



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

MAX VENICIUS TEIXEIRA DA SILVA

**USO DE ACIDIFICANTE PARA OTIMIZAÇÃO DA ADUBAÇÃO
FOSFATADA EM SOLO DE REAÇÃO ALCALINA NA CULTURA DA
MELANCIA IRRIGADA**

**MOSSORÓ-RN
2020**

MAX VENICIUS TEIXEIRA DA SILVA

**USO DE ACIDIFICANTE PARA OTIMIZAÇÃO DA ADUBAÇÃO
FOSFATADA EM SOLO DE REAÇÃO ALCALINA NA CULTURA DA
MELANCIA IRRIGADA**

Tese apresentada Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, como parte dos requisitos para obtenção do título de “Doutor em Manejo de Solo e Água”.

Orientador: Dr. José Francismar de Medeiros

**MOSSORÓ-RN
2020**

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei n° 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei n° 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

T586u Teixeira da Silva, Max Venicius .
Uso de acidificante para otimização da adubação
fosfatada em solo de reação alcalina na cultura da
melancia irrigada / Max Venicius Teixeira da
Silva. - 2020.
64 f. : il.

Orientador: José Francismar Medeiros.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural
do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em ,
2020.

1. Citrullus lanatus. 2. enxofre. 3. doses de
fósforo. I. Medeiros, José Francismar , orient.
II. 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.

MAX VENICIUS TEIXEIRA DA SILVA

**USO DE ACIDIFICANTE PARA OTIMIZAÇÃO DA ADUBAÇÃO
FOSFATADA EM SOLO DE REAÇÃO ALCALINA NA CULTURA DA
MELANCIA IRRIGADA**

Tese apresentada Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, como parte dos requisitos para obtenção do título de “Doutor em Manejo de Solo e Água”.

Linha de pesquisa : Fertilidade e nutrição de plantas

Defendida em : 28/02/2018



Dr. Jose Francismar de Medeiros – UFERSA
Presidente



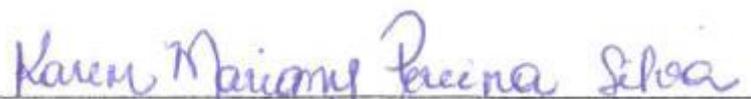
Prof. Dr. Sergio Wiene Paulino Chaves - UFERSA
Membro examinador



Profª. Dra. Andrea Raquel Fernandes Carlos da Costa – FACENE
Membro examinador



Dr. Natanael Santiago Pereira – IFCE
Membro examinador



Dra. Karen Mariany Pereira Silva – UFERSA
Membro examinador

A **Deus**, que com seu infinito amor me ajudou a chegar até aqui, a minha família, em especial a minha filha Maria Teresa, minha esposa Leila, meus pais, José Júlio e Fatima Teixeira, que não pouparam esforços para me ajudarem a obter mais essa conquista.

OFEREÇO

Dedico a todos meus colegas, amigos e colaboradores de campo, vocês foram fundamentais para realização deste trabalho.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A **DEUS**, que está comigo em todas as situações, e me sustentou em todos os momentos difíceis que passei.

A minha família, em especial minha filha, minha esposa e meus pais, que não pouparam esforços para realização desta conquista

A minha Avó Francisca (vovó Francisca), que se lembrava de mim em suas orações, saudades minha avó

Aos meus tios, padrinhos, e aos meus primos, que me ajudaram quando precisei.

A UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO, que disponibilizou laboratórios, aparelhos, produtos e mão de obra para realização da pesquisa

Aos professores do programa de pós-graduação que ajudou no compartilhamento do conhecimento, e aprendizado durante os 3 anos

Ao Orientador, professor José Francismar de Medeiros pela sua capacidade de trabalho, e auxiliou na pesquisa

Aos colegas, Cristiane Alves, Adênio, Jair, Ariel, Jessica, Paulo Vitor, Eleonora, Ana Claudia, vocês foram fundamentos para realização deste trabalho.

Aos trabalhadores de campo, na pessoa de Fernando, muito obrigado pelos esforços de todos vocês.

MENSAGEM

Não temas, porque eu sou contigo; não te assombres, porque eu sou teu Deus; eu te fortaleço, e te ajudo, e te sustento com a destra da minha justiça.

Isaías 41:10

RESUMO

MAX VENICIUS TEIXEIRA DA SILVA. **Uso de acidificantes para otimização da adubação fosfatada em solos de reação alcalina na cultura da melancia irrigada.** Mossoró - RN, Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), outubro de 2019. XX p. Tese. Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água. Orientador: Professor Dr. José Francismar de Medeiros.

No Rio Grande do Norte, a melancia tem tido grande importância em função das características edafoclimáticas e do propício mercado consumidor, onde a mesma deixou de ser uma cultura explorada apenas no período das chuvas, com a desígnio de abastecer mercados locais, para se tornar uma atividade tecnificada de produção destinada tanto ao mercado interno como externo. A pesquisa foi realizada em duas épocas, setembro a novembro de 2017, e agosto a outubro de 2018, na fazenda Roçado Grande, Upanema-RN. O trabalho teve como objetivo avaliar aplicação do enxofre elementar associado a adubação fosfatada em um cambissolo com e sem histórico cultivo irrigado na cultura da melancia na região de Mossoró-RN. O delineamento adotado foi em blocos casualizados em um esquema fatorial de 4x3. No primeiro experimento, utilizando a cultivar Magnum, os tratamentos foram constituídos de 4 doses de fósforo (0, 30, 60, 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e 3 doses de enxofre (0, 250 e 500 kg ha⁻¹ de S), já no segundo experimento com a cultivar Quetzali, foram aplicadas 4 doses de fósforo (0, 30, 70 e 110 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e 3 de enxofre (0, 250 e 500 kg ha⁻¹ de S). A melancia Magnum obteve produtividade comercial máxima nas doses de 60,7 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no solo sem histórico de cultivo, e 62,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no solo com histórico de cultivo, sendo que a partir dessa dose houve redução dos valores. Em relação a produtividade total, os maiores valores foram observados nas doses intermediárias de fósforo (30 e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅) combinado com as menores doses de enxofre (0 e 250 kg ha⁻¹ de S). As doses de fósforo influenciaram estatisticamente todas as variáveis de qualidade de frutos, exceto, pH da polpa, embora todos os frutos obtiveram as faixas ideais de aceitação do mercado consumidor. As doses de fósforo influenciaram produtividade comercial da cultivar quetzali, com as plantas de melancia obtendo valores máximos variando de 45 a 53 t ha⁻¹ no solo com e sem histórico de cultivo irrigado. A aplicação de enxofre não influenciou a produtividade total da cultivar quetzali, pois os maiores valores foram vistos na dose de 0 kg ha⁻¹ de S. As variáveis de qualidade de frutos foram influenciados pelos tratamentos, com exceção, a pH da polpa, entretanto, os valores observados nas análises ficaram faixa de aceitação do mercado.

Palavras chaves: *Citrullus lanatus*, enxofre, doses de fósforo

ABSTRACT

MAX VENICIUS TEIXEIRA DA SILVA, **Use of acidifiers for phosphate fertilizer optimization in alkaline reaction soils in irrigated watermelon crop. Mossoró – RN.** Federal Rural University of Semiarid (UFERSA), October 2019. XX p. Thesis. Postgraduate Program in Soil and Water Management. Advisor: Teacher Dr. José Francismar de Medeiros.

In the Rio Grande do Norte, the watermelon has been of great importance due to the edaphoclimatic characteristics and the favorable consumer market, where it has ceased to be a crop explored only in the rainy season, with the purpose of supplying local markets, to become a local crop. technified production activity for both domestic and foreign markets. The research was carried out in two seasons, September to November 2017, and August to October 2018, in the Roçado Grande farm, Upanema-RN. The objective of this work was to evaluate the application of elemental sulfur associated to phosphate fertilization in a cambisol with and without historical irrigated cultivation in the watermelon crop in the region of Mossoró-RN. The adopted design was in randomized blocks in a factorial scheme of 4x3. In the first experiment, using the cultivar Magnum, the treatments consisted of 4 phosphorus doses (0, 30, 60, 90 kg ha⁻¹ of P₂O₅) and 3 sulfur doses (0, 250 and 500 kg ha⁻¹ of S), in the second experiment with cultivar Quetzali, 4 doses of phosphorus (0, 30, 70 and 110 kg ha⁻¹ of P₂O₅) and 3 doses of sulfur (0, 250 and 500 kg ha⁻¹ of S) were applied. Magnum watermelon obtained maximum commercial yield at 60.7 kg ha⁻¹ of P₂O₅ in the soil without cultivation history, and 62.5 kg ha⁻¹ of P₂O₅ in the soil with cultivation history. reduction of values. Regarding total yield, the highest values were observed at intermediate doses of phosphorus (30 and 60 kg ha⁻¹ of P₂O₅) combined with the lowest sulfur doses (0 and 250 kg ha⁻¹ of S). Phosphorus doses statistically influenced all fruit quality variables except pulp pH, although all fruits obtained the ideal consumer market acceptance ranges. Phosphorus rates influenced commercial yield of the quetzali cultivar, with watermelon plants obtaining maximum values ranging from 45 to 53 t ha⁻¹ in the soil with and without irrigated cultivation history. Sulfur application did not influence the total yield of the cultivar quetzali, since the highest values were observed at 0 kg ha⁻¹ dose of S. The fruit quality variables were influenced by the treatments, except for the pulp pH, however. the values observed in the analyzes were within the market acceptance range. Increasing doses of phosphorus caused an increase in soil pH, while acidifying reduced.

Key Words: *Citrullus lanatus*, sulfur, phosphorus doses

LISTAS DE FIGURAS

CAPITULO I

- Figura 1:** Produtividade comercial da melancia cv Magnum cultivada em área sem histórico de cultivo (A) e com histórico de cultivo sob irrigação (B) na região de Mossoró, RN, UFERSA, 2019.....34
- Figura 2:** Produtividade total da melancia cv Magnum cultivada em área sem histórico de cultivo (A) e com histórico de cultivo sob irrigação (B) na região de Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....35
- Figura 3:** Massa média dos frutos comerciais da melancia cv. Magnum sob diferentes doses de fósforo no solo com histórico de cultivo irrigado na região de Mossoró, UFERSA, 2019.....36
- Figura 4:** Massa média dos frutos totais da melancia cv. Magnum no solo sem histórico de cultivo irrigado sob diferentes doses de fósforo e enxofre na região de Mossoró, UFERSA, 2019.....37
- Figura 5:** Número de frutos comerciais por planta da melancia cv. Magnum em área sem histórico de cultivo irrigado (A) e solo com histórico (B) sob diferentes doses de fósforo e enxofre na região de Mossoró, UFERSA, 2019.....38
- Figura 6:** Número de frutos comerciais por planta da melancia cv. Magnum em área sem histórico de cultivo irrigado (A) e solo com histórico irrigado (B) sob diferentes doses de fósforo e enxofre na região de Mossoró, UFERSA, 2019.....39
- Figura 7:** Sólidos solúveis dos frutos da melancia cv. Magnum em área sem histórico de cultivo irrigado (A) e solo com histórico (B) sob diferentes doses de fósforo e enxofre na região de Mossoró, UFERSA, 2019.....40
- Figura 8:** Firmeza dos frutos da melancia cv. Magnum em área sem histórico de cultivo irrigado (A) e solo com histórico irrigado (B) sob diferentes doses de fósforo e enxofre na região de Mossoró, UFERSA, 2019.....42
- Figura 9:** Acidez titulavel de frutos da melancia cv. Magnum em área sem histórico de cultivo irrigado sob diferentes doses de fósforo e enxofre na região de Mossoró, UFERSA, 2019.....44

