valor inferior caso não houvesse o número de frutos igual a três dentro da classe e expresso em kg; número de frutos total (NFT) determinado pelo número total de frutos produzidos e expresso em valor unitário, massa média total dos frutos (MMT) determinado pelo peso médio dos frutos de todas as classes divididas (pequenos, médios e grandes) e expresso em kg; e porcentagem de frutos comerciais (%FRCOM) determinado a partir do percentual de quantos frutos foram comercial em relação ao total produzido.

Nas análises de pós-colheita foram aferidas as medidas de cada fruto analisado, sendo realizadas medidas longitudinal e transversal, com auxílio de régua na parte externa do fruto, espessura de casca, polpa e cavidade interna, com auxílio de paquímetro digital (Figura 9).

Para a firmeza da polpa os frutos foram divididos longitudinalmente em duas partes, e em uma delas, realizaram-se três leituras, equidistantes e na região equatorial da polpa, com um penetrômetro da marca McCormick, modelo FT 327 analógico (ponteira de 12 mm de diâmetro), com média das leituras expressas em Newton (N). A acidez titulável foi determinada por titulação de uma alíquota de 10 mL de suco, à qual, foram adicionados 40 mL de água destilada. Em seguida, realizou-se a titulação com solução de NaOH a 0,02 N, sendo o ponto final da titulação determinado com o potenciômetro digital, até atingir pH de 8,1. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico, segundo metodologia do IAL (2005).



Figura 9 – Frutos dispostos no laboratório e realização das análises de pós-colheita.

Ainda foi determinado o teor de sólidos solúveis (°Brix) a partir do processamento do suco da polpa do fruto, medido com Refratômetro digital e expresso em °Brix. O fator de forma (FF) foi determinado a partir da divisão entre medida longitudinal e da medida transversal. O índice de maturação (IM) foi determinado pela relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez.

3.5 Análise dos dados

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), pelo teste F determinado como significativa a probabilidade de até 5% de significância, gerados por meio de planilha eletrônica (Microsoft® Excel). Após isso, foram geradas as médias dos tratamentos, determinada a DMS ao nível de 5% de significância para o teste de Tukey e agrupados os tratamentos de acordo com a DMS calculada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação das concentrações dos sais em solução do solo se deu a partir dos extratos colhidos em campo, em duas profundidades, sendo 0 a 15 e 15 a 30 cm. Ao longo do ciclo da cultura, as variáveis estudadas (Ce, N, K, Na e Ca) apresentaram variações de suas concentrações, comportamento dentro do esperado, com variações ao longo do período. Esse comportamento se justifica devido às aplicações dos sais, em fertirrigação onde, ocorrendo um acúmulo de suas concentrações após as fertirrigações e, ao longo do tempo, essa concentração tende a reduzir conforme a dinâmica de interação dos sais com o sistema água-solo-plantas.

Para a condutividade elétrica da solução do solo (Figuras 10A e B), observa-se um comportamento semelhante entre os tratamentos nas duas profundidades estudadas, sendo o tratamento T1, aquele que não recebeu fertirrigação, o que apresenta comportamento mais uniforme e menores valores em praticamente todo o ciclo da cultura. Tal comportamento permite levantar a hipótese de que as variações de concentração na solução do solo se deram com as aplicações de sais. Para o tratamento T5, que recebeu as maiores concentrações de nitrogênio e potássio, 200 e 300 mg L⁻¹, respectivamente, observa-se um aumento mais acentuado na condutividade elétrica a partir dos 28 dias após o plantio (DAP), permanecendo sempre superior aos demais tratamentos. Na profundidade de 0 a 15 cm (Figura 10A), os tratamentos T2, T3 e T4 apresentaram comportamento semelhantes e concentrações intermediárias, acima do tratamento T1 (apenas água de irrigação) e abaixo do tratamento T5 (maior quantidade de fertilizantes aplicadas), considerado dentro da normalidade.

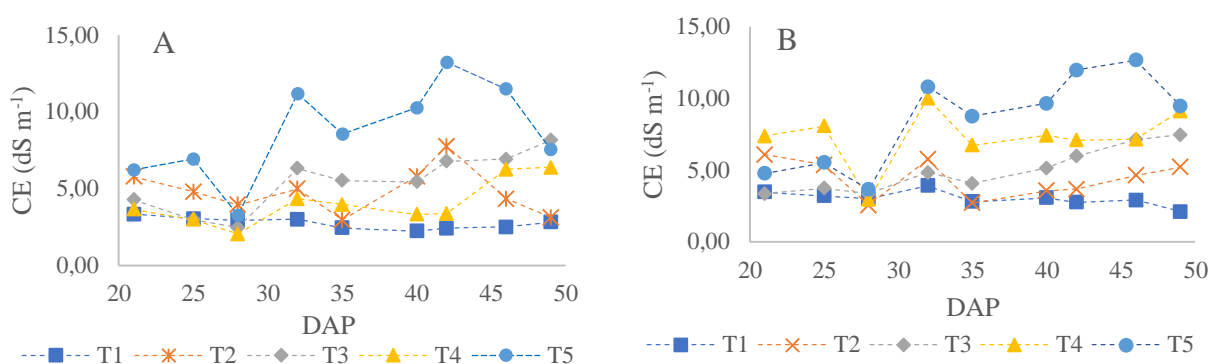


Figura 10 – Condutividade elétrica do solo ao longo do ciclo do melão, sendo avaliado em duas profundidades 0 a 15 cm (A) e 15 a 30 cm (B), respectivamente. Sendo: T1 – 0 mg L⁻¹ de N e K; T2 – 100 mg L⁻¹ de N e 0 mg L⁻¹ de K; T3 – 100 mg L⁻¹ de N e 150 mg L⁻¹ de K; T4 – 0 mg L⁻¹ de N e 150 mg L⁻¹ de K e T5 – 200 mg L⁻¹ de N e 300 mg L⁻¹ de K.

Quando se observa o gráfico da profundidade de 15 a 30 cm (Figura 10B) o tratamento T4 apresenta valores próximos aos observados no tratamento T5 indicando assim que quando o potássio foi aplicado individualmente (T4) o mesmo expressou uma maior condutividade em profundidade do que quando aplicado junto ao nitrogênio (T3). Em ambas as profundidades estudadas, observa-se uma redução da CE para todos os tratamentos aos 28 DAP. Essa redução nos valores da CE provavelmente se deu devido a precipitação ocorrida nesse período (Tabela 3), e que dado seu volume, muito provavelmente acabou lavando as camadas superficiais do solo.

O aumento da condutividade elétrica da solução do solo está ligado a fonte de adubação e ao índice salino dos fertilizantes aplicados. Segundo Anjos et al. (2015) a condutividade elétrica do extrato de saturação aumenta em função do aumento das quantidades de KCl aplicados via fertirrigação, o que evidencia o efeito salino do fertilizante. Isso pode justificar as maiores concentrações de CE para o tratamento T5 que recebeu a maior concentração de K, e também pode justificar a elevação do tratamento T4 na camada de 15 a 30 cm, haja visto que o T4 recebeu apenas adubação potássica e esta foi sempre aplicada através do KCl deixando claro que quando a aplicação do fertilizante potássico foi feita individualmente resultou em maior concentração da CE em profundidade.

Para determinar as concentrações de nitrogênio (Figura 11A e B) foi realizado o somatório das concentrações de amônio (NH_4) e nitrato (NO_3) observados na solução do solo. Assim, esperava-se que fossem observadas maiores concentrações de nitrogênio para as maiores quantidades de N aplicadas.

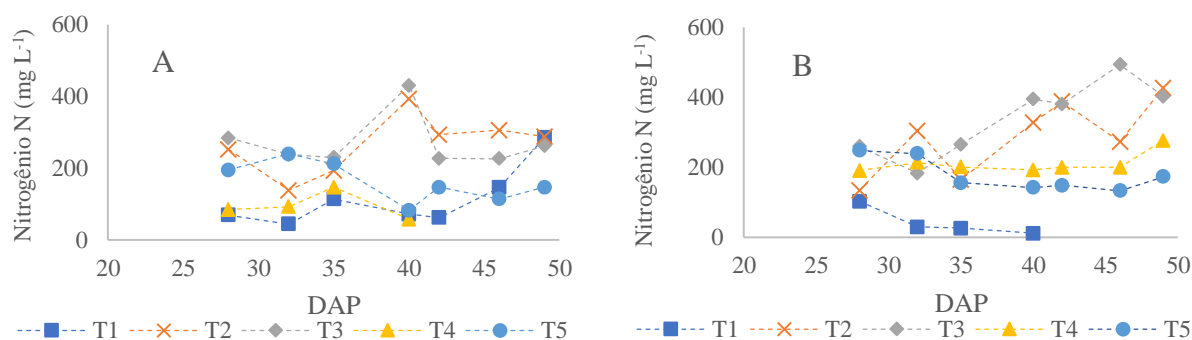


Figura 11 – Concentração de Nitrogênio N ($\text{NH}_4 + \text{NO}_3$) em solução do solo em duas profundidades 0 a 15 cm (A) e 15 a 30 cm (B) ao longo do ciclo do melão. Sendo: T1 – 0 mg L^{-1} de N e K; T2 – 100 mg L^{-1} de N e 0 mg L^{-1} de K; T3 – 100 mg L^{-1} de N e 150 mg L^{-1} de K; T4 – 0 mg L^{-1} de N e 150 mg L^{-1} de K e T5 – 200 mg L^{-1} de N e 300 mg L^{-1} de K.

