



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

TRÍCIA REGINA FERNANDES DA COSTA SALDANHA GUIMARÃES

ADUBAÇÃO FOSFATADA EM MELANCIA SEM SEMENTE
EM SOLOS DO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO

MOSSORÓ-RN

2019

TRÍCIA REGINA FERNANDES DA COSTA SALDANHA GUIMARÃES

ADUBAÇÃO FOSFATADA EM MELANCIA SEM SEMENTE
EM SOLOS DO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do
Semiárido como requisito para obtenção do título
de Doutor em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Fertirrigação

Orientador: José Francismar de Medeiros,
Prof. Dr.

Coorientador: Sérgio Weine Paulino Chaves,
Prof. Dr.

MOSSORÓ-RN

2019

©Todos os direitos estão reservados à 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, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

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

963a GUIMARÃES, TRÍCIA REGINA FERNANDES DA COSTA
SALDANHA.
ADUBAÇÃO FOSFATADA EM MELANCIA SEM SEMENTE EM
SOLOS DO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO / TRÍCIA REGINA
FERNANDES DA COSTA SALDANHA GUIMARÃES. - 2019.
69 f. : il.

Orientador: JOSÉ FRANCISMAR MEDEIROS.
Coorientador: SERGIO WEINE PAULINO CHAVES.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural
do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em ,
2019.

1. Citrullus lanatus. 2. fertirrigação. 3.
fósforo. 4. produtividade. I. MEDEIROS, JOSÉ
FRANCISMAR , orient. II. PAULINO CHAVES, SERGIO
WEINE, 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.

TRÍCIA REGINA FERNANDES DA COSTA SALDANHA GUIMARÃES

ADUBAÇÃO FOSFATADA EM MELANCIA SEM SEMENTE
EM SOLOS DO SEMI-ÁRIDO NORDESTINO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Fitotecnia.

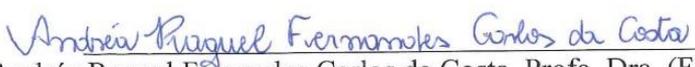
Linha de Pesquisa: Fertirrigação

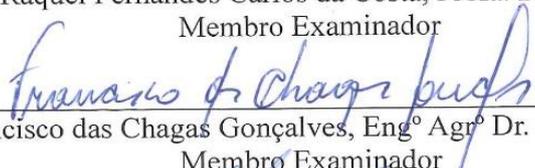
Defendida em: 30 / 10 / 2019.

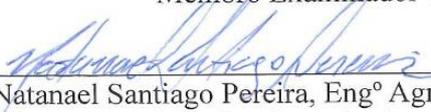
BANCA EXAMINADORA


José Francismar de Medeiros, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente


Sérgio Weine Paulino Chaves, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador


Andréa Raquel Fernandes Carlos da Costa, Profa. Dra. (FACENE)
Membro Examinador


Francisco das Chagas Gonçalves, Engº Agrº Dr. (UFERSA)
Membro Examinador


Natanael Santiago Pereira, Engº Agrº Dr. (IFCE)
Membro Examinador

Ao meu esposo e companheiro de todas as horas, Rodrigo, e aos nossos amados filhos, Ícaro, Isabelle e Igor.

Dedico

Aos meus pais, Rossinélio e Regina, meu sustentáculo de amor.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus, porque tudo passa, mas só Ele permanece! Perfeito em tudo que faz, direciona minha vida em seus caminhos.

Ao meu amado esposo e companheiro de profissão Rodrigo Guimarães, que me incentivou e cobrou todos os dias para que me dedicasse ao máximo para obter esse tão sonhado título, e aos meus pais, Rossinélio e Regina, que insistiram sempre para que me dedicasse aos estudos, minha gratidão.

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, pela oportunidade de reviver a vida acadêmica após muitos anos afastada. A todos os professores, funcionários, amigos e colegas de curso que me ajudaram e compreenderam minhas deficiências de tempo devido ao trabalho e que, de uma forma ou de outra, me ajudaram durante essa jornada.

Ao professor José Francismar de Medeiros, que em todos os momentos foi orientador, amigo e grande companheiro de profissão durante todos esses anos, seja como professor na graduação, como coorientador no mestrado, parceiro de trabalhos no mercado de melão, e agora como orientador no doutorado. Seu exemplo de atualização constante é que motiva seus alunos a não deixar de buscar o conhecimento, sem esquecer a base, que é a dedicação e humildade.

Aos professores Sérgio Weine Paulino Chaves e Leilson Costa Grangeiro, pela colaboração e coorientação neste trabalho, especialmente na fase final, com dicas e sugestões valiosas para que pudesse fazer o melhor sempre. Estendendo meus agradecimentos à Eng^a Agr^a Dra. Andréa Raquel e ao Eng^o Agr^o Dr. Chagas, que aceitaram prontamente compor a banca deste trabalho.

Ao Eng^o Agr^o Dr. Natanael Santiago, pela grande colaboração, confiança e dedicação na realização da pesquisa e a todos os colegas da UFERSA que permitiram que tudo se realizasse da melhor forma possível.

A tantos colegas que o curso do doutorado me permitiu conhecer e partilhar conhecimentos e que têm minha admiração: Fernando Henrique, Karen Mariany, Líssia Letícia, Nubia Ferreira, Eleonora Santiago, João Paulo Nunes, Otaciana, Isis, Cristiane Alves, Jefferson Pereira, Eleneide Gurgel e tantos outros que deixaram um pouco de si e levaram um pouco de mim.

Meu muito obrigada!

Nada te perturbe, nada te espante,

Tudo passa, Deus não muda,

A paciência tudo alcança;

Quem a Deus tem, nada lhe falta:

Só Deus Basta.

Quem a Deus tem, mesmo que passe por

momentos difíceis;

Sendo Deus o seu tesouro, nada lhe falta.

Só Deus Basta!

— Santa Teresa D'ávila

RESUMO

Para atender à crescente demanda de melancias pequenas e sem sementes, o cultivo de melancias triploides tem aumentado na região produtora de frutas da Chapada do Apodi. Esse segmento de melancia apresenta limitações de produtividade e vigor, exigindo manejo adequado de adubações, principalmente para o fósforo, que é determinante para a produção e tem uma baixa disponibilidade nos solos da região. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar, em solos típicos dessa região, a produção, qualidade e a eficiência da adubação fosfatada na melancia triploide 'Style'. Os experimentos foram realizados sob o delineamento experimental de blocos ao acaso, com os fatores aninhados, com quatro repetições, um em solo calcário de textura média (Upanema-RN) e outro em um Argissolo de textura arenosa (Mossoró-RN). No solo calcário, os tratamentos de adubação corresponderam a quatro doses de fósforo (76, 168, 275, 397 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e duas formas de aplicação (em fundação e em fundação + fertirrigação), além de dois tratamentos adicionais (sem aplicação de fósforo e com aplicação de fósforo somente por fertirrigação, na dose de 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅), totalizando 10 tratamentos. No solo arenoso, os tratamentos consistiram nas doses de 34, 80, 137 e 206 kg ha⁻¹ de P₂O₅, semelhantemente às duas formas de aplicação e fontes do experimento em solo argiloso, sendo a dose de fertirrigação constante de 34 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Foi acrescido um tratamento adicional sem a aplicação de fósforo, totalizando nove tratamentos. As características de produção avaliadas nos dois experimentos foram: concentração foliar de P, número de frutos totais (NFT) e comerciais (NFC), massa média total (MMT) e comercial (MMC), produtividade total (PT) e comercial (PC) e máxima eficiência econômica (MME). No solo calcário, foram avaliados ainda os sólidos solúveis totais (SST) e firmeza dos frutos (FIRM). Observou-se que a melancia 'Style', em solo calcário, necessita de altas doses de fósforo para responder significativamente nas características de produção, com exceção de P, NFT e PT, sendo a aplicação somente em fundação suficiente para se ter máxima produtividade, sendo a dose de maior MEE de 168 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em fundação e 76 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em fundação + fertirrigação. Para as características de qualidade, foi observado que as doses maiores de fósforo proporcionam valores médios de brix a firmeza menor do que as menores doses nas duas formas de aplicação. No solo arenoso, na forma de aplicação somente em fundação, houve relação direta entre as características de produção e doses de fósforo, encontrando doses próximas à maior dose testada. No entanto, para forma de aplicação fundação + fertirrigação, essas mesmas características obtiveram comportamentos opostos, atingindo os pontos máximos com as menores doses de fósforo, sendo a dose de 137 kg ha⁻¹ de P₂O₅ a melhor dose de MME. Nas aplicações realizadas em fundação + fertirrigação, a MEE correspondeu à dose de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅, sendo a aplicação de fertirrigação com pequenas doses de fósforo em pré-plantio mais eficiente.

Palavras-chave: *Citrullus lanatus*, fertirrigação, fósforo e produtividade.

ABSTRACT

In order to meet the growing demand for small and seedless watermelons, the cultivation of triploid watermelons has increased in the fruit-producing region of Chapada do Apodi. This watermelon segment has limitations in productivity and vigor, requiring adequate management of fertilizers, mainly for phosphorus, which is crucial for production and has a low availability in the region's soils. Therefore, the objective of this work was to evaluate, in typical soils of this region, the production, quality and efficiency of phosphate fertilization in triple watermelon 'Style'. The experiments were carried out under a randomized block design, with the nested factors, with four replications, one in medium texture calcareous soil (Upanema-RN) and the other in a sandy texture Argisol (Mossoró-RN). In the calcareous soil, the fertilization treatments corresponded to four doses of phosphorus (76, 168, 275, 397 kg ha⁻¹ of P₂O₅) and two forms of application (in foundation and in foundation + fertirrigation), in addition to two additional treatments (without application of phosphorus and with application of phosphorus only by fertirrigation, at a dose of 50 kg ha⁻¹ of P₂O₅), totaling 10 treatments. In the sandy soil, the treatments consisted of doses of 34, 80, 137 and 206 kg ha⁻¹ of P₂O₅, similarly to the two forms of application and sources of the experiment in clay soil, with a constant fertirrigation dose of 34 kg ha⁻¹ of P₂O₅. An additional treatment was added without the application of phosphorus, totaling nine treatments. The production characteristics evaluated in the two experiments were: leaf concentration of P, number of fruits total (NFT) and commercial (NFC), mean mass total (MMT) and commercial (MMC), total productivity (PT) and commercial (PC) and maximum economic efficiency (MME). In the limestone soil, total soluble solids (SST) and firmness (FIRM) were also evaluated. It was observed that the 'Style' watermelon, in limestone soil, needs high doses of phosphorus to respond significantly in the production characteristics, with the exception of P, NFT and PT, being the application only in sufficient foundation to have maximum productivity. The highest MEE dose is 168 kg ha⁻¹ of P₂O₅ in foundation and 76 kg ha⁻¹ de P₂O₅ in foundation + fertirrigation. For the quality characteristics, it was observed that the higher doses of phosphorus provide mean values of brix at lower firmness than the lower doses in both forms of application. In sandy soil, in the form of application only in foundation, there was a direct relationship between production characteristics and phosphorus doses, finding doses close to the highest tested dose, with the dose of 137 kg ha⁻¹ of P₂O₅ being the best dose of MME. However, for the form of application foundation + fertirrigation, these same characteristics obtained opposite behaviors, reaching the maximum points with the lowest doses of phosphorus. In applications carried out on foundation + fertirrigation, the MEE corresponded to the dose of 80 kg ha⁻¹ of P₂O₅, being the application of fertirrigation with small doses of phosphorus in pre-planting more efficient.

Keywords: *Citrullus lanatus*, fertigation, phosphorus and productivity.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

- Figura 1 – Concentração foliar de P disponível na planta de melancia cv. ‘Style’ em g.kg^{-1} em função de doses de adubação fosfatada e da forma de aplicação em fundação e em fundação + fertirrigação. Upanema-RN, UFERSA, 2019..... 32
- Figura 2 - Número de frutos total (A) e número de frutos comerciais (B) da melancia cv. ‘Style’ sob influência de doses de fósforo aplicadas em fundação e em fundação + fertirrigação. Upanema-RN, UFERSA, 2019..... 34
- Tabela 3 - Distribuição percentual semanal de N, K, Ca e Mg para todos os tratamentos e de P nos tratamentos que receberam fosfato na fertirrigação, a partir do plantio da melancia triploide ‘Style’ em solo de origem calcária. Upanema-RN, UFERSA, 2019.....36
- Figura 4 - Produtividade total (A) e comercial (B) da melancia cv. 'Style' sob influência de doses de fósforo aplicadas em fundação e em fundação + fertirrigação. Upanema-RN, UFERSA, 2019.....38
- Figura 5 - Teor de sólidos solúveis totais (A) e firmeza de frutos (B) da melancia cv. 'Style' sob influência de doses de fósforo aplicadas em fundação e em fundação + fertirrigação. Upanema-RN, UFERSA, 2019.....40

CAPÍTULO III

- Figura 1 - Concentração foliar de P disponível na planta de melancia cv. 'Style', em g.kg^{-1} , em função de doses de adubação fosfatada e da forma de aplicação em fundação e em fundação + fertirrigação. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....58
- Figura 2 - Número de frutos totais (A) e número de frutos comerciais (B) da melancia cv. 'Style' sob influência de doses de fósforo aplicadas em fundação e em fundação + fertirrigação. Mossoró, UFERSA, 2019.....60
- Figura 3 - Massa média de frutos totais (A) e massa média de frutos comerciais (B) da melancia cv. 'Style' sob influência de doses de fósforo aplicadas em fundação e em fundação + fertirrigação. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....61
- Figura 4 - Produtividade total (A) e comercial (B) da melancia cv. 'Style' sob influência de doses de fosfato aplicadas em fundação e em fundação + fertirrigação. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....63

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1 - Características do solo e da água de irrigação. Upanema-RN, UFERSA, 2019.....	26
Tabela 2 - Doses de P_2O_5 ($kg\ ha^{-1}$) aplicadas nas adubação em adubação em fundação e em fundação + fertirrigação. Upanema-RN, UFERSA, 2019.....	27
Tabela 3 - Distribuição percentual semanal de N, K, Ca e Mg para todos os tratamentos e de P nos tratamentos que receberam fosfato na fertirrigação, a partir do plantio da melancia triploide cv. 'Style' em solo de origem calcária. Upanema-RN, UFERSA, 2019.....	29
Tabela 4 - Resumo da ANAVA para a concentração de fósforo (P) em $g\ kg^{-1}$, número de frutos totais (NFT) e comerciais (NFC) por planta, massa média de frutos totais (MMT) e comerciais (MMC) em kg, produtividade total (PT) e comercial (PC) em $Mg\ ha^{-1}$, sólidos solúveis totais (SS) em % e firmeza de frutos (FIRM) em N dos frutos de melancia cv. 'Style' em resposta a diferentes doses de fósforo aplicadas em fundação ou fundação + fertirrigação, quando cultivado num solo de origem calcária. Upanema-RN, UFERSA, 2019.....	31
Tabela 5 - Produtividade comercial estimada, Receita bruta (RB), custo com o fertilizante fosfatado (CFF), custo total (CT), receita líquida (RL) e relação benefício-custo (RB/C) em função da adubação fosfata aplicada em fundação e em fundação + fertirrigação na cultura da melancia cv. 'Style' em solo de origem calcária. Upanema-RN, UFERSA, 2019.....	42

CAPÍTULO III

Tabela 1 - Características do solo e da água de irrigação. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....	54
Tabela 2 - Doses de P_2O_5 ($kg\ ha^{-1}$) correspondentes às formas de adubação em fundação e em fundação + fertirrigação. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....	54
Tabela 3 - Distribuição percentual semanal de N, K, Ca e Mg para todos os tratamentos e de P nos tratamentos com fosfato na fertirrigação, a partir do plantio da melancia triploide cv. 'Style' em solo origem dos sedimentos do grupo barreira. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....	56
Tabela 4 - Resumo da ANAVA das variáveis de concentração de fósforo (P) em $g\ kg^{-1}$, produtividade total (PT) e comercial (PC) em $Mg\ ha^{-1}$, número de frutos totais (NFT) e comerciais (NFC) por planta, massa média de frutos totais (MMT) e comerciais (MMC) em kg, sólidos solúveis totais (SS) em % e firmeza de frutos (FIRM) em N dos frutos de melancia cv. 'Style' em resposta a diferentes doses de fósforo aplicadas em fundação ou fundação +	

fertirrigação, quando cultivado num solo de origem dos sedimentos do grupo barreira. Mossoró, UFERSA, 2019.....57

Tabela 5 - Produtividade comercial estimada, Receita bruta (RB), custo com o fertilizante fosfatado (CFF), custo total (C), receita líquida (RL) e relação benefício/custo (RB/C) em função da adubação fosfatada aplicada em fundação e em fundação + fertirrigação na cultura da melancia cv. 'Style' em solo origem dos sedimentos do grupo barreira. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....66

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xi
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO GERAL	14
REFERÊNCIAS	19
CAPÍTULO II-PRODUÇÃO E QUALIDADE DA MELANCIA TRIPLOIDE ‘STYLE’ SUBMETIDA AO MANEJO DE ADUBOS FOSFATADOS EM SOLO CALCÁRIO ...	22
1. INTRODUÇÃO.....	24
2 MATERIAL E MÉTODOS	26
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
3. 1. Concentração foliar de fósforo	31
3.2. Número de frutos e Massa média de frutos	33
3.3. Produtividade.....	37
3.4. Sólidos solúveis e firmeza de polpa.....	40
3.5. Eficiência de adubação.....	42
4. CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS	44
CAPÍTULO III - ADUBAÇÃO FOSFATADA NO CULTIVO DA MELANCIA TRIPLOIDE ‘STYLE’ EM SOLO ARENOSO	50
1. INTRODUÇÃO	52
2. MATERIAL E MÉTODOS	53
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
3.1. Concentração foliar de fósforo	57
3.2. Número de frutos e Massa média de frutos	59
3.3. Produtividade.....	63
3.4. Dose de máxima eficiência econômica.....	67
4. CONCLUSÕES.....	67
REFERÊNCIAS	67

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL

O Polo Agrícola Assu-Mossoró está localizado no estado do Rio Grande do Norte e é conhecido mundialmente como um importante polo de produção agrícola do semiárido nordestino, destacando-se a região do município de Mossoró-RN, devido à presença de muitas empresas produtoras e exportadoras de melões e melancias.

Essa região apresenta grande importância econômica e social para o estado do Rio Grande do Norte devido à geração de emprego e renda direta e indiretamente da população envolvida na atividade agrícola e seus serviços, além da participação nos índices da balança econômica.

A expressão econômica da fruticultura no estado do Rio Grande do Norte teve início na década de 60, com a exploração do caju. Mas somente na década de 80, iniciou-se a produção de melão e melancia em maiores escalas de produção na região de Mossoró-RN; e no início dos anos 90, a atividade se consolida como setor relevante da economia. O fato de essa região ser área livre de mosca das frutas (*Anastrepha Grandis*) favoreceu o fortalecimento e concentração dos plantios nessa área (SANTOS; SOUZA, 2017), além do clima, seco e baixa umidade, durante o período da janela de exportação (julho a dezembro), que favorece o desenvolvimento dessa cultura, facilitado pela proximidade de portos como os de Natal, no Rio Grande do Norte, e de Pecém, no Ceará.

Em termos de produção, segundo Veras (2019), o melão produzido no polo integrado Açu-Mossoró corresponde em média a 90% da produção total do Rio Grande do Norte, com destaque para um crescimento de 14% ao longo desses vinte anos. Em 2018, as exportações de melões frescos (que incluem as melancias) no RN foram de 70,8 milhões de dólares (COMEXSTAT, 2019).

A demanda mundial por frutas menores e de consumo imediato também alcançou esse mercado produtor, influenciando especialmente no novo conceito de produção de melancia na região. As melancias grandes e pesadas agora dão espaço ao cultivo de melancias pequenas, doces e sem sementes.

A melancia triploide ou sem sementes, como é mais conhecida, foi desenvolvida no Japão há mais de 50 anos, pelo cruzamento de melancia tetraploide com melancia diploide, sendo a ausência de sementes a principal característica do cruzamento. Essa ausência de

sementes é um facilitador nas vendas de frutas processadas para vendas de balcões de supermercado, restaurantes, bares, serviços institucionais e similares *outlets*, com ênfase em merchandising (MARR; GAST, 1991; FERREIRA et al., 2003; SANTOS, 2019).

Devido ao custo de produção superior ao das melancias híbridas com semente, devido ao valor agregado das sementes mais alto e à necessidade de utilização de plantas polinizadoras a fim de garantir produtividade, a produção de melancias sem sementes é destinada prioritariamente ao mercado exterior. Na Europa, um grande mercado consumidor das frutas brasileiras, os países que mais compram as melancias triploides produzidas no Brasil são os Países Baixos, Reino Unido, Alemanha e Espanha, havendo maior consumo a partir do mês de setembro. Esses mercados consumidores pagam um pouco mais caro pela fruta, desde que apresentem características como polpa de cor vermelha intensa e sólidos solúveis de 11 a 12° brix (SANTOS, 2019).