Figura 10: Relação sólidos solúveis e acidez titulavel (SS/AT) de frutos da melancia cv. Magnum em área sem histórico de cultivo irrigado sob diferentes doses de fósforo e enxofre na região de Mossoró, UFERSA, 2019.....	45
--	----

CAPITULO II

Figura 1: Produtividade comercial da melancia cv Quetzali cultivada em área sem histórico de cultivo (A) e com histórico de cultivo sob irrigação (B) na região de Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....	54
Figura 2: Produtividade total da melancia cv Quetzali cultivada em área sem histórico de cultivo irrigado na região de Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....	55
Figura 3: Massa média dos frutos comerciais (kg frutos ⁻¹) em área sem histórico de cultivo (A) e com histórico de cultivo sob irrigação (B) na região de Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....	56
Figura 4: Massa média dos frutos totais (kg frutos ⁻¹) em área sem histórico de cultivo (A) e com histórico de cultivo sob irrigação (B) na região de Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....	57
Figura 5: Número de frutos comerciais por planta (frutos planta ⁻¹) em área sem histórico de cultivo (A) e com histórico de cultivo sob irrigação (B) na região de Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....	58
Figura 6: Número de frutos totais em área sem histórico de cultivo na região de Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....	59
Figura 7: sólidos solúveis (brix) dos frutos da melancia Quetzali cultivada em área sem histórico de cultivo irrigado (A) e com histórico de cultivo sob irrigação (B) na região de Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....	60
Figura 8: Firmeza da polpa (N) dos frutos da melancia Quetzali cultivada em área sem histórico de cultivo irrigado (A) e com histórico de cultivo sob irrigação (B) na região de Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....	61
Figura 9: Acidez titulavel (% de ácido málico) dos frutos da melancia Quetzali cultivada em área sem histórico de cultivo irrigado (A) e com histórico de cultivo sob irrigação (B) na região de Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....	62
Figura 10: Relação sólidos solúveis e acidez titulavel dos frutos da melancia Quetzali cultivada em área sem histórico de cultivo irrigado (A) e com histórico de cultivo sob irrigação (B) na região de Mossoró-RN, UFERSA, 2019.....	63

SUMARIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	1
2	OBJETIVOS.....	3
2.1	Objetivos gerais	3
2.2	Objetivos específicos	3
3	REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1	Aspectos gerais sobre a Cultura da melancia.....	4
3.2	Solos da região de Mossoró	5
3.3	Importância do fósforo na planta e disponibilidade no solo	6
3.4	Uso de Acidificantes ou corretores de pH do solo.....	7
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA	9
4	CAPITULO II	14
4.1	INTRODUÇÃO	15
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	16
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	18
4.4	CONCLUSÃO	30
4.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
5	CAPITULO III	34
5.1	INTRODUÇÃO	35
5.2	MATERIAL E MÉTODOS	36
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
5.4	CONCLUSÃO	48
5.5	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

1 INTRODUÇÃO GERAL

A melancia é uma cucurbitácea cultivada e apreciada em quase todas as regiões do mundo, tanto nos países de clima temperado como nos tipicamente tropicais. Dentre as olerícolas, a melancia apresenta uma grande importância econômica e social no Brasil, com uma área plantada de 94,5 mil hectare, obtendo uma produtividade média em torno de 23,1 Mg ha⁻¹, (Ibge, 2018) sendo esta, dependente das condições edafoclimáticas da região, do padrão tecnológico, adubação e tratos culturais.

No Rio Grande do Norte, a melancia tem tido grande importância em função das características edafoclimáticas e do propício mercado consumidor, onde a mesma deixou de ser uma cultura explorada apenas no período das chuvas, com o desígnio de abastecer mercados locais, para se tornar uma atividade tecnificada de produção destinada tanto ao mercado interno como externo.

No agropolo Assu-Mossoró, a melancia é cultivada entre de junho a dezembro, com irrigação por gotejamento. Como a melancia apresenta ciclo em torno de 70 dias, vários plantios podem ser feitos em cada ano (Oliveira et al., 2015). Durante esse período, as variações climáticas são pequenas, mas existem, sugerindo a possibilidade de efeito de época de semeadura sobre o comportamento da cultura (Oliveira, 2013). As cultivares diploides Quetzali e Magnum são uma das mais plantas na região, sendo que a Quetzali possui característica para exportação, enquanto que Magnum é para o mercado interno.

O crescimento da agricultura irrigada na região de Mossoró-RN e adjacências está atrelado a grande quantidade de áreas irrigáveis e condições climáticas favoráveis, além da disponibilidade hídrica elevada e com baixo custo para sua obtenção. Todavia, os solos da região são ricos em bases e com tendência alcalina, junto com a água que apresenta alta salinidade e alcalinidade devido aos carbonatos associados ao cálcio (Dias et al., 2003).

O solo com característica alcalina, contendo um alto teor de cálcio apresenta risco a disponibilidade de fósforo as plantas devido o fenômeno de precipitação. A retenção de fósforo adicionado ao solo através da precipitação forma um composto insolúvel e que a planta não consegue absorver. Dessa maneira, somente uma pequena fração desse nutriente no solo estaria disponível para as plantas (CONTE et al., 2003) e uma boa

parte do fósforo adicionado pelos fertilizantes deixa de ser útil ao crescimento imediato da planta (Novais; Smith e Nunes, 2007).

Na região são encontrados cambissolos (Embrapa, 2013). Os Cambissolos são solos bastante variáveis por causa da heterogeneidade e tem como material de origem o calcário. Eles apresentam moderada acidez (pH, em água, variando de 5,0 a 7,5, podendo chegar a 8,5 em solos derivados de carbonato) e de alta ou baixa saturação por bases. Neste solo pode ocorrer fenômeno de precipitação do P ligado ao cálcio, deixando dessa forma o fósforo indisponível as plantas. As áreas irrigadas podem acelerar o processo de precipitação devido uma maior concentração de cálcio nas águas oriundas deste solo.

Por causa deste problema os produtores têm utilizados corretores de pH do solo. Entre os corretivos químicos usados para ajustar a alcalinidade do solo pode-se mencionar os ácidos ou substâncias formadoras de ácidos, como o ácido sulfúrico, sulfato ferroso, sulfato de alumínio, enxofre elementar e pirita (Silva et al., 2008).

O enxofre elementar aplicado ao solo é reduzido à ácido sulfúrico, liberando o ânion SO_4^{2-} e dois íons H^+ que neutralizam o OH^- em excesso no solo alcalino, colaborando dessa maneira para reduzir do pH do solo, além de proporcionar uma lixiviação de sais solúveis na forma de Na_2SO_4 (Stamford et al., 2008; Silva et al., 2008).

Diante do exposto, a pesquisa teve como objetivo avaliar a aplicação de doses de fósforo e enxofre em duas diferentes em um solo de reação alcalina com histórico de cultivo irrigado e sem histórico de cultivo irrigado na cultura da melancia.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

O objetivo da pesquisa é avaliar o efeito da aplicação de acidificantes associado a adubação fosfatada nas características químicas de um cambissolo (com e sem histórico de cultivo irrigado) e na cultura da melancia.

2.2 Objetivos específicos

- Estudar o efeito das doses de acidificante na reação do solo de duas áreas (com e sem histórico de cultivo irrigado)
- Definir as doses de fósforo e enxofre com base nos resultados
- Avaliar o comportamento da planta ao longo do ciclo, produtividade e qualidade dos frutos sob aplicação das doses de fósforo e enxofre aplicadas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aspectos gerais sobre a Cultura da melancia

A cultura da melancia [*Citrullus lanatus* (Thumb.) Matsum. & Nakai] é oriunda das regiões tropicais da África, possui um centro de diversificação no sul da Ásia (Nascimento et al., 2011). Arquivos históricos sugerem que a melancia foi consumida desde a Idade antiga no oriente, na Rússia e Índia. Esse consumo foi atribuído ao fato do fruto ser composto principalmente por água, onde os viajantes o consumia para amenizar a sede, além da população na época seca no antigo Egito. (Ferrari et al. 2013). Os responsáveis pela chegada da melancia na América foram os espanhóis, que ocorreu no século XVI, onde o consumo do fruto se difundiu em toda a América (Puiatti & Silva, 2005). No Brasil, as primeiras melancias chegaram no século XVII, no período da expansão da cana-de-açúcar no país, trazida pelos escravos vindos da África (Vilela et al. 2006).

A espécie é pertencente à família das cucurbitáceas, é uma planta de característica herbácea, com ciclo vegetativo anual, possui habito rastejante, com ralos angulosos, gavinhas ramificadas e folhas lobadas (Rocha, 2010).

A melancia possui uma grande importância socioeconômica, pois é cultivada em quase todas as regiões do Brasil, destacando-se as regiões Nordeste e Sul (Oliveira et al., 2015), além de ser uma espécie que é plantada tanto por grandes, como médios e pequenos produtores. Existem atualmente várias variedades e diferentes características comerciais, podendo encontrar frutos grandes com até 15 kg, como também frutos de 2 ou 3 kg, dependendo da exigência do mercado. O mercado externo exige frutos de tamanho pequeno, na faixa de 3- 6 kg. Frutos grandes, com padrão Crimson Sweet, são preferidos para importação (Filgueira, 2008; Silva et al., 2014).

Na região nordeste, o plantio da melancia pode ocorrer em qualquer época do ano, podendo ser em sequeiro ou irrigado. Na época chuvosa, que compreende o período entre dezembro a março, predomina o cultivo de sequeiro, já no período de estiagem, se faz o uso da irrigação, que pode proporcionar um maior número de ciclos por ano (Oliveira et al. 2015).

Essa época, apresenta melhor desempenho fitossanitário, rendimento e qualidade de frutos devido as condições climáticas favoráveis (Resende et al. 2006; Resende et al., 2010).

A melancia apresenta um excelente desenvolvimento em solos mais soltos, com temperaturas médias na faixa de 20 a 30° C, e baixa umidade relativa (Carvalho et al. 2008). Entretanto, uma grande quantidade de chuvas pode comprometer a formação e qualidade dos frutos. (Filgueira, 2008).

No Nordeste encontra-se uma grande variedade de solos, podendo observar solos desde muitos argilosos até solo arenosos, sendo que a melancia se desenvolver melhor nos arenosos (Amaral, 2011; Embrapa, 2013). Com relação a irrigação, é preferível o uso de solos mais profundos, que favorece o movimento de água no sistema.

Entre os solos férteis encontrados no semiárido, destaca-se os Cambissolos (Embrapa, 2013), originados de rochas calcárias da chapada do Apodi, todavia, esses solos são susceptíveis a encharcamento, assim prejudicando de forma significativa a produção e qualidade dos frutos da melancia (Amaral, 2011).

Em condições de irrigação e com manejo nutricional adequado, pode estimar uma produtividade em torno de 40 a 50 Mg ha⁻¹ (Pereira, 2016).

Dentre os nutrientes, o nitrogênio (N) e o potássio (K) são os mais absorvidos pela melancia (Gonçalves, 2013), sendo que o fósforo (P) é o mais responsável com relação ao aumento da produtividade. O teor ideal de P na planta varia de 3 a 5 g kg⁻¹, sendo os valores podem variar conforme a variação nos fatores, cultivar, clima e manejo (Filgueira, 2008).