Porém, observa-se em ambas as profundidades avaliadas, que as concentrações de N foram maiores para os tratamentos T2 e T3, os quais receberam doses de nitrogênio na concentração de 100 mg L⁻¹, metade da concentração deste nutriente aplicado no tratamento T5. Este comportamento pode ser decorrente de processos como a absorção dos adubos aplicados, perdas, seja por volatilização e ou lixiviação.

Silva Júnior et al. (2010) concluíram que ao final do ciclo do meloeiro, a melhor concentração de nitrogênio em solução do solo foi de 336 mg L⁻¹. Este resultado está próximo aos valores observados ao longo do ciclo desse experimento. Apenas os tratamentos T2 e T3 se distanciam deste valor aos 40 DAP na camada de 0 a 15 cm e ao final do ciclo de cultivo na camada seguinte, apresentando aumento de suas concentrações em relação aos demais tratamentos.

Coelho et al. (2014) trabalhando com concentrações de nitrato no perfil de solo fertirrigado com diferentes concentrações de fontes nitrogenadas, observaram que as concentrações média de nitrato da solução do solo aumentaram indicando que tanto o fertilizante uréia como o nitrato de potássio, independente da concentração aplicada, promoveram acúmulo do nitrato na zona radicular ao longo do tempo. Os autores concluíram ainda que o aumento da concentração do fertilizante nitrogenado na fertirrigação implicou em aumento da concentração do íon nitrato na solução do solo. Apesar do nitrogênio avaliado neste estudo ter sido o somatório de amônio mais o nitrato pode-se inferir que, os resultados observados não estão de acordo com os resultados relatados pelos autores acima citados.

No caso do potássio (K), na camada de 0 a 15 cm (Figura 12A), observa-se que a maior concentração de potássio aplicada (300 mg L⁻¹) no tratamento T5, contribuiu para aumentar consideravelmente, dos 40 até aos 46 DAP, a concentração deste nutrientes na solução do solo e apresentou uma leve redução aos 49 DAP ou seja, na última avaliação. Também foi observado para esse tratamento uma leve redução no início, que pode ser justificada pelo período de máxima exigência nutricional da cultura, ao passo que, após este período, a concentração do K em solução aumentou. Outra possibilidade que pode justificar a redução da concentração do K no início do ciclo é, devido os adubos serem aplicados na água de irrigação, nesse período inicial o consumo de água era menor e conseqüentemente menos adubo era aplicado e ainda, neste período ocorreram chuvas o que pode ter contribuído para redução da concentração de K devido a uma possível lixiviação ocorrida.

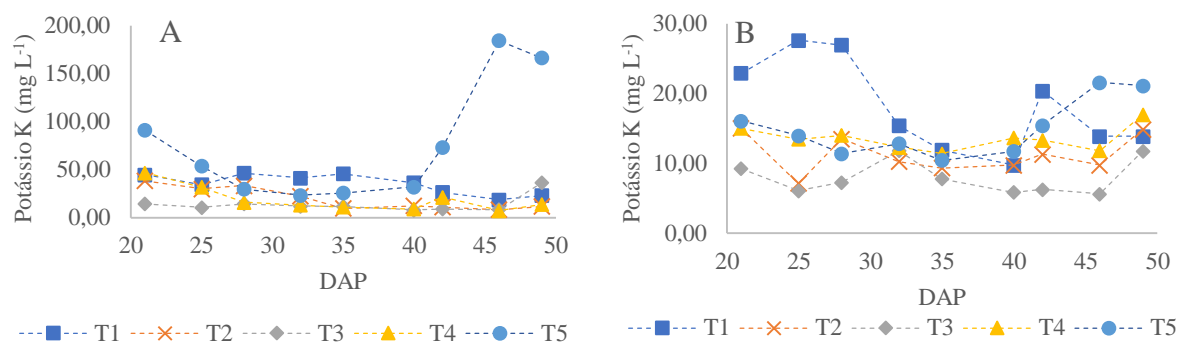


Figura 12 – Concentração de potássio (K) solúvel nas profundidades de 0 a 15 cm (A) e 15 a 30 cm (B) ao longo do ciclo do melão. Sendo: T1 – 0 mg L⁻¹ de N e K; T2 – 100 mg L⁻¹ de N e 0 mg L⁻¹ de K; T3 – 100 mg L⁻¹ de N e 150 mg L⁻¹ de K; T4 – 0 mg L⁻¹ de N e 150 mg L⁻¹ de K e T5 – 200 mg L⁻¹ de N e 300 mg L⁻¹ de K.

De acordo com Callegari et al. (2012), a diminuição na disponibilidade de K, até os 26 DAP, se deve ao maior consumo de potássio pela planta, já que o K é vital para a fotossíntese, principalmente nesta fase de intenso crescimento vegetativo.

Para o K, na profundidade de 15 a 30 cm (Figura 12B), o tratamento que não recebeu adubação (T1) mostrou concentrações superiores aos demais até aos 28 DAP, reduzindo em seguida. Tal comportamento pode ser decorrente de uma maior disponibilização de potássio do solo para a solução e este efeito pode ter ocorrido de forma isolada na camada subsuperficial estudada. Silva Júnior et al. (2010) avaliando a resposta do meloeiro à fertigação, controlada através de íons da solução do solo, concluíram que no final do ciclo a concentração de potássio na solução do solo variou entre 35 e 44 mg L⁻¹. Estes valores encontram-se próximo aos observados no presente trabalho na camada de 0 a 15 cm, durante a maior parte do experimento, salvo para o tratamento T5 que mostrou um pico de concentração próximo ao final do ciclo.

Tais comportamentos observados, merecem maiores reflexões sobre este elemento no solo e sua interação com os demais nutrientes, assim como, da capacidade que o solo (Cambissolo) tem de reter o potássio, indisponibilizando-o para a solução do solo. Arruda (2018) trabalhando com dinâmica de água e transporte de potássio no Cambissolo, verificou que ao aplicar uma solução concentrada de K, há um maior incremento de K no solo próximo aos gotejadores, mas nos pontos mais afastados do emissor a concentração praticamente não foi alterada.

Tal comportamento é justificado pelo autor com a dinâmica do íon potássio, que apresenta alta afinidade de interação com a micela do solo, favorecendo sua troca com cátions

bivalentes (Ca^{2+} e Mg^{2+}), dificultando assim seu transporte para maiores profundidades e distâncias no solo.

Com isso, levanta-se a possibilidade de que os incrementos da fertirrigação no solo, contribuíssem para aumentar a capacidade de retenção e indisponibilização do K para a solução do solo. Reforça-se esta reflexão quando se observa o tratamento T4 (150 mg L^{-1} de K), que recebeu apenas adubação potássica e seu comportamento ao longo do período estudado foi pouco variável em ambas as profundidades.

De acordo com Meurer (2006), o íon K^+ na solução do solo é a forma como as plantas absorvem este nutriente. No solo, o K solúvel e o trocável são as formas do elemento disponível para as plantas, sendo que em solos com alto teor de K trocável ocorre um rápido equilíbrio com o K em solução, mantendo alto gradiente de concentração.

A avaliação do sódio (Na) em solução (Figura 13A e B) se deu a partir dos 28 DAP. Para este elemento observam-se variações para os tratamentos ao longo do ciclo, sendo que, na camada de 0 a 15 cm (Figura 13A), o tratamento T4 apresentou maior concentração no final do ciclo e, o tratamento T5 (200 mg L^{-1} de N e 300 mg L^{-1} de K), apresentou redução no teor de Na, no mesmo período.

Já para a camada de 15 a 30 cm (Figura 13B), o tratamento T5 apresentou maior incremento no teor de Na, sendo o máximo observado aos 42 DAP, seguido de redução, indicando que neste período pode ter havido lixiviação deste elemento. O tratamento T4 mostrou comportamento semelhante entre as camadas de solo, o que pode estar ligado ao fato da dinâmica e interação do K com os demais íons na micela do solo.

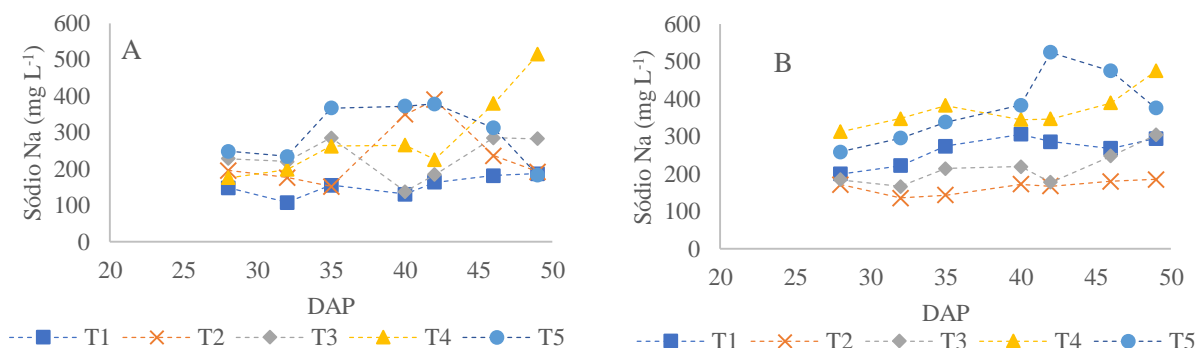


Figura 13 – Concentração de Sódio (Na) solúvel nas profundidades de 0 a 15 cm(A) e 15 a 30 cm (B) ao longo do ciclo do melão. Sendo: T1 – 0 mg L^{-1} de N e K; T2 – 100 mg L^{-1} de N e 0 mg L^{-1} de K; T3 – 100 mg L^{-1} de N e 150 mg L^{-1} de K; T4 – 0 mg L^{-1} de N e 150 mg L^{-1} de K e T5 – 200 mg L^{-1} de N e 300 mg L^{-1} de K.