A cultura da melancia se adapta muito bem às condições edafoclimáticas encontradas na região do Polo Assu-Mossoró, apesar de, segundo Baameur et al. (2009), ser uma cultura que tem necessidade moderada de nutrientes devido ao seu sistema radicular profundo e eficiente na captação de nutrientes do solo, na comparação com outras culturas.

Os solos dessa região também são um ponto importante para garantir boa adaptação da cultura, de maneira que a planta expresse seu potencial produtivo. A região de Mossoró-RN está localizada na Chapada do Apodi, no oeste do estado, onde os solos são derivados do calcário da Formação Jandaíra, e que, em determinados locais, são recobertos por sedimentos arenosos mais recentes do Grupo Barreiras. Em geral, são solos de fácil manejo e fertilidades distintas.

Essas formações também influenciam na quantidade e qualidade da água disponível para irrigação, que é subterrânea, geralmente bastante rica em sais, podendo ser superior a 3,0 dS m⁻¹; exigindo cuidados na sua utilização, exigindo a utilização de culturas e variedades tolerantes à salinidade e à adoção de manejo de irrigação para controle da salinização dessas áreas (MEDEIROS et al., 2003). Segundo Oliveira; Maia (1998), nos aquíferos da região da Chapada do Apodi, a água de poços tubulares rasos até 200 metros de profundidade tem influência do calcário, apresentando maiores problemas de utilização, devido aos maiores valores de pH e à concentração de íons bicarbonatos. Além disso, a alcalinidade excessiva das águas pode provocar o entupimento do sistema de irrigação, em virtude da precipitação de carbonatos e fosfatos, até a redução da disponibilidade de micronutrientes para as culturas (EGREJA FILHO et al., 1999). A água de poços profundos, acima de 800 metros de profundidade, confinadas no

arenito, embora tenha menor salinidade, ainda contém consideráveis teores de bicarbonato de cálcio.

A Formação Jandaíra é caracterizada por camadas de calcário onde predominam os Cambissolos, que ocupam 7,5% do território do Rio Grande do Norte. Esses solos apresentam alta oferta de cálcio e têm bom potencial para agricultura, apesar dos baixos teores de fósforo. Por outro lado, o Grupo Barreiras é formado por sedimentos de areia, silte e argila de cores bastante variadas, sendo a vermelha a predominante. Os principais solos dessa formação são os Argissolos, que representam 13,6% do território estadual, e os Latossolos, que abrangem uma área de 11,6%, sendo também deficientes em fósforo (MOTA et al., 2008; HOLANDA et al., 2017).

A deficiência de fósforo no solo pode acontecer naturalmente por ausência do nutriente no solo, o que geralmente ocorre em solos ácidos, onde o dreno-solo é maior do que o dreno-planta (NOVAIS et al., 2007) ou pode ocorrer porque o mineral está adsorvido na superfície do carbonato de cálcio (LARSEN, 1967) ou ligado ao mineral de argila presente no solo, principalmente aos coloides do tipo óxidos de ferro e argila 1:1 (MOREIRA et al., 2006; DEVAU et al., 2010) ou também por reações de precipitação (LINDSAY et al., 1989). Segundo a FAO (2019), os solos calcários geralmente são deficientes em fósforo e, no caso dos solos calcários da região do Polo Assu-Mossoró, a deficiência de fósforo acontece por estar adsorvido na superfície do carbonato de cálcio. Por sua vez, os solos arenosos, recobertos pelos sedimentos do grupo barreiras, são solos pobres em fósforo por ausência do nutriente.

Como a exigência de P das culturas é elevada durante os estágios iniciais do crescimento das plantas – especialmente para promover a formação e crescimento prematuro das raízes (LOPES, 1998), além de atuar diretamente na fotossíntese, respiração, transferência de energia, divisão celular, crescimento das células e vários outros processos da planta (DECHEN; NACHTIGALL, 2007) – em condições de baixa disponibilidade desse nutriente no solo, o crescimento da melancia ficará comprometido logo nos primeiros estágios de desenvolvimento das plantas (IQBAL et al., 2003), razão pela qual o suprimento de P do solo por meio de fertilizantes precisa ser eficiente e estar na forma solúvel em água, a fim de que a planta possa absorver.

Malavolta (2006) ainda cita a importância do suprimento de P para garantir maior pegamento da florada e, portanto, mais frutificação. O fósforo atua também como regulador de maturação, na viabilidade de sementes; no teor de carboidratos, óleo, gordura e proteínas; é

também essencial para a fixação biológica de nitrogênio e, quando deficiente, causa menor vegetação e produção, qualidade e senescência precoce.

Todavia, tanto o desenvolvimento das plantas quanto a produtividade e qualidade dos frutos sofrem influência da nutrição mineral do solo, mas nem sempre as quantidades de nutrientes requeridos são disponibilizadas pelo solo, sendo, portanto, a nutrição mineral essencial (BARROS et al., 2012; SILVA et al., 2014). O fósforo, nitrogênio e potássio são os nutrientes mais aplicados nas adubações e devem ser fornecidos de acordo com as exigências de cada cultivar, nível tecnológico, fertilidade do solo, produção esperada, estágio de crescimento e condições climáticas (SOUZA, 2012).

A prática mais comum da aplicação de P é distribuir e incorporar o fertilizante fosfatado no solo antes da semeadura, de forma a ficar próximo da semente, para garantir o crescimento adequado das raízes (AQUINO et al., 2012), já que a maior demanda por esse mineral ocorre principalmente nas fases mais jovens do crescimento das plantas (FAO, 2019).

O movimento do P no solo basicamente se dá por difusão, e a velocidade de adsorção é maior do que a de absorção. Portanto, para que a condição dreno-planta seja favorecida e o P-lável seja mais bem aproveitado pela planta, a solubilização do adubo fosfatado na solução do solo deve acontecer de forma rápida e concentrada, para que o percentual do nutriente P absorvido possa suprir a necessidade da planta, antes que seja totalmente adsorvido pelas partículas de argila ou de cálcio (NOVAIS et al., 2007).

A técnica da fertirrigação por gotejamento, amplamente utilizada na região de Mossoró-RN, pode ser facilitadora dessa condição e permite a disposição dos fertilizantes na região de maior concentração das raízes, além de possibilitar ajustes na quantidade de fertilizante a ser aplicado em função do estágio de desenvolvimento da planta, o que possibilita ganhos em eficiência e economia (VASCONCELOS et al., 2015). Silva et al. (2014) encontraram diferença significativa na quantidade total de frutos por hectare e no percentual de frutos comerciais, quando avaliaram efeitos da adubação fosfatada aplicada em fundação e em fundação e via água de irrigação por gotejamento sobre a cultura da melancia num cambissolo da região da Chapada do Apodi.

Todavia, poucas pesquisas foram realizadas para avaliar o efeito do fósforo na cultura da melancia na região, sobretudo na aplicação de fósforo via fertirrigação (SANTOS, 2012). Há forte influência genética sobre a eficiência de aproveitamento dos nutrientes, que também vai depender das condições climáticas, do tipo de solo, do sistema de irrigação, do manejo cultural, dentre outros fatores (VILAS BOAS, 2001).

Assim, é necessário definir a melhor forma de aplicação e dose de fósforo para cada tipo de solo, de forma que haja melhor aproveitamento do fertilizante e, conseqüentemente, maior absorção desse, resultando em ótimo crescimento e desenvolvimento da cultura, além de uma economia nos gastos com fertilização, visto que o cultivo de melancia sem semente é mais caro do que o da melancia convencional.

Desta forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico da melancia sem sementes sob diferentes formas de aplicações e doses de fósforo em solos representativos da principal região produtora de melancia sem semente no Brasil.

REFERÊNCIAS

- AQUINO, L. A.; BERGER, P. G.; NEVES, J. C. L.; LIMA, T. C.; AQUINO, R. F. A. Parcelamento de fósforo em algodoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 1-8, jan./mar. 2012.
- BAAMEUR, A.; HARTZ, T. K.; TURINI, T.; NATWICK, E.; TAKELE, E.; AGUIAR, J. CANTWELL, M.; MICKLER, J. **Watermelon Production in California**. 2009. Disponível em:
<<http://dx.doi.org/10.3733/ucanr.7213>>. Retrieved from <<https://escholarship.org/uc/item/7n55w138>>. Acesso em: 10 abr. 2019.
- BARROS, M. M.; ARAÚJO, W. F.; NEVES, L. T. B. C.; CAMPOS, A. J.; TOSIN, J. M. Produção e qualidade da melancia submetida à adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, n. 16, p. 1078-1084, 2012.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Secretaria de Comércio Exterior. AliceWeb: Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior. 2016. Disponível em: <<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em: 20 jan. 2019.
- COMEXSTAT, Estatísticas de comércio exterior do Brasil. Disponível em:<<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/comex-vis>>. Acesso em: 18 jan. 2019.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N.F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (org.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p. 91-132.
- DEVAU, N.; LE CADRE, E.; HINSINGER, P.; GÉRARD, F.A mechanistic model for understanding root-induced chemical changes controlling phosphorus availability. **Annals of Botany**, Exeter, v. 105, n. 7, p. 1183–1197, 2010.
- EGREJA FILHO, F. B., MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C. Método computacional para correção da alcalinidade de águas para fertirrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 415-423, 1999.
- FAO, **Management of calcareous soils**. Disponível em: <<http://www.fao.org/soils-portal/soil-management/management-of-some-problem-soils/calcareous-soils/en/>>. Acesso em: 15 abr. 2019.
- FERREIRA, M. A. J. E. et al. Correlações genotípicas, fenotípicas e de ambiente entre dez caracteres de melancia e suas implicações para o melhoramento genético. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 438-4442, 2003.
- HOLANDA, J. S.; DANTAS, J. A.; MEDEIROS, A. A.; FERREIRA NETO, M.; MEDEIROS, J. F.; GUEDES, F.X. **Indicações para adubação de culturas em solos do Rio Grande do Norte**. Parnamirim, RN: EMPARN, 2017. xxp. : i.l. – (Emparn. Série Documentos; 46).

IQBAL, Z.; LATIF, A.; ALI, S.; IQBAL, M. M. Effect of fertigated phosphorus on P use efficiency and yield of wheat and maize Songklanakarin. **Journal Science Technology**, Saskatchewan, v. 25, n. 6, p. 697-702, 2003.

LAERSEN, S. Soil phosphorus. **Advances in Agronomy**, v. 19, p. 151-210, 1967.

LINDSAY, W. L.; FRAZIER, A. W.; STEPHENSON, H. F. Identification of reaction products from phosphate fertilizers in soils. **Soil Science Society of America Journal**, Washington, v. 26, p. 446-452, 1962.

LOPES, A. S. **Manual Internacional de Fertilidade do Solo**. 2 ed. rev. e amp. Piracicaba: POTAFOS, 1998.

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

MARR, C. W.; GAST, K. L.; Reactions by Consumers in a Farmers' Market to Prices for Seedless Watermelon and Ratings of Eating Quality. **HortTechnology**, Alexandria, v. 1, n. 1, p. 105-106, 1991.

MEDEIROS, J. F.; LISBOA, R. A.; OLIVEIRA, M., SILVA JÚNIOR, M. J.; ALVES, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 469-472, 2003.

MOREIRA, F. L. M.; MOTA, F. O. B.; CLEMENTE, C. A.; AZEVEDO, B. M.; BOMFIM, G. V. Adsorção de fósforo em solos do estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 7-12, 2006.

MOTA, J. C.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; AMARO FILHO, J.; LIBARDI, P. L. Algumas propriedades físicas e hídricas de três solos na chapada do Apodi-RN, cultivados com melão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 49-58, 2008.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (org.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa, SBCS, 2007. p. 471-550.

OLIVEIRA, O.; MAIA, C. E. Qualidade físico-química da água para a irrigação em diferentes aquíferos na área sedimentar do Estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 17-21, 1998.

SANTOS, A. P. F. **Absorção de nutrientes pela melancia cvs. Olímpia e Leopard fertirrigadas com diferentes doses de nitrogênio e fósforo**. 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem). Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró, RN, 2012.

SANTOS, J. S. **Panorama nacional da produção de melancia**. 2019, Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE).

SANTOS, J.; DE SOUSA, E. Competitividade das exportações brasileiras de melão. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 26, n. 3, p. 31, Dez. 2017. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1297/1067>>. Acesso em: 18 jan. 19.

SILVA, M. V. T.; SANTOS, A. P. F.; OLIVEIRA, F. L.; SOUSA, M. S.; MEDEIROS, J. F. Eficiência agrônômica e fisiológica na melancia fertirrigada com diferentes doses de nitrogênio e fósforo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 9, n. 2, p. 264-269, 2014.

SOUZA, M. S. **Nitrogênio e fósforo aplicados via fertirrigação em melancia híbridos Olímpia e Leopard**. 2012. 282p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2012.

VASCONCELOS, D. V.; AZEVEDO, B. M.; FERNANDES, C. N. V.; PINTO, O. R. O.; VIANA, T. V. A.; MESQUITA, J. B. R. Métodos de aplicação e doses de nitrogênio para a cultura do girassol. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 4, p. 667-679, 2015.

VERAS, T. T. G. **A evolução do desempenho das exportações agrícolas brasileiras destacando a contribuição da fruticultura e a produção do melão do Rio Grande do Norte no período de 1997 a 2017**. 2019. 39f. Monografia (Economia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal –RN, 2019.

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

CAPÍTULO II

PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MELANCIA SEM SEMENTE SUBMETIDA AO MANEJO DE ADUBOS FOSFATADOS EM SOLO CALCÁRIO

RESUMO: A área destinada ao plantio de melancias triploides no Polo Assu-Mossoró tem aumentado nos últimos anos devido a uma forte tendência do mercado mundial pelo consumo de melancias menores e sem sementes. Devido ao seu alto custo, torna-se primordial a adequação do manejo para a otimização da sua produção, principalmente da adubação fosfatada, devido ao baixo nível desse nutriente nos solos dessa região. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes formas de aplicação e doses de fósforo no cultivo de melancia sem semente em um cambissolo da região. O experimento foi realizado sob o delineamento experimental de blocos ao acaso, no esquema aninhado, com quatro repetições, utilizando-se a cultivar ‘Style’ (triploide) em um solo caracterizado como Cambissolo de textura média. Os tratamentos de adubação corresponderam a quatro doses de P (76, 168, 275 e 397 kg ha⁻¹ de P₂O₅) aplicados sob duas formas: somente em fundação e fundação + fertirrigação. Foi utilizado o superfosfato triplo como fonte de fósforo para aplicação em fundação e o MAP purificado para aplicação por meio da fertirrigação, sendo mantida a quantidade constante de 50 kg ha⁻¹ P₂O₅. Foram aplicados ainda dois tratamentos adicionais (sem aplicação de P e aplicando a dose de P somente via fertirrigação), totalizando, dessa forma, 10 tratamentos. Foram avaliadas características de produção e qualidade: concentração foliar de P (P), número de frutos totais (NFT) e comerciais (NFC), massa média total (MMT) e comercial (MMC); como produtividade total (PT), produtividade comercial (PC), sólidos solúveis totais (SST) e Firmeza de polpa (FIRM). Avaliou-se ainda dose de máxima eficiência econômica (MEE). Para a adubação fosfatada aplicada apenas em fundação, as características de produção tenderam a crescer com o incremento das doses, sendo que médias máximas foram atingidas com doses menores do que as maiores doses testadas. Já para a forma de aplicação fundação + fertirrigação, em geral foram observadas médias inferiores, na maioria das características, quando comparadas com a forma de aplicação somente em fundação. As características de NFC, MMT e PC atingiram o ponto máximo na dose de 397 kg ha⁻¹ de P₂O₅, ao passo que na P, NFT e PT as primeiras doses já se tornavam suficientes para suprimento de fósforo na planta, acontecendo decréscimo de médias na medida em que as doses aumentavam. Foram observadas perdas de qualidade nas duas características estudadas com o aumento das doses de fósforo, independentemente da forma de aplicação. A maior dose de MME para a forma de aplicação somente em fundação foi de 168 kg ha⁻¹ de P₂O₅ ao passo que na forma de aplicação fundação + fertirrigação a melhor MME foi observada na dose de 76 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

PALAVRAS-CHAVE: *Citrullus lanatus*, fósforo, melancia triploide, Cambissolo.

PRODUCTION AND QUALITY OF SEEDLESS WATERMELON SUBMITTED TO THE MANAGEMENT OF PHOSPHATIC FERTILIZERS IN CALCAREOUS SOIL

ABSTRACT: The area used for planting triploid watermelons at the Polo Assu-Mossoró has increased in recent years due to a strong trend in the world market for the consumption of smaller, seedless watermelons. Due to its high cost, it is essential to adapt the management to optimize its production, mainly phosphate fertilization, due to the low level of this nutrient in the soils of this region. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effect of different forms of application and doses of phosphorus in the cultivation of seedless watermelon in a Cambisols in the region. The experiment was carried out under a randomized block design, in the nested scheme, with four replications, using the 'Style' cultivar (triploid) in a soil characterized as medium texture Cambisol. The fertilization treatments corresponded to four doses of P (76, 168, 275 and 397 kg ha⁻¹ of P₂O₅) applied in two forms: only in foundation and foundation + fertirrigation, using triple superphosphate as a source of phosphorus for application in foundation and purified MAP for application through fertirrigation, maintaining a constant amount of 50 kg ha⁻¹ P₂O₅. Two additional treatments were applied (without application of P and applying the dose of P only via fertirrigation), thus totaling 10 treatments. Production and quality characteristics were evaluated: leaf concentration of P (P), number of total fruits (NFT) and commercial (NFC), average total mass (MMT) and commercial (MMC); such as total productivity (PT), commercial productivity (PC), total soluble solids (SST) and Firmness (FIRM). The maximum economic efficiency dose (MEE) was also evaluated. For the phosphate fertilizer applied only in foundation, the production characteristics tended to increase with the increase of the doses, and maximum averages were reached with smaller doses than the highest tested doses. For the form of application foundation + fertigation, in general, lower averages were observed in most of the characteristics when compared to the form of application only in foundation. The characteristics of NFC, MMT and CP reached the maximum point in the dose of 397 kg ha⁻¹ of P₂O₅, while in P, NFT and PT the first doses were already sufficient to supply phosphorus in the plant, with a decrease in averages as the doses increased. Quality losses were observed in the two characteristics studied with the increase in phosphorus doses, regardless of the application method, and these losses can be attributed to high doses of phosphorus causing the delay in the ripening of the 'Style' watermelon fruits. The highest dose of MME for the form of application only in foundation was 168 kg ha⁻¹ of P₂O₅ while in the form of application foundation + fertigation the best MME was observed in the dose of 76 kg ha⁻¹ of P₂O₅.

KEYWORDS: *Citrullus lanatus*, phosphorus, seedless watermelon, Cambisol.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a cultura da melancia (*Citrullus lanatus*) vem sendo amplamente cultivada na região semiárida do Nordeste Brasileiro por pequenos e médios produtores, devido a ser uma cultura de manejo simples e de baixo custo, quando comparada a outras olerícolas (MARQUES et al., 2017), podendo ainda ser conduzida por todo o ano sob condições irrigadas.

Essa região apresenta clima favorável, solos férteis, profundos, bem drenados e as águas de bastante rica em sais favorecem o desenvolvimento da cultura, produzindo frutos com alta qualidade (ANDRADE JUNIOR et al., 2006 e 2007; VILELA et al., 2006; COSTA et al., 2013; MOREIRA et al., 2015), com produtividade média em torno de 20 a 50 Mg ha⁻¹, dependendo das condições edafoclimáticas, do padrão tecnológico, adubação e tratos culturais (CARVALHO, 2005).

Com o intuito de aumentar a rentabilidade da cultura, alguns produtores têm buscado alcançar o mercado internacional, seguindo uma tendência de predileção por frutos menores, o que permite seu consumo total e imediato, colaborando para a redução do desperdício de alimentos (COSTA et al., 2013).

Em 2018, o Brasil exportou 67,6 toneladas de melancias frescas, representando um valor de 31,7 milhões de dólares (COMEXSTAT, 2019), sendo os estados do Rio Grande do Norte e Ceará os que mais centralizam as áreas de produção melancias, especialmente as sem sementes. A excelente qualidade dos frutos produzidos – principalmente em homogeneidade de tamanho, cor e sabor – são os principais atributos que proporcionaram competitividade da melancia brasileira no mercado externo (FONTES; VILELA, 2003).