A absorção do P pelas plantas acompanha a curva de crescimento da planta (Grangeiro e Cecílio Filho, 2004), com os frutos sendo o freno preferencial da planta, que ao final do ciclo, pode acumular 82% do P total da planta (Grangeiro, et al. 2005).

3.2 Solos da região de Mossoró

Os solos formados na região semiárida brasileira quase não são afetados pelos processos de formação do solo, entretanto, o fator clima exerce uma grande influência, mesmo embora tenha uma temperatura muito alta, a precipitação no semiárido é baixa, não sendo suficiente para promover lixiviação dos sais de caráter básico do complexo de troca, como por exemplo, o cálcio, magnésio, potássio e sódio, contribuindo assim para solos com pH alcalino (Neto, 2009).

Ainda que os solos alcalinos muitas vezes conhecidos por serem solos jovens e de boa fertilidade, e de origem calcária, apresentam pH neutro a alcalino, causando danos o

desenvolvimento e a produtividade das culturas, principalmente pelos problemas nutricionais ou devido à salinidade (Maia et al., 2001; Dias; Blanco, 2010).

Os solos encontrados na região de Mossoró, situado na chapada do Apodi, é composto de Vertissolos, Argissolos, Neossolos e cambissolos (Maia, 2005), sendo que os mais utilizados na agricultura são os cambissolos e argissolos (Marques et al. 2014). De acordo com Braga Sobrinho et al. (2008), os cambissolos representam mais de 60% dos solos da região do baixo açu, e mais de 90% do município de Baraúnas-RN, regiões essas circundam o município de Mossoró-RN.

Os Cambissolos apresentam uma grande variação nas suas características, e isso se deve a heterogeneidade do seu material de origem, das formas de relevo e condições climáticas da região. Devido a essa diversidade em suas características, os cambissolos podem apresentar solos muito argilosos, com problemas de drenagem, rasos ou profundos, podendo ser ligeiramente ácidos, com pH variando de 6 a 7,5, até solos alcalinos, com pH chegando próximo de 8,5, de alta e baixa saturação de bases. (Crisóstomo et al. 2002).

Na região de Mossoró-RN, os cambissolos em sua maioria apresentam pH de 7 a 7,3, quando não cultivados sob irrigação, pouco profundo (solos rasos), e com problemas de drenagem. Com o crescente avanço da agricultura irrigada devido o surgimento de novas áreas, atrelado ao fato que nas áreas ocorrem vários cultivos consecutivo, o pH aumenta, podendo chegar a ter valores próximos de 8,0.

Esse aumento do pH do solo está relacionado a acúmulo de fertilizantes que vem de vários cultivos, junto com uma carga de sais oriundos da água de irrigação. Nessa região, água de irrigação é obtida por meio dos aquíferos calcário-Jandaira (80-100 m de profundidade) e arenito-Açu (1000 m de profundidade). As água vindas do calcário jandaira são ricas em sais, tem uma alta alcalinidade devido a presença de carbonatos associados ao cálcio. (Dias & Blanco, 2010).

3.3 Importância do fósforo na planta e disponibilidade no solo

O fósforo (P) é um macronutriente, que é exigido em menor quantidade quando comparado a nitrogênio e potássio, entretanto, é o elemento mais utilizado na adubação no Brasil. Isso ocorre devido ao fato da sua baixa disponibilidade nos solos, já que os solos tropicais exercem um grande poder de imobilização do elemento (Epstein, Bloom, 2006).

Na planta, ele participa de vários processos fisiológicos e metabólicos, como transferência de energia, ativação e inativação de enzimas, sínteses de membranas, componente dos ácidos nucleicos, coenzimas, nucleotídeos, fosfoproteínas e açúcares fosfatados (Schachtman e Shin, 2007; Rouached et al., 2010; Niu et al., 2012; Morais, 2016). Por ser um elemento essencial nos processos metabólicos da planta, ele atua de forma decisiva na qualidade dos frutos, sendo que o P age na formação e tamanho dos frutos, e a sua deficiência é caracterizada pelo pouco desenvolvimento dos frutos (Novais et al., 2007).

As plantas absorvem fósforo na forma de íons fosfatos (H_2PO_4^-) e (HPO_4^{2-}), variando conforme o pH do meio. Em solos com pH variando de 2-7, as plantas absorvem o H_2PO_4^- , enquanto que em solos com pH de 7-12, a absorção é na forma de HPO_4^{2-} .

De acordo com Prado (2008) os solos tropicais, em sua maioria, apresentam baixos teores de P, colocando o mesmo como um fator limitante na produção. Devido esse problema, o fósforo é o nutriente mais utilizado na adubação na maioria das culturas produzidas no Brasil (White e Fageria, 2009). Essa grande aplicação se dá pela a grande adsorção do elemento aos solos altamente intemperizados, além de ter baixos teores de P em suas estruturas.

No solo, o fósforo pode ser encontrado nas formas orgânicas ou inorgânicas. A parte orgânica do P, está ligado a matéria orgânica do solo, assim pode-se notar que esse tipo de P contribui muito pouco com a nutrição das plantas, já que os teores de matéria orgânica são baixos nos solos tropicais. (Raij, 2011). Já o P inorgânico contribui com cerca de 35 a 70% do P total no solo. (HARRISON, 1987).

O material de origem é o principal componente que mais influencia a disponibilidade de P no solo (Gonçalves, 2013). Em solos com características ácidas, o P se liga com íons de alumínio e ferro, formando os fosfatos de alumínio (variscita) e fosfato de ferro (estregita) através de reação de compartilhamento de elétrons.

Já em solos de reação alcalina e origem calcária, como por exemplo os cambissolos, diversos fatores influenciam para disponibilidade do P nos solos, como por exemplo pH do solo, alto teor de CaCO_3 e pouca matéria orgânica. (Abd-Elmonem; Amberger, 2000). Esses fatores contribuem para precipitação do fosfato junto ao cálcio, formando fosfato de cálcio, indisponível as plantas. O P possui uma faixa ideal de pH solo, que varia de 6,5-7,0,

3.4 Uso de Acidificantes ou corretores de pH do solo

Os diversos solos da região de Mossoró apresentam uma diversidade nas suas características físicas e químicas, podendo encontrar solos ácidos, neutros e alcalinos. O potencial hidrogeniônico (pH) mostrar em uma escada, que vai de 0 a 14, a reação atual do solo (Souza et al., 2007).

Os cambissolos do semiárido potiguar, tem em sua constituição pHs que variam de 7,0 a 7,5, entretanto, o pH pode chegar a 8,0, caso ele seja irrigado com água rica em sais.

O pH solo é um dos principais fatores que influencia a disponibilidade de nutrientes, principalmente o elemento fósforo. A disponibilidade do fósforo varia conforme o pH do solo, isso ocorre devido a característica química deste elemento, em solos ácidos, o fósforo acaba se ligando ao alumínio e ferro através de ligação covalente, já em solos alcalinos e ricos em cálcio, como é o caso dos cambissolos, o fósforo acaba se ligando ao cálcio através de uma reação de precipitação, formando o fósforo de cálcio, que torna o fósforo indisponível. A faixa ideal de pH do solo para disponibilidade de fósforo é entre 6,5 a 6,8 (Souza, Miranda & Oliveira, 2007).

Uma alternativa para diminuir a indisponibilidade de fósforo em solos de reação alcalina, é o uso de produtos que diminuem o pH do solo, como é caso dos acidificantes. Entre os corretivos químicos mais utilizados para corrigir o pH do solo, tem os ácidos e substâncias formadores de ácidos, como é o caso do ácido sulfúrico, sulfato ferroso, sulfato de alumínio, enxofre elementar e pirita (Silva et al. 2008).

O enxofre elementar é um dos corretivos mais utilizados para reduzir o pH de solos minerais com problemas de alcalinidade, sua atuação se dá através da sua oxidação pelos microrganismos, seguida de uma liberação de íons de hidrogênio para solução do solo e formação de ácido sulfúrico. (Heydarnezhad et al., 2012). Essa oxidação do enxofre elementar ocorre em ambientes com temperatura que vai de 4 a 45° C , com uma faixa ideal de 25 a 40° C (Sierra et al., 2007). Quanto a umidade do solo, baixos teores de umidade interferem na reação de oxidação, pois reduzem a atividade dos microrganismos, além de diminuir a acessibilidade as partículas de S, que são altamente hidrofóbicas. Já em umidades altas, há a redução da oxidação devido a diminuição da aeração do solo, já que a maioria dos microrganismos são aeróbicos.

Na reação no solo a aplicação do enxofre, há oxidação das formas reduzidas de enxofre a ácido sulfúrico, liberando o ânion sulfato e duas moléculas de hidrogênio, que agem na neutralização s hidroxilas em acesso no solo, favorecendo assim a redução de pH do solo. As vantagens do uso do enxofre elementar são; fornecimento de sulfato as plantas, já que a maioria dos solos apresentam baixos teores de enxofre, e redução do pH do solo, que

contribuem para o aumento da disponibilidade de fósforo e outros nutrientes Stamford et al., 2008; Silva et al., 2008).

Outro acidificante pouco utilizado é o ácido sulfúrico, que apresenta um efeito rápido no solo, pois o mesmo apresenta uma alta dissociação e alta eficiência para reduzir o pH do solo, entretanto, o ácido sulfúrico apresenta algumas desvantagens como, alto custo e riscos de acidentes no manuseio, pois sua solução possui pH muito baixo (Amezketta et al., 2005).

O uso de sulfato ferroso e sulfato de alumínio pode causar problemas no manejo da adubação fosfata, pois além do fósforo fica indisponível as plantas em ambientes alcalinos, em solos com presença de alumínio e ferro, o fósforo também pode ficar indisponível, pois o mesmo se liga ao alumínio e ferro através de reação covalente, onde há compartilhamento de elétrons (Laboski & Lamb, 2003).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

Abd-elmonem, E. A.; Amberger, A. Studies on some factors affecting the solubilization of P from rock phosphates. 6th International Colloquium for the Optimization of Plant Nutrition. Cairo, Egypt. 2000.

Amaral, F.C.S (Ed.). Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação: Enfoque na Região Semi-Árida. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 164p.

Amezketta, E.; Aragüés, R.; Gazol, R. Efficiency of sulfuric acid, mined gypsum, and two gypsum By-Products in soil crusting prevention and sodic soil reclamation. *Agronomy Journal*, Madison, v. 97, n. 3, p. 983-989, 2005.

Braga Sobrinho, R; Guimarães, JA; Freitas, J. A. D.; Terao, D. 2008. Produção integrada de melão. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, Banco do Nordeste do Brasil. 338p.

Carrijo, O. A.; Souza, R. B.; Marouelli, W. A.; Andrade, R. J. Fertirrigação de hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças (Circular técnica, 32), 2004. 13p.

Carvalho, L. C. C.; Bezerra, F. M. L.; Carvalho, M. A. R. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo da melancia sem sementes. *Revista Ciência Agronômica*, v. 39, n. 1, p. 53-59, 2008.

Cecílio Filho, A. B.; Grangeiro, L. C. Qualidade de frutos de melancia sem sementes em função de fontes e doses de potássio. *Ciência agrotec.*, Lavras, v. 28, n. 3, p. 570-576, 2004.

Conte, E.; Anghinoni, I. Rheinheimer, D.S. Frações de fósforo em Latossolo argiloso pela aplicação de fosfato no sistema plantio direto. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, 27:893-900, 2003.