Para o cálcio (Figura 14A e B), observa-se semelhança para sua concentração em ambas as profundidades estudadas (0 a 15 e 15 a 30 cm) para o tratamento T5, apresentando maiores concentrações a partir dos 40 DAP até os 48 DAP, período no qual foram realizadas aplicações de nitrato de cálcio, como fonte de nitrogênio, sendo estes incrementos, muito provavelmente, devido a aplicação desta fonte nutritiva, bem como devido a aplicação de K e da dinâmica desse íon que em concentrações elevadas pode deslocar o cálcio do sítio de troca para a solução do solo. Na profundidade de 15 a 30 cm (Figura 14B), observa-se um aumento no teor de Ca para o tratamento T4, onde se aplicou apenas adubação potássica, podendo inferir que a adubação potássica influenciou a disponibilização do Ca para a solução do solo.

É fato que diversos trabalhos têm sido realizados a fim de determinar o evento de fertirrigação a partir da concentração observada de um ou mais nutriente em solução. Contudo, essas pesquisas não abordam ou não dão enfoque ao comportamento dos íons em solução ao longo dos ciclos estudados, tal como foi realizado nesta pesquisa.

Estudo semelhante foi feito por Silva Júnior et al. (2016), que na ocasião, monitoraram a condutividade elétrica e o pH da solução do solo, e concluíram que tanto a CE como o pH são possíveis de serem controlados a partir do monitoramento, o que possibilitou fazer uma fertirrigação equilibrada, permitindo decidir pelo uso ou não de fertilizantes, de forma a evitar desperdícios e ajudar a estabelecer as fontes ideais, menos salinas ou menos alcalinas, de acordo com a necessidade da cultura, reduzindo os impactos no solo e na planta.

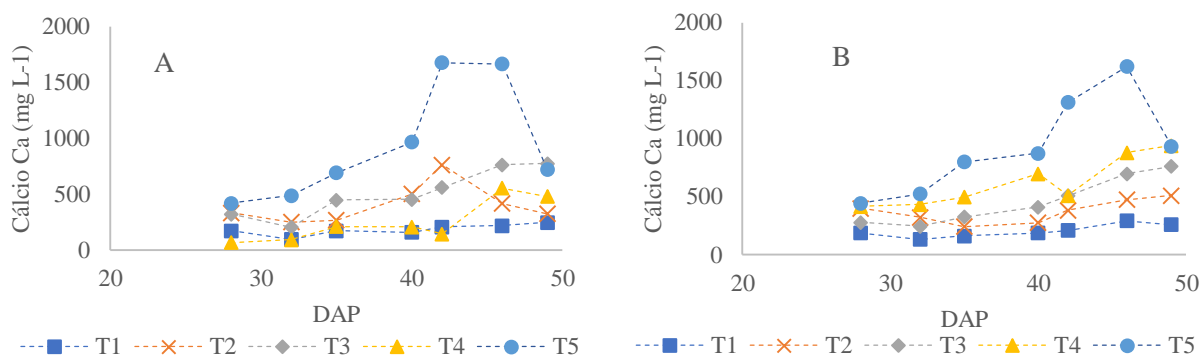


Figura 14 – Concentração de Cálcio Ca solúvel nas profundidades de 0 a 15 cm (A) e 15 a 30 cm (B) ao longo do ciclo do melão. Sendo T1 – 0 mg L⁻¹ de N e K; T2 – 100 mg L⁻¹ de N e 0 mg L⁻¹ de K; T3 – 100 mg L⁻¹ de N e 150 mg L⁻¹ de K; T4 – 0 mg L⁻¹ de N e 150 mg L⁻¹ de K e T5 – 200 mg L⁻¹ de N e 300 mg L⁻¹ de K.

Diante disso, novos estudos são necessários a fim de melhor correlacionar o efeitos dos sais aplicados via fertirrigação e observados em solução, com o sistema água-solo-planta para que se possa, corroborar ou refutar as observações realizadas nesta pesquisa.

Na Tabela 5, estão dispostas as análises de variância e médias para as características químicas do solo na camada de 0 a 20 cm. Observa-se significância para o teste F a 5% de probabilidade, para as características pH, CE, K trocável, N, K e Ca no extrato de saturação, avaliados após o ciclo da cultura. Para o pH do solo (Tabela 5), observa-se a maior média para o tratamento T1, (0 mg L⁻¹ de N e K), sendo diferente estatisticamente dos tratamentos T3 (100 mg L⁻¹ de N e 150 mg L⁻¹ de K) e T5 (200 mg L⁻¹ de N e 300 mg L⁻¹ de K) e, semelhante aos tratamentos T2 (100 mg L⁻¹ de N e 0 mg L⁻¹ de K) e T4 (0 mg L⁻¹ de N e 150 mg L⁻¹ de K). Os tratamentos T5 e T3 foram os que apresentaram as menores médias de pH, fato que pode ser atribuído muito provavelmente ao processo de nitrificação que favorece a redução do pH.

Tabela 5 – Análise de variância e teste de comparação de médias para as características químicas do solo na camada de 0 a 20 cm: pH; CEes em dS m⁻¹ (determinados no extrato de saturação); P, K e Na em mg dm⁻³; Ca e Mg em cmol_c dm⁻³; PST em %; Na, K e Ca solúvel em mg L⁻¹ e N em mg L⁻¹ (determinados no extrato da pasta de saturação do solo)

CV	GL	pH	CEes	Extraíveis					Extrato da pasta de saturação			
				P	K	Ca	Mg	Na	N	K	Ca	Na
Estatística F												
Bloco	5	1,54 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,44 ^{ns}	1,86 ^{ns}	2,88*	0,28 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,52 ^{ns}	1,29 ^{ns}	0,87 ^{ns}	0,57 ^{ns}
Trat	4	4,66*	17,60*	1,83 ^{ns}	9,36*	1,80 ^{ns}	1,27 ^{ns}	1,23 ^{ns}	36,72*	19,53*	34,65*	1,57 ^{ns}
Erro	20											
CV		2,35	22,74	76,93	47,65	14,56	79,47	30,09	33,41	60,89	23,87	32,60
Tratamentos		Médias										
T1		7,84a	1,90c	44,96a	124,29c	10,29a	1,50a	104,92a	13,89b	17,08b	73,13d	147,21a
T2		7,64ab	4,05b	67,27a	112,17c	11,13a	1,01a	94,52a	315,29a	19,97b	300,58bc	173,59a
T3		7,53b	4,60b	17,26a	194,19b	9,85a	2,03a	87,20a	278,11a	77,70b	428,36b	185,33a
T4		7,70ab	3,48bc	42,42a	349,72ab	10,39a	0,82a	110,23a	22,43b	100,99b	259,60c	210,18a
T5		7,43b	6,22a	38,31a	442,33a	12,03a	1,17a	78,34a	268,47a	287,40a	573,51a	140,23a
Média geral		7,63	4,05	42,05	244,54	10,74	1,30	95,00	179,64	100,63	327,04	171,31
DMS5%=		0,31	1,59	55,86	201,20	2,70	1,79	49,39	103,65	105,82	134,79	96,43

*significativo a 5%, ^{ns}não significativo a 5%, médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si e médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si. Sendo T1 – 0 mg L⁻¹ de N e K; T2 – 100 mg L⁻¹ de N e 0 mg L⁻¹ de K; T3 – 100 mg L⁻¹ de N e 150 mg L⁻¹ de K; T4 – 0 mg L⁻¹ de N e 150 mg L⁻¹ de K e T5 – 200 mg L⁻¹ de N e 300 mg L⁻¹ de K.

Assim sendo, os incrementos da fertirrigação reduziram o pH do solo em relação ao tratamento T1 e de maneira geral, também houve redução do pH do solo em relação ao verificado antes do experimento (Tabela 1), o que pode ter proporcionado um melhor ambiente para as plantas, pois o pH se manteve próximo da faixa que favorece o desenvolvimento das

mesmas que conforme Cometti et al. (2006), as plantas podem suportar perfeitamente pH entre 4,5 e 7,5 sem grandes efeitos fisiológicos.

A condutividade elétrica no extrato de saturação do solo (CEes) apresentou maior média para o tratamento T5 e menor média para o tratamento T1. Estes valores estão dentro do esperado diante da quantidade de fertilizantes aplicados no tratamento T5 e de acordo com os valores observados no monitoramento da solução do solo (Figura 10A e B). Este comportamento indica que aplicações de fertilizantes em maiores quantidades favoreceram o acúmulo de sais, e, ao longo do tempo e de ciclos sucessivos, podem acarretar a salinização de áreas produtoras.

A elevação na concentração da condutividade elétrica do solo foi observada também por Gomes et al. (2015), onde ao aplicar doses crescentes de potássio no cultivo de morango, observaram efeito salino no solo e toxidez às plantas para a maior dose de potássio aplicada. Anjos et al. (2015) que também observaram aumento na condutividade elétrica a partir da adubação potássica, enfatizam o efeito salino do KCl aplicados via fertirrigação.

O fósforo (P) não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos e obteve maior média de 67,27 mg dm⁻³ para o tratamento T2 e menor média 17,26 mg dm⁻³ para o tratamento T3, com média geral de 42,05 mg dm⁻³. O coeficiente de variação (CV) da análise estatística foi muito alto, o que pode ter contribuído para não detecção de diferenças significativas no teste aplicado. Em geral, esperava-se uma concentração baixa de P, principalmente por ter sido aplicado o adubo MAP em quantidade igual em toda a área, a fim de suprir as necessidades da planta deste nutriente. Como este nutriente não fazia parte das fontes de variação do estudo, já era esperado que não houvesse diferenças estatísticas.