Porém, limitações como alto custo de sementes, problemas de germinação e vigor de planta, polinização deficiente e distúrbios fisiológicos nos frutos (SOUZA; QUEIROZ, 1999) fazem com que a produtividade seja comprometida e o cultivo de melancias sem sementes não seja rentável economicamente. Assim, o manejo de cultivo deve ser adequado a fim de obter o melhor rendimento do potencial genético da planta e tornar o seu cultivo mais atrativo. O ajuste nutricional é um dos principais fatores que irão influenciar nos ganhos em quantidade e qualidade da fruta. Segundo Rodrigues (2006), a adubação mineral, quando aplicada corretamente, permite reduzir custos e danos ambientais, além de atingir a eficiência elevada.

Na Chapada do Apodi, que se estende do Ceará até parte do distrito irrigado do baixo Açu, no RN, os solos predominantes são os cambissolos – solos rasos, de origem calcária, CTC superior a

90%, normalmente alcalinos, com pH às vezes acima de 8,0 e baixo nível de fósforo (menor que 5 mg kg^{-1}), tornando necessária a adoção de manejo especial de adubação, utilizando-se inclusive a técnica do arranque, em que parte do adubo é colocada junto à própria semente (CRISÓSTOMO et al., 2002).

Em solos com baixa disponibilidade de fósforo, a utilização adequada de adubos fosfatados requer conhecimento da dinâmica do fósforo e de suas interações com o solo, de forma a adotar práticas que maximizem o seu aproveitamento e, conseqüentemente, elevem o rendimento da cultura, sem que as aplicações sejam feitas sem necessidade (RAIJ, 1991; MALAVOLTA et al., 1997; EPSTIEN; BLOOM, 2006).

É importante também observar a interação do fósforo com a água de irrigação, especialmente as águas provenientes de poços que exploram o aquífero Jandaíra, principal aquífero da região de Mossoró-RN, que tem o inconveniente de apresentar elevados teores de sais (COSTA et al., 2013), pois, segundo Pereira et al. (2016), a adição do fósforo na água de irrigação pode levar à formação de precipitados, fazendo com que o fósforo, ao ser aplicado exclusivamente na fertirrigação, possa ter dificuldade de ser absorvido pela planta e se torne mais susceptível a se fixar no solo.

O fósforo tem extrema importância no desenvolvimento inicial das plantas, pois atua em processos essenciais como na formação de raízes, fotossíntese, divisão celular, respiração (LOPEZ, 1998; DECHEN; NACHITIGALL, 2007); a deficiência desse nutriente durante o desenvolvimento do cultivo da melancia poderá comprometer o crescimento da planta, no pegamento de florada e, conseqüentemente, na produção. O fósforo ainda atua na qualidade das frutas, influenciando a maturação, a viabilidade das sementes e acúmulo de reservas nos frutos (MALAVOLTA, 2006). Diferentemente do comportamento no solo, o fósforo é bastante móvel na planta e se acumula preferencialmente nos frutos, que são drenos preferenciais.

O fósforo influencia diretamente na altura das plantas e a baixa disponibilidade do nutriente pode causar alguns problemas no seu desenvolvimento inicial (OLIVEIRA et al., 2014), porém a maior influência do fósforo está relacionada ao número de frutos por planta com influência direta na produtividade. Em algumas situações, o incremento no número de frutos pela adubação fosfatada em relação à ausência de adubação pode chegar a 32% (OLIVEIRA et al., 2017).

Alguns estudos comprovam que as cultivares de melancias exportam para os frutos diferentes teores de P, sofrendo influência do clima, solo, época do ano, manejo de aplicação dos fertilizantes e da variedade utilizada. O teor de P exportado pelo fruto representa um

importante componente de perdas de nutrientes do solo, pois representa a capacidade desse material aproveitar o nutriente disponível no solo, como nos frutos da melancia sem semente ‘Nova’, que exportaram 4,0 kg ha⁻¹ de P, ao passo que a melancia sem semente ‘Shadow’ exportou apenas 2,8 kg ha⁻¹ de P. Por sua vez, no híbrido ‘Tide’, que é uma diploide, a quantidade de P exportado pelo fruto foi de 11,1 kg/ha (GRANJEIRO; CECÍLIO FILHO, 2004 e 2005a e 2005b)

Assim, torna-se necessário encontrar um manejo de adubação fosfatada adequado para solos de origem calcária com baixa disponibilidade de fósforo dessa região produtora do Polo Assu-Mossoró. Portanto, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar as respostas de produção e qualidade da melancia sem sementes cv. ‘Style’ submetida a diferentes doses de fósforo e diferentes formas de aplicação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O município de Upanema-RN, região do Polo Assu-Mossoró, foi o local escolhido para a condução do experimento. O trabalho foi realizado na fazenda Roçado Grande, localizada nas coordenadas 5°35’04” S e 37°12’08” W, altitude de 122 m. O período de cultivo foi de setembro a novembro de 2013 com precipitação inferior a 5 mm, temperatura média de 27,5°C e umidade relativa média de 65% (dados da estação automática de Mossoró A318 - INMET).

O solo utilizado é classificado como Cambissolo Háplico Tb Eutrófico típico (SILVA, 2009), de origem calcária, sem histórico de cultivo anterior. Foi coletada uma amostra composta do solo na camada de 0-20 cm para caracterização física e química e da água utilizada na irrigação para caracterização química (Tabela 1).

Tabela 1 – Características do solo¹ e da água de irrigação. Upanema-RN, UFERSA, 2019.

Solo										
Argila	Silte	Areia	pH _(H2O)	M.O.	P	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	H+Al
-----g kg ⁻¹ -----				g kg ⁻¹	mg	-----mmolc dm ⁻³ -----				
228	87	685	7,4	23,86	4	48,4	21,1	5,6	0,0	0,0

B	Cu	Fe	Mn	Zn	Pr				
-----mg kg ⁻¹ -----					mg L ⁻¹				
0,21	0,8	0,7	17,9	7,0	24				
Água									
C.E.	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	RAS
dSm ⁻¹		-----mmolc L ⁻¹ -----						(mmolc L ⁻¹) ^{0,5}	
0,47	7,8	2,25	0,89	0,44	2,16	1,31	4,0	0,16	1,72

¹As determinações químicas no solo seguiram roteiro preconizado por Silva (2009). M.O. = matéria orgânica. pH em água (1: 2,5). Extratores químicos: Mehlich-1 for P, K and Na; KCl 1N para Ca, Mg and Al; Acetato de cálcio a pH 7,0 para H+Al; solução DTPA (pH=7,3) para Cu, Fe, Mn e Zn e B disponível foi extraído com HCl (0.05M), na razão solo/extrator de 1:2. Pr representa o P remanescente obtido após uma hora de agitação em solução de CaCl₂ 0,01 M, com 60 mg L⁻¹ of P, na razão solo/solução de 1:10, deixando-se descansar por 16 h. A fração argila foi obtida pelo método da pipeta; silte pela diferença de massa entre a amostra total e a areia por tamisação.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema aninhado, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de quatro doses de fósforo para proporcionar elevação de sua disponibilidade no solo em 10, 22, 36 e 52 ppm (76, 168, 275 e 397 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e duas formas de aplicação, somente em fundação e em fundação + fertirrigação, além de dois tratamentos adicionais (sem aplicação de fósforo – testemunha e com aplicação de fósforo somente em fertirrigação, com dose de 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅), totalizando 10 tratamentos.

A forma de adubação em fundação consistiu da aplicação de todo o fósforo em pré-plantio, sendo utilizado como fonte o superfosfato triplo - SFT (41% P₂O₅). Na adubação fundação + fertirrigação, parte do fósforo foi aplicada em cobertura (50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ por fertirrigação), utilizando como fonte o fosfatomonoamônico - MAP (60 % P₂O₅), sendo o restante das doses aplicado em fundação no pré-plantio. As doses de fósforo aplicadas em cada tratamento são detalhadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Doses de P₂O₅ (kg ha⁻¹) aplicadas nas adubações em fundação e em fundação + fertirrigação. Upanema-RN, UFERSA, 2019.

Somente em fundação			Fundação + fertirrigação		
Pré-plantio	Cobertura	Total	Pré-plantio	Cobertura	Total
0	0	0	0	50	50
76	0	76	26	50	76
168	0	168	118	50	168
275	0	275	225	50	275
397	0	397	347	50	397

O preparo do solo constou de uma aração e gradagem seguida pelo levantamento dos camalhões com 0,20 m de altura por 0,60 m de largura. As unidades experimentais foram de

13,68 m² (7,2 m x 1,9 m) com a área útil de 9,12 m² (4,8 m x 1,9 m), contendo um total de oito plantas, dispostas no espaçamento de 0,60 x 1,9 m.

A cultivar de melancia triploide utilizada foi o híbrido ‘Style’, da empresa de sementes Nunhems, que tem uma planta muito vigorosa, ciclo precoce, resistência a *Fusarium oxysporum f. sp. Niveum*, raças 1 e 2. Os frutos são do tipo *Sugar Baby* (casca negra) e de formato redondo com polpa vermelha intensa, grande uniformidade de frutos e resistência a transporte.

As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido com 200 células preenchidas com substrato agrícola comercial Plantimax e fibra de coco. O transplântio para a área experimental dessas mudas foi realizado quando estas apresentaram duas folhas definitivas, aos sete dias após a emergência (DAE) ou doze dias após a semeadura (DAS), em 28 de setembro.

Conforme Bonfim et al. (2013), as melancias triploides têm uma produção de grãos de pólen viáveis insuficiente, havendo, com isso, possíveis déficits de polinização, o que podem levar a baixas produtividades. Para evitar o comprometimento do resultado de produtividade, realizou-se o plantio de uma variedade polinizadora utilizada foi a ‘Polimax’, disposta dentro da mesma linha da melancia ‘Style’, garantindo um espaçamento de 1,20 x 1,90m, ou seja, a cada duas plantas da melancia triploide foi plantada uma polinizadora.

O suprimento hídrico da cultura foi por irrigação localizada tipo gotejamento, com emissores espaçados de 0,30 m e irrigações diárias. Para garantir a eficiência e uniformidade da irrigação, realizou-se três avaliações do sistema durante o cultivo, de acordo com Merriam; Keller (1978), que resultaram em uma vazão média de 1,20 L h⁻¹ e coeficientes de uniformidade de emissão de 93,2 %. Foram instalados tensiômetros para o monitoramento da umidade do solo, de modo a manter o solo com potencial matricial superior a -30 kPa e, assim, permitir um manejo de irrigação eficiente conforme a necessidade da cultura e disponibilidade do solo.

Algumas práticas culturais, como pulverizações, capinas, penteamento e raleio de frutos foram realizadas conforme a necessidade observada durante o ciclo. Também foram instaladas colmeias, próximo à área experimental, de forma a garantir a polinização.

A adubação fosfatada em pré-plantio foi aplicada manualmente em covas a cada 0,30 m e ao lado de cada emissor. Para todos os tratamentos, foram aplicados em fundação 100 kg ha⁻¹ do fertilizante Barimicro (FTE BR12), contendo 1,8 % de B; 0,8 % de Cu; 2,0 % de Mn; 9,0 % de Zn e 4,0 % de S.

As aplicações em cobertura foram realizadas por meio de fertirrigação, utilizando-se dois tanques de derivação conectados em redes separadas de irrigação, sendo uma

correspondente aos tratamentos com adubação fosfatada, somente em fundação e, na outra, os com adubação fosfatada em fundação mais cobertura.

As quantidades de nitrogênio e potássio utilizados foram estimadas com base nos modelos desenvolvidos por Paula et al. (2011), aplicadas via fertirrigação, sendo a distribuição realizada semanalmente após o transplântio (Tabela 3). Aplicaram-se 140 kg ha⁻¹ de N e 100 kg ha⁻¹ de K₂O ao longo do ciclo, além de 7,6 kg ha⁻¹ de CaO e 10 kg ha⁻¹ de MgO entre a 3^a e a 4^a semana após o transplântio. As fontes utilizadas foram uréia, cloreto de potássio, sulfato de amônia, nitrato de cálcio, nitrato de potássio e sulfato de magnésio.

Tabela 3 - Distribuição percentual semanal de N, K, Ca e Mg para todos os tratamentos e de P nos tratamentos que receberam fosfato na fertirrigação, a partir do plantio da melancia triploide 'Style' em solo de origem calcária. Upanema-RN, UFERSA, 2019.

Nutrientes	Até a 3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a	9 ^a
-----%-----							
N	15	7	10	18	23	22	5
P	10	15	20	20	20	15	0
K	5	10	10	15	25	25	10

A colheita foi realizada no dia 27 de novembro de 2013, quando a cultura se encontrava com 66 dias após a emergência (DAE) ou 60 dias após o transplântio (DAT), sendo o ponto de colheita determinado pela presença de gavinha seca e mudança de coloração de branco para amarelo-claro da parte dos frutos apoiada no solo (mancha da cama). Em cada parcela, os frutos foram coletados, contados e pesados individualmente, sendo separados em frutos comerciais e não comerciais. Os frutos pequenos – menores que 2,0 kg, rachados, manchados, malformados, podres, queimados do sol e atacados por animais, pragas ou doenças foram considerados não comerciais. Foram avaliados o número de frutos, a massa média e as produtividades total e comercial.

Para a determinação da concentração foliar de fósforo (P), foi coletada a sexta folha a partir da ponta, perfazendo um total de 15 folhas por parcela (BOARETO et al., 2009), sendo analisado conforme metodologia descrita por Miyazawa et al. (2009), usando a digestão nitroperclórica.

Para análise da qualidade, foram separados dois frutos por parcela considerados comerciais para determinação dos sólidos solúveis totais (SST) e da firmeza de polpa (FIRM). A determinação do SST foi realizada a partir do suco da polpa homogeneizado em

liquidificador, sendo utilizado um refratômetro digital modelo PR-100 Palette (Attago Co. Ltd., Japan), com correção automática de temperatura e leitura na faixa de 0 a 32° Brix, sendo os resultados expressos em %. Para a determinação da FIRM, os frutos foram divididos longitudinalmente em duas partes, e em cada uma delas realizaram-se três leituras, feitas equidistantes e na região equatorial da polpa, com um penetrômetro da marca McCormick, modelo FT 327 analógico (ponteira de 12 mm de diâmetro), sendo os resultados expressos em Newton (N).

Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, a 5 % de significância, e à análise de regressão, utilizando-se o programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2011). A escolha dos modelos de regressão baseou-se na significância do modelo pelo teste F ($p < 0,05$), dos coeficientes das equações (teste t, com $p < 0,10$) e no valor do coeficiente de determinação (R^2).

Foi avaliada a dose de máxima eficiência econômica (MEE), determinada com base na produtividade comercial. A eficiência agrônômica foi calculada pela relação entre a diferença entre a produtividade na dose i e a dose zero ($Y_i - Y_0$) pela dose de P_2O_5 aplicada, e para a avaliação da eficiência econômica, comparou-se os custos e receitas para cada adubação.

Para todos os tratamentos, os custos foram variáveis de acordo com os quantitativos e fontes dos adubos fosfatados. Levando-se em consideração os preços atualizados para abril de 2019, o MAP teve um custo de R\$ 5,36 kg^{-1} de P_2O_5 e o superfosfato triplo (SFT) de R\$ 5,24 kg^{-1} de P_2O_5 . Os demais custos foram estimados utilizando-se os coeficientes técnicos para a cultura da melancia elencados por Dias et al. (2010), com a cotação do dólar de R\$ 3,97.

O preço médio da melancia no mês de novembro, para os anos de 2013 a 2018 nas principais Ceasas do país (São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Brasília, Recife, Fortaleza e Belém), foi de R\$1,64/kg da fruta e o mínimo foi de R\$ 0,50/kg (CONAB, 2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos tratamentos onde as doses de fósforo foram aplicadas somente em fundação, foi observado efeito significativo para as características avaliadas, com exceção da MMC. Quando

as doses de fósforo foram aplicadas em fundação + fertirrigação, foram observadas diferenças significativas para P, NFC, MMT, PT e PC e para as duas características de qualidade (SST e FIRM), Tabela 4.

Tabela 4 - Resumo da ANAVA para a concentração foliar de fósforo (P) em g kg^{-1} , número de frutos total (NFT) e comercial (NFC) por planta, massa média de frutos total (MMT) e comercial (MMC) em kg, produtividades total (PT) e comercial (PC) em Mg ha^{-1} , sólidos solúveis totais (SST) em % e firmeza de frutos (FIRM) em N dos frutos de melancia ‘Style’ em resposta a diferentes doses e formas de aplicação cultivado em um Cambissolo. Upanema-RN, UFERSA, 2019

FV	GL	P	NFT	NFC	MMT	MMC	PT	PC	SST	FIRM
Estatística F										
BL	3	1,88 ^{ns}	6,86 ^{**}	6,85 ^{**}	1,63 ^{ns}	3,42 [*]	4,79 ^{**}	4,23 [*]	1,69 ^{ns}	0,73 ^{ns}
TRAT	(9)	9,19 ^{**}	5,35 ^{**}	6,82 ^{**}	3,22 ^{**}	0,89 ^{ns}	9,44 ^{**}	10,89 ^{**}	8,00 ^{**}	7,11 ^{**}
P d. Fundação	4	15,40 ^{**}	10,00 ^{**}	9,79 ^{**}	3,92 [*]	0,72 ^{ns}	18,00 ^{**}	18,19 ^{**}	9,08 ^{**}	9,53 ^{**}
Modelo	1	58,52 ^{**}	16,60 ^{**}	16,83 ^{**}	7,21 [*]	1,19 ^{ns}	29,88 ^{**}	31,65 ^{**}	16,16 ^{**}	16,08 ^{**}
P d. Fertirrig.	4	3,38 [*]	1,72 ^{ns}	5,00 [*]	2,92 ^{ns}	1,12 ^{ns}	3,21 [*]	6,23 ^{**}	5,14 ^{**}	6,01 ^{**}
Modelo	1	4,15 [*]	1,03 ^{ns}	8,8 ^{**}	5,72 ^{**}	2,82 ^{ns}	5,64 [*]	12,21 ^{**}	8,42 ^{**}	11,05 ^{**}
Forma de aplicação	1	7,59 ^{**}	1,27 ^{ns}	2,23 ^{ns}	1,60 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,25 ^{ns}	15,07 ^{**}	1,83 ^{ns}
Erro	27									
Média		4,18	1,23	0,91	3,34	3,99	36,08	31,46	10,22	6,45
CV		11,7	16,7	15,0	10,5	7,38	14,7	14,3	4,79	10,6

FV – Fonte de variação; GL – Graus de liberdade; CV – Coeficiente de variação; * - Significativo a 5%; ** - Significativo a 1%; ^{ns} – Não significativo

3.1. Concentração foliar de fósforo

Para a forma de aplicação somente em fundação, foi observada resposta linear crescente dos níveis de fósforo na folha em relação às doses de fósforo, onde a concentração desse nutriente aumentou na medida em que se incrementou as doses de fósforo, atingindo um valor de $5,36 \text{ g kg}^{-1}$ na dose máxima. Na forma de aplicação fundação + fertirrigação, foi observado efeito quadrático negativo, havendo redução significativa quando a dose passou de 50 para 76 kg ha^{-1} de P_2O_5 e, em seguida, os teores de P sofreram pequena diminuição com o aumento das doses (Figura 1).

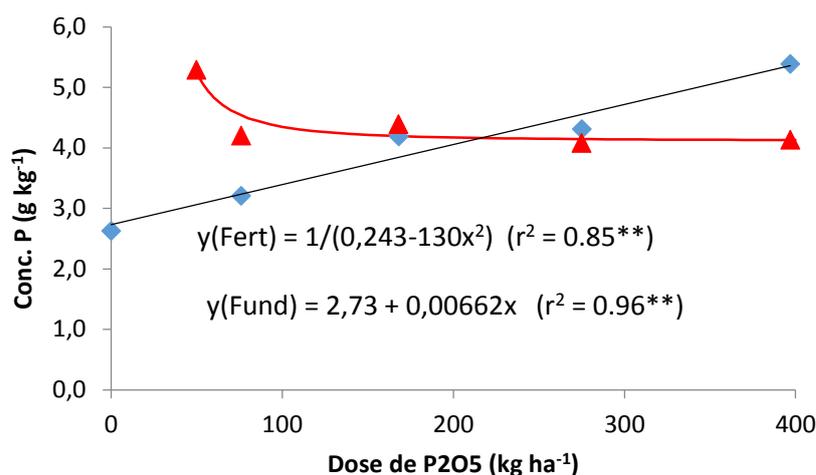


Figura 1 - Concentração foliar de P disponível na planta de melancia cv. 'Style' em g.kg⁻¹ em função de doses de adubação fosfatada e da forma de aplicação em fundação e em fundação + fertirrigação. Upanema-RN, UFERSA, 2019.