Crisóstomo, L. A.; Santos, A. A.; Raij, B.; Faria, C. M. B.; Silva, D. J.; Fernandes, F. A. M.; Santos, F. J. S.; Crisóstomo, J. R.; Freitas, J. A. D.; HOLANDA, J. S.; CARDOSO, J. W.; Costa, N. D. Adubação, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro no Nordeste. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 21 p. (Circular Técnica 14).

Dias, N.S.; Blanco, F.F. Efeito dos sais no solo e na planta. In: Gheyi, H.R.; Dias, N.S.; Lacerda, C.F. (org.). *Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados*. Fortaleza: Embrapa Meio-Norte, 2010. p. 129-141.

Dias, R. C. S.; Resende, G. M.; Socioeconomia. In: DIAS, R. C. S; RESENDE, G. M. (org.). *Sistema de produção de melancia*. 2010. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/socioeconomia.htm>>. Acesso em: 29 dez. 2014.

Dias, N. S.; Gheyi, H. R.; Duarte, S. N. Série didática: Prevenção, manejo e recuperação de solos afetados por sais. Piracicaba: ESALQ, 2003. 118p.

Embrapa. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

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

Ferrari, G. N.; Suguino, E.; Martins, A. N.; Compagnol, R.; Furlaneto, F. P. B.; Minami, K. *A cultura da melancia*. Piracicaba: ESALQ, 2013.

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

Gonçalves, F. C. *Produtividade e qualidade de cultivares de melancia em função de doses de fósforo*. Mossoró: UFERSA, 2013. 50p. Dissertação Mestrado

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

Harrison A. F. *Soil Organic Phosphorus: a Review of World Literature*. Madison: CAB International, 1987.

Heydarnezhad, F.; Shahinrokhsar, P.; Shokri, V. H. Influence of elemental sulfur and sulfur oxidizing bacteria on some nutrient deficiency in calcareous soils. *International Journal of Agriculture and Crop Science*, v. 4, n. 12, p. 735-739, 2012.

Ibge. Instituto brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA. 2014. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 fev. 2020.

Laboski, C. A. M. Lamb, J. A. Changes in soil test phosphorus concentration after application of manure or fertilizer. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 67:544-554,2003.

Maia, C. E.; Morais, E. R. C.; Oliveira, M. Classificação da composição iônica da água de irrigação usando regressão linear múltipla. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 55-59, 2001.

Maia, R. P. Planície Fluvial do Rio Jaguaribe: Evolução geomorfológica, ocupação e análise ambiental. Dissertação de Mestrado Geografia Física UFC, Fortaleza – CE, 2005.

Marques, FA; Araújo Filho, J. C; Nascimento, A. F; Oliveira Neto, MB; Ribeiro, M. R. 2014. Solos dos Nordeste. Recife: EMBRAPA SOLOS, 8p.

Morais, I. V. M. Cultivo de hortaliças. Dossiê técnico, Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro. 2006. p. 27.

Nascimento, I. R.; Santos, L. B.; Santos, G. R.; Erasmo, E. A. L. Taxonomia e sistemática, centro de origem e morfologia da melancia. In: Santos, G. R.; Zambolim, L. (Ed). *Tecnologias para produção sustentável da melancia no Brasil*. Gurupi: Universidade Federal do Tocantins, 2011. p. 11-14.

Niu, Y.; Chai, R.; Dong, H.; Wang, H.; Tang, C.; Zhang, Y. Effect of elevated CO₂ on phosphorus nutrition of phosphate-deficient *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh under different nitrogen forms. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 64, n. 1, p. 355-367, 2012.

Novais, R. F.; Smyth, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: Novais, R. F.; Alvarez, V. H. V. Barros, N. F.; Fontes, R. L. F. Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. L. (org.). *Fertilidade do solo*. Viçosa: SBCS, 2007. p. 472-537.

Oliveira, J. B. Grangeiro, L. C. Espinola Sobrinho, J. Moura, M. S. B. Carvalho, C. A. C. Rendimento e qualidade de frutos de melancia em diferentes épocas de plantio. *Revista Caatinga*, v. 28, n. 2, p. 19–25, 2015.

Oliveira, J. B.; Dias, R. C. S.; Alves, J. C. S. F; Damasceno, L. S.; Santos, J. S.; Lima, R. S.; Lubarino, P. C. C.; Andrade, K. M. N. S. S. Desenvolvimento e precocidade das plantas de melancia submetidas a diferentes substratos e épocas de transplantio. In: *JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO*, 8. 2013, Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, 2013. P. 267-272.

Pereira, N. S. Otimização da adubação fosfatada para a cultura da melancia irrigada em ambiente semiárido Mossoró-RN. Tese de doutorado (Programa pós-graduação manejo de solo e água), Universidade Federal Rural do Semiárido. P.146, 2016.

Puiatti, M.; Silva, D. J. H. Cultura da melancia. In: FONTES, P. C. R. Olericultura: teoria e prática. Viçosa-MG: UFV, 2005. 384 a 406.

Prado, R. M. Nutrição de plantas. São Paulo: Editora UNESP, 2008.

Raij, B. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p. il.

Rezende, G. M.; Costa, N. D.; Dias, R. C. S. Sistema de produção de melancia: Plantio. 2010. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/plantio.htm>>. Acesso em: 08 dez. 2016.

Resende, G. M.; Costa, N. D.; Dias, R. C. S. Densidade de plantio na cultura da melancia no vale do São Francisco. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido. Jan. 2006. (Comunicado Técnico).

Rocha, R. M. Sistemas de cultivo para a cultura da melancia. 2010. Tese (Mestrado em Ciência do solo), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM – RS), Santa Maria, 2010.

Rouached, H.; Arpat, A. B.; Poirier, Y. Regulation of phosphate starvation responses in plants: signaling players and cross-talks. *Molecular Plant*, Xangai, v. 3, n. 2, p. 288-299, 2010.

Sierra, C.B. et al. Azufre elemental como corrector del pH y la fertilidad de algunos suelos de la III y IV región de Chile. *Agricultura Técnica*, v. 67, n. 2, p. 173-181, 2007.

Silva, A. J. N.; Carvalho, F. G.; Stamford, N. P.; Silva, V. N. Processos microbiológicos na recuperação de solos salinos. In: Figueiredo, M. V. B.; Burity, H. A.; Stamford, N. P.; Santos, C. E. R. S. (org.). *Microrganismos e agrobiodiversidade: o novo desafio para a agricultura*. Guaíba: Agrolivros, 2008. p. 547-566.

Silva, M. V. T.; Chaves, S. W. P.; Oliveira, F. L.; Souza, M. S.; Medeiros, J. F. Correlação entre acúmulo de massa seca e conteúdo de nutriente na melancia cv. ‘Olímpia’ sob ótimas condições de adubação nitrogenada e fosfatada. *Revista Verde*, Mossoró, v. 9, p. 28–34, 2014.

Stamford, N. P.; Izquierdo, C. G.; Hernández, M. T. H.; Moreno, M. C. M. Biofertilizantes de rochas fosfatadas e potássicas com enxofre e *acidithiobacillus*. In: Figueiredo, M. V. B.; Burity, H. A.; Stamford, N. P.; Santos, C. E. R. S. (org.). *Microrganismos e agrobiodiversidade: o novo desafio para a agricultura*. Guaíba: Agrolivros, 2008, cap. 17, p. 401 - 421.

Schachtman, D. P.; Shin, R. Nutrient sensing and signaling: NPKS. *Annual Review of Plant Biology*, Palo Alto, v. 58, n. 1, p. 47–69, 2007.

Souza, D. M. G.; Miranda, L. N.; Oliveira, S. A. Acidez Do Solo E Sua Correção. In: Novais, R. F.; Alvarez V.,V.H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Neves, J.C.L., Eds. Fertilidade Do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira De Ciência Do Solo, 2007. p. 205-274.

Vilela, N. J.; Avila, A. C. de.; Vieira, J. V. Dinâmica do agronegócio brasileiro da melancia: produção, consumo e comercialização. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2006. (Circular técnica 42).

White, P. J.; Fageria, N. K. The use of nutrients in crop plants. *Experimental Agriculture*, v. 45, n. 3, p. 380, 2009.

4 CAPÍTULO I

RENDIMENTO E QUALIDADE DE FRUTOS DA MALENCIA cv. MAGNUM SOB APLICAÇÃO DE FÓSFORO E ENXOFRE EM SOLO DE ORIGEM CALCAREA

YIELD AND QUALITY OF MALENCIA FRUITS cv. MAGNUM UNDER PHOSPHORUS AND SULFUR APPLICATION IN CALCAREA SOIL

RESUMO

Os cambissolos são solos que apresentam características alcalinas, que ao ser irrigado com águas subterrâneas calcárias, o deixam ainda mais alcalina, contribuindo dessa forma para indisponibilidade de fósforo para plantas devido o fenômeno de precipitação. Assim, a pesquisa teve como intuito avaliar aplicação do enxofre elementar como acidificante associado a adubação fosfatada em cambissolo que já foi cultivado sob irrigação e em outro que nunca foi irrigado, na cultura da melancia na região de Mossoró-RN. Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em um esquema fatorial de 4x3, sendo dois experimentos realizados ao mesmo tempo em áreas paralelas, em solo com histórico de cultivo irrigado e sem histórico de cultivo irrigado, com 4 blocos, resultando em um total de 48 parcelas por experimento. Os tratamentos foram constituídos de 4 doses de fósforo (0, 30, 60, 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e 3 doses de enxofre (0, 250 e 500 kg ha⁻¹ de S). As variáveis estudadas foram: produtividade comercial (PC), produtividade total (PT = PC + refugos) em t ha⁻¹, massa média dos frutos comerciais (MMFC) em kg, massa média dos frutos totais (MMFT = MMFC + refugos) em kg, número de frutos comerciais por planta (NFPC) número de frutos totais de planta (NFPT = NFPC + refugos), Sólidos Solúveis (% brix), firmeza de polpa (N), acidez titulável (% de ácido málico) e relação sólidos solúveis e acidez titulável. A melancia Magnum obteve produtividade comercial máxima nas doses de 60,7 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no solo sem histórico de cultivo, e 62,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no solo com histórico de cultivo, sendo que a partir dessa dose houve redução dos valores. A aplicação do acidificante (enxofre elementar) não influenciou no aumento da produtividade da melancieira. As doses de fósforo influenciaram estatisticamente todas as variáveis de qualidade de frutos, com os frutos apresentando resultados aceitáveis para o mercado consumidor.