Para o potássio (K) trocável, onde não se aplicou K houve menor concentração de K no solo (T1 e T2). Onde se aplicou K em maiores concentrações houve maior acréscimo de K no solo (T3, T4 e T5). Assim, o tratamento T5 foi o que proporcionou maior média 442,33 mg dm⁻³, e a menor média foi observada para o tratamento T2 com 112,17 mg dm⁻³. Observa-se que a maior dose de K proporcionou maior concentração deste nutriente no solo e esta não foi diferente estatisticamente da aplicação de metade da concentração do K aplicado individualmente (T4). Tal comportamento pode estar relacionado a interação deste nutriente com os colóides do solo e destes com a solução, bem como com a capacidade que solos argilosos têm em reter esse nutriente. De acordo com Matos et al. (2013), apesar do K ser um cátion monovalente, em altas concentrações possibilita o deslocamento de cátions bivalentes, favorecendo sua concentração no complexo de troca.

Os teores de sódio (Na), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) trocável, percentual de sódio trocável (PST) e sódio (Na) solúvel, não diferiram entre os tratamentos estudados, sendo as maiores médias observadas nos tratamentos, respectivamente nos T4, T5, T3, T4 e T4 e menores médias para os tratamentos, respectivamente nos T5, T3, T4, T3 e T5. Ainda, as médias gerais observadas foram de 95,04 mg dm⁻³ para o Na, 10,74 mg dm⁻³ para o Ca e 1,30 mg dm⁻³ para o Mg, 3,25% para PST e 171,31 mg L⁻¹ para o Na solúvel. Estes valores podem estar correlacionados com as quantidades de potássio aplicadas e sua capacidade de troca, que faz com que outros cátions como o Ca, Mg e Na se desloquem dos complexos de troca. Tal fato foi observado por Matos et al. (2013) ao estudarem o deslocamento miscível de cátions provenientes da vinhaça em colunas de solo, verificaram que com a aplicação de vinhaça, o potássio em excesso deslocou outros cátions do complexo de troca.

Para o nitrogênio (N) avaliado na pasta de saturação do solo (Tabela 5), conforme esperado, foi observado maiores incrementos para os tratamentos que receberam adubação nitrogenada. Os tratamentos que receberam N (T2, T3 e T5) foram estatisticamente diferentes aos demais (T1 e T4) e iguais entre si, não sendo observado assim incrementos significativos para a maior quantidade de N aplicada (tratamento T5). Contudo, a maior média foi observada no T2 com 315,29 mg L⁻¹ e menor média para o T1 com 13,89 mg L⁻¹. Coelho et al. (2014) concluíram que o aumento na concentração do fertilizante nitrogenado na água de irrigação proporcionou aumento da concentração do íon nitrato, tanto na solução do solo como no extrato de saturação.

Para o K e o Ca solúveis, avaliados na solução da pasta de saturação, verificou-se diferenças significativas, sendo as maiores médias, 287,40 mg L⁻¹ de K e 573,51 mg L⁻¹ de Ca, para o tratamento T5, que diferiu dos demais tratamentos. As menores médias foram observadas no tratamento T1, sendo para o K o valor de 17,08 mg L⁻¹, não diferindo dos demais, e para o Ca o valor de 73,13 mg L⁻¹, não diferindo dos tratamentos T2 e T3. Este comportamento observado para o potássio em solução, está de acordo com o esperado, onde a maior concentração observada está para a maior quantidade aplicada (tratamento T5). No caso específico do cálcio o (CV) menor favoreceu a detecção de diferenças significativas, ficando apenas o T2 semelhante ao T3 e ao T4. Este comportamento se justifica pelo fato de ter sido utilizado como fonte nutritiva de N e Ca, para atender a necessidade da planta, o nitrato de cálcio. Outra justificativa, é que há uma maior disponibilização deste cátion (Ca) para a solução do solo quando se aplica K, e como os tratamentos T2 e T3 receberam as mesmas quantidades

de N e T3 e T4 as mesmas quantidades de K, as contribuições dadas de cada fonte nutritiva para o Ca, foram semelhantes ao deslocamento de cálcio provocado pela ação do K no solo.

Na Tabela 6 está disposta a análise de variância para as características químicas na folha do melão e suas médias por tratamento estudado.

Observa-se resultados significativos para o teste F a 5% de probabilidade para as seguintes características: potássio (K), ferro (Fe) e boro (B). As demais características: nitrogênio (N), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), fósforo (P), manganês (Mn) e sódio (Na), não diferiram estatisticamente.

Para o N (Tabela 6) não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos estudados, com média geral de 47,54 g kg⁻¹. Oliveira et al. (2015) observaram valores semelhantes às médias apresentadas neste estudo para o N, quando estudaram a nutrição mineral do pimentão submetido a diferentes manejos de fertirrigação, sendo apresentadas médias de 33,2 g kg⁻¹, quando a fertirrigação foi realizada a partir do monitoramento da condutividade elétrica da solução do solo, 38,5 g kg⁻¹ quando a fertirrigação foi realizada a partir do monitoramento da concentração de íons de N e K na solução do solo e 47,4 g kg⁻¹ para a fertirrigação a partir da marcha de absorção da cultura.

Tabela 6 – Análise de variância e teste de comparação de médias para as características químicas da folha do meloeiro: N, K, Ca, Mg, P em g kg⁻¹ e S, Fe, Mn, B e Na, em mg kg⁻¹

FV	GL	N	K	Ca	Mg	S	P	Fe	Mn	B	Na
Estatística F											
Bloco	5	0,07 ^{ns}	1,12 ^{ns}	1,12 ^{ns}	0,68 ^{ns}	1,74 ^{ns}	0,14 ^{ns}	1,04 ^{ns}	2,32 ^{ns}	0,21 ^{ns}	2,76*
Trat	4	1,25 ^{ns}	5,67*	0,80 ^{ns}	1,15 ^{ns}	2,16 ^{ns}	1,06 ^{ns}	3,83*	0,81 ^{ns}	4,80*	0,42 ^{ns}
Erro	20										
CV		10,59	7,13	12,60	12,15	10,10	15,02	23,68	27,85	31,49	10,04
Tratamentos		Médias									
T1		45,21a	28,22b	15,65a	2,31a	6,28a	4,09a	285,83a	172,30a	49,71b	943,77a
T2		49,80a	29,58b	15,76a	2,36a	6,00a	3,97a	191,54b	187,04a	64,16b	943,77a
T3		48,71a	30,41ab	14,13a	2,20a	6,43a	3,55a	214,34ab	172,11a	74,12ab	979,21a
T4		44,92a	33,65a	14,75a	2,47a	6,59a	3,72a	179,06b	141,13a	69,48ab	943,77a
T5		49,07a	29,08b	14,70a	2,17a	7,05a	3,65a	225,72ab	160,92a	105,20a	908,33a
Média geral		47,54	30,19	15,00	2,30	6,47	3,79	219,30	166,70	72,53	943,77
DMS (5%)		8,69	3,72	3,26	0,48	1,13	0,98	89,69	80,17	39,44	163,55

*significativo a 5%, ^{ns}não significativo, médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si e médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si. Sendo T1 – 0 mg L⁻¹ de N e K; T2 – 100 mg L⁻¹ de N e 0 mg L⁻¹ de K; T3 – 100 mg L⁻¹ de N e 150 mg L⁻¹ de K; T4 – 0 mg L⁻¹ de N e 150 mg L⁻¹ de K e T5 – 200 mg L⁻¹ de N e 300 mg L⁻¹ de K.

Diante do exposto, supõe-se que a ausência de resposta para os tratamentos que receberam N (T2, T3 e T5), podem estar relacionada à disposição deste nutriente na planta, ou seja, sua mobilidade nos tecidos da planta por efeitos de diluição à medida que a planta se desenvolve ou ainda, segundo Cantarella (2007), pelo possível acúmulo de N inorgânico no subsolo, em culturas que receberam N acima da dose para a máxima resposta. Haja visto que o teor considerado ideal para o N nas plantas varia de 20 a 50 g kg⁻¹ Dechen & Nachtigal (2006).

De fato, ao se observar o comportamento do N na solução do solo ao longo do tempo (Figura 11A e B), observam-se menores concentrações para o tratamento T5 (200 mg L⁻¹ de N) em relação aos demais tratamentos estudados (T1 e T4). Comportamento observado também para o teor de N no solo (Tabela 5), em que o tratamento T5 obteve menor média entre os tratamentos que receberam adubação nitrogenada (T 2 e T3).

Outra possibilidade apontada por Cantarella (2007), é em relação a possíveis perdas de N a partir das folhas, seja por volatilização de amônia em períodos de pico de absorção de N pela planta, estresse ou senescência foliar, gutação ou lixiviação, de compostos nitrogenados solúveis, presentes nos tecidos vegetais são perdidos pela chuva.

Para o K no tecido foliar (Tabela 6), observa-se diferenças significativas entre os tratamentos, sendo a maior média para o tratamento T4 (150 mg L⁻¹ de K) com 33,65 g kg⁻¹, não diferente do tratamento T3 (100 mg L⁻¹ de N e 150 mg L⁻¹ de K), e diferente dos demais tratamentos, que por sua vez foram iguais estatisticamente (T1, T2, T3 e T5). Este comportamento mostra que não houve incremento de K no tecido foliar para a maior quantidade deste nutriente aplicado via fertirrigação, ou seja, tratamento T5 (300 mg L⁻¹). Contudo, verifica-se que as concentrações de K se mantiveram dentro da faixa de recomendação de 20 a 50 g kg⁻¹ de massa nas partes vegetativas, apontada por Meurer (2006) como sendo uma faixa que proporciona ótimo crescimento das plantas. Damasceno et al. (2012), observaram que o potássio foi o nutriente mais requerido pelo melão, quando estudaram o crescimento e marcha de absorção de nutrientes do melão Cantaloupe, tipo “Harper” fertirrigado com doses de N e K.