Quando a adubação fosfatada é realizada em fundação, o adubo fica localizado no solo e a liberação de P para a solução do solo só vai ocorrer quando esse adubo entrar em contato com a água, o que acontece durante a irrigação. Assim, o adubo se solubiliza e disponibiliza o nutriente para a solução do solo, permitindo à planta absorver o nutriente. Ainda, quanto maior a dose de P₂O₅, maior disponibilidade de P na solução e, conseqüentemente, maior quantidade do nutriente disponível para a planta.

Os níveis foliares de P obtidos nas aplicações em fundação + fertirrigação tiveram comportamento oposto ao da adubação aplicada somente em fundação; ou seja, se verificou decréscimo gradativo na medida em que se aumentaram as doses de fósforo, sendo observada na dose de 397 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ a menor concentração de P na planta (3,97 g kg⁻¹) (Figura 1).

Essa diferença se deve ao efeito de distribuição da aplicação do fósforo em fertirrigação, pois com essa forma de aplicação se permite uma distribuição de P solúvel num maior volume de solo, o que aumenta as possibilidades de reações de adsorção e/ou precipitações do P com o cálcio presente no solo, reduzindo a quantidade de P disponível para a planta absorver, já que a velocidade de adsorção é maior do que a absorção (NOVAIS et al., 2007).

Para a cultura da melancia, as doses recomendadas em pré-plantio variam de 200 a 300 kg ha⁻¹ P₂O₅ em solos de média e baixa fertilidade (FILGUEIRA, 2003). Pereira (2016), estudando a melancia 'Magnum' cultivada em solo calcário, observou que com pequenas doses de P₂O₅ (50 kg ha⁻¹) aplicada apenas via fertirrigação, a concentração de P na planta (2,99 g kg⁻¹) atingiu valores equivalentes à maior dose testada (218 kg ha P₂O₅). O autor justifica que altas

doses de P na solução do solo, devido à característica de alta capacidade de tamponamento do solo, vão ter mais uma função de reserva no solo do que no incremento de P na solução.

Granjeiro; Cecílio Filho (2004, 2005a, 2005b, 2005c), em diversos estudos com diferentes cultivares de melancia, observaram que o fósforo acumulou de 1,9 a 11,1 g kg⁻¹, variando conforme as cultivares e condições de solo e ambiente. Segundo Trani; Raij (1996), o teor de fósforo ideal para melancia encontra-se na faixa de 3 a 7 g kg⁻¹; por sua vez, Locascio (1996) afirma que varia de 2 a 6 g kg⁻¹.

Silva et al. (2014a), estudando o comportamento de duas cultivares de melancia cultivadas em um solo calcário de Baraúna-RN, sob duas formas diferentes de aplicação do fósforo, observaram acúmulo de 4,5 g kg⁻¹ de P na melancia diploide “Olímpia” e de 3,1g kg⁻¹ na melancia sem sementes ‘Leopard’. A capacidade de absorção de P é uma característica genética inerente aos genótipos, a qual pode ser usada em casos de melhoramento genético como critério de seleção de genótipos (SOUZA, 2018).

3.2. Número de frutos por planta e massa média de fruto

O número de frutos total (NFT), nas doses aplicadas em fundação + fertirrigação, não apresentou nenhum modelo significativo que se ajustasse aos resultados. O valor médio observado foi de 1,19 frutos planta⁻¹ (Figura 2A). Na aplicação de fósforo somente em fundação, houve incremento no NFT com o aumento das doses, alcançando o valor de 1,6 frutos por planta na dose máxima (397 kg ha⁻¹ de P₂O₅). Mesmo se verificando que o número de frutos por planta é máximo com a dose máxima de p aplicada, consta-se que com a dose de 71 kg ha⁻¹ de P₂O₅ é possível obter 90% do NFT máximo, ou seja, com uma redução de 82% da dose máxima estudada se consegue 90% do número máximo de frutos obtidos.

O NFC para as doses de P₂O₅ aplicadas somente em fundação tendeu a crescer na medida em que doses aumentavam, mas após atingir ponto máximo o incremento das doses não promoveu o aumento no número de frutos por planta. Verificou-se ainda que a aplicação da dose de 74 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em fundação produziu o equivalente a 90% do valor obtido no ponto máximo obtido de 1,08 frutos planta⁻¹ com a dose de 216 kg ha⁻¹ de P₂O₅, podendo, assim, representar uma redução de 66% na quantidade de adubação fosfatada necessária para atender a cultura e garantir a produtividade.

A

B

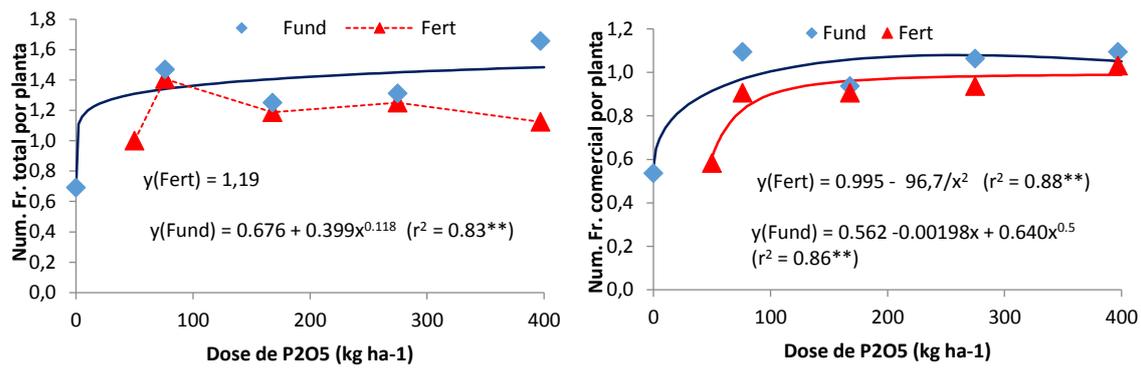


Figura 2 - Número de frutos totais (A) e número de frutos comerciais (B) da melancia cv. ‘Style’ sob influência de doses de fósforo aplicadas somente em fundação e em fundação + fertirrigação. Upanema-RN, UFERSA, 2019.

Na aplicação de doses de fósforo em fundação + fertirrigação, obteve-se um incremento mais significativo com o aumento inicial da dose de P, sendo a máxima NFC de 0,99 frutos planta⁻¹ obtida na dose de 313 kg ha⁻¹ de P₂O₅. No entanto, com a dose de 93 kg ha⁻¹ de P₂O₅ 90% dos NFC já tinham sido alcançados, significando que poderia proporcionar uma redução de 70% do adubo utilizado para se obter o NFC máximo.

Assim, verifica-se que, nas duas formas de aplicação de adubação fosfatada, é necessário um incremento muito grande nas doses de fósforo, para se garantir um aumento de apenas 10% no número de frutos por planta da melancia ‘Style’, ou seja, na forma de aplicação somente em fundação são necessários 142 kg de P₂O₅ a mais e na forma de aplicação fundação + fertirrigação, 220 kg de P₂O₅ a mais.

A maior demanda de fósforo na cultura da melancia ocorre no início do seu desenvolvimento, quando ocorre o desenvolvimento do sistema radicular, e no pegamento de frutos, períodos em que a planta exige maior fornecimento de energia, conforme observado por Vidigal et al. (2009), que estudaram o crescimento e acúmulo de nutrientes em diferentes cultivares de melancia. Por isso, caso não haja o fornecimento de fósforo, na quantidade adequada, nesse segundo momento a produtividade é diretamente comprometida pelo menor número de frutos produzidos pela planta.

Na melancia ‘Magnum’, Pereira (2016) observou incremento na quantidade total e comercial de frutos na medida em que as doses de fósforo aumentaram tanto na aplicação somente em fundação quanto em fundação + fertirrigação. Porém, em fundação, após atingir a quantidade máxima do número de frutos comerciais com uma dose de aproximadamente 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅, o número de frutos comerciáveis decresce, pois ocorre um aumento de frutos defeituosos.

Silva et al. (2017) observaram maior percentual de número de frutos comerciais na melancia ‘Magnum’ quando a menor dose testada (80 kg ha^{-1} de P_2O_5) foi aplicada em fundação + fertirrigação. Quando a mesma dose foi aplicada somente em fundação, houve redução de 34% nesse percentual. Para a melancia ‘Style’, não foram observados efeitos significativos das doses de fósforo e nem das formas de aplicação no número de frutos comerciais. Os autores justificam que a ausência de resposta da melancia ‘Style’ às doses de fósforo e às formas de aplicação pode ser explicada pela competição entre as variedades de melancia, sendo a cultivar ‘Magnum’ mais eficiente na extração do nutriente do solo. Fatores bióticos, como diferença genética, também podem influenciar no número de frutos da melancia, conforme Souza (2018), que, testando doses de fósforo em 10 genótipos de melão diferentes, verificou que, apesar de todos os genótipos responderem positivamente às doses de P, alguns genótipos absorvem maior quantidade de P do que outros, mesmo estando em condições semelhantes.

As condições do solo cultivado, caracterizadas como fator abiótico, são as que mais interferem nas diferentes respostas das plantas. Quando se estuda o efeito da adubação fosfatada, essas diferenças influenciam diretamente no resultado de características de produção, especialmente o número de frutos. Em um Luvissole Crômico continuamente fertilizado na Chapada do Apodi, pode não ser observado efeito significativo das doses de fósforo sobre o número de frutos de melão (SILVA et al., 2010), porém, em condições de altas pluviosidade e solos pobres, o número de frutos de melancia responde com uma dose consideravelmente baixa (60 kg ha^{-1} de P_2O_5), havendo incrementos lineares com o aumento das doses (PORTO et al., 2015).

Nos solos com alta adsorção de fósforo, como os Cambissolos, há necessidade de utilização de doses maiores de fósforo ou a utilização de técnicas de manejo que permitam aumentar a disponibilidade desse nutriente para as plantas. Oliveira et al. (2017) observaram efeito significativo da adubação fosfatada no NFT de melão cantaloupe “Hymark” apenas quando foi feita a acidificação do solo com ácido sulfúrico.

Para a massa média de frutos total (MMT), quando o fósforo foi aplicado somente em fundação, o comportamento foi semelhante ao observado no NFT, onde o valor máximo da MMT (3,50 kg) foi alcançado na dose de 164 kg ha^{-1} de P_2O_5 . Constatou-se que com o aumento das doses de P ocorreu decréscimo de 5% na MMT (Figura 3 A).

Observando-se a curva de resposta das doses de fósforo aplicadas somente em fundação, pode-se observar que com uma dose de 26 kg ha^{-1} de P_2O_5 os frutos já haviam atingido 90% do peso obtido na máxima MMT, confirmando que mesmo que aconteça um maior fornecimento

de P, a planta não será capaz de absorver e incrementar em características que irão se refletir em produtividade, peso ou número de frutos (Figura 3A).

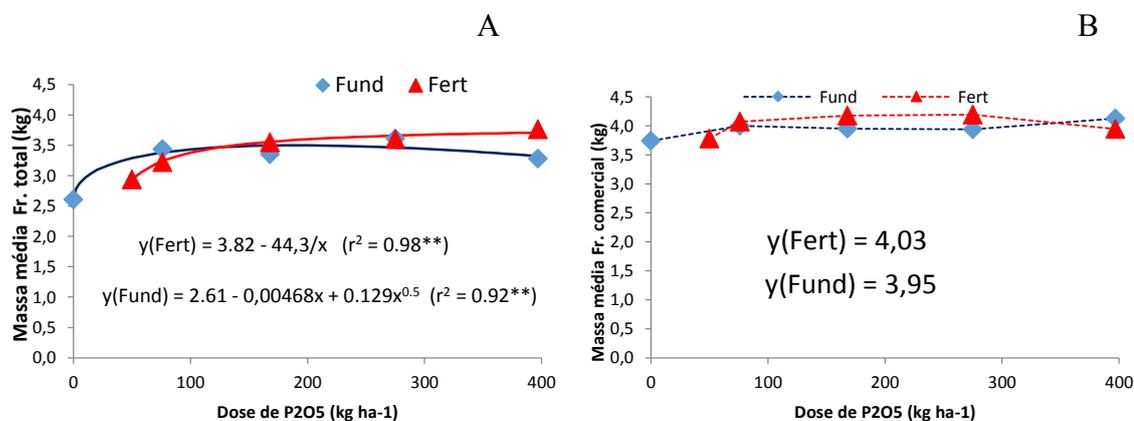


Figura 3 - Massa média de frutos totais (A) e massa média de frutos comerciais (B) da melancia cv. ‘Style’ sob influência de doses de fósforo aplicadas em fundação e em fundação + fertirrigação. Upanema-RN, UFERSA, 2019.

Na forma de aplicação fundação + fertirrigação, a MMT respondeu às doses de fosfato com um modelo hiperbólico, onde diferiu do comportamento observado no NFT. O acúmulo de massa média nos frutos aumentou até atingir o seu valor médio máximo na dose de 386 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, onde os frutos acumularam 3,71 kg de massa média (Figura 3A). O valor médio da MMT observado quando as doses de fósforo foram aplicadas em fundação + fertirrigação (3,44 kg) foi apenas 3% maior do que o valor médio da MMT aplicada somente em fundação (3,34).

Esse resultado foi parecido com o observado por Souza (2012) na melancia ‘Leopard’ num Cambissolo, que, testando diferentes doses de fósforo e nitrogênio aplicadas parte em fundação e parte em fertirrigação, não observou incrementos na massa média de frutos com o aumento da dose de P₂O₅, graças à sua característica de excelente uniformidade no tamanho e peso do fruto, não sofrendo influência das doses de fósforo.

Pereira (2016), por sua vez, observou efeito significativo das doses de fósforo na melancia ‘Magnum’ apenas na adubação em fundação, onde a maior massa média dos frutos totais foi obtida com a dose de 252 kg ha⁻¹ de P₂O₅, com o peso médio de frutos totais de 7,94 kg. Com a forma de aplicação, fundação + fertirrigação, não foi observada diferença significativa entre as médias, mas o peso médio dos frutos totais (8,98 kg fruto⁻¹) foi superior ao observado na aplicação somente em fundação, provavelmente devido à maior disponibilidade de nutrientes solúveis fornecidos pela fertirrigação.

A MMC não diferiu entre os tratamentos, com valores médios de 3,95 kg por fruto, quando as doses de fósforo foram aplicadas apenas em fundação e de 4,03 kg por fruto quando a aplicação das doses de fósforo se dividiu em fundação + fertirrigação (Figura 3 B).

Araújo et al. (2016), avaliando as melancias ‘Style’ e ‘Magnum’ em um solo arenoso, verificaram não haver influência das doses de P na massa média nas duas variedades.

3.3. Produtividade

A produtividade total (PT) nos tratamentos que receberam as doses de fósforo em fundação e em fundação + fertirrigação se adequaram a modelos matemáticos polinomiais de segundo grau (Figura 4A), assim como a PC quando a aplicação foi realizada apenas em fundação (Figura 4 B). Observou-se, assim, comportamento semelhante nas duas características avaliadas onde houve um incremento significativo na primeira dose de fósforo (76 kg ha⁻¹ de P₂O₅), representando mais 90% da produção máxima obtida com 290 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para PT e 241 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em doses aplicadas somente em fundação e com 118 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para PT e 156 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para PC quando as doses foram aplicadas em fundação + fertirrigação.

Para a PC, na forma de aplicação fundação + fertirrigação, ajustou-se um modelo linear crescente, evidenciando o incremento da produtividade com o aumento das doses, atingindo o ponto máximo na maior dose (Figura 4B). Observa-se ainda que para PT e PC nas duas formas de aplicação houve incremento expressivo entre as doses de 50 e de 76 kg ha⁻¹ de P₂O₅, mas depois tendeu a estabilizar.

Ao aplicar a maior dose de fósforo (397 kg ha⁻¹ de P₂O₅) toda em fundação, a PT foi 20% maior (46,65 Mgha⁻¹) do que quando a mesma dose foi aplicada em fundação + fertirrigação (36,92 Mg ha⁻¹). Para a PC, a diferença entre a aplicação da maior dose de fósforo (39,19 Mg ha⁻¹) e aplicação em fundação + fertirrigação (35,19 Mg ha⁻¹) foi de apenas 10% (Figuras 4A e B).

A

B

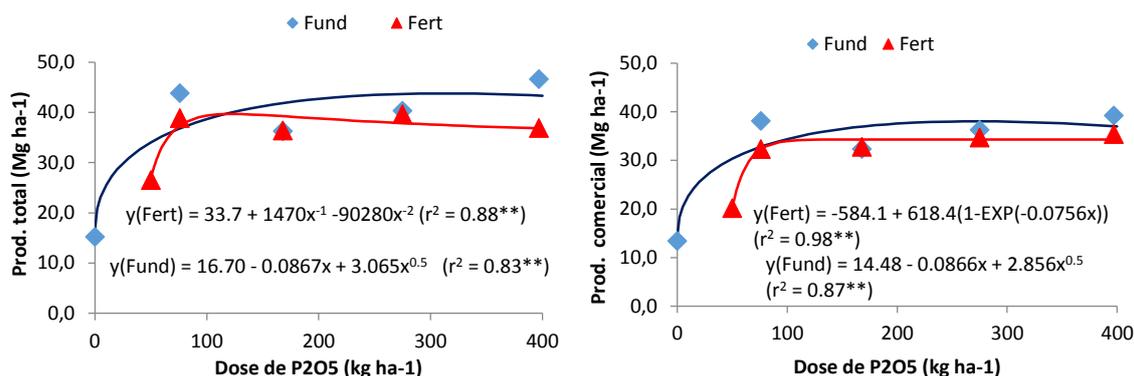


Figura 4 - Produtividade total (A) e comercial (B) da melancia cv. ‘Style’ sob influência de doses de fósforo aplicadas em fundação e em fundação + fertirrigação. Upanema-RN, UFRSA, 2019.

Esse comportamento é comum em solos de origem calcária, onde o adubo fosfatado, quando aplicado em fundação, fica mais concentrado no solo e, conseqüentemente, sofre menos perdas por adsorção, garantindo maior disponibilidade do P no bulbo molhado. No entanto, o fósforo aplicado em fertirrigação se distribui em toda a porção de solo molhado, aumentando a superfície de adsorção e, conseqüentemente, a competição pelo P, não permitindo que a planta consiga absorver todo o P.

Analisando-se os tratamentos adicionais, verificou-se que na dose zero da adubação fosfatada a PC foi de 13,42 kg ha⁻¹, ao passo que no tratamento que recebeu o P somente via fertirrigação a PC foi de 20,2 kg ha⁻¹. Esse acréscimo de 33% na PC, obtido com a dose de 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ via fertirrigação, mostra o quanto a ausência de P disponível pode limitar a produção dessa cultura.

Essa maior disponibilidade do P no bulbo úmido do solo, proporcionada pela aplicação somente em fertirrigação, aumenta a concentração desse nutriente na solução do solo entre sucessivas fertirrigações em relação aos adubos sólidos (SOUZA et al., 2006).

Neste experimento, a maior quantidade de adubação fosfatada aplicada via fertirrigação ocorreu após o meio do ciclo, entre a 5^a e a 7^a semana de plantio, o que pode ter atrapalhado o pegamento de frutos e, conseqüentemente, a produtividade, explicando o comportamento observado de produtividade, que decresce após seu ponto máximo; mesmo que haja o fornecimento de doses maiores de fósforo, a planta não conseguirá absorver todo o elemento fornecido por fatores como exigência da cultura, adsorção do solo ou fito-toxidez causada pelo excesso do nutriente. Marschner (2002) afirmou que quando o elemento P é fornecido em excesso, pode reduzir a fotossíntese, devido à exportação excessiva de triose-P da mitocôndria

para o cortisol, o que prejudica a regeneração da RuBP e, conseqüentemente, prejudica a fixação do CO₂ no processo fotossintético.

Em geral, as pesquisas apontam efeito significativo para a produtividade quando associadas a adubações fosfatadas. Souza (2012), em sua pesquisa com as melancias ‘Olímpia’ e ‘Leopard’, observou que a melancia responde muito mais à adubação fosfatada do que a outras adubações, especialmente ao nitrogênio, visto que o P está diretamente ligado ao pegamento de frutos. Abreu et al. (2011), testando doses de superfosfato triplo em fundação, no melão Goldex, observaram efeito significativo para todas as características de produção, atingindo maior produtividade na dose de 273,5 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e verificando redução na PT com doses acima de 278 kg.ha⁻¹.