Palavras chaves: *Citrullus lanatus*, produtividade, fertilidade

ABSTRACT

Cambisols are soils that have alkaline characteristics, thus contributing to the unavailability of phosphorus to plants due to the precipitation phenomenon. Thus, the research aimed to evaluate the application of elemental sulfur associated to phosphate fertilization in cambisol that was already cultivated under irrigation and in another that was never irrigated, with two watermelon cultivars in the region of Mossoró-RN. The experimental design was randomized blocks in a factorial scheme of 4x3, and two experiments were carried out at the same time, in soil with irrigated cultivation history and without irrigated cultivation history, with 4 blocks, resulting in a total of 48 plots. per experiment. The treatments consisted of 4 phosphorus doses (0, 30, 60, 90 kg ha⁻¹ of P₂O₅) and 3 sulfur doses (0.250 and 500 kg ha⁻¹ of S). The variables studied were: commercial yield (CP), total yield (PT) (CP + ref) in t ha⁻¹, average commercial fruit mass (MMFC) in kg, average total fruit mass (MMFT) (MMFC + refills) in kg, number of commercial fruits per plant (NFCP) number of total plant fruits (NFTP = NFCP + scrap), Soluble Solids (% brix), pulp firmness (N), titratable acidity (% malic acid) and ratio soluble solids and titratable acidity. Magnum watermelon obtained maximum commercial yield at 60.7 kg ha⁻¹ P₂O₅ in the soil without cultivation history, and 62.5 kg ha⁻¹ of P₂O₅ in the soil with cultivation history. reduction of values. In relation to total productivity, the highest values were observed in the intermediate doses of phosphorus (30 and 60 kg ha⁻¹ of P₂O₅) combined with the lowest sulfur doses (0 and 250 kg ha⁻¹ of S). Phosphorus doses influenced statistically all fruit quality variables, except pulp pH, although all fruits obtained the ideal consumer market acceptance ranges.

Key words: *Citrullus lanatus*, productivity, fertility

4.1 INTRODUÇÃO

A melancia é uma espécie que é cultivada em quase todas as regiões do planeta, sendo no Brasil, é uma das principais oleícolas, pois sua exploração abrange quase que todas as regiões. A melancia apresentou uma produtividade média de 23 Mg ha⁻¹, sendo que esses valores dependem das condições tecnológicas, edafoclimáticas e locais. (IBGE 2020)

No estado do Rio Grande do Norte, em destaque no polo agrícola Mossoró-Apodi, a melancia tem sido cultivada em larga escala, isso ocorre devido as condições edafoclimáticas e um amplo pacote tecnológico, como é caso da irrigação tecnificada. Os pequenos produtores cultivam principalmente melancia do tipo Crimson Sweet, como é o caso da cultivar Magnum, pois apresentam um alto rendimento, e sua comercialização é destinado para mercado local e para as capitais dos estados do Nordeste.

Para a irrigação, são utilizadas águas subterrâneas dos aquíferos Calcário-Jandaira e Arenito-Açu, que possuem profundidades distintas, sendo que as águas do Calcário-Jandaira são encontradas a 100 m, enquanto o Arenito-Açu a profundidade é de 1000 m (MEDEIROS et al., 2008). O tipo de poço mais utilizado é aquele que explora o aquífero Calcário-Jandaíra,

com águas que exibem altas concentrações de sais, atingindo valores de 2.000 mg L⁻¹. (GURGEL et al., 2010).

Na região, os cambissolos são predominantes (MOTA et al., 2013) e devido serem solos de alta CTC, e apresentarem uma alta retenção de água, tem sido utilizado no cultivo da melancia. Os Cambissolos são solos bastante variáveis por causa da heterogeneidade e tem como material de origem o calcário. Apresentam moderada acidez (pH, em água, variando de 6,0 a 7,5, podendo chegar a 8,5 em solos derivados de carbonatos) e de alta ou baixa saturação por bases. A irrigação com águas oriundas de aquíferos de origem calcária, como é o caso do aquífero do Calcário-Jandaira, o pH desses solos tendem a aumentar, chegando próximo 8,4 (TERCEIRO NETO et al., 2014). Nessa situação, pode ocorrer fenômeno de precipitação do P ligado ao cálcio, deixando dessa forma o fósforo indisponível as plantas (SALIMPOUR et al., 2010; SHEN, 2011).

Uma alternativa para evitar esse fenômeno, seria o uso de corretivos químicos. Entre os corretivos químicos usados para ajustar a alcalinidade do solo pode-se mencionar os ácidos ou substâncias formadoras de ácidos, como o ácido sulfúrico, sulfato ferroso, sulfato de alumínio, enxofre elementar e pirita (SILVA et al., 2008).

O enxofre elementar adicionado ao solo é reduzido à ácido sulfúrico, liberando o ânion SO₄²⁻ e dois íons H⁺ que neutralizam o OH⁻ em excesso no solo alcalino, contribuindo dessa forma para reduzir do pH do solo, além de proporcionar uma lixiviação de sais solúveis na forma de Na₂SO₄ (STAMFORD et al., 2008; SILVA et al., 2008).

A exigência da melancia por fósforo é baixa quando comparado com os demais macronutrientes (nitrogênio e potássio) (EPSTEIN; BLOOM, 2006), embora se recomende doses que variem de 30 a 120 kg há⁻¹ de P₂O₅, dependendo da análise de fertilidade do solo (SILVA, 2015).

Assim, a pesquisa teve como intuito avaliar aplicação do enxofre elementar associado a fósforo em cambissolo com histórico de cultivo irrigado e sem histórico de cultivo irrigado, na melancia Magnum na região de Mossoró-RN.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida entre setembro e novembro de 2017 no sítio Cumaru, município de Upanema-RN, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 5°03'37"S e longitude de 37°23'50"W Gr, com altitude de aproximadamente 112 m.

O solo da área foi classificado como cambissolo eutrófico, com textura média (EMBRAPA, 2013). Foi coletado amostras de solo antes do plantio, na camada de 0-20 cm, e apresentou as seguintes resultados: para solo sem histórico de cultivo irrigado CE: 0,43 dS m⁻¹, pH: 7,43, P: 40,5 mg dm⁻³, K: 913,0 mg dm⁻³, Ca: 6,75 cmol_c dm⁻³, Mg: 2,34 cmol_c dm⁻³, Na: 0,11 cmol_c dm⁻³, SB: 11,5 cmol_c dm⁻³ e CTC: cmol_c dm⁻³, já para o solo com histórico de cultivo irrigado CE 0,089 dS m⁻¹, pH: 7,12, P: 10,2 mg dm⁻³, K: 218 mg dm⁻³, Ca: 4,18 cmol_c dm⁻³, Mg: 1,92 cmol_c dm⁻³, Na: 0,067 cmol_c dm⁻³, SB: 7,07 cmol_c dm⁻³, CTC: 7,07

A água de irrigação foi oriunda do aquífero Jandaira, que apresentou as seguintes características químicas: CE: 1,35 dS m⁻¹, pH: 6,5, K: 0,15, Ca: 8,6, Mg: 1,5, Na: 3,5, Cl: 5,5 e HCO₃: 7,5 mmol_c dm⁻³

Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em um esquema fatorial de 4x3, sendo dois experimentos realizados ao mesmo tempo, em solo com histórico de cultivo irrigado e sem histórico de cultivo irrigado, com 4 blocos, resultando em um total de 48 parcelas por experimento. Os tratamentos foram constituídos de 4 doses de fósforo (0, 30, 60, 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e 3 doses de enxofre (0, 250 e 500 kg ha⁻¹ de S). As doses de fósforo e enxofre foram definidas a partir das recomendações médias utilizadas pelos produtores da região, equivalentes às doses 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 500 kg ha⁻¹ de S.

A cultivar de melancia utilizada foi a Magnum, desenvolvida pelo grupo Takii Seed. Essa cultivar é híbrida da Crimson Sweet, apresenta formato oblongo, casca escura com listras claras, polpa firme com coloração vermelho intenso e peso entre 13 a 15 kg (TAKII SEED, 2019). O plantio foi através do semeio direto, com as sementes sendo enterradas a 2,5 cm de profundidade. Os espaçamentos adotados foram, 0,9 m entre plantas e 2 m entre linhas.

O manejo da irrigação foi realizado de acordo com a evapotranspiração da cultura, conforme o método proposto por Allen et al. (2006). O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento com espaçamento de 0,30 m entre emissores. Os coeficientes de cultivos (K_c) médios utilizados nas fases fenológicas I, II, III e IV, após o transplantio, foram 0,32; 0,70; 1,11 e 0,92, com os comprimentos de 17, 16, 17 e 15 dias, respectivamente.

Tanto o enxofre quanto o fósforo foram aplicados por cobertura, sendo que o acidificante foi aplicado em sulco aos 7 dias antes do plantio, já o fósforo foi aos 15 dias antes do plantio, isso devido a necessidade dos produtos reagirem com as partículas do solo. Como fonte de acidificante, foi utilizado o enxofre elementar, enquanto para o fósforo, foi utilizado o superfosfato simples. Os demais nutrientes foram fornecidos as plantas através da fertirrigação.

A fertirrigação foi realizada segundo a marcha de absorção da cultura. O nitrogênio (N) e potássio (K) foram aplicados de modo a atender as necessidades da planta, que foi estimado com base em modelos desenvolvidos por Paula et al. (2011). No estudo, foram aplicados 140 kg ha⁻¹ de N e 100 kg ha⁻¹ de K, sendo utilizado com fonte de N a ureia, como fonte de K o cloreto de potássio e sulfato de potássio. A injeção dos fertilizantes foi realizada através dos tanques de derivação, comumente conhecido como “pulmão” pelos produtos da região.

A colheita ocorreu aos 62 dias após o plantio (DAP) sendo colhido na área útil dentro da parcela, que foi de 22,5 m². A colheita se deu quando os frutos alcançaram o ponto de maturação, ou seja, o secamento da gavinha inserida na axila da folha mais próxima ao fruto e a mudança de coloração dos frutos, principalmente na parte apoiada no chão, passando de branco a amarelo-claro.

Após a colheita, os frutos foram levados para o laboratório de pós colheita da Universidade Federal Rural do Semiárido, onde foram realizadas as análises, sendo utilizados dois frutos por parcela.

As variáveis estudadas foram: produtividade comercial (PC) em t ha⁻¹, produtividade total (PT = PC+ refugos) em t ha⁻¹, massa média dos frutos comerciais (MMFC) em kg, massa média dos frutos totais (MMFT = MMFC + refugos) em kg, número de frutos comerciais por planta (NFCP) número de frutos totais de planta (NFTP = NFCP + refugos), Sólidos Solúveis (% brix), firmeza de polpa (N), acidez titulável (% de ácido málico) e relação sólidos solúveis e acidez titulável.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANAVA) de acordo com a prescrição do delineamento. As equações de resposta foram escolhidas com base na significância do modelo, adotando-se o nível de 5% de probabilidade e dos coeficientes da equação. Para enxofre, foi utilizado o teste de tukey a 5% de probabilidade. Após escolha do modelo, os gráficos de resposta para cada característica avaliada foram apresentados na forma de perfil, utilizando-se o programa Excel versão 2013.

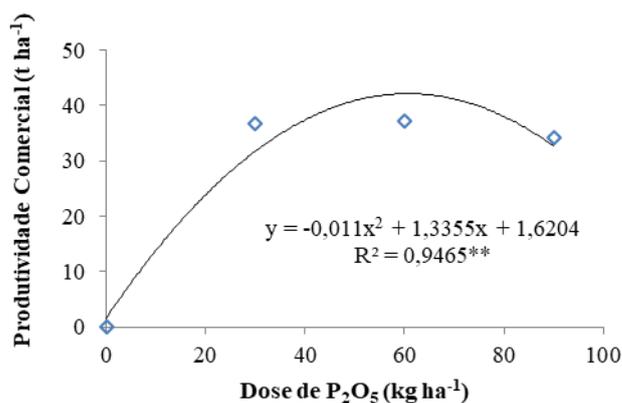
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, verificou-se efeito isolado das doses de fósforo para produtividade comercial no solo com histórico de cultivo irrigado (Figura 1A) e com histórico de cultivo irrigado (Figura 1B). Observou-se ajuste quadrático para ambos os solos, sendo que no solo com histórico de cultivo irrigado, a produtividade máxima foi de 42,2 t ha⁻¹

na dose de 60,7 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Já no solo com histórico de cultivo, a produtividade máxima foi de 33,1 t há⁻¹ na dose de 62,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

As doses ótimas de fósforo para as duas áreas foi próxima, cerca de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅, entretanto, no solo sem histórico de cultivo irrigado apresentou produtividade comercial 28% superior a área com histórico de cultivo irrigado.