Oliveira et al. (2015), trabalhando com nutrição mineral do pimentão submetido a diferentes manejos de fertirrigação, observaram que o teor de potássio nas folhas aumentou em função do aumento de níveis de N e K, independente do manejo adotado, sendo observado para o maior nível (300% NK), teores de K na folha da ordem de 55,9; 65,35 e 63,47 g kg⁻¹ para os manejos com fertirrigação a partir da marcha de absorção da cultura; fertirrigação a partir do monitoramento da concentração de íons de N e K na solução do solo e fertirrigação a partir do monitoramento da condutividade elétrica da solução do solo, respectivamente. Resultados estes

superiores aos aqui observados, onde houve uma variação de 28,22 a 33,65 g kg⁻¹ para os tratamentos T1 e T4, respectivamente.

Para os teores de Ca, Mg, S e P não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos estudados, sendo obtido médias de 15,00, 2,30, 6,47 e 3,79 g kg⁻¹, respectivamente. De acordo com Vitti et al. (2006), o Ca é absorvido pelas raízes como Ca²⁺, podendo sua absorção ser diminuída por altas concentrações de K⁺, Mg²⁺ e NH₄⁺ no meio de cultivo. O Mg por sua vez tem sua taxa de absorção muito afetada por outros cátions, como K⁺, NH₄⁺, Ca²⁺ e Mn²⁺, assim pode-se inferir que, de acordo com os valores observados para este nutriente na Tabela 6, a aplicação dos fertilizantes não exerceu influência na absorção de Mg pela planta. O S por sua vez, se manteve acima dos teores tidos como necessários para o bom desenvolvimento das plantas (1 a 5 g kg⁻¹) apontada por Vitti et al. (2006). Para o P, o comportamento observado, segue conforme esperado, não tendo este nutriente influência evidente das aplicações de N e K.

Para o Fe no tecido foliar (Tabela 6), observa-se maior média para o tratamento T1 com 285,8 mg kg⁻¹ e menor média para o tratamento T4 com 179,1 mg kg⁻¹, sendo essas médias diferentes estatisticamente entre si. O tratamento T1 foi semelhante aos tratamentos T3 e T5, e o tratamento T4 semelhante aos tratamentos T2, T3 e T5. Esses resultados mostram que os teores de Fe encontram-se dentro da variação encontrada nas plantas (10 a 1500 mg kg⁻¹) apontada por Dechen & Nachtigal (2006), e superiores a faixa de 50 a 100 mg kg⁻¹ apontada como adequada para um crescimento normal das plantas, conforme os mesmos autores. Assim, de acordo com os valores observados, pressupõe-se que o solo em estudo dispõe de concentrações significativas de Fe que pode ter sido absorvidas pelas plantas e que os adubos aplicados pouco influenciaram na disponibilidade deste nutriente.

Para o Mn não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos estudados, sendo obtido uma média de 166,70 mg kg⁻¹ (Tabela 6) segundo Dechen & Nachtigal, (2006), este valor observado encontra-se dentro da faixa que favorece um adequado crescimento e desenvolvimento das plantas e próximo aos valores encontrados por Bernardi et al. (2007); 168,7 e 116,4 mg kg⁻¹, no primeiro e segundo ano de cultivo do melão, respectivamente, quando avaliaram as alterações da fertilidade de um Neossolo Quartzarênico em função da lixiviação de nutrientes.

Para o B no tecido foliar, a maior média observada está para o tratamento T5 (105,2 mg kg⁻¹) e menor média (49,7 mg kg⁻¹) para o tratamento T1. O tratamento T5 mostra-se semelhante aos tratamentos T4 e T3 e o tratamento T1 mostra-se estatisticamente semelhante aos tratamentos T2, T3 e T4. Diante das concentrações de B observadas no presente estudo,

observa-se que as fertirrigações proporcionaram incremento de B na folha do meloeiro, estando estes valores acima da faixa adequada para o desenvolvimento das plantas que varia de 30 a 50 mg kg⁻¹ (Dechen & Nachtigal, 2006). Assim, verifica-se que o T1, apenas água de irrigação, proporcionou melhores concentrações para este nutriente nas folhas do meloeiro. De acordo com Miranda et al. (2006), a ocorrência de concentrações de micronutrientes podem ser devido à aplicação intensa, ao longo dos anos, de vários tipos de fertilizantes, inclusive micronutrientes, e de defensivos agrícolas, principalmente fungicidas. Oliveira et al. (2016) observaram picos de acumulação de micronutrientes quando avaliaram partição e acumulação de nutrientes no meloeiro amarelo fertirrigado, em condições semiáridas, sendo observado para o B um total acumulado de 23,5 mg kg⁻¹.

O Na também não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, sendo observado uma média geral de 943,77 mg kg⁻¹. Este comportamento leva a considerar que as fertirrigações não influenciaram a disponibilidade de sódio na folha do melão. Essa média está dentro do intervalo de concentração de sódio em tecidos vegetais, que pode variar de 13 a 35100 mg kg⁻¹ (Korndörfer, 2006).

A Tabela 7 dispõe da análise de variância para as características de produção do cultivo de melão e suas médias.

Tabela 7 – Análise de variância e teste de comparação de médias para os parâmetros produtivos: produtividade total (PRTOT) e comercial (PRCOM) em t ha⁻¹; número de frutos comercial por planta (NFC) e número de frutos total por planta (NFT) (frutos planta⁻¹), massa média dos frutos comercial por planta (MMC) e massa média total por planta (MMT) em kg planta⁻¹ e porcentagem de frutos comercial (%FRCOM) avaliados no cultivo de melão

FV	GL	PRTOT	PRCOM	NFC	MMC	NFT	MMT	%FRCOM
Estatística F								
Bloco	5	2,80*	1,42 ^{ns}	0,99 ^{ns}	3,68*	1,58 ^{ns}	1,80 ^{ns}	0,28 ^{ns}
Trat	4	1,05 ^{ns}	1,78 ^{ns}	1,39 ^{ns}	1,03 ^{ns}	1,95 ^{ns}	1,09 ^{ns}	0,87 ^{ns}
Erro	20							
CV		11,40	12,12	10,89	7,43	9,37	6,98	10,25
Tratamentos		Médias						
	T1	63,08a	47,69a	1,74a	1,65a	2,55a	1,49a	75,86a
	T2	60,30a	45,26a	1,68a	1,62a	2,53a	1,42a	76,12a
	T3	55,30a	43,74a	1,56a	1,69a	2,23a	1,49a	78,58a
	T4	62,44a	46,03a	1,64a	1,69a	2,46a	1,52a	73,93a
	T5	56,94a	39,92a	1,53a	1,57a	2,40a	1,42a	70,72a
	Média geral	59,61	44,53	1,63	1,64	2,43	1,47	75,04
	DMS (5%)	11,73	9,32	0,31	0,21	0,39	0,18	13,28

*significativo a 5%, ^{ns}não significativo, médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si e médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si. Sendo T1 – 0 mg L⁻¹ de N e K; T2 – 100 mg L⁻¹ de N e 0 mg L⁻¹ de K; T3 – 100 mg L⁻¹ de N e 150 mg L⁻¹ de K; T4 – 0 mg L⁻¹ de N e 150 mg L⁻¹ de K e T5 – 200 mg L⁻¹ de N e 300 mg L⁻¹ de K.

Observa-se para o teste F a 5% de significância que, as características produtivas não diferiram entre si (Tabela 7). Não respondendo às adubações conforme esperado, ou seja, maiores produtividades para os maiores incrementos de adubos aplicados via fertirrigação.

A produtividade total (PRTOT) apresentou média geral de 59,61 t ha⁻¹ e a produtividade comercial (PRCOM) 44,53 t ha⁻¹ as médias observadas estão acima da média para a região Nordeste do Brasil e, de acordo com os valores encontrados por Araújo Neto et al. (2003) que encontraram para a produtividade total uma variação de 41,0 a 63,2 t ha⁻¹ e para produtividade comercial a variação observada foi de 34,6 a 60,5 t ha⁻¹ quando trabalharam com produtividade e qualidade de genótipos de melão-amarelo em quatro ambientes no oeste potiguar.

Vale ressaltar que o melão-amarelo tem como característica, ser mais produtivo em relação ao Cantaloupe, variedade estudada no presente estudo. Bernardi et al. (2007) observaram uma produtividade total para o melão amarelo, híbrido Gold Mine, de 43,3 t ha⁻¹ e, comercial de 33,3 t ha⁻¹, quando trabalharam com alteração da fertilidade de um Neossolo Quartzarênico em função da lixiviação de nutrientes, valores abaixo dos encontrados no presente trabalho. Isso indica que a produtividade de variedades de melão pode variar a depender das condições à que é submetida. Para a produtividade comercial, valor inferior à média obtida no presente trabalho foi verificada por Medeiros et al. (2011) que obtiveram média de 33,87 t ha⁻¹ quando trabalharam com a produção e qualidade de melão cantaloupe cultivado com água de diferentes níveis de salinidade.

Para o número de frutos total (NFT), observa-se média geral de 2,43 frutos planta⁻¹, sendo, o número de frutos comercial (NFC) de 1,63 frutos planta⁻¹. Medeiros et al. (2011) observaram que houve redução em 37,19% do menor para o maior nível de salinidade estudado, para a produtividade de frutos comercial. Os autores apontam como a principal causa de redução da produtividade comercial, a diminuição do número de frutos comerciais por planta, quando os níveis de sais na água ficam elevados. Assim, levanta-se a hipótese de que as concentrações de sais limitou a resposta dos tratamentos para as características produtivas estudadas.