Perreira (2016), estudando duas formas de aplicação e doses de adubação fosfatada na melancia ‘Magnum’ em um solo calcário, obteve resultado de PT muito semelhante ao observado nesse experimento, onde na medida em que a dose de fósforo aumentou a PT decresceu. A maior PT foi de 57,45 Mg.ha⁻¹, na dose de 264 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, quando aplicado somente em fundação, ao passo que na aplicação em fundação + fertirrigação a maior PT foi 59,98 Mg.ha⁻¹, sendo atingidos 91% de PT já com a dose de 267 kg.ha⁻¹ de P₂O₅. O autor atribui esse comportamento à dinâmica de adsorção do P em solos calcários, que, quando aplicado de forma fluida, torna-se mais susceptível a ter disponibilidade reduzida, porque entra em contato com um maior volume de solo (KORNDÖRFER; MELO, 2009). Ainda conforme Aguiar Neto et al. (2014), solos com elevados teores de Ca, como o utilizado nesse experimento, podem reduzir a disponibilidade de P mediante formação de precipitados P-Ca no solo.

Paiva et al. (2014), observando correlações entre características de produtividade da melancia ‘Style’ em solo calcário, verificaram maior correlação entre a produtividade comercial e quantidade de frutos comerciais, ou seja, a produtividade é influenciada pelo número de frutos. Norais; Smyth (1999) já afirmavam que o fósforo aumenta a absorção de nutrientes, especialmente do N, que favorece o crescimento e desenvolvimento da planta e, conseqüentemente, dos frutos.

3.4. Sólidos solúveis totais e firmeza de polpa

O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi influenciado tanto pela forma de aplicação da adubação fosfatada quanto pelas doses dentro de cada forma de aplicação. Para a firmeza de fruto, foi observado efeito significativo somente das doses de fósforo (Tabela 4).

Na adubação fosfatada aplicada em fundação, o SST se adequou a um modelo cúbico (Figura 5A). Esse modelo apresenta um ponto de máximo e um ponto de mínimo, sendo que após esse ponto de máximo na medida em que se aumentam as doses diminuem os SST. Na adubação fundação + fertirrigação, o comportamento dos SST foi linear, diminuindo com o incremento das doses de fósforo. Os SST responderam diferentemente para as duas formas de aplicação, mas em ambas foram observados os maiores valores nas menores doses, o que se deve ao fato das maiores doses proporcionarem maior teor de fósforo na planta, retardando a maturação dos frutos e reduzindo os SST. Oliveira et al. (2017) observaram comportamento semelhante no melão, em que os SS diminuíram com o aumento das doses de P, sendo observado o maior valor de SS na dose zero e o menor na maior dose testada que foi de 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

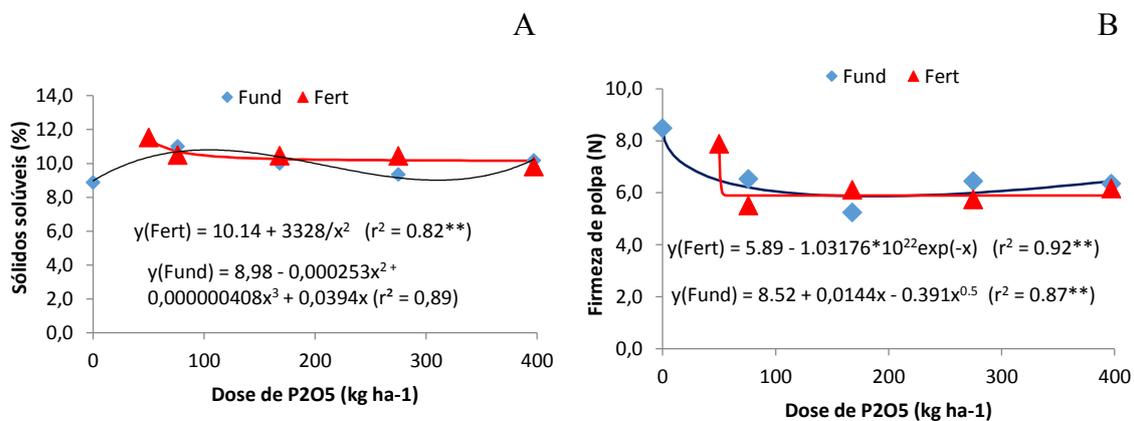


Figura 5 - Teor de sólidos solúveis totais (A) e firmeza de frutos (B) da melancia cv. ‘Style’ sob influência de doses de fósforo aplicadas em fundação e em fundação + fertirrigação. Upanema-RN, UFRSA, 2019.

Segundo Ferreira et al. (2003), atributos de qualidade apresentam pouca influência do ambiente e alta herdabilidade, o que pode explicar a falta de respostas à adubação fosfatada em alguns estudos, tais como: Abreu et al. (2011) e Mendonza Cortez et al. (2011) em melões, Paiva et al. (2014); Silva (2015) e Azevedo et al. (2016); Gonçalves et al. (2016); Silva et al. (2016) e Pereira (2016) em melancia.

Observando o comportamento da firmeza de polpa dos frutos (FIRM), na Figura 5B, verificou-se efeito significativo da forma de aplicação somente em fundação. No entanto, o comportamento da FIRM foi muito semelhante nas doses aplicadas somente em fundação e em fundação + fertirrigação. Os valores médios de firmeza foram inicialmente maiores nas menores doses de P, caindo logo depois e até se mantendo estáveis em torno de 5 a 6 N.

Paiva (2016), estudando a qualidade de melancias durante o desenvolvimento em diferentes doses de fósforo, observou que as diferentes doses de adubação com fósforo propiciaram diferenças na firmeza de polpa das melancias, sendo a dose de 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅ que propiciou maior firmeza de polpa (11,27 N) na comparação com a dose 130 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (10,25 N). Tal resultado é importante, pois o produtor gastará menos para obter frutos com maior qualidade, haja vista que frutos com maior firmeza são mais resistentes às injúrias mecânicas durante o transporte e, geralmente, apresentam maior conservação pós-colheita (TOMAZ et al., 2009).

Pereira (2016) observou diferença significativa na firmeza de frutos para as doses de fósforo aplicadas em fundação, sendo que na dose zero os frutos apresentavam uma maior Firmeza (10,29 N), e com o aumento das doses, os valores decresceram, com uma tendência de estabilizar em valores por volta de 7 N, isso devido ao atraso na maturação dos frutos, já que os frutos mais verdesos têm firmezas maiores. Quando as doses de fósforo foram aplicadas em fundação + fertirrigação, os valores não se ajustaram a um modelo, com média de 7,77N, comportamento semelhante ao observado nessa pesquisa.

Outras pesquisas realizadas na região do Polo Assu Mossoró, com doses de fósforo em melancias, não observaram efeito significativo das doses e formas de aplicação sobre a firmeza de frutos. Souza (2012) na melancia ‘Olímpia’; Gonçalves (2013) nas melancias ‘Olímpia’ e ‘Top Gun’ e Silva et al. (2016) na melancia ‘Style’ não encontraram efeito significativo da adubação fosfatada na firmeza de polpa da melancia, atribuindo esses resultados a fatores genéticos e à indisponibilidade do nutriente durante o desenvolvimento do fruto.

Leskovar et al. (2004) observaram que a firmeza de polpa em melancias diploides variava de 7,7 a 12,7 N, e nas melancias triploides variou de 11,3 a 12,5 N, resultado bem acima do encontrado nesse experimento para a melancia triploide ‘Style’, que ficou com média de 6,3 N para doses aplicadas somente em fundação e de 6,0 N para doses aplicadas em fundação + fertirrigação.

3.5. Dose de máxima eficiência econômica

A eficiência da adubação fosfatada não é determinada apenas pelas características agrônômicas expressadas pela cultura, como também pela sua eficiência econômica, que permite definir a melhor dose de P e a melhor forma de aplicação que vai apresentar a maior máxima eficiência econômica (MEE), ou seja, a melhor relação benefício-custo (RB/C). Nesse contexto, a produtividade comercial (PC) tem influência direta nos resultados e na avaliação dos índices econômicos e pode definir a dose de máxima eficiência econômica.

Tabela 5 - Produtividade comercial estimada, Receita bruta¹ (RB), custo com o fertilizante fosfatado (CFF), custo total² (CT), receita líquida (RL) e relação benefício-custo (RB/C) em função da adubação fosfata aplicada em fundação e em fundação + fertirrigação na cultura da melancia cv. 'Style' em um solo de origem calcária. Upanema-RN, UFERSA, 2019.

Dose de	Produtividade	RB	CFF	CT ²	RL	RB/C
	Mg ha ⁻¹	-----R\$ -----				
Somente fundação						
0	14,48	17.376,00	0,00	6.955,8	10.420,20	2,50
76	32,64	39.167,84	407,80	7.363,60	31.804,24	5,32
168	36,60	43.923,73	901,46	7.857,26	36.066,47	5,59
275	37,46	44.951,88	1.475,61	8.431,41	36.520,47	5,33
397	36,19	43.424,85	2.130,24	9.086,04	34.338,81	4,78
Média	31,47	37.768,86	983,02	7.938,82	29.830,04	4,70
Fundação + Fertirrigação						
0	20,19	24.223,74	262,30	7.218,10	17.005,64	3,36
26 + 50	32,32	38.787,71	401,81	7.357,61	31.430,10	5,27
118 + 50	34,30	41.157,74	895,47	7.851,27	33.306,47	5,24
225 + 50	34,30	41.160,00	1.469,61	8.425,41	32.734,59	4,89
347 + 50	34,30	41.160,00	2.124,25	9.080,05	32.079,95	4,53
Média	31,08	37.297,84	1.030,69	7.986,49	29.311,35	4,66

¹Considerando o preço médio pago pela fruta exportada (R\$ 1,20 por kg) no ano de 2018 (COMEX-VIS, 2019). ²Custos gerais (DIAS et al., 2010) mais os respectivos custos com os fertilizantes fosfatados (R\$ 5,36 e R\$ 5,24 por kg de P₂O₅ para SFT e MAP, respectivamente).

A média das produtividades obtidas nas diferentes doses de P aplicadas somente em fundação (31,47 Mg ha⁻¹) praticamente não diferiu da média das produtividades obtidas nas doses de P aplicadas em fundação + fertirrigação (31,08 Mg ha⁻¹), ou seja, uma diferença de apenas 1,2%, ou seja, 0,39 Mg ha⁻¹. Como a relação benefício-custo (RB/C) sofre influência direta da produtividade, a diferença das médias das RB/C nas duas formas de aplicação foi insignificante, apenas R\$ 0,04 (Tabela 5).

A dose de 168 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de aplicação em fundação apresentou a maior MEE (R\$ 5,59), embora a RL tenha sido menor do que a obtida na dose de 275 kg ha⁻¹ de P₂O₅, porque o custo de CFF desta dose é 63% maior, semelhantemente ao observado na forma de

aplicação fundação + fertirrigação, onde a maior MME (R\$ 5,27) foi na dose de 76 kg ha⁻¹ de P₂O₅, embora a maior RL tenha sido obtida na dose de 168 kg ha⁻¹ de P₂O₅, que teve custo de CFF acima de 122% a mais.

Esse resultado confirma as observações das características agrônomicas obtidas e discutidas anteriormente: quando cultivada em cambissolos, a melancia ‘Style’ necessita de maiores doses de fósforo do que na aplicação somente em fundação, pois as perdas por adsorção e precipitação são reduzidas em comparação com a aplicada em fundação + fertirrigação.

Resultado semelhante foi encontrado por Silva et al. (2014b), que, avaliando a eficiência agrônômica e fisiológica da adubação fosfatada nas melancias ‘Olímpia’ e ‘Leopard’ em um solo arenoso, verificaram que a dose de 88 kg ha⁻¹ de P₂O₅ foi a que mais incrementou nutrientes na planta, sendo, assim, definida como melhor dose fisiológica, ou seja, a melhor proporção de adubação fosfatada capaz de acumular maiores teores de P. Já em um solo de textura argilosa e muito rico em calcário, a dose de melhor eficiência foi a de 218 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Essa diferença ocorre justamente devido à alta adsorção de P nos solos ricos em argila e cálcio.

Mendonza Cortez (2013) encontrou para o melão cantaloupe ‘Olimpic express’ cultivado em solos da região de Mossoró-RN, uma dose ótima econômica de 306 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, muito próxima da dose de P que maximizou o número de frutos e a produtividade comercial.

Assim, pode-se dizer que apenas o aumento da dose de P₂O₅ não garante um uso eficiente do P pelo complexo solo-planta; com isso, a planta transformará esse aporte nutricional em incremento de produtividade, resultando, conseqüentemente, em melhor rendimento e relação benefício-custo.

4. CONCLUSÕES

O excesso de fósforo reduziu a produtividade da melancia ‘Style’ cultivada em solo de origem calcária.

A aplicação de fósforo em fundação proporcionou os melhores resultados para PT, PC, NFT, NFC e MMT com doses menores do que a maior dose estudada.

Em solos de origem calcária, a adubação fosfatada deve ser realizada somente em fundação para a redução de perdas por adsorção.

REFERÊNCIAS

ABRÊU, F. L. G.; CAZETTA, J. O.; XAVIER, T. F. Adubação fosfatada no meloeiro-amarelo: reflexos na produção e qualidade dos frutos. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1266-1274, 2011.

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; DIAS, N. da S.; RODRIGUES, B. H. N.; MELO, F. de B.; RIBEIRO, V. Q. 2006. Teresina: Embrapa Meio-Norte. (Comunicado técnico, 182) 2006

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; RODRIGUES, B. H. N.; SOBRINHO, C. A.; BASTOS, E. A.; MELO, F. B.; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S.; DUARTE, R. L. R. **A cultura da melancia**. Embrapa Meio-Norte – 2. ed. rev. amp. (coleção plantar, 57), 85p. 2007

AGUIAR NETO, P.; GRANGEIRO, L. C.; MENDES, A. M. S.; COSTA, N. D.; MARROCOS, S. T. P.; SOUSA, V. F. L. Crescimento e acúmulo de macronutrientes na cultura da cebola em Baraúna (RN) e Petrolina (PE). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 4, p. 370-380, 2014.

ARAÚJO, N. O. A.; PAIVA, C. A.; AROUCHA, E. M. M.; CHAVES, S. W. P.; MEDEIROS, J. F. Padrão de crescimento de melancia diploide e triploide cultivadas sob diferentes doses de fósforo. XXIV Congresso Brasileiro de fruticultura, 2016, São Luís, MA. **Anais...** 2016. 4p.

AZEVEDO, B. M.; FERNANDES, C. N. V.; DO NASCIMENTO NETO, J. R.; DE ARAÚJO VIANA, T. V.; VASCONCELOS, D. V.; DIAS, C. N. Frequência da fertirrigação fosfatada na produtividade da cultura da melancia. **Irriga**, Botucatu, v. 21, n. 2, p. 257-268, 2016.

BOMFIM, I. G. A.; CRUZ, D. D. O.; FREITAS, B. M.; DE ARAGÃO, F. A. S. Polinização em melancia com e sem semente. Fortaleza-CE: **Embrapa Agroindústria Tropical-Documentos (INFOTECA-E)** 53 p.: il..2013

BOARETTO, A. E.; RAIJ, B. van; SILVA, F. C.; CHITOLINA, J. C.; TEDESCO, M. J.; CARMO, C. A. F. S. Amostragem, acondicionamento e preparo de amostras de plantas para análise química. In: SILVA, F. (org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 59-86.

CRISÓSTOMO, L. A.; DOS SANTOS, A. A.; RAIJ, B. V.; DE FARIA, C. M. B.; DA SILVA, D. J.; FERNANDES, F. M.; ... & CARDOSO, J. W. Adubação, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro no Nordeste. Embrapa Agroindústria Tropical; Circular Técnica, 2002.

COMEXSTAT, Estatísticas de comércio exterior do Brasil. Disponível em:<<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/comex-vis>>. Acesso em: 18 jan. 2019.

CONAB – Companhia Nacional de abastecimento. **Programa brasileiro de modernização do mercado hortigranjeiro – PROHORT**. Disponível em: <<http://www.ceasa.gov.br/precos.php>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

COSTA, A. R. F. C. et al. Produção e qualidade de melancia cultivada com água de diferentes salinidades e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Cidade, v. 17, n. 9, p. 947-954, 2013.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N.F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (org.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS, 2007. p. 91-132.

DIAS, R. C. S.; RESENDE, G. M.; CORREIA, R. C.; COSTA, N. D.; BARBOSA, G. S.; TEIXEIRA, F.; A. **Sistema de Produção de Melancia**. Custos e rentabilidade. Embrapa Semiárido: Sistema de Produção, 6. 2010. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/rentabilidade.htm>>. Acesso em: 26 abr. 2014.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006.

FERREIRA, M. A. J. E. et al. Correlações genotípicas, fenotípicas e de ambiente entre dez caracteres de melancia e suas implicações para o melhoramento genético. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 438-4442, 2003.

FERREIRA, D. F. **Sistemas de análises de variância para dados balanceados: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos**. SISVAR Versão, v. 4, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2003. 402p.

FONTES R. R.; VILELA, N. J. **The current status of Brazilian crops and future opportunities**. Acta Horticulturae, The Hague, n. 607, p. 135-141, 2003.

GONÇALVES, F. C. **Produtividade e qualidade de cultivares de melancia em função de doses de fósforo**. 2013. 50f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2013.

GONÇALVES, F.C.; SOUSA, V. D. F. L.; NOVO JÚNIOR, J.; GRANGEIRO, L. C.; MEDEIROS, J. F.; CECÍLIO FILHO, A. B.; MARROCOS, S. D. T. P. Productivity and quality of watermelon as function of phosphorus doses and variety. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 44, p. 4461-4469, 2016

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tide. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 93-97, 2004.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 763-767, 2005a.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes, híbrido Shadow. **Científica**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 69-74, 2005b.

GRANGEIRO, L. C.; MENDES, A. M. S.; NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, J. O.; AZEVEDO, P. E. Acúmulo e exportação de macronutrientes pela cultivar de melancia Mickylee. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 2, p. 73-81, 2005c.

KORNDÖRFER, G. H; MELO, S. P. Fontes de fósforo (fluida ou sólida) na produtividade agrícola e industrial da cana-de-acúcar. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 92-97, 2009.

LESKOVAR, D. I.; BANG, H.; CROSBY, K. M.; MANESS, N.; FRANCO, J. A.; PERKINS-VEAZIE, P. Lycopene, carbohydrates, ascorbic acid and yield components of diploid and triploid watermelon cultivars are affected by deficit irrigation. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 79, p. 75-81, 2004.

LOCASCIO, S. J. Cucurbits: cucumber, muskmelon and watermelon. In: BENNETT, W. (org.). **Nutrient deficiencies & toxicities in crops plant**. Minnesota: APS/Press, 1996. p. 123-130.

LOPES, A. S. **Manual Internacional de Fertilidade do Solo**. 2 ed. rev. e amp. Piracicaba: POTAFOS, 1998.

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

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997.

MARQUES, R.S.; AMORIM, L. M. F.; FRANCO, J. E. A.; LIMA, C. J. G. S.; SANTOS, T. O. S. **Influência da soma térmica na expressão das fases fenológicas da melancia** In: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 4., 2017, Fortaleza. Anais... Fortaleza: INOVAGRI, 2017

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3.ed London: Elsevier, 2012.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MURAOKA, T.; CARMO, C. D.; MELO, W. D. Parte 2/Capítulo 1-**Análise química de tecido vegetal**. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p. 193-233.

MENDOZA CORTEZ, J. W.; CECÍLIO FILHO, A. B; GRANGEIRO, L. C.; OLIVEIRA, F. H. T. Efeito da adubação fosfatada sobre a qualidade de melão. **Horticultura Brasileira**, n. 29, S3871-S3875, 2011.

MENDOZA CORTEZ, J. W. **Fertilização fosfatada no desempenho agrônomo e acúmulo de nutrientes do meloeiro**. Jaboticabal, 49 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2013.

MERRIAM, J. L.; KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: a guide for management**. Logan: Utah State University, 1978.

MOREIRA, F. L.M. MOTA, F.O.B.; CLEMENTE, C.A.; AZEVEDO, B.M.; BOMFIM, G.V. Adsorção de fósforo em solos do estado do Ceará. **Revista de Ciências Agrônômicas**, v.37, n.1, p. 7-12, 2006

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (org.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 471-550.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em plantas em condições tropicais**. Viçosa: UFV, Departamento de Solos, 1999.

OLIVEIRA, T. C.; SILVA, J.; SANTOS, M. M.; CANCELLIER, E. L.; FIDELIS, R. R. Desempenho agrônômico de cultivares de feijão em função da adubação fosfatada no sul do estado do Tocantins. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, p. 50-59, 2014.

OLIVEIRA, A. A. A.; MARQUES, I. C. S.; SILVA, A. C.; COSTA, E. B. S.; MEDEIROS, J. F., AROUCHA, E. M. M. Produção e qualidade de melão sob controle da acidez e doses de fósforo. In: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 4., 2017, Fortaleza. Anais... Fortaleza: INOVAGRI, 2017a.