(A)



(B)

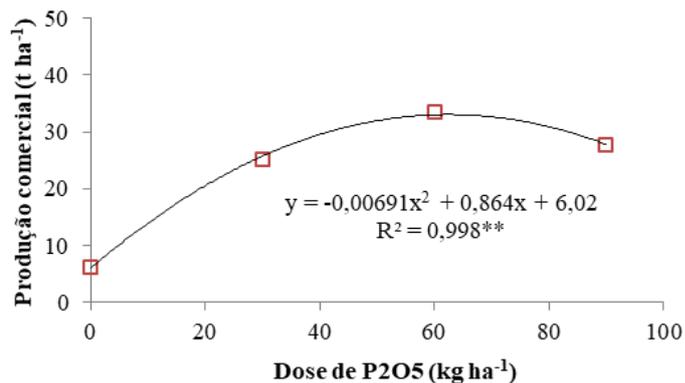


Figura 1: Produtividade comercial da melancia cv Magnum cultivada em área sem histórico de cultivo (A) e com histórico de cultivo sob irrigação (B) na região de Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

Para produtividade total, verificou-se uma interação entre doses de fósforo e enxofre a 5% de probabilidade no solo sem histórico de cultivo irrigado (Figura 2A). Todas as curvas apresentaram comportamento quadrático, isso é, houve um aumento na produtividade total até a dose máxima, que foi de 48,3 t ha⁻¹ em 0 kg ha⁻¹ de S, 49,8 t ha⁻¹ em 250 kg há⁻¹ de S e 47,4 t ha⁻¹ e em 500 kg ha⁻¹ de S, nas doses de 57,2, 61,38 e 75,32 kg há⁻¹ de P₂O₅. Esse modelo matemático também foi observado por Santos et al. (2011) e Souza (2012), enquanto que Gonçalves et al. (2016) observaram um modelo linear de regressão platô.

Foi visto que na menor dose de P (30 kg ha⁻¹ de P₂O₅) obteve maiores produtividades nas doses de 0 e 250 kg há⁻¹ de S, e que a partir do aumento das doses de P, a melancia atingiu sua maior produtividade na dose de 500 kg ha⁻¹ de S. Isso ocorreu devido ao efeito sinérgico entre esses dois elementos. Alvarez (2007) afirma que a adição conjunta de P e S uma resposta positiva para produção das culturas.

No solo com histórico de cultivo irrigado, somente ocorreu efeito isolado do fósforo, obtendo uma produção máxima de 39,49 t ha⁻¹ na dose de 63,75 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

De acordo com Malavolta (2006), o acréscimo progressivo a dose de um fertilizante, aumenta inicialmente a produção da cultura, mas depois ocasionar um efeito deletério para

produtividade. Fisiologicamente, esse efeito pode ser explicado pelo fato que altas concentrações de fósforo no solo, podem diminuir a fotossíntese, devido à exportação excessiva de triose-P da mitocôndria para o citossol, o que danifica a regeneração da RuBP e, conseqüentemente, a fixação de CO₂ no processo fotossintético (MARSCHNER 2012). Prado (2008) afirma também pode prejudicar a utilização dos micronutrientes pelas plantas, especialmente o zinco, cobre, ferro e manganês.

Souza (2012) trabalhando com a cultivar de melancia cv “Olimpia” em um cambissolo no município de Baraúna-RN, verificou valores próximos ao deste trabalho, com produção comercial e total de 35,6 e 42,6 t ha⁻¹ nas doses de 227 e 226 de kg ha⁻¹ de P₂O₅. Já Gonçalves et al (2016), estudando a aplicação de diferentes doses de fosforo (0, 45, 90, 135, 180 e 225 kg ha⁻¹ de P₂O₅), também na cultivar Olímpia, encontraram uma produção máxima total e comercial nas doses de 54,3 e 49,4 kg ha⁻¹ de P₂O₅, com valores de 84,14 e 74,39 t ha⁻¹, respectivamente.

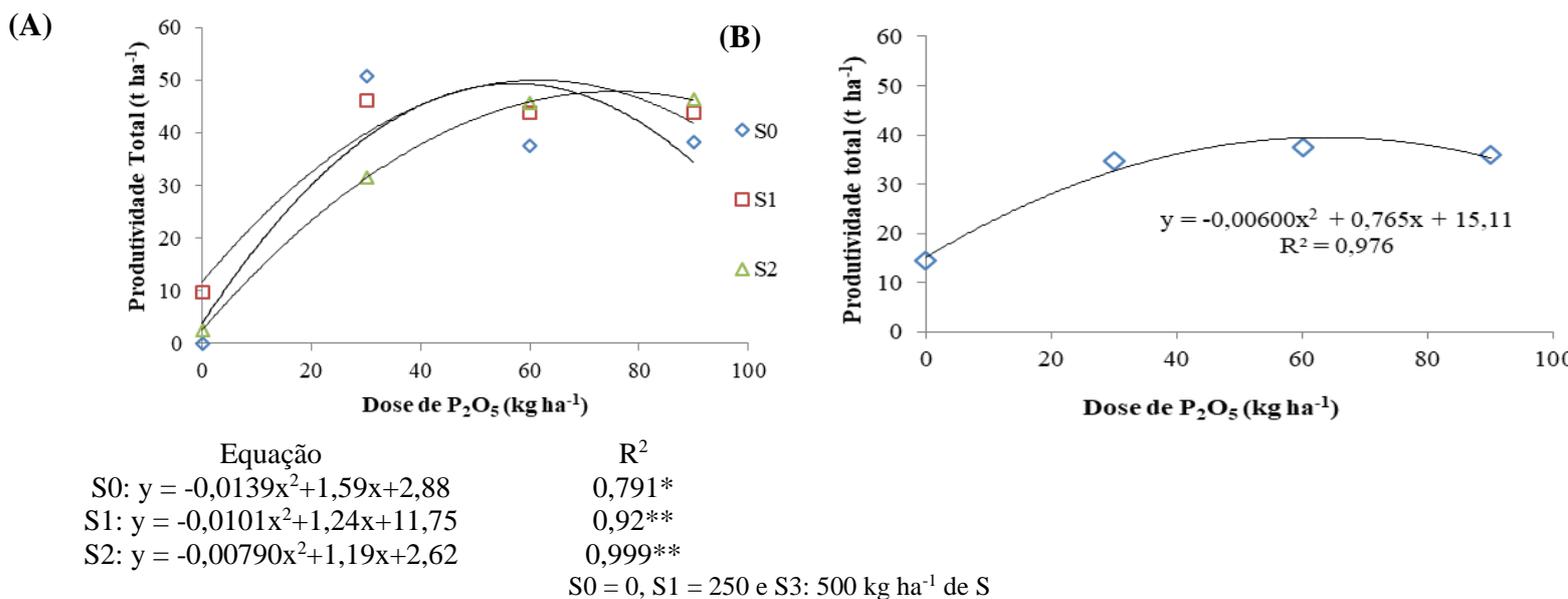


Figura 2: Produtividade total da melancia cv Magnum cultivada em área sem histórico de cultivo (A) e com histórico de cultivo sob irrigação (B) na região de Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

Com relação a massa média dos frutos comerciais, foi verificado efeito isolado do fósforo no solo com histórico de cultivo irrigado a 5% de probabilidade (Figura 3), sendo que não houve efeito dos tratamentos sem histórico de cultivo, com os frutos apresentando valores médios de 10,92 kg. O modelo ajustado foi o polinomial de grau, tendo uma massa media comercial máxima de 11,5 kg fruto⁻¹ na dose de 60.8 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

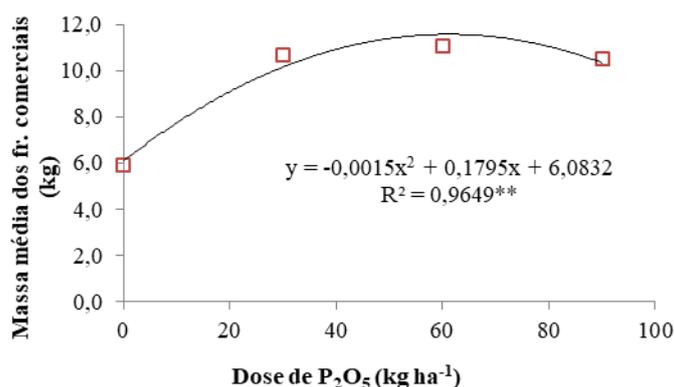
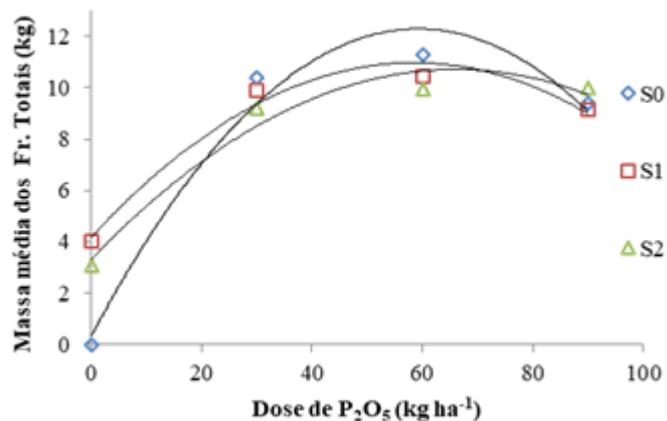


Figura 3: Massa média dos frutos comerciais da melancia cv. Magnum sob diferentes doses de fósforo no solo com histórico de cultivo irrigado na região de Mossoró, UFERSA, 2019.

Para massa média dos frutos totais, foi verificada uma interação doses de fósforo e de enxofre foi significativo a 5% de probabilidade no solo com histórico de cultivo irrigado (Figura 4), sendo que não houve diferença estatística no solo sem histórico de cultivo. As respostas das doses de P apresentaram um comportamento quadrático, sendo que na curva S0, a massa média máxima foi de 12,29 kg frutos⁻¹ na dose de 59,24 kg ha⁻¹ de P₂O₅, enquanto que 0 e 250 kg ha⁻¹ de S foi de 10,7 e 11,0 kg frutos⁻¹ nas doses de 65,88 e 58,54 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente. Dessa forma, verifica-se o uso do enxofre não ocasionou um incremento na massa média dos frutos, com a melancia atingindo uma massa média máxima na dose de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅, dose essa, menor que a recomendação da região para a cultura.

Esse comportamento pode ser explicado pelo fato do solo sem histórico de cultivo apresentar um baixo teor de cálcio quando comparado ao solo com histórico de cultivo, já que o cálcio acaba se ligando com o fósforo, formando um composto indisponível as plantas.

Souza (2012) estudando a cultivar Olimpia, que também apresenta padrão Crimson Sweet, verificou comportamento quadrático para massa média dos frutos comerciais em função das doses de crescentes de fósforo. O valor máximo foi de 7,42 kg fruto⁻¹ na dose de 205 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Já Gonçalves et al (2016) não notaram efeito das doses de fósforo para essa variável, com valores médios de 7 kg fruto⁻¹. Freitas Júnior et al. (2008) e Silva et al. (2014), também não observaram influência das doses de fósforo para a massa de frutos.