A massa média total dos frutos (MMT) apresentou média geral de 1,47 kg planta⁻¹, este valor e semelhante ao verificado por Silva et al. (2014), que foi de 1,541 e 1,387 kg planta⁻¹ para o uso da maior dose de nitrogênio e potássio, respectivamente. Os valores observados neste estudo para esta variável (Tabela 7), mostram que as médias dos tratamentos não diferiram entre si, contudo, observa-se que os valores médios estão dentro de uma faixa aceitável para o mercado de melão do tipo Cantaloupe.

A massa média dos frutos comerciais (MMC) teve média geral de 1,64 kg planta⁻¹, valor este superior ao verificado por Medeiros et al. (2011), que obtiveram uma média de 1,19 kg. De acordo com os autores, essa massa é considerada adequada no mercado do melão Cantaloupe. Diante disso, reforça-se a efetividade da qualidade natural do solo em estudo, pois a média observada para o tratamento T1, somente água de irrigação, foi de 1,65 kg planta⁻¹, ou seja, sem uso de fertirrigação os frutos alcançaram massa acima da massa tida como adequada para a variedade do melão em estudo.

Para a porcentagem de frutos comercial (% FRCOM), com média geral de 75,04% dos frutos produzidos, observa-se que o tratamento T1 (0 mg L⁻¹ de N e 0 mg L⁻¹ de K) foi um dos que apresentou maior média, reforçando ainda mais o indicativo de adequada produção para este tratamento. Resultado semelhante para porcentagem de frutos comercial é verificado por Bernardi et al. (2007), que observaram uma porcentagem de 76,9%.

De modo geral, por apresentar custo reduzido pelo não uso de fertilizantes e, por apresentar um ganho ambiental pelo menor impacto direto pela redução de insumos e indireto pela redução do risco de salinização, eutrofização de mananciais e desertificação de áreas salinizadas, o tratamento T1 mostrou-se superior aos demais tratamentos nas condições desse estudo.

A Tabela 8 dispõe da análise de variância para as características de qualidade dos frutos maduros de melão e suas médias

Tabela 8 – Resumo da análise de variância e teste de comparação de médias para os parâmetros de qualidade de fruto maduro de melão sendo: fator de forma (FF) (adimensional), pH (escala logarítmica), acidez titulável (AT) (%), sólidos solúveis (°Brix), índice de maturação (IM) (adimensional), firmeza (Firm) em Newton (N) e suas médias por tratamento

FV	GL	FF	pH	AT	Brix	IM	Firm
Estatística F							
Bloco	5	0,59 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,97 ^{ns}	0,27 ^{ns}	1,14 ^{ns}	0,20 ^{ns}
Trat	4	0,25 ^{ns}	0,61 ^{ns}	16,92*	0,83 ^{ns}	9,04*	2,96*
Erro	20						
CV		5,77	2,56	13,38	8,77	15,25	13,43
Tratamentos		Médias					
T1		1,04a	7,02a	0,036bc	9,07a	256,13a	13,66ab
T2		1,03a	7,06a	0,043bc	9,57a	225,61ac	14,15ab
T3		1,02a	7,02a	0,050b	9,60a	196,40bc	12,27b
T4		1,05a	6,93a	0,050b	9,35a	188,77bc	15,14ab
T5		1,03a	6,94a	0,065a	9,90a	155,12b	15,70a
Média geral		1,03	7,00	0,05	9,50	204,41	14,18
DMS (5%)		0,10	0,31	0,011	1,44	53,85	3,29

*significativo a 5%, ^{ns}não significativo a 5%, médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si e médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si. Sendo

T1 – 0 mg L⁻¹ de N e K; T2 – 100 mg L⁻¹ de N e 0 mg L⁻¹ de K; T3 – 100 mg L⁻¹ de N e 150 mg L⁻¹ de K; T4 – 0 mg L⁻¹ de N e 150 mg L⁻¹ de K e T5 – 200 mg L⁻¹ de N e 300 mg L⁻¹ de K.

A acidez titulável (AT), índice de maturação (IM) e firmeza (Firm) apresentaram diferenças estatísticas pelo teste F a 5% de probabilidade. Para as demais características não foi observada diferenças significativas (Tabela 8).

Observa-se para o fator de forma (FF) uma média geral de 1,03 (Tabela 8), indicando assim maior circularidade do fruto, sendo este um padrão desejável para o mercado. O fato de não ter sido observada diferença significativa entre os tratamentos pode indicar que é uma característica genética da variedade estudada e que as fertirrigações não influenciaram esta característica.

Para o pH, observa-se média geral 7,00, indicando um padrão neutro em relação a acidez ou alcalinidade dos frutos, não sendo observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos. De acordo com Azevedo et al. (2004), pH > 4,5 é considerado pouco ácido e favorece o desenvolvimento de organismos.

Para Vale (2017), o pH é inversamente proporcional a acidez e influencia o avanço da maturação dos frutos. Valores abaixo dos observados na pesquisa foram encontrados por Silva et al. (2011), quando avaliaram as características químicas, físicas e físico-químicas de três variedades de melão, sendo obtido para o pH, uma variação entre 5,38 para o melão Amarelo-Ouro e 6,49 para o Japonês.

Diferente do pH a acidez titulável apresentou diferenças significativas, sendo a maior média observada para o tratamento T5 com 0,065%, diferindo dos demais tratamentos e, a menor média foi observada para o tratamento T1 com 0,036%, que foi estatisticamente igual ao tratamento T2 e diferente dos demais tratamentos indicando, assim, que as maiores concentrações de N e K aplicados acarretaram em aumento da concentração desta característica. De acordo com Santos et al. (2014), para uma boa qualidade dos frutos, é interessante que os teores de ácidos orgânicos estejam baixos. Estes autores observaram uma média de 0,21% para esta característica, quando estudaram a produtividade e qualidade de frutos do meloeiro em função de tipos e doses de biofertilizantes. Assim sendo, os valores observados neste estudo estão muito abaixo do observado pelos autores. Valores superiores também foram observados por Silva et al. (2011), que encontraram variação de 0,045 a 0,093% entre as variedades de melão estudadas. Com isso, pode-se inferir que o tratamento T5 foi aquele que proporcionou um valor para acidez mais próximo do que se observa na literatura para o cultivo de melão. Por apresentar maior acidez em relação aos demais tratamentos.

Para o teor de sólidos solúveis (°Brix) não foram observadas diferenças significativas, e a média geral foi de 9,50 °Brix, sendo considerado dentro do padrão para comercialização de acordo com Pinto et al. (2008), que apontam um mínimo de 9 °Brix para exportação do melão. Resultado semelhante foi observado por Silva et al. (2014) quando estudaram as características produtivas e qualitativas de melão rendilhado adubado com nitrogênio e potássio, conduzido em vasos em casa de vegetação, sendo observado valor máximo para sólidos solúveis de 9,36 °Brix, dentro do intervalo das doses de nitrogênio estudadas, e de 9,73 °Brix quando adubado com potássio na quantidade de 263,44 mg dm⁻³. Silva et al. (2003) observaram um aumento linear dos sólidos solúveis (°Brix) em função das doses de N. Contudo, no tratamento T1 observa-se uma média de 9,07 °Brix o que atende ao mercado de melão e do ponto de vista econômico e ambiental este tratamento (T1) apresenta-se como adequado por ter sido aplicado apenas água de irrigação o que diminui os riscos de salinização do solo e, ainda, proporciona menor custo de produção por dispensar uso de adubos.

Para o índice de maturação (IM) que considera a relação entre sólidos solúveis e acidez total titulável, foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos estudados, sendo a maior média observada no tratamento T1, que foi estatisticamente semelhante ao tratamento T2 e diferente aos demais tratamentos estudados. De acordo com Pinto et al. (2008), se essa relação estiver acima de 25 e a acidez total for abaixo de 0,5%, o fruto terá bom sabor e boa coloração. Diante disso, pode-se inferir que independente dos tratamentos aplicados, os frutos obtiveram sabor e coloração adequados. O tratamento T1, apenas água de irrigação, foi o tratamento que favoreceu melhor padrão para esta característica, indicando assim, que nas condições estudadas, não havia a necessidade de adubações para se obter padrões desejáveis de qualidade dos frutos de melão.

Quanto a firmeza dos frutos (Tabela 8), foi observado diferenças significativas, onde a maior média, tratamento T5 (15,70 N), diferiu apenas do tratamento T3, que apresentou menor média (12,27 N) e não diferiram aos demais tratamentos. Este comportamento pode estar relacionado com a aplicação de maiores quantidades de potássio aplicado no tratamento T5 (300 mg L⁻¹ de K) e, ainda, a presença de teores já elevados deste nutriente no solo, sendo este nutriente um dos principais absorvidos pelas plantas, desempenhando funções em toda a planta e no fruto, dando-lhe maior resistência e durabilidade pós colheita. Valores abaixo dos observados neste estudo foram verificados por Folegatti et al. (2004), que encontraram uma média de 11,01 N quando avaliaram a qualidade física do melão fertirrigado com diferentes dosagens de potássio e lâminas de irrigação, em gotejamentos superficial e subsuperficial.

Ainda de acordo com os autores, a firmeza é considerada o critério de qualidade física mais significativa na comercialização internacional, pois, geralmente, o consumidor prefere polpas firmes ao invés de brandas e aquosas. Assim sendo, observa-se valores consideráveis para firmeza dos frutos em todos os tratamentos, inclusive no tratamento T1, indicando boa qualidade para manuseio e durabilidade de pós-colheita. Contudo, os valores observados estão inferiores para os melões do tipo Cantaloupe, que segundo Vale (2000) se situa ao redor de 23,56 N.