OLIVEIRA, A. A. A.; SILVA, A. C.; COSTA, E. B. S.; SILVA, M. V. T.; MEDEIROS, J. F.; AROUCHA, E. M. M. Produção de melão tipo happer sob controle da acidez e doses de fósforo. In: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 4., 2017, Fortaleza. Anais... Fortaleza: INOVAGRI, 2017b.

PAIVA, C. A.; ARAÚJO, N. O.; SILVA, A. C., FREITAS JUNIOR, F. G., MEDEIROS, J. F.; CHAVES, S. W. P. Correlações entre características da cultura da melancia ‘style’ sob adubação fosfatada. In: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 2., 2014, Fortaleza. Anais... Fortaleza: INOVAGRI, 2014. p. 4626-4631.

PAIVA, C.A. Qualidade de melancias durante o desenvolvimento em diferentes doses de fósforo. 2016. 71 f. Tese (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal do Semi-Árido, Mossoró, 2016

PAULA, J. A. A.; MEDEIROS, J. F.; MIRANDA, N. O.; OLIVEIRA, F. A. ; LIMA, C. J. G. S. Metodologia para determinação das necessidades nutricionais de melão e melancia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, p. 911-916, 2011.

PEREIRA, Natanael Santiago. **Otimização da adubação fosfatada para a cultura da melancia irrigada em ambiente semiárido**. 2016. 146 f. Tese (Doutorado em Manejo de Solo e Água) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017.

PEREIRA, N. S.; RODRIGUES, E. A.; SILVA, A. C.; ARAUJO, N. O.; CHAVES, S. W. P.; MEDEIROS, J. F.. Teores de N, P e K na melancia irrigada sob adubação fosfatada em solo de origem calcária. In: **I Simpósio de Manejo de Solo e Água**, 2016, Mossoró, RN. Anais do I Simpósio de Manejo de Solo e Água. Mossoró, RN: UFERSA, 2016. p. 1-4.

PRADO, R. M.; NASCIMENTO, V. M. **Manejo da adubação do cafeeiro no Brasil**. 1 ed. Ilha Solteira: FEIS/UNESP, 2003

PORTO, D. S.; SILVA, E. S.; CARMO, I. D. S.; MONTEIRO NETO, J. L. L.; TRASSATO, L.; DE MEDEIROS, R. D. Rendimento da melancia sob doses de fósforo e de potássio no Cerrado de Roraima. In: **Embrapa Roraima-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal. O solo e suas múltiplas funções: anais. Natal: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Campinas: Instituto Agronômico, 1991.

RODRIGUES, T. M. **Produção de crisântemo cultivado em diferentes substratos fertirrigados com fósforo, potássio e silício**. 2006. 95f. Tese (Doutorado em agronomia-Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

SOUZA, M. S.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, M. V. T.; SILVA, O. M. D. P.; CHAVES, S. W. P. Estado nutricional da melancia fertirrigada com doses de nitrogênio e fósforo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 2301-2316, 2014.

SILVA, F. C. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa Informação Tecnológica. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

SILVA, F. N.; MAIA, S. S. S.; AQUINO, B. F.; HERNANDEZ, F. F. Rendimento de melão amarelo em resposta à aplicação de diferentes fontes e doses de fósforo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 5, n. 2, p. 213-221, 2010.

SILVA, M. V. T.; NOGUEIRA, F. P.; OLIVEIRA, F. L.; CHAVES, S. W. P.; MEDEIROS, J. F. Teores de macronutrientes em melancias fertirrigadas com diferentes doses de nitrogênio e potássio. **Revista Verde**, Pombal-PB, v. 9, n. 1, p.279-286, 2014a.

SILVA, M. V. T.; SANTOS, A. P. F.; OLIVEIRA, F. L.; SOUSA, M. S.; MEDEIROS, J. F. Eficiência agrônômica e fisiológica na melancia fertirrigada com diferentes doses de nitrogênio e fósforo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 9, n. 2, p. 264-269, 2014b.

SILVA, A. C. **Efeito da aplicação de adubação fosfatada na qualidade e conservação pós-colheita da melancia Style**. 2015. 01 Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2015.

SILVA, A. C.; AROUCHA, E. M. M.; CHAVES, S. W. P.; MEDEIROS, J. F.; PAIVA, C. A.; ARAÚJO, N. O. Efeito de diferentes doses, formas de aplicação e fontes de P na conservação de melancia sem sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 4, p. 529-536, 2016.

SILVA, A. C.; PEREIRA, N. S.; ALVES JUNIOR, A. R.; MAIA, K. M. S.; MEDEIROS, J.F.; AROUCHA, E. M. M. Produção da cultura da melancia irrigada sob influência da adubação fosfatada. In: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 4., 2017, Fortaleza. Anais... Fortaleza: INOVAGRI, 2017.

SOUZA, M. S. **Nitrogênio e fósforo aplicados via fertirrigação em melancia híbridos Olímpia e Leopard**. 2012. 282 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró, 2012.

SOUSA, V. F. L. **Eficiência e demanda nutricional de cultivares de melão em função de doses de fósforo**. 2018. 58 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2018.

SOUZA, F. F.; QUEIROZ, M. A. Melancia sem sementes: desenvolvimento e avaliação de híbridos triplóides experimentais de melancia. Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE) (1999).

SOUZA, T. R.; QUAGGIO, J. A.; SILVA, G. O. Dinâmica de íons e acidificação do solo nos sistemas de fertirrigação e adubação sólida na citricultura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 501-505, 2006.

TRANI, P. E.; RAIJ, B. van. Hortaliças. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. S.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado da São Paulo**. Campinas: IAC, 1996. p. 157-164.

VIDIGAL, S. M.; PACHECO, D. D.; COSTA, E. L.; FACION, C. E. Crescimento e acúmulo de macro e micronutrientes pela melancia em solo arenoso. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 1, p. 112-118, 2009.

CAPÍTULO III

ADUBAÇÃO FOSFATADA NO CULTIVO DE MELANCIA TRIPLOIDE ‘STYLE’ EM SOLO ARENOSO

RESUMO: Os solos de textura arenosa encontrados na região da Chapada do Apodi têm sido preferidos para o plantio das melancias sem sementes, pois possibilitam o cultivo durante todo ano, devido à característica de fácil drenagem. Entretanto, devido à baixa fertilidade destes solos há necessidade de adequar seu manejo de adubação para maximizar seu potencial produtivo. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de fósforo e formas de aplicação da adubação fosfatada no cultivo de melancia em solo de textura arenosa. O experimento foi realizado sob o delineamento experimental de blocos ao acaso, com os fatores estudados aninhados, com quatro repetições, utilizando-se uma cultivar sem semente ‘Style’ e como polinizadora a melancia ‘Quetzali’, num Argissolo de textura franco-arenosa. Os tratamentos de adubação corresponderam à combinação de quatro doses de fósforo (34, 80, 137 e 206 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e duas formas de aplicação (somente em fundação e parte em fundação e parte em fertirrigação) e um tratamento adicional (sem a aplicação de fósforo), totalizando 9 tratamentos. Utilizou-se o superfosfato triplo para as adubações em fundação e o fosfato monoamônico (MAP) para as aplicações em fertirrigação (34 kg ha⁻¹ de P₂O₅). Foram avaliados a concentração foliar de P (P); número de frutos totais (NFT) e comerciais (NFC); massa média total (MMT) e comercial (MMC); produtividade total (PT) e comercial (PC). Avaliou-se ainda a dose de máxima eficiência econômica (MEE). Para a aplicação em fundação, os resultados de PT, PC, NFT, NFC, MMT e MMC e concentração de P obtiveram incrementos na medida em que as doses de fósforo aumentaram, encontrando doses máximas próximas à maior dose testada (206 kg ha⁻¹ de P₂O₅). Já na forma de aplicação fundação + fertirrigação, as mesmas características de produção obtiveram comportamento oposto ao observado em fundação, onde foram afetadas negativamente pelo incremento da dose. Neste caso, os pontos de máximo de todas as características ocorreram com dose de apenas 34 kg ha⁻¹ de P₂O₅. A melhor dose de MEE na adubação em fundação foi de 137 kg ha⁻¹ de P₂O₅, ao passo que na adubação fundação + fertirrigação a melhor dose de máxima eficiência para a melancia ‘Style’ foi a de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

PALAVRAS-CHAVE: *Citrullus lanatus*, fertirrigação, fósforo, Argissolo.

PHOSPHATE FERTILIZATION IN CULTIVATION OF TRIPLOID WATERMELON 'STYLE' IN SANDY SOIL

ABSTRACT: The soils of sandy texture found in the Chapada do Apodi region have been preferred for the planting of seedless watermelons, as they allow cultivation throughout the year, due to the easy drainage characteristic. It is necessary to adapt its fertilization management to maximize its productive potential. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of different doses of phosphorus and ways of applying phosphate fertilizer in the cultivation of watermelon in sandy soil. The experiment was carried out under a randomized block design, with the studied factors nested, with four replications, using the seedless cultivar 'Style' and as a pollinator the watermelon 'Quetzali', in a sandy loam Argisol. The fertilization treatments corresponded to the combination of four doses of phosphorus (34, 80, 137 and 206 kg ha⁻¹ of P₂O₅) and two forms of application (only in foundation and part in foundation and part in fertigation) and an additional treatment (without the application of phosphorus), totaling 9 treatments. Triple superphosphate was used for fertilization in foundation and monoammonium phosphate (MAP) for applications in fertigation (34 ha⁻¹ of P₂O₅). The leaf concentration of P (P); number of total (NFT) and commercial (NFC) fruits; total (MMT) and commercial (MMC) average mass; total (PT) and commercial (PC) productivity were assessed. We also evaluated the dose of maximum economic efficiency (MEE). For foundation application, the results of PT, PC, NFT, NFC, MMT and MMC and P concentration increased as the phosphorus doses increased, finding maximum doses close to the highest tested dose (206 ha⁻¹ of P₂O₅). In the form of application foundation + fertigation, the same production characteristics obtained the opposite behavior to that observed in foundation, where they were negatively affected by the increase in the dose. The maximum points of all characteristics occurred with a dose of only 34 ha⁻¹ of P₂O₅. The best dose of MEE in the fertilization in foundation was 137 kg ha⁻¹ of P₂O₅, while in the fertilization foundation + fertigation, the best dose of maximum efficiency for the Style watermelon was 80 kg ha⁻¹ of P₂O₅.

KEYWORDS: *Citrullus lanatus*, fertigation, phosphorus, Argisol.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da melancia (*Citrullus lanatus*) tem ganhado destaque na produção de frutos para exportação, estando entre os dez produtos hortifrutícolas mais exportados, sendo as melancias triploides as principais componentes dessa exportação, já que os mercados europeu e americano preferem esse tipo de fruta por, em geral, os frutos serem menores, o que permite o seu consumo total e imediato, colaborando para a redução do desperdício de alimentos (COSTA et al., 2013), além de facilitar o mínimo processamento da fruta para consumo *in natura*, industrialização e outras formas de consumo direto (UNREIN, 1990, CHEG et al., 2005).

As condições edafoclimáticas do Nordeste Brasileiro, como altas temperaturas e baixa umidade, favorecem o cultivo da melancieira, sendo que os solos cultivados também têm papel importante no desenvolvimento da cultura (MOREIRA et al., 2015).

Muitos produtores usam informações antigas para a fertilização das culturas (TRANIET et al., 1997; CFSEMG, 1999; CAVALCANTI et al., 2008), geralmente baseada em cultivares de polinização aberta, com menor produtividade potencial e, conseqüentemente, demanda de nutrientes, o que pode levar a grandes perdas de produtividade, caso o nutriente requerido não seja fornecido no momento de maior demanda pela planta. Segundo Prado; Nascimento (2003), quantidades específicas de cada nutriente e a proporção natural de absorção desta levam a planta ao equilíbrio nutricional e a expressar seu máximo potencial produtivo.

O fósforo é um desses nutrientes de forte influência no desenvolvimento das plantas, e, segundo Silva (2009), o teor adequado de P na folha é de 3 a 7 g kg⁻¹, que, apesar de baixo quando comparado a outros nutrientes, acarreta danos irreversíveis quando ausente (SANTOS, 2012). A maior necessidade de fósforo na cultura da melancia acontece no início do desenvolvimento, período em que processos fisiológicos e estruturais da planta exigem mais energia da planta, como é na fase de desenvolvimento radicular e no pegamento de frutos. Portanto, quando há comprometimento no fornecimento do P no cultivo, esses processos deixam de acontecer como deveriam, e o rendimento da cultura é afetado.

A maior influência do fósforo acontece no pegamento de frutos (MALAVOLTA, 2006), e segundo Oliveira et al. (2017) o incremento no número de frutos pela adubação fosfatada em relação à ausência de adubação pode chegar a 32%.

Os solos de textura arenosa encontrados na região da Chapada do Apodi – próximo ao município de Mossoró-RN, como os Argissolos, que são solos originados de sedimentos

arenosos do grupo Barreiras, bem drenados e quimicamente apresentam pH em água ácido a neutro, CTC em torno de 70 a 100 mmol_c kg⁻¹, com elevada saturação de bases, sendo muito pobres em fósforo disponível, com teores médios a elevados de potássio (CRISÓSTOMO et al., 2002) – têm sido utilizados por vários produtores da região para o cultivo da melancia, pois possibilitam o cultivo durante todo o ano, especialmente em períodos chuvosos, devido à sua fácil drenagem.

Em geral, são utilizadas grandes quantidades de adubos fosfatados, gerando a necessidade de se desenvolver estratégias de manejo visando ao aprimoramento da adubação fosfatada (NOVAIS; SMYTH, 1999), como a técnica da fertirrigação, que permite a aplicação dos fertilizantes no solo na região de maior concentração das raízes, além de possibilitar ajustes na quantidade de fertilizante a ser aplicado, em função do estágio de desenvolvimento da planta, o que possibilita ganhos em eficiência e economia do mesmo (VASCONCELOS et al., 2015).

Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de doses e formas de aplicação da adubação fosfatada sob a produção de melancia triploide ‘Style’ em solo de textura arenosa na principal região do Brasil que produz este tipo de melancia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi conduzido na área da fazenda experimental da UFERSA, no município de Mossoró-RN, localidade de Alagoinha (5°3'33"S; 37°23'54"O e altitude de 79 m), entre os meses de novembro e janeiro. Nesse período, a temperatura média diária do ar variou entre 26,4 e 31,2°C e a umidade relativa do ar média foi de 62% (dados da estação automática de Mossoró, A318 - INMET).

A área experimental estava situada num Argissolo onde foram coletadas amostras compostas de solo para determinação das características físicas e químicas e da água utilizada para irrigação para a caracterização química, sendo os índices apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Características do solo e da água de irrigação. Mossoró-RN, UFERSA, 2019

Solo ¹												
Argila	Silte	Areia	pH _(H2O)	M.O.	P	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H+Al	Pr

-----g kg ⁻¹ -----			g kg ⁻¹		mg dm ⁻³		-----mmol _c dm ⁻³ -----				mg L ⁻¹	
80	15	905	5,7	18,43	4	14,7	5,0	2,30	4,4	0,0	24,8	50
Água												
C.E.	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	RAS			
dSm ⁻¹		-----mmol _c L ⁻¹ -----									(mmol _c L ⁻¹)	
0,71	7,9	1,84	1,36	0,75	1,80	2,40	4,32	0,0	1,42			

¹As determinações químicas seguiram roteiro preconizado por Silva (2009). M.O. = matéria orgânica. Extratores químicos: Mehlich-1 for P, K and Na; KCl 1N para Ca, Mg and Al; Acetato de cálcio a pH 7,0 para H+Al; solução DTPA (pH=7,3) para Cu, Fe, Mn e Zn e B disponível foi extraído com HCl (0,05M), na razão solo/extrator de 1:2. Pr representa o P remanescente obtido após uma hora de agitação em solução de CaCl₂ 0,01 M, com 60 mg L⁻¹ de P, na razão solo/solução de 1:10, deixando-se descansar por 16 h (ALVAREZ et al., 2000). A fração argila foi obtida pelo método da pipeta; silte pela diferença de massa entre a amostra total e a areia por tamisação.

O delineamento experimental do experimento foi o de blocos ao acaso, em esquema aninhado, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de quatro doses para proporcionar elevação de sua disponibilidade no solo em 10, 22, 36 e 52 mg dm⁻³ de fósforo (34, 80, 137 e 206 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e duas formas de aplicação, em fundação e em fundação + fertirrigação, além de um tratamento adicional, sem aplicação de P considerado testemunha.

A forma de adubação em fundação consistiu da aplicação de todo o fósforo em pré-plantio, sendo utilizado como fonte o superfosfato triplo - SFT (41% P₂O₅). Na adubação fundação + fertirrigação, parte do fosfato foi aplicada em cobertura (34 kg ha⁻¹ de P₂O₅ através de fertirrigação), utilizando como fonte o fosfatomonamônico - MAP (60 % P₂O₅), sendo o restante da dose aplicado em pré-plantio. As doses de P aplicadas em cada tratamento são detalhadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Doses de P₂O₅ (kg ha⁻¹) correspondentes às formas de adubação em fundação e em fundação + fertirrigação. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

Somente em fundação			Fundação + fertirrigação		
Fundação	Fertirrigação	Total	Fundação	Fertirrigação	Total
0	0	0			
34	0	34	0	34	34
80	0	80	46	34	80
137	0	137	103	34	137
206	0	206	172	34	206

Para o preparo do solo, realizou-se aração, gradagem e o preparo de camalhões com 0,15 m de altura e 0,6 m de largura. Cada parcela tinha 24,0 m² (12,0 m x 2,0 m), com a área útil contendo 6,0 m² (3,0 m x 2,0 m).

A cultivar de melancia triploide utilizada foi o híbrido ‘Style’, da empresa de sementes Nunhems, que tem uma planta muito vigorosa, ciclo precoce, resistência a *Fusarium oxysporum* f. sp. *Niveum*, raças 1 e 2. Os frutos são do tipo *Sugar Baby* (casca negra) e com formato redondo

com polpa vermelha intensa, grande uniformidade de frutos e resistência a transporte (BANZATO; KRONKA, 2006).

O transplântio das mudas da cv. ‘Style’ foi realizado no espaçamento de 0,60 m entre plantas e de 2,0 m entre linhas no dia 11 de novembro. A melancia diploide cv. ‘Quetzali’ foi utilizada como polinizadora, sendo plantada em linhas intercaladas a melancia triploide ‘Style’.

O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento, com emissores espaçados de 0,30 m, com vazão média de 1,13 L h⁻¹ (pressão de 64 kPa) e de acordo com o método de Merriam; Keller (1978) foi estimado o coeficiente de uniformidade de emissão de 91%. Para o manejo da irrigação, estimou-se a evapotranspiração da cultura para irrigação localizada segundo a metodologia da FAO (ALLEN et al., 2006) e foi realizado o monitoramento da umidade do solo por meio de tensiometria, para manter o solo com potencial matricial superior a -10 kPa.

Práticas culturais, como pulverizações, capinas, penteamento e raleio de frutos foram realizadas conforme a necessidade. Para assegurar a polinização da cultura, colmeias foram instaladas em área de mata próxima da área experimental.

A adubação em fundação do P foi feita no pré-plantio, manualmente, em covas de 10 cm de profundidade, a cada 30 cm e ao lado de cada emissor (5 cm). Por sua vez, as aplicações complementares foram realizadas por fertirrigação utilizando tanques de derivação, conectados às redes de irrigação. A fonte utilizada em fundação foi o superfosfato triplo (41% P₂O₅) e a fonte utilizada em fertirrigação foi o fosfato monoamônico (60 % P₂O₅).

As adubações complementares para suprir as necessidades da planta com N, K, Ca e Mg foram realizadas em cobertura via fertirrigação. Na Tabela 3, é apresentada a distribuição do percentual semanal de N, K, Ca e Mg e P. Foram utilizadas como fontes de N a ureia, nitrato de cálcio e o sulfato de amônio; como fonte de K, o cloreto de potássio e o sulfato de potássio; como fonte de Ca, foi utilizado o nitrato de cálcio e como fonte de Mg foi utilizado o sulfato de magnésio. Essas adubações ocorreram partir da primeira semana após o transplântio, contabilizando totais de 141 kg ha⁻¹ de N, 148 kg ha⁻¹ de K₂O, 33 kg ha⁻¹ de CaO, 7 kg ha⁻¹ de MgO e 28 kg ha⁻¹ de S.