Equação	R ²
S0: $y = -0,00341x^2 + 0,404x + 0,331$	0,97**
S1: $y = -0,00170x^2 + 0,224x + 3,32$	0,96**
S2: $y = -0,00199x^2 + 0,233x + 4,18$	0,97**

Figura 4: Massa média dos frutos totais da melancia cv. Magnum no solo sem histórico de cultivo irrigado sob diferentes doses de fósforo e enxofre na região de Mossoró, UFERSA, 2019.

Para a variável número de frutos comerciais por planta, em solo sem histórico de cultivo irrigado, foi observado uma interação entre enxofre e fósforo a 5% de probabilidade (figura 5A), enquanto que no solo sem histórico de cultivo irrigado, houve efeito isolado das doses de fósforo a 1% de probabilidade conforme o teste F. (Figura 5B). No solo sem histórico de cultivo irrigado, a curva que representa a dose 0 kg ha⁻¹ de S (S0), alcançou valor de 0,85 frutos por planta na dose de 53,4 kg ha⁻¹ de P₂O₅, ao passo que para 250 e 500 kg ha⁻¹ de S atingiram valores de 0,91 e 0,79 frutos por planta nas doses de 61,9 e 77 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente.

Notou-se que o modelo matemático da variável número comerciais por planta foi semelhante a produtividade, isso explica que essa variável foi a que mais influenciou a produtividade da melancia Magnum.

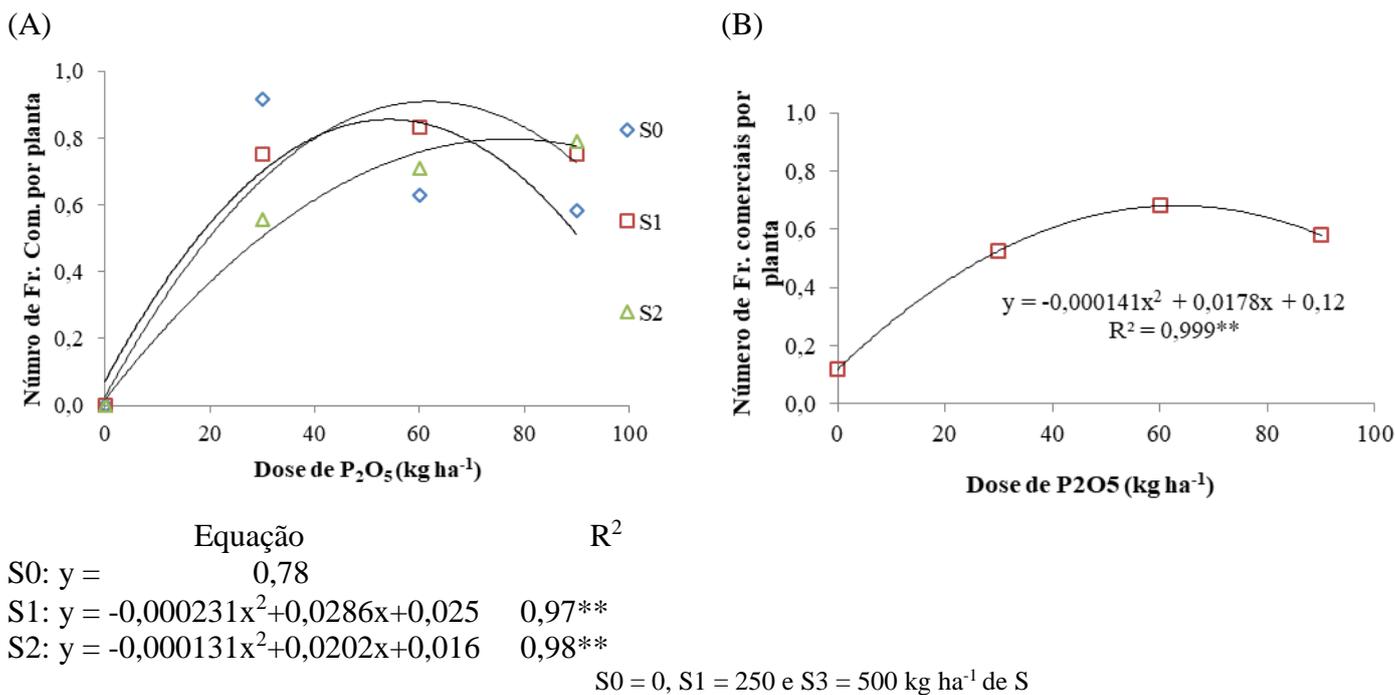


Figura 5: Número de frutos comerciais por planta da melancia cv. Magnum em área sem histórico de cultivo irrigado (A) e solo com histórico (B) sob diferentes doses de fósforo e enxofre na região de Mossoró, UFERSA, 2019.

O solo sem histórico de cultivo irrigado também obteve interação para número de frutos totais por planta a 5% de probabilidade segundo o teste F (Figura 6A). Na curva 0 kg ha⁻¹ de S, não foi verificado nenhum ajuste a modelo matemático, mas para 250 e 500 kg ha⁻¹ de S, as curvas se ajustaram ao modelo polinomial de segundo grau. Os pontos de máximas foram de 1,1 e 1,09 frutos por planta nas doses de 67,3 e 73,1 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Já no solo com histórico de cultivo irrigado (Figura 6B), só houve efeito isolado da aplicação do fósforo a 5% de probabilidade. A dose máxima foi de 67,7 kg ha⁻¹ de P₂O₅, com valor de 0,92 frutos por planta.

Por serem frutos de padrão Crimson Sweet, as plantas da cv. Magnum apresentam uma média de 1 fruto por planta, pois os frutos são grandes, e as plantas não conseguem suprir a demanda de dois ou mais frutos. Meng et al. (2014) afirmam que altas doses de fósforo podem prejudicar o número de frutos nas plantas, pois em excesso esse elemento pode causar uma redução de pegamento de frutos.

Andrade Junior et al. (2006) e Souza (2012) trabalhando com uma cultivar Crimson Sweet e Olimpia verificaram uma resposta quadrática ao aumento das doses de fósforo. Gonçalves et al. (2016) encontraram um modelo linear platô para número de frutos por planta

na cultivar de melancia “Olimpia”, com valor de 1,7 frutos comerciais por planta na dose de 54 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

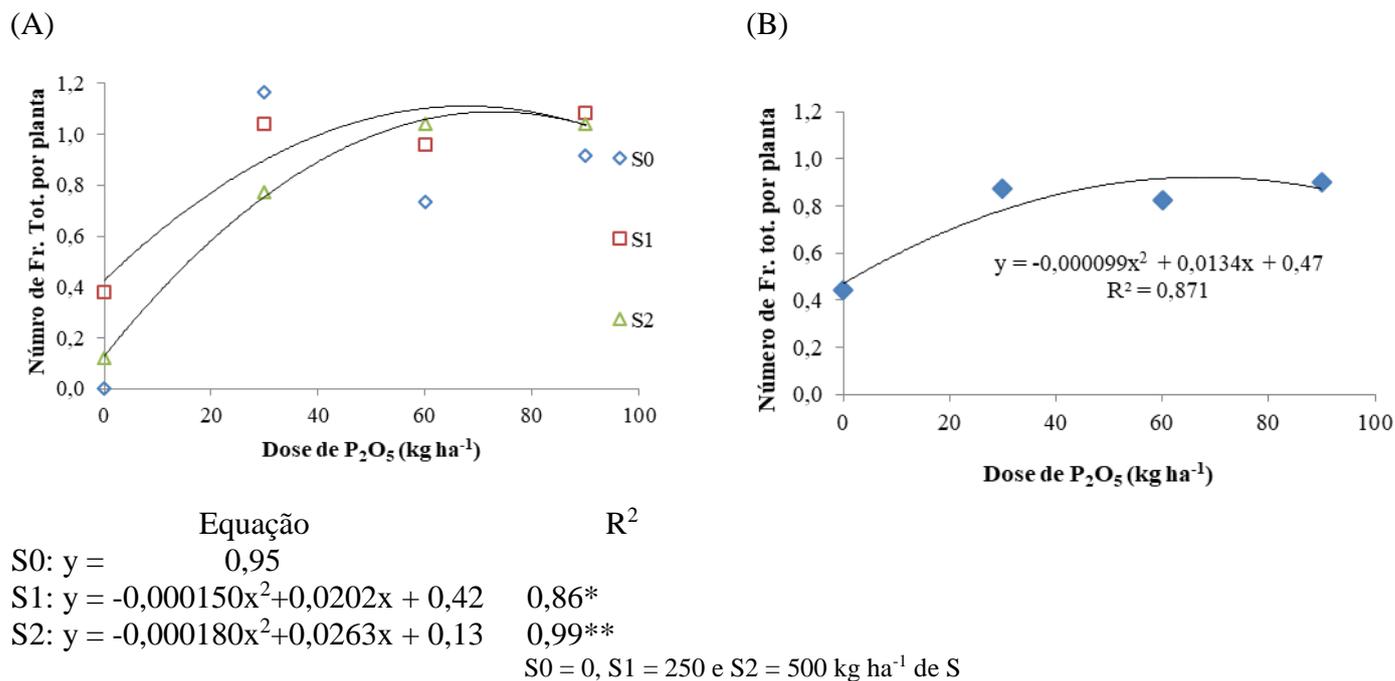


Figura 6: Número de frutos comerciais por planta da melancia cv. Magnum em área sem histórico de cultivo irrigado (A) e solo com histórico irrigado (B) sob diferentes doses de fósforo e enxofre na região de Mossoró, UFRS, 2019.

Com relação as variáveis de qualidade de frutos, verificou-se interação entre fósforo e enxofre para variável sólidos solúveis tanto para área com o solo com histórico de cultivo irrigado quanto para sem histórico, a 5% de probabilidade. Na figura 7A, solo sem histórico de cultivo irrigado, 0 kg ha⁻¹ de S apresentou valor máximo de 10,9 % de sólidos solúveis na dose de 61,2, enquanto que S1 e S2, os resultados foram de 10,6 e 11,5 % de sólidos solúveis, nas doses de 60,2 e 64,7 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

No solo com histórico de cultivo irrigado, as curvas 0 e 250 kg ha⁻¹ de S exibiram um comportamento linear ao aumento das doses de fosforo, enquanto que para 500 kg ha⁻¹ de S apresentou um modelo quadrático (figura 7B). A curva 500 kg ha⁻¹ de S obteve os maiores valores nas doses de 60 e 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅, com resultados de 10,4 e 10,26 % de sólidos solúveis. Já 250 kg ha⁻¹ de S, alcançou valores de 9,79 e 10,1 % sólidos solúveis, nas doses de 60 e 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅, enquanto que 500 kg ha⁻¹ de S, os valores foram de 9,54 e 10,4 % sólidos solúveis.

Esse aumento dos sólidos solúveis ocasionado pelas crescentes doses de fósforo está atrelado ao fato do fósforo ser um elemento que está presente nas reações da fotossíntese,

reação está, responsável pela produção de fotoassimilados, que serão convertidos a açúcares (CAO, et al. 2015; PANDEY et al. 2015).

Em média, com aplicação acima de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅, houve redução no teor de sólidos solúveis, mostrando dessa forma que altas doses de fósforo não causam incremento nessa variável.

Gonçalves et al. (2016) também verificaram a influência das doses de fósforo na concentração de sólidos solúveis na melancia ‘Olimpia’, cultivar essa com padrão semelhante ao da melancia deste trabalho. Os autores observaram valor de 10,3° brix na dose de 90 Kg ha⁻¹ de P₂O₅. Araújo et al. (2016) trabalhando com a cultivar Style, notaram valor de 11,5% na dose de 79 Kg ha⁻¹ de P₂O₅. Já Aroucha et al. (2016) obtiveram valores abaixo deste trabalho, aplicando 80 kg ha⁻¹ em fundação, a concentração de sólidos solúveis foi de 7,12%.

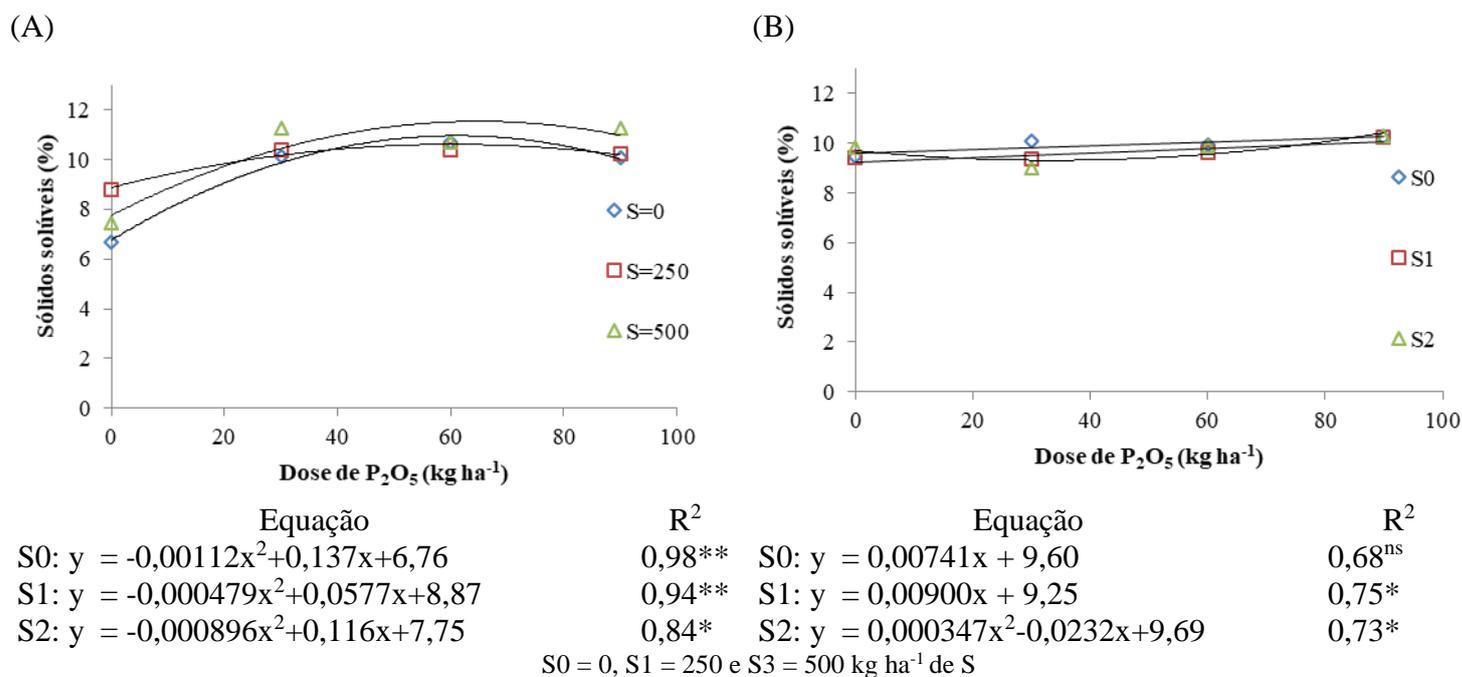


Figura 7: Sólidos solúveis dos frutos da melancia cv. Magnum em área sem histórico de cultivo irrigado (A) e solo com histórico (B) sob diferentes doses de fósforo e enxofre na região de Mossoró, UFERSA, 2019.

Para firmeza da polpa, notou-se interação entre doses de fósforo e enxofre a 5% de probabilidade nos solos com e sem histórico de cultivo irrigado. No solo sem histórico de cultivo, verificou ajustes quadráticos para as respostas, sendo que os valores foram reduzindo com o aumento das doses de fósforo (figura 8A). Na dose 0 kg ha⁻¹ de S, combinado com 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅, o valor foi de 11,79 N, enquanto que nas doses 60 e 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente foram de 3,41 e 5,4 N. Para 250 kg ha⁻¹ de S, os valores foram de 7,28, 4,31

e 4,75 N nas doses de 0, 60 e 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente. Já com 500 kg ha⁻¹ de S, os resultados foram de 8,38, 4,15 e 5,04 N para as doses de 0, 60 e 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

No solo com histórico de cultivo irrigado (figura 8B), somente na dose de 250 kg ha⁻¹ de S que houve ajuste no modelo, com comportamento linear decrescente. Em 0 e 500 kg ha⁻¹ de S, verificou-se valores médios de 5,17 e 5,52 N na dose 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅, ao passo que 250 kg ha⁻¹ de S, o resultado foi de 6,47 N, 5,55 N em 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅, e 5,08 N em 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

De modo geral, as altas doses de fósforo reduziram a firmeza da polpa da melancia, isso se deve ao fato do fosforo influenciar fortemente a maturação dos frutos, nesse caso baixas doses desse elemento acabam retardando o desenvolvimento dos frutos e sua maturação, proporcionando dessa forma, um maior valor desta variável (ARÁUJO et al. 2016).

A variável firmeza de polpa é uma característica muito importante na vida de prateleira dos frutos, Barros et al (2012), que altas valores de firmeza são desejáveis, pois esta característica está relacionada a resistência ao transporte e tempo de prateleira.

Resultados semelhantes foram observados por Pereira (2016) estudando a aplicação de fosforo na melancia Magnum (mesma desta pesquisa), onde o autor verificou uma redução da firmeza com aumento das doses de fósforo, obtendo um valor de 7,77 N na dose de 132 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Diferente disso, Gonçalves et al (2016) observaram uma firmeza de 10,04 N na dose de 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Valores inferiores ao deste trabalho foram encontrados por Araújo et al. (2016), onde verificaram valor médio de 6,01 N na dose de 76 kg ha⁻¹ de P₂O₅.]

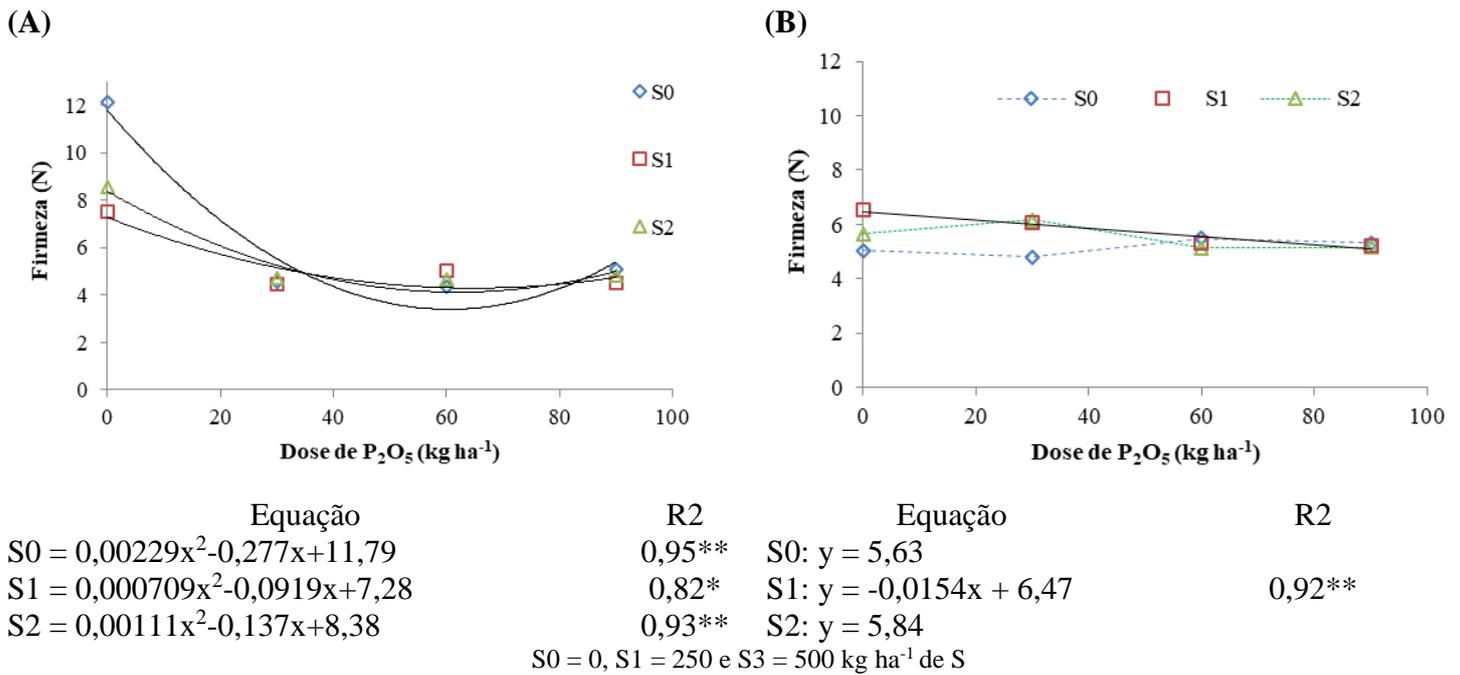


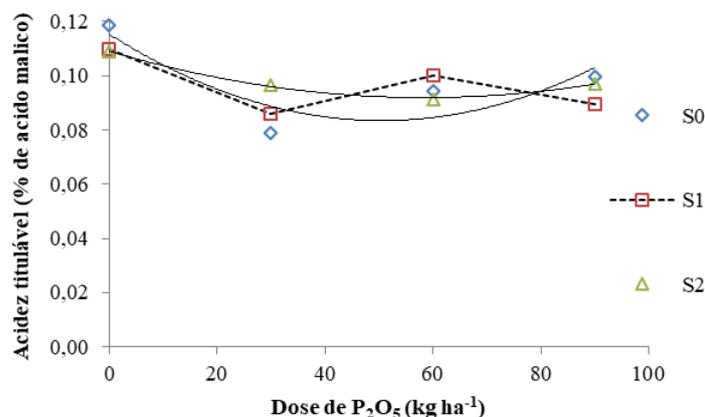
Figura 8: Firmeza dos frutos da melancia cv. Magnum em área sem histórico de cultivo irrigado (A) e solo com histórico irrigado (B) sob diferentes doses de fósforo e enxofre na região de Mossoró, UFERSA, 2019.

Para a variável acidez titulável, foi notado interação entre doses de fósforo e enxofre a 5% de probabilidade no solo sem histórico de cultivo irrigado (figura 9). Em 0 e 500 kg ha⁻¹ de S observou-se ajustes quadráticos com valores variando de 0,12 a 0,10 % de ácido málico em 0 kg ha⁻¹ de S, e 0,11 a 0,09% de ácido málico em 500 kg ha⁻¹ de S. Em 250 kg ha⁻¹ de S não obteve nenhum ajuste matemático, e tendo valor médio de