Na Tabela 9 está disposto o resumo da análise de variância para as características de qualidade de fruto verde de melão, sendo a acidez titulável (AT), índice de maturação (IM) e firmeza (Firm), as características que diferiram estatisticamente para o teste F a 5% de probabilidade. Para as demais características, não foram observadas diferenças significativas.

Conforme disposto na Tabela 9, o fator de forma (FF) apresenta uma média geral de 1,03, sendo este valor igual aos dos frutos colhidos maduros (Tabela 8), indicando assim, uniformidade, nos frutos produzidos. Para o pH, observa-se diferença significativa entre os tratamentos, sendo a maior média observada para o tratamento T2 (6,85), que não diferiu aos T1 e T3. O tratamento T3 não diferiu dos tratamentos T4 e T5, com média geral 6,71.

Tabela 9 – Resumo da análise de variância e teste de comparação de médias para os parâmetros de qualidade de fruto verde de melão sendo: fator de forma (FF) (adimensional), pH (escala logarítmica), acidez titulável (AT) (%), sólidos solúveis (°Brix), índice de maturação (IM) (adimensional), firmeza (Firm) em Newton (N) e suas médias por tratamento.

FV	GL	FF	pH	AT	Brix	IM	Firm
Estatística F							
Bloco	5	1,00 ^{ns}	0,69 ^{ns}	1,51 ^{ns}	0,13 ^{ns}	1,11 ^{ns}	1,27 ^{ns}
Trat	4	0,35 ^{ns}	7,76*	3,30*	3,11*	3,14*	6,24*
Erro	20						
CV		7,58	1,60	14,63	9,20	12,26	27,30
Tratamentos		Médias					
T1		1,06a	6,80a	0,046b	7,52b	167,7a	13,9b
T2		1,04a	6,85a	0,054ab	8,85a	165,7ab	12,0b
T3		1,01a	6,72ab	0,058ab	8,70ab	151,0ab	17,6ab
T4		1,02a	6,58b	0,061a	8,38ab	140,8ab	22,9a
T5		1,02a	6,59b	0,058ab	7,95ab	138,8b	22,6a
Média geral		1,03	6,71	0,06	8,28	152,79	17,81
DMS (5%)		0,13	0,19	0,014	1,32	29,00	8,40

*significativo a 5 %, ^{ns}não significativo a 5 %, médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si e médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si. Sendo T1 – 0 mg L⁻¹ de N e K; T2 – 100 mg L⁻¹ de N e 0 mg L⁻¹ de K; T3 – 100 mg L⁻¹ de N e 150 mg L⁻¹ de K; T4 – 0 mg L⁻¹ de N e 150 mg L⁻¹ de K e T5 – 200 mg L⁻¹ de N e 300 mg L⁻¹ de K.

Diante disso, observa-se uma redução no pH em relação as maiores quantidades de fertilizantes aplicadas, conforme foi observado nos frutos colhidos maduros. Tal

comportamento se deve, possivelmente, à influência do potássio no processo de maturação dos frutos. Observa-se também que os frutos quando colhidos ainda verde, ou seja, com um padrão de colheita que permitiria escoamento para mercados mais distantes, o pH foi inferior em relação ao fruto que foi colhido maduro, mas, ainda assim, dentro dos padrões observados por autores como Silva et al. (2011) e considerados viáveis para o mercado.

Para acidez titulável (Tabela 9) dos frutos colhidos verdes, observa-se diferenças significativas entre os tratamentos, sendo o tratamento T4 aquele que apresentou maior acidez (0,061%), não diferindo aos demais tratamentos que receberam adubação potássica T3 e T5, sendo a menor média (0,046%) apresentada no tratamento T1 (sem fertirrigação). Logo, presume-se que as fertirrigações proporcionaram incrementos na acidez dos frutos, sendo muito provavelmente influenciada pela aplicação de potássio. Vale ressaltar que os valores observados para esta característica se encontram dentro do padrão desejável, apontado por Pinto et al. (2008), como sendo abaixo de 0,5% e, assim, leva-se a considerar que o tratamento T4 foi o que mais se aproximou do padrão observado por outros autores citados.

O teor de sólidos solúveis (°Brix) também obteve diferenças significativas entre os tratamentos, sendo a maior média observada para o tratamento T2 (100 mg L⁻¹ de N), com 8,85 °Brix, e esta diferiu apenas do tratamento T1, que apresentou menor média (7,52 °Brix), sendo estatisticamente semelhante aos tratamentos T3, T4 e T5. Isso indica que, quando a cultura foi adubada apenas com N, os incrementos no teor do °Brix foi maior em relação aos demais tratamentos, e que nas condições do tratamento T1, o teor de sólidos solúveis foi semelhante aos tratamentos que receberam maiores quantidades de fertilizantes. Em média, o teor de sólidos solúveis ficou inferior ao nível desejável para comercialização (9 °Brix). Deve-se considerar, no entanto, que os frutos foram colhidos ainda verdes, levando a considerar que os mesmos foram colhidos antes do período ideal.

De acordo com Medeiros et al. (2011) a definição do ponto de colheita mínimo, desde que respeitados os padrões, deve ser realizada com base no prazo necessário para que o produto chegue ao mercado de destino, tendo sempre em mente que esse tipo de melão pode se tornar mais macio e a cor da casca pode modificar, mas não haverá aumento de sólidos solúveis depois da colheita. Levando a considerar, que diante dos valores observados neste estudo para os melões colhidos ainda verde, os frutos necessitariam de um maior período em campo para adquirir maiores incrementos de sólidos solúveis, talvez um ou dois dias seriam suficientes.

Para o índice de maturação (IM) dos frutos verdes (Tabela 9), observa-se diferenças significativas entre os tratamentos, em que a maior média foi observada para o tratamento T1,

que por sua vez diferiu estatisticamente apenas do tratamento T5, o qual apresentou menor média e foi estatisticamente igual aos tratamentos T2, T3 e T4. Este comportamento leva a inferir que a adubação utilizada influenciou diretamente a maturação dos frutos, independente de suas concentrações. Assim, o tratamento T1, por não receber fertilizantes, e proporcionar um índice de maturação dentro dos valores recomendados, torna-se o tratamento que dentro das condições estudadas, deve ser o recomendado por proporcionar melhor desempenho ambiental, devido redução dos riscos de salinização provocado pelo excesso de sais aplicados, além do impacto econômico positivo que seria gerado no cultivo dessa cultura pela redução do uso de insumos.

Para a firmeza dos frutos colhidos verdes, foi verificado também diferenças significativas entre os tratamentos, onde a maior média foi observada no tratamento T4, seguidas dos tratamentos T5 e T3 os quais receberam adubação potássica, indicando assim a efetividade da adubação potássica na firmeza dos frutos, quer seja por sua ação, ou por sua influência na disponibilização do Ca no solo, e conseqüente, fornecimento para a planta. Medeiros et al. (2011) observaram uma média de 25,85 N para a firmeza, estando superior aos valores observados no presente trabalho, mesmo os frutos sendo colhidos ainda verdes.

5. CONCLUSÕES

Os íons monitorados ao longo de ciclo apresentaram comportamentos variados ressaltando a complexidade de suas dinâmicas de interação no sistema água-solo-planta.

As aplicações de fertilizantes contribuem para o acúmulo de sais no solo, aumentando o risco de salinização, principalmente nos casos de doses mais elevadas onde a CEEs superou o valor de $6,0 \text{ dS.m}^{-1}$.

As maiores concentrações de fertilizantes aplicadas na água de irrigação não proporcionaram diferenças nos teores dos nutrientes na planta.

A produtividade e os componentes da produção não diferiu entre os tratamentos, onde T1 por não precisar de adubação torna-se viável econômica e ambientalmente.

A qualidade dos melões manteve-se dentro dos padrões desejáveis para comercialização, quando colhidos maduros, sendo pouco influenciada pela aplicação dos fertilizantes.

Nos frutos colhidos para atender mercados mais distantes, o teor de sólidos solúveis apresentou-se inferior ao desejável.

Do ponto de vista econômico e ambiental, o tratamento T1 foi aquele que apresentou melhores condições produtivas para esta cultura, nas condições em que este trabalho foi desenvolvido.