Tabela 3 – Distribuição percentual semanal de N, K, Ca e Mg para todos os tratamentos e de P nos tratamentos com fosfato na fertirrigação, a partir do plantio da melancia triploide ‘Style’ em solo de origem dos sedimentos do grupo barreira. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

Nutrientes	Semana								
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a	9 ^a
	-----%-----								
N	10	10	10	5	10	20	22	10	3
P	15	15	15	15	15	15	10	0	0

K	11	7	8	11	11	16	19	18	0
Ca	0	0	0	0	17	39	45	0	0
Mg	0	0	0	33	33	33	0	0	0

Além dos macronutrientes, uma aplicação com micronutrientes foi fornecida aos 35 dias após a semeadura, via fertirrigação. Nesta aplicação, foram fornecidos 0,44 kg ha⁻¹ de B, na forma de ácido bórico e 1,30 kg ha⁻¹ de micronutrientes quelatizados Yara Vita Rexolin® (2,1 % de B; 0,36 % de Cu; 2,66 % de Fe; 2,48 % de Mn; 3,38 % de Zn; 11,6 % de K₂O; 1,28 % de S e 0,86% de S).

Aos 65 dias após a semeadura, foi realizada a colheita na parcela útil. Em cada parcela, os frutos foram coletados, contados e pesados individualmente, sendo separados em não comerciais e comerciais. Os frutos pequenos, com peso inferior a 1,8 kg, rachados, manchados, mal formados, podres, queimado do sol e atacados por animais, pragas ou doenças foram considerados não comerciáveis. As características avaliadas foram: a concentração foliar de P (P); número de frutos totais (NFT) e comerciais (NFC); massa média dos frutos totais (MMT) e comerciais (MMC); produtividade total (PT) e comercial (PC). Foi avaliada ainda a dose de máxima eficiência econômica (MME), por meio da análise econômica.

Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, até 5% de significância pelo programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR, versão 5.3 (FERREIRA, 2010); posteriormente, realizou-se análise de regressão para modelos que fossem significativos a no mínimo 0,05 de probabilidade e que o desvio da regressão não o fosse, dando-se preferência àqueles com maior valor F e de r² e que ofereciam uma explicação mais simples e coerente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, observou-se efeito significativo para as formas de aplicação e para a dose de P, quando aplicada apenas em fundação, para todas as características de produção. No entanto, para as doses de P aplicadas em fundação + fertirrigação, o NFT, NFC e a PT não apresentaram resposta (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da ANAVA das variáveis de concentração de fósforo (P) em g kg⁻¹, número de frutos totais (NFT) e comerciais (NFC) por planta; massa média de frutos totais (MMT) e comerciais (MMC) em kg; produtividade total (PT) e comercial (PC) em Mg ha⁻¹ dos frutos de melancia ‘Style’ em resposta a diferentes doses de fósforo aplicadas em fundação ou fundação

+ fertirrigação, quando cultivado num solo de origem dos sedimentos do grupo barreira. Mossoró, UFERSA, 2019.

FV	GL	P	NFT	NFC	MMT	MMC	PT	PC
Estatística F								
BL	3	22,73**	1,68 ^{ns}	3,29*	4,51*	1,6 ^{ns}	4,46*	3,81*
TRAT	8	4,33**	4,51**	13,88**	9,3**	32,33**	10,74**	10,51**
P d. Fundação	4	4,81**	4,35**	15,96**	11,53**	56,88**	10,46**	10,29**
Modelo		9,13**	16,70**	60,64**	21,50**	70,53**	41,42**	40,79**
P d.Fertirrigação	3	4,51*	0,15 ^{ns}	2,19 ^{ns}	3,91*	3,44*	3,15 ^{ns}	4,12*
Modelo		6,43*	0,22 ^{ns}	5,32**	4,92**	5,10*	4,53*	5,62*
Forma de aplicação	1	1,85 ^{ns}	18,19**	40,65**	16,52**	20,82**	34,71**	30,56**
ERRO	24							
Média		3,50	1,69	1,31	2,89	3,07	43,55	37,63
CV		17,6	24,4	24,5	14,9	13,6	22,5	29,4

FV – Fonte de variação; GL – Graus de liberdade; CV – Coeficiente de variação; * - Significativo a 5%;

** - Significativo a 1%; ^{ns} – Não significativo a 5%

3.1. Concentração foliar de fósforo

Ao observar os teores foliar de P na melancia ‘Style’ (Figura 1), verificou-se incrementos na medida em que as doses de P₂O₅ aumentaram, com doses aplicadas somente em fundação. Já para a aplicação em fundação + fertirrigação, o teor decresceu com o aumento das doses de P, até atingir o teor mínimo, e com doses maiores de P, o teor acumulado na folha (3,78 g kg⁻¹) se manteve dentro da média encontrada em diversos estudos na cultura da melancia (SILVA, 2017, ARAÚJO et al., 2016; SOUZA et al., 2014; ALMEIDA et al., 2012; MENDOZA CORTEZ et al., 2011; VIDIGAL et al., 2009; GRANGEIRO; CECÍLIO FILHO, 2004; 2005 a; 2005b).

Na aplicação da adubação fosfatada em fundação, a maior concentração foliar de P ocorreu na dose máxima (206 kg ha⁻¹ de P₂O₅), com uma concentração de P estimada de 4,21 g kg⁻¹, ao passo que na aplicação de fundação + fertirrigação, onde o modelo que se ajustou foi a equação quadrática invertida, na dose mínima de P aplicada (34 kg ha⁻¹ de P₂O₅) foi obtido o maior teor foliar (4,19 g kg⁻¹), chegando ao mínimo (2,66 g kg⁻¹) na dose de 134 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Figura 1).

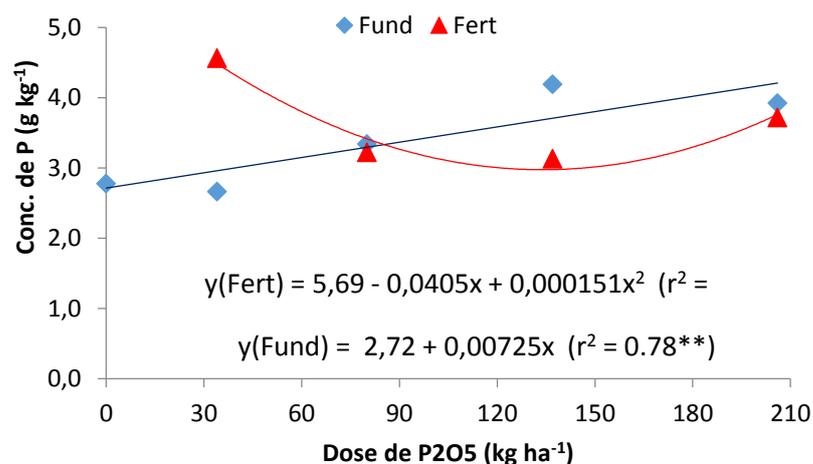


Figura 1 - Concentração foliar de P disponível na planta de melancia cv. ‘Style’, em g.kg⁻¹, em função de doses de adubação fosfatada e da forma de aplicação em fundação e em fundação + fertirrigação. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

Segundo Borges et al. (2009), a fertirrigação pode aumentar o movimento de P no solo de 5 a 10 vezes, se comparado à aplicação na forma sólida. O movimento é maior desta forma porque uma maior concentração, em uma faixa estreita do solo, satura os sítios de fixação próximos ao ponto de aplicação do fertilizante. O movimento de P no solo aumenta com a sua taxa de aplicação e também com o raio de molhamento.

Nos solos de textura arenosa, com poros maiores, a capacidade de difusão do P é menor, deixando-o mais livre na solução do solo; parte desse fósforo se perde, seja por lixiviação (durante a irrigação) ou por incapacidade de absorção de altas concentrações do nutriente solvido na solução do solo pela planta ou por adsorção do fósforo ao solo, mesmo que em quantidades mínimas. O fósforo acaba não sendo aproveitado de forma eficaz pela cultura, indicando, assim, de forma geral, que a utilização de doses menores e constantes tendem a ser mais eficientes do que doses maiores e concentradas em períodos curtos durante o ciclo.

Pereira

(2016), em experimento de solo de textura arenosa com a melancia ‘Magnum’, observou efeito isolado das formas de aplicação no teor de P na planta. A concentração de P na planta foi superior em 43% na adubação fosfatada em fundação + fertirrigação (0,96 g planta⁻¹), quando comparado com a concentração de P obtida na adubação somente em fundação. O autor justifica que a fertirrigação deve ter proporcionado uma elevação da disponibilidade de P no solo, por efeito do fosfato aplicado na fertirrigação, que, segundo Wang; Chu (2015), quando o P é fornecido na forma fluida, é reduzida a fixação do nutriente, aumentando sua disponibilidade no solo.

Diversos estudos com diferentes cultivares de melancia observaram que o fósforo acumulou de 1,9 a 11,1 g kg⁻¹, variando conforme as cultivares e condições de solo e ambiente (GRANJEIRO; CECÍLIO FILHO, 2004, 2005a, 2005b, 2005c). Segundo Trani; Raij (1996), o teor de fósforo ideal para melancia encontra-se na faixa de 3 a 7 g kg⁻¹; por sua vez, Locascio (1996) afirma que varia de 2 a 6 g kg⁻¹, de maneira que os valores obtidos para os diferentes tratamentos estudados se encontram dentro da faixa normal para a cultura.

3.2. Número de frutos e massa média de frutos

Para o número de frutos total (NFT), conforme a Figura 2A, observou-se um crescimento linear na medida em que se incrementou as doses de fósforo na adubação fosfatada aplicada somente em fundação, atingindo o maior NFT (2 frutos planta⁻¹) na dose de 206 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Na adubação fosfatada aplicada em fundação + fertirrigação, as médias de NFT não diferiram estatisticamente, com média de 2.0 frutos planta⁻¹(Figura 2A).

Ferreira et al. (2002) citam que o alto número de frutos é uma das características econômicas mais importantes em melancia, pois resulta em uma maior produtividade. Pereira (2016) observou que a melancia ‘Magnum’ respondeu a doses de fósforo, atingindo a quantidade de frutos totais por hectare de 8.248 (0,99 frutos planta⁻¹) e 9.631 (1,16 frutos planta⁻¹) frutos por hectare para as adubações fosfatos em fundação e fundação + fertirrigação, respectivamente.

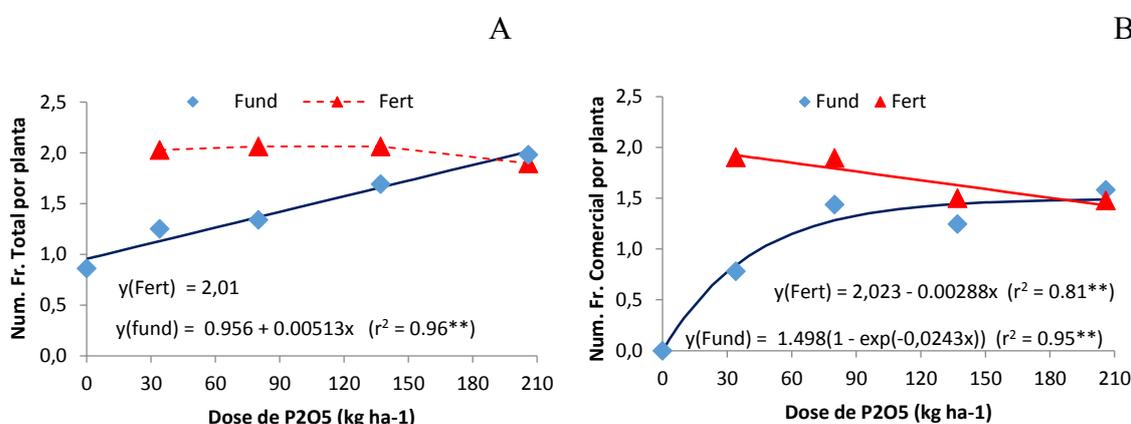


Figura 2 - Número de frutos totais (A) e número de frutos comerciais (B) da melancia cv. ‘Style’ sob influência de doses de fósforo aplicadas em fundação e em fundação + fertirrigação.

Mossoró, UFERSA, 2019.

Freitas Junior et al. (2008) testando doses de fósforo variando de 0 a 360 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no híbrido de melancia diploide cv. ‘Congo’, num solo arenoso com teor de fósforo (5,0 mg dm⁻³) semelhante ao observado neste experimento – não observaram efeito significativo da adubação fosfatada para número de frutos e nenhuma outra característica de produção, indicando que o P disponível no solo já era suficiente suprir a necessidade requerida por esse híbrido. Silva et al. (2007), testando diferentes fontes e doses de P entre 0 e 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na produção do melão, também não observaram efeitos sobre o número de frutos.

Abreu et al. (2011) verificaram que o melão amarelo ‘Goldex’, mesmo num solo com teor de P mais elevado (18 mg dm⁻³), tem o número de frutos influenciado pelas doses de fósforo, e que em doses acima de 278 kg ha⁻¹ de P₂O₅ o número de frutos foi reduzido.

Na Figura 2B, número de frutos comerciais (NFC) obtido na adubação realizada somente em fundação ajustou-se a um modelo quadrático, observando-se o máximo NFC (1,9 frutos planta⁻¹) na dose de 196 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Já quando a forma de aplicação foi em fundação + fertirrigação, o NFC respondeu a uma equação linear decrescente, na qual o NFC diminuiu na medida em que a adubação fosfatada aumentou. O maior NFC foi obtido na dose de 34 kg ha⁻¹ de P₂O₅, com 1,9 frutos planta⁻¹, o que representou uma queda de 24%, quando comparado com o NFC obtido na maior dose de P (201 kg ha⁻¹ de P₂O₅).

Almeida et al. (2012) afirmam que, apesar do P não ser um dos elementos mais requeridos, como o fósforo atua nos processos de multiplicação e divisão celular, ele influencia diretamente no número de frutos, seja total ou comercial.

Pereira (2016) observou na melancia ‘Magnum’ que a média de quantidade de frutos comerciais foi de 0,5 fruto planta⁻¹ quando a adubação fosfatada foi aplicada somente em pré-plantio, ao passo que na forma de aplicação pré-plantio + fertirrigação a média foi de 0,82 frutos planta⁻¹. Esse efeito foi explicado pelo aumento no peso individual dos frutos, pois quando o P foi aplicado em pré-plantio + fertirrigação proporcionou frutos maiores do que o padrão comercial que era de 6 kg por fruto.

Para as melancias ‘Congo’ (FREITAS JÚNIOR et al., 2008), ‘Top Gun’ e ‘Olímpia’ (GONÇALVES et al., 2016), não se observou influência das doses de fósforo e sua interação com a cultivar, respectivamente, para NFT e NFC. Nos estudos de Gonçalves et al. (2016), a ‘Top Gun’ e ‘Olímpia’ foram influenciadas pelas doses de P, sendo o maior NFT obtido na dose de 77,22 kg ha⁻¹ (2 frutos planta⁻¹), ou seja, 59% maior do que a NFT obtida na dose zero de

P₂O₅. Para o NFC, o máximo valor de 1,7 frutos planta⁻¹ foi obtido na dose de 54,75kg ha⁻¹ de P₂O₅, sendo esse valor 50,7% a mais que do NFC obtido na dose zero de P₂O₅.

Na massa média de frutos totais (MMT) (Figura 3A), observou-se comportamento semelhante ao NFT da adubação aplicada apenas em fundação. Já para a aplicação fundação + fertirrigação, a MMT apresentou um decréscimo na medida em que as doses de fósforo aumentaram acima 60 kg ha⁻¹, dose que proporcionou maior massa média dos frutos.

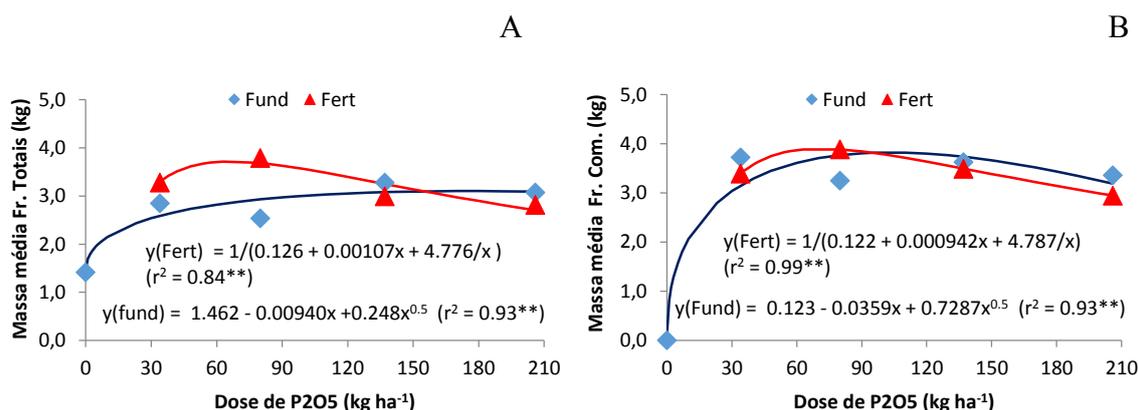


Figura 3. Massa média de frutos totais (A) e de frutos comerciais (B) da melancia cv. ‘Style’ sob influência de doses de fósforo aplicadas em fundação e em fundação + fertirrigação. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

Valores máximos obtidos de MMT e MMC da melancia ‘Style’ quando o adubo fosfatado foi aplicado somente em fundação foram atingidos nas doses de 152 e 96kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente (Figuras 3A e 3B). Com as doses de 55 e 47 kg ha⁻¹ de P₂O₅, já se obteve 90% da massa média de frutos totais e comerciais, respectivamente (Figura 3A e B), resultado menor do que observado por Pereira (2016) na melancia ‘Magnum’, com o máximo de peso médio de frutos na dose de 77 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Já quando a adubação fosfatada foi aplicada em fundação + fertirrigação, a MMT e MMC tiveram comportamento semelhante, embora tenham respondido a modelos diferentes. Na menor dose de P (34 kg ha⁻¹ de P₂O₅), a MMT foi de 3,30 kg, ao passo que na maior dose de P (206 kg ha⁻¹ de P₂O₅) a MMT foi de 2,71 kg, isto é, um decréscimo de 18% no peso de fruto com o aumento das doses de P (Figura 3A). Para o MMC, a máxima massa média foi observada na dose de 67 kg ha⁻¹ de P₂O₅ com uma massa média de 3,90 kg, sendo que na dose de 38 kg ha⁻¹ de P₂O₅ 90% dessa massa já haviam sido acumulados (Figura 3B). Isso confirma o melhor aproveitamento do P em solos arenosos quando aplicado em fertirrigação.

Gonçalves et al. (2016) observaram a influência somente das cultivares nas MMT e MMC, sendo que a cv. ‘Olímpia’ obteve resultados superiores à cv. ‘Top Gun’, e ambas tiveram a MMC acima de 7 kg, que é o mais desejado para esse segmento de melancias.

Porto et al. (2015), para a melancia ‘Crinsom Sweet’ num solo do cerrado de Roraima, observaram que a massa média teve incrementos com o aumento das doses, sendo que a dose de 240 kg ha⁻¹ de P₂O₅ apresentou a maior massa média de 13,24 kg fruto⁻¹.

Em solos arenosos, para ambas as características, com esta forma de aplicação pode-se observar uma capacidade de aproveitamento eficiente de P com a menor dose de adubação fosfatada porque o P não sofre tanta influência da adsorção nos coloides do solo como acontece em solos calcários.

Condições genéticas e ambientais podem influenciar a adubação fosfatada nos resultados de acúmulo de massa média de frutos. Como Silva et al. (2010), que observaram efeito significativo de diferentes doses e tipos de adubos fosfatados em um cultivo de melão ‘Gold Mine’ plantado num solo já anteriormente cultivado. Provavelmente, devido ao excesso de P residual no solo, a planta sofreu efeito de fitotoxicidade e não expressou seu potencial genético de produção.

A influência da adubação fosfatada sobre a massa média dos frutos comerciais de melancia é mais importante do que sobre o número de frutos, visto que a comercialização da fruta é, geralmente, em função do peso das frutas em vez da unidade. Como a melancia triploide ‘Style’ tem um valor agregado maior do que as melancias diploides, uma redução na massa média dos frutos comerciais pode representar uma perda significativa para o produtor em sua renda líquida.

No ano de 2018, de acordo com COMEX-VIS (2019), a melancia triploide foi comercializada em média por R\$ 1,20/kg, ao passo que a melancia diploide foi comercializada em média por R\$ 0,51/kg no mercado interno.

3.3. Produtividade

Para a produtividade total (PT) e comercial (PC), a adubação fosfatada influenciou de forma semelhante tanto quando aplicada em fundação como em fundação + fertirrigação. Nos tratamentos com adubação fosfatada em fundação, houve incremento dos valores médios com o aumento da dose, atingindo valores máximos para PT de 51,9Mg ha⁻¹ e para PC de 45,4 Mg ha⁻¹ nas doses máximas estudadas 206 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Figura 4A e B).