REFERÊNCIAS

- Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D.; Smith, M. Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 298p. 2006. Estudio FAO Riego e Drenaje, 56.
- Anjos, D. C. dos.; Hernandez, F. F. F.; Costa, J. M. C. da.; Caballero, S. S.U.; Moreira, V. O. G. Fertilidade do solo, crescimento e qualidade de frutos do mamoeiro Tainung sob fertirrigação com potássio. Revista Ciência Agronômica. v. 46, n. 4, p. 774-785, out-dez, 2015.
- Araújo Neto, S. E. de.;Gurgel, F. de L.; Pedrosa, J. F.; Ferreira, R. L. F.; Araújo, A. de P. Produtividade e qualidade de genótipos de melão-amarelo em quatro ambientes. Revista Brasileira de Fruticultura v.25, n1, p.104-107, 2003.
- Arruda, L. E. V. de. Simulação pelo modelo Hydrus 2D da dinâmica de água e transporte de potássio em um Cambissolo do Semiárido Potiguar. Mossoró: UFRSA, 2018. 144p. Tese Doutorado
- AZEREDO, H.M.C.; PINTO, G.A.S.; BRITO, E.S.; AZEREDO, R.M.C. Alterações microbiológicas durante a estocagem. In: AZEREDO, H. M. C. Fundamentos de estabilidade de alimentos. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. Cap.1, p.19-35.
- Bernardi, A. C. de C.; Tavares, S. R. de L.; Crisóstomo, L. de A. Alteração da fertilidade de um Neossolo Quartzarênico em função da lixiviação de nutrientes. Irriga, Botucatu, v. 12, n. 4, p. 429-438, 2007.
- Callegari, A. R.; Sousa, de M. M. G.; Miranda, O. de N.; Góes, de B. G.; Silva, da F. R. Á. Produtividade de frutos e teores de nutrientes no solo durante um cultivo de meloeiro. Revista Brasileira de Ciências Agrárias. v.7, n.1, p.24-36, 2012.
- Cantarella, H. Nitrogênio. In.: Novais, R. F.; Alvarez V, V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. L. Fertilidade do solo, Viçosa, SBCS, 2007. Cap.VII, p.374-470.
- Coelho, E. F.; Costa, F. da S.; Silva, A. C. P. da; Carvalho, G. C. Concentração de nitrato no perfil do solo fertigado com diferentes concentrações de fontes nitrogenadas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.3, p.263-269, 2014.
- Cometti, N. N.; Furlani, P. R.; Ruiz, H. A.; Filho, E. I. F. Soluções nutritivas: formulação e aplicações. In.: Fernandes, M. S. Nutrição mineral de plantas, Viçosa, SBCS, 2006. Cap.IV, p.90-112.
- Damasceno, A. P. A. B.; Medeiros, J. F. de; Medeiros, D. C. de; Melo, I. G. C.; Dantas, D. C da. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes do melão Cantaloupe tipo “Harper” fertirrigado com doses de N e K. Revista Caatinga, v. 25, n. 1, p. 137-146, 2012.

Dechen, A. R.; Nachtigall, G. R. Micronutrientes. In.: Fernandes, M. S. Nutrição mineral de plantas, Viçosa, SBCS, 2006. Cap.XIII, p.328-352.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de análises química de solo, planta e fertilizantes. 2. ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2009. 627p.

Folegatti, M. V.; Vásquez, M. A. N.; Dias, N. da S.; Sousa, V. F de. qualidade física do melão fertirrigado com diferentes dosagens de potássio e lâminas de irrigação, em gotejamentos superficial e subsuperficial. Irriga, v. 9, n. 1, p. 52-61, 2004.

Gomes, E. R.; Broeito, F.; Queluz, J. G. T.; Bressan, D. F. Efeito da fertirrigação com potássio sobre o solo e produtividade do morangueiro. Irriga, Edição Especial, p. 107-122, 2015.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. IV ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2005 1020 p.

Korndörfer, G. H. Elementos benéficos. In.: Fernandes, M. S. Nutrição mineral de plantas, Viçosa, SBCS, 2006. Cap. XIV, p. 355-370.

Matos, A. T. de.; Gariglio, H. A. de A.; Lo Monaco, P. A. V. Deslocamento miscível de cátions provenientes da vinhaça em colunas de solo. Engenharia Agrícola e Ambiental v.17, n. 7, p. 743-749, 2013.

Meurer, Egon José. Potássio. In.: Fernandes, M. S. Nutrição mineral de plantas, Viçosa, SBCS, 2006. Cap. XI, p. 282-295

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

Medeiros, D. C.; Medeiros, J. F. de; Pereira, F. A. L.; Souza, R. O.; Souza, P. A. Produção e qualidade de melão Cantaloupe cultivado com água de diferentes níveis de salinidade. Revista Caatinga, vol. 24, p. 92-98, 2011.

Miranda, N. de O.; Oliveira, T. S.; Medeiros, J. F. de; Levien, S. L. A. Causas da variação em produtividade e qualidade do melão em um Latossolo Vermelho-Amarelo fertirrigado. Ciência Rural, v.36, n.2, p.487-493, 2006.

Oliveira, de A. de F.; Medeiros, F. J. de; Lima, S. de G. J. C.; Dutra, I.; Oliveira, de T. K. M. Eficiência agrônômica da fertirrigação nitrogenada e potássica na cultura do meloeiro nas condições do semiárido nordestino. Caatinga v.21, n.5 (Número Especial), p.05-11, 2008.

Oliveira, de A. de F.; Medeiros, F. J. de; Lima, S. de G. J. C.; Dutra, I.; Oliveira, de T. K. M.; Amâncio, G. das M. Acúmulo e partição de matéria seca, nitrogênio e potássio pelo meloeiro fertirrigado. Biosci. J., v. 25, n. 3, p. 24-31, 2009.

Oliveira, F. de A.; Duarte, S. N.; Medeiros, J. F. de.; Dias, N. da S.; Silva, R. C. P. da.; Lima, C. J. G. de S. Manejo da fertirrigação e doses de N e K no cultivo de pimentão em ambiente protegido. *Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, p.1152-1159, 2013.

Oliveira, F.A.; Duarte, S. N.; Medeiros, J. F. de; Dias, N. S.; Oliveira, M. K. T.; Silva, R. C. P.; Lima, K. S. Nutrição mineral do pimentão submetido a diferentes manejos de fertirrigação. *Horticultura Brasileira* v.33, n. 2, p. 216-223, 2015.

Oliveira, de S. F.; Oliveira, de S. F.; Araujo, L. J.; Rocha, C. R.; Rocha, C. H. G. Partição e acumulação de nutrientes no meloeiro amarelo fertirrigado em condições semiáridas. *Irriga*, v. 21, n. 3, p. 545-560, 2016.

Pereira Filho, J. V. Cultivo de melão sob diferentes frequências de irrigação e parcelamento da adubação nitrogenada no Vale do Curu, Ce. Fortaleza: UFC,2012. 95p. Dissertação Mestrado

Pereira Filho, V. J.; Bezerra, L. M. F.; Silva, da A. R. A.; Sousa, de M. C. C.; Castro, de M. J. Frequência de irrigação e aplicação de N em meloeiro irrigado por gotejamento nas condições semiáridas do Nordeste. *Científica*, v.42, n.1, p.11-22, 2014.

Pinto, J.M.; Soares, J.M.; Costa,N.D.; Brito, L. T.L.; Pereira, J.R. Aplicação de N e K via água de irrigação em melão. *Horticultura Brasileira*, v.13, n.2, p.192-195, 1995.

Pinto, J. M.; Gava, C. A. T.; Lima, M. A. C.; Silva, A. F.; Resende, G. M. de. Cultivo orgânico de meloeiro com aplicação de biofertilizantes e doses de substâncias húmicas via fertirrigação. *Revista Ceres* v.55, n.4, p.280-286, 2008.

RAIJ, B. V. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres, 1991, 343p.

Santos, A. P. G.; Viana, T. V. A.; Sousa, G. G.; Comes-de-Ó, L. M.; Azevedo, B. M.; Santos, A. M. Produtividade e qualidade de frutos do meloeiro em função de tipos e doses de biofertilizantes. *Horticultura Brasileira* v. 32, n. 4, p. 409-416, 2014.

Silva, A. G. da. Caracterização e aptidão agrícola de solos representativos do agropólo mossoró-assu. Mossoró, UFERSA, 2018. 74p. Dissertação Mestrado.

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

Silva, Ênio Farias de França e. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade na cultura do pimentão utilizando extratores de solução do solo. Piracicaba: ESALQ/USP, 2002. 136p. Tese Doutorado

Silva Júnior, M. J. da.; Duarte, S. N.; Oliveira, F. de A. de.; Medeiros, J. F. de.; Dutra, I. Resposta do meloeiro à fertirrigação controlada através de íons da solução do solo: Desenvolvimento vegetativo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.14, n.7, p.715-722, 2010.

Silva Júnior, M. J. da.; Viana, P. C.; Medeiros, J. F. de.; Lima, J. G. A.; Targino, A. J. de O. watermelon fertigation with electrical conductivity and ph monitoring in the soil solution. Engenharia Agrícola v. 36, n. 4, p. 622-630, 2016.

Silva, M. A.; Chaves, L. H. G.; Silva, D. J.; Faria, A. F. Produtividade e qualidade do melão em função de nitrogênio, micronutrientes e matéria orgânica. Agropecuária Técnica, v.24, n.2, p. 131-138, 2003.

Silva, M. de M. L., Figueiredo, de F. M. R., Sousa, de C. F., Sousa, de P. E., Lima, O. de V. K. A. Parâmetros químicos, físicos e físico-químicos de três variedades de melão. Revista Verde v.6, n.5, p. 242 –246, 2011.

Silva, M. de C; Silva, da T. J. A.; Bomfim-Silva, E. M.; Farias, L. do N. Características produtivas e qualitativas de melão rendilhado adubado com nitrogênio e potássio. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.6, p.581-587, 2014.

Vale, A. A. de M. Meloeiro cultivado em solo arenoso em resposta a doses de nitrogênio e potássio. Mossoró: UFERSA, 2017. 74p. Dissertação Mestrado

Vale, M. F. S. Poda e densidade de plantio em híbridos de melão. Mossoró: UFERSA, 2000 41p. Dissertação Mestrado

Vásquez, M. A. N.; Folegatti, M. V.; Dias, N. da S.; Sousa, V. F. Qualidade pós-colheita de frutos de meloeiro fertirrigado com diferentes doses de potássio e lâminas de irrigação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, n.2, p.199-204, 2005.

Viana T.V.A.; Sales, I.G.M.; Sousa, V.F.; Azevedo, B.M.; Furlan, R.A.; Costa, S.C. Produtividade do meloeiro fertirrigado com potássio em ambiente protegido. Horticultura Brasileira, v.25, p.460-463, 2007.

Vitti, G. C.; Liima, E.; Cicarone, F. Cálcio, Magnésio e Enxofre. In.: Fernandes, M. S. Nutrição mineral de plantas, Viçosa, SBCS, 2006. Cap. XII, p. 300-322.