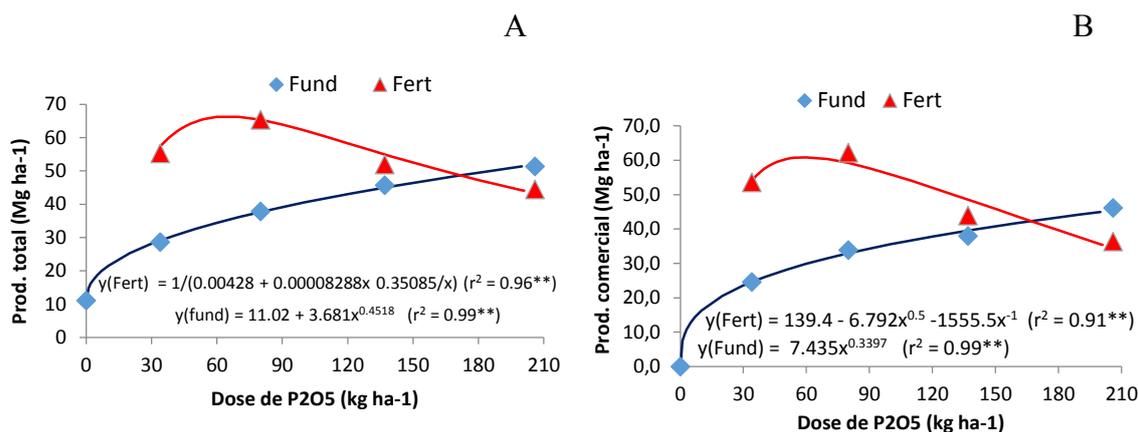


Figura 4 - Produtividade total (A) e comercial (B) da melancia cv. ‘Style’ sob influência de doses de fósforo aplicadas em fundação e em fundação + fertirrigação. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

Na adubação fosfatada em fundação + fertirrigação, PT e PC também se comportaram de forma semelhante entre si, mas totalmente oposta ao observado na adubação em somente fundação. Observou-se, então, conforme as figuras 4A e B, um comportamento decrescente, com máximo valor atingido de 66,4 Mg ha⁻¹ na dose de 63 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para a PT e 60,9 Mg ha⁻¹ na dose de 58 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para a PC. Após esse máximo valor obtido, na medida em que aumentaram as doses houve decréscimo nas produtividades total e comercial, ou seja, com aplicação da menor dose em fertirrigação de P₂O₅ (34 kg ha⁻¹) já é suficiente para se ter o rendimento próximo do máximo de melancia triploide ‘Style’ quando ela é cultivada em solo arenoso.

Santos (2012) afirma que a fertirrigação torna o P mais dinâmico no solo e pode favorecer sua absorção pelo sistema radicular da cultura, resultando em aumento desse nutriente na planta e, conseqüentemente, aumento de produtividade, que pode explicar o rápido aproveitamento do P pela planta e com uma pequena dose de P, permitindo que a planta respondesse com o seu máximo de produtividade.

Assim, se torna evidente que a aplicação do fósforo em fertirrigação no solo arenoso possivelmente permitiu boa distribuição em todo o bulbo molhado, estimulando o desenvolvimento radicular e a absorção mais eficiente do nutriente, considerando que este solo tem baixa adsorção pelo P e permite bom deslocamento do elemento. Por sua vez, a adubação apenas em pré-plantio, devido ao fertilizante ter sido colocado de forma localizada, mais concentrado num volume menor de solo, permitiu absorção lenta e gradativa dos nutrientes, especialmente do P, além de concentrar o sistema radicular, que garante melhor aproveitamento

dos demais nutrientes gerando em especial, aumento de produtividade em doses menores do que as doses utilizadas em solo de origem calcária (PEREIRA, 2016).

Souza (2012), avaliando a influência de doses de nitrogênio e fósforo em melancia diploide ‘Olímpia’ e na triploide ‘Leopard’, verificou que para a PT da cultivar ‘Leopard’ e a PC nas duas cultivares, o modelo ajustado foi o polinomial quadrático com a interação entre os fatores N e P. Esse comportamento quadrático sugere que existe um efeito negativo de doses elevadas de fósforo e nitrogênio na produção. A adubação fosfatada proporcionou incremento na PT de 31,2% e na PC 73%, para a ‘Olímpia’, e 36,9% e 67% para a ‘Leopard’, respectivamente.

Em um solo semelhante a esse estudo de Souza (2012), Silva et al. (2014) não observaram efeito significativo sobre a PC da melancia ‘Style’, mesmo obtendo rendimento médio de 31,5 Mg ha⁻¹, ou seja, dentro da média de produtividade da região e próxima ao valor médio de produtividade desse estudo (35,7 Mg ha⁻¹). A melancia ‘Style’ pode ter uma menor capacidade genética de capturar o fósforo disponível na solução do solo.

Pereira (2016), analisando o comportamento da melancia diplóide ‘Magnum’ num solo arenoso, observou para a PT e PC um efeito isolado para as doses e para as formas de aplicação. Para doses, a melancia ‘Magnum’ aumentou a produtividade na medida em que aumentaram as doses de fosfato, encontrando na maior dose (206 kg ha⁻¹ de P₂O₅) aproximadamente de 70,75 e 59,21 Mg ha⁻¹, respectivamente.

Já para a forma de aplicação, considerando as diferenças de produtividade com essa mesma maior dose, as respectivas PTs máximas para fundação e fundação + fertirrigação foram de 62,41 e 79,09 Mg ha⁻¹, ao passo que as PCs foram de 49,33 e 69,09 Mg ha⁻¹.

Marschner (2012) descreve que o P tem efeito sobre o crescimento da planta, na formação de flores e sementes, de modo que podem ser esperadas respostas na quantidade e no crescimento de frutos, principalmente em solos com deficiência desse nutriente, como é o caso de solos de textura arenosa. Segundo Filgueira (2008), o P é o macronutriente que tem provocado maior resposta pela cultura tanto em produtividade quanto em tamanho do fruto da melancieira.

Mendoza Cortez (2013), em solo semelhante ao desse estudo, observou efeito significativo de doses de fósforo na PT e PC de dois tipos de melão, obtendo resultados máximos nas doses de 275 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para o melão ‘Olimpic express’ e 310 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para o melão Iracema.

3.4. Dose de máxima eficiência econômica

Para a determinação da dose de máxima eficiência econômica da melancia ‘Style’, é preciso observar a melhor relação benefício-custo, onde a produtividade promova rendimento líquido suficiente para superar o custo de produção.

Na dose zero de P, não houve produção comercial, tornando a receita líquida (RL) negativa, ou seja, como não houve produtividade não foi possível suprir as despesas com os insumos e mão de obra do cultivo da melancia ‘Style’. Esse resultado era esperado, pois o P tem influência direta sobre o pegamento, e a ausência total desse nutriente compromete o número de frutos e, conseqüentemente, a produtividade.

Os índices econômicos sofrem influência direta da produtividade. Na tabela 5, pode-se verificar que a dose de máxima eficiência econômica (MME) na adubação fosfatada em fundação foi de dose de 137 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, ao passo que na adubação fosfatada aplicada em fundação + fertirrigação a maior dose MEE foi a de 80 kg.ha⁻¹ de P₂O₅.

Na aplicação de fundação + fertirrigação, a dose 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ fornecida apenas via fertirrigação proporcionou melhor resultado da relação de RB/C (R\$ 9,63), sendo, portanto, definida como a melhor MEE, o que ocorreu provavelmente em virtude da eficiência da absorção do P fornecido via fertirrigação, já discutida anteriormente.

Em solos arenosos, normalmente são observados melhores rendimentos de produtividade devido a esse melhor aproveitamento do P e de outros nutrientes, especialmente quando comparados com solos calcários. Na tabela 5, pode-se verificar que as médias de produtividade, RB, RL e a relação RB/C da melancia ‘Style’ na aplicação em fundação + fertirrigação são superiores às registradas para a aplicação fundação + fertirrigação. Resultado semelhante foi observado por Pereira (2016) avaliando a melancia ‘Magnum’.

Tabela 5 - Produtividade comercial estimada, Receita bruta (RB), custo com o fertilizante fosfatado (CFF), custo total (C), receita líquida (RL) e relação benefício/custo (RB/C) em função dos tratamentos aplicados na cultura da melancia triploide ‘Style’ em solo de origem dos sedimentos do grupo barreira. Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

Dose de P ₂ O ₅	Produtividade Mg ha ⁻¹	RB ¹	CFF	CT ²	RL	RB/C
-----R\$ -----						
Fundação						
0	0,00	0,00	0,00	6955,8	-6.955,80	0,00
34	18,34	22.003,58	182,44	7.138,24	14.865,34	3,08

80	32,74	39.285,60	429,27	7.385,07	31.900,53	5,32
137	43,07	51.682,42	735,12	7.690,92	43.991,49	6,72
206	44,45	53.335,10	1.105,37	8.061,17	45.273,94	6,62
Médias	35,64	42.764,99	606,87	7.608,28	35.156,70	5,57
Fundação + fertirrigação						
34	54,05	64.855,41	178,36	7.134,16	57.721,25	9,09
80	59,21	71.048,11	425,19	7.380,99	63.667,12	9,63
137	48,55	58.257,20	731,04	7.686,84	50.570,35	7,58
206	34,37	41.238,59	1.101,29	8.057,09	33.181,50	5,12
Médias	49,04	58.849,83	608,97	7.564,77	51.285,05	7,85

¹Considerando o preço médio pago pela fruta exportada (R\$ 1,20 por kg) no ano de 2018 (COMEX-VIS, 2019). ²Custos gerais (DIAS et al., 2010) mais os respectivos custos com os fertilizantes fosfatados (R\$ 5,36 e R\$ 5,24 por kg de P₂O₅ para SFT e MAP, respectivamente).

Na aplicação de fundação + fertirrigação, a dose 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ fornecida apenas via fertirrigação proporcionou melhor resultado da relação de RB/C (R\$ 9,63), sendo, portanto, definida como a melhor MEE, o que ocorreu provavelmente em virtude da eficiência da absorção do P fornecido via fertirrigação, já discutida anteriormente.

Em solos arenosos, normalmente são observados melhores rendimentos de produtividade devido a esse melhor aproveitamento do P e de outros nutrientes, especialmente quando comparados com solos calcários. Na tabela 5, pode-se verificar que as médias de produtividade, RB, RL e a relação RB/C da melancia ‘Style’ na aplicação em fundação + fertirrigação são superiores às registradas para a aplicação fundação + fertirrigação. Resultado semelhante foi observado por Pereira (2016) avaliando a melancia ‘Magnum’.

Pereira (2016) verificou ainda que a dose de 206 kg ha⁻¹ de P₂O₅, nas duas as formas de aplicação, obteve a maior MEE. Apesar disso, o tratamento adicional da dose de 103 kg ha⁻¹ de P₂O₅ aplicados somente via fertirrigação proporcionou a maior MEE, quando comparado com todos os demais tratamentos.

Pode-se dizer, assim, que apenas o aumento de dose de P₂O₅ não garante um uso eficiente do P pelo complexo solo-planta, de forma que a planta transformará esse aporte nutricional em incremento de produtividade e consequente melhor rendimento e relação benefício-custo.

Esse comportamento também foi observado por Silva et al. (2014) observaram diminuição da eficiência agrônômica da melancia triploide ‘Leopard’ num solo calcário utilizando apenas fertirrigação com o aumento das doses de N e P a partir de 121kg ha⁻¹ de N e 218 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Sousa (2012), estudando a eficiência agrônômica e econômica da melancia triploide ‘Leopard’, verificou que a maior receita líquida estimada foi de R\$ 13.669,49, a qual

corresponde a uma produção de 21.480 kg ha⁻¹ (produção de máxima eficiência econômica), que se torna possível com a aplicação de 89 kg ha⁻¹ de N + 199 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Para obtenção dessa receita líquida máxima, o produtor teria que investir R\$ 1.366,51 em adubos nitrogenados e fosfatados. Segundo Abreu et al. (2011), a dose econômica vai depender da relação benefício/custo em determinado momento, pois sofre influência do preço médio pago pela fruta e pelos custos de produção.

4. CONCLUSÕES

Em solo arenoso, a aplicação de doses de P somente em fertirrigação apresenta produtividade, número de frutos e massa média de frutos, com valores médios próximos aos obtidos nas doses de máximo rendimento que ocorreram com o incremento de uma dose mínima de adubação fosfatada em pré-plantio.

Para a forma de aplicação somente em fundação, todas as características avaliadas tiveram comportamentos semelhantes, com valores máximos para as maiores doses de fósforo.

A máxima eficiência econômica da adubação fosfatada é obtida usando a fertirrigação associada à adubação de pré-plantio em doses mínimas.

REFERÊNCIAS

ABRÊU, F. L. G.; CAZETTA, J. O.; XAVIER, T. F. Adubação fosfatada no meloeiro-amarelo: reflexos na produção e qualidade dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1266-1274, 2011.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, J. Evapotranspiration del cultivo: guias para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma, FAO, 2006. p. 298, (Estudio Riego e Drenaje Paper, 56).

ALMEIDA, E. I. B.; CORRÊA, M. C. M.; NÓBREGA, G. N.; PINHEIRO, E. A. R.; LIMA, F. F. Crescimento e marcha de absorção de macronutrientes para a cultivar de melancia Crimson Sweet. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v. 6, n. 3, p. 205-214, 2012.

ARAÚJO, N. O. A.; PAIVA, C. A.; AROUCHA, E. M. M.; CHAVES, S. W. P.; MEDEIROS, J. F. Padrão de crescimento de melancia diploide e triploide cultivadas sob diferentes doses de fósforo. XXIV Congresso Brasileiro de fruticultura, 2016, São Luís, MA. **Anais...** 2016. 4p.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. Experimentação agrícola. 4^{a.}, 3^{a.} Impr. Jaboticabal: FUNEP, 2006.

COMEXSTAT, Estatísticas de comércio exterior do Brasil. Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/comex-vis>>. Acesso em: 13 jan. 2019.

COSTA, A. R. F. C. et al. Produção e qualidade de melancia cultivada com água de diferentes salinidades e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 9, p. 947-954, 2013.

CRISÓSTOMO, L. A.; DOS SANTOS, A. A.; RAIJ, B. V.; DE FARIA, C. M. B.; DA SILVA, D. J.; FERNANDES, F. M.; ... & CARDOSO, J. W. Adubação, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro no Nordeste. Embrapa Agroindústria Tropical; Circular Técnica, 2002.

DIAS, R. C. S.; RESENDE, G. M.; CORREIA, R. C.; COSTA, N. D.; BARBOSA, G. S.; TEIXEIRA, F. A. **Sistema de Produção de Melancia**. Custos e rentabilidade. Embrapa Semiárido: Sistema de Produção, 6. 2010. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/rentabilidade.htm>>. Acesso em: 30 out. 2018.

FERREIRA, D. F. **Sistemas de análises de variância para dados balanceados**: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos. SISVAR Versão, v. 4, 2010.

FERREIRA, M. A. J. E. et al. Correlações genóticas, fenotípicas e de ambiente entre dez caracteres de melancia e suas implicações para o melhoramento genético. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 438-444, 2003.

FILGUEIRA, F.A.R. Novo Manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3 ed. Viçosa: UFV, 2008, 421p.

FREITAS JÚNIOR, A. N.; BISCARO, A. G.; SILVA, T. R. B. Adubação fosfatada em melancia irrigada, no município de Cassilândia (MS). **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 1, n. 1, p. 1-6, 2008

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tide. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 93-97, 2004.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 763-767, 2005a.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes, híbrido Shadow. **Científica**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 69-74, 2005b.

GRANGEIRO, L. C.; MENDES, A. M. S.; NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, J. O.; AZEVEDO, P. E. Acúmulo e exportação de macronutrientes pela cultivar de melancia Micklelee. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 2, p. 73-81, 2005c.

GONÇALVES, F. C.; SOUSA, V. D. F. L.; NOVO JUNIOR, J.; GRANGEIRO, L. C.; MEDEIROS, J. F.; CECÍLIO FILHO, A. B.; MARROCOS, S. D. T. P. Productivity and quality of watermelon as function of phosphorus doses and variety. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 44, p. 4461-4469, 2016.

LOCASCIO, S. J. Cucurbits: cucumber, muskmelon and watermelon. In: BENNETT, W. (org.). **Nutrient deficiencies & toxicities in crops plant**. Minnesota: APS/Press, 1996. p. 123-130.

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

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3.ed London: Elsevier, 2012. 643p.

MENDOZA CORTEZ, J. W.; CECÍLIO FILHO, A. B.; GRANGEIRO, L. C.; OLIVEIRA F. H. T. Efeito da adubação fosfatada sobre a qualidade de melão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, S3871-S3875, 2011.

MENDOZA CORTEZ, J. W. **Fertilização fosfatada no desempenho agrônômico e acúmulo de nutrientes do meloeiro**. 2013. 49f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013.

MERRIAM, J. L.; KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: a guide for management**. Logan: Utah State University, 1978.

MOREIRA, F. L.M. MOTA, F.O.B.; CLEMENTE, C.A.; AZEVEDO, B.M.; BOMFIM, G.V. Adsorção de fósforo em solos do estado do Ceará. **Revista de Ciências Agrônômicas**, v.37, n.1, p. 7-12, 2006

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em plantas em condições tropicais**. Viçosa: UFV, Departamento de Solos, 1999.

OLIVEIRA, A. A. A.; MARQUES, I. C. DA S.; SILVA, A. C.; COSTA, E. B. S.; MEDEIROS, J. F., AROUCHA, E. M. M. Produção e qualidade de melão sob controle da acidez e doses de fósforo. In: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 4., 2017, Fortaleza. Anais... Fortaleza: INOVAGRI, 2017

PAIVA, C. A. **Qualidade de melancias durante o desenvolvimento em diferentes doses de fósforo**. 2016. 71f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016

PEREIRA, N. S. **Otimização da adubação fosfatada para a cultura da melancia irrigada em ambiente semiárido**. 2016. 146 f. Tese (Doutorado em Manejo de Solo e Água). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017.

PORTO, D. S.; SILVA, E. S.; CARMO, I. D. S.; MONTEIRO NETO, J. L. L.; TRASSATO, L.; DE MEDEIROS, R. D. (2015). Rendimento da melancia sob doses de fósforo e de potássio no Cerrado de Roraima. In: **Embrapa Roraima-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal. O solo e suas múltiplas funções: anais. Natal: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.

SILVA, F. C. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa Informação Tecnológica. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

SILVA, F. N.; MAIA, S. S. S.; AQUINO, B. F.; HERNANDEZ, F. F. Rendimento de melão amarelo em resposta à aplicação de diferentes fontes e doses de fósforo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 5, n. 2, p. 213-221, 2010.

SILVA, J. R. R. **Crescimento e marcha de absorção de nutrientes em melancia**. 2017. 23f. Dissertação (). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

SILVA, M. V. T.; SANTOS, A. P. F.; OLIVEIRA, F. L.; SOUSA, M. S.; MEDEIROS, J. F. Eficiência agrônômica e fisiológica na melancia fertirrigada com diferentes doses de nitrogênio e fósforo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 9, n. 2, p. 264-269, 2014.

SOUZA, M. S. **Nitrogênio e fósforo aplicados via fertirrigação em melancia híbridos Olímpia e Leopard**. 2012. 282f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2012.

SOUZA, M. S.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, M. V. T.; SILVA, O. M. D. P.; CHAVES, S. W. P. . Estado nutricional da melancia fertirrigada com doses de nitrogênio e fósforo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 2301-2316, 2014.

SOUZA, F. I. **Desempenho agrônômico de abrobinha italiana em função da adubação fosfatada**. 2017. 49f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró. 2017.

SOUSA, V. F. L. **Eficiência e demanda nutricional de cultivares de melão em função de doses de fósforo**. 2018. 58 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2018.

TRANI, P. E.; RAIJ, B. van. Hortaliças. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. S.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado da São Paulo**. Campinas: IAC, 1996. p. 157-164.

VASCONCELOS, D. V.; AZEVEDO, B. M.; FERNANDES, C. N. V.; PINTO, O. R. O.; VIANA, T. V. A.; MESQUITA, J. B. R. Métodos de aplicação e doses de nitrogênio para a cultura do girassol. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 4, p. 667-679, 2015.

VIDIGAL, S. M.; PACHECO, D. D.; COSTA, E. L.; FACION, C. E. Crescimento e acúmulo de macro e micronutrientes pela melancia em solo arenoso. **Revista Ceres**, Londrina, v. 56, n. 1, p. 112-118, 2009.

WANG, J.; CHU, G. Phosphate fertilizer form and application strategy affect phosphorus mobility and transformation in a drip-irrigated calcareous soil. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 178, n. 6, p. 914-922, 2015.

UNREIN, J. **When merchandising seedless, seeing is believing-and buying**. The Packer. 5 May 1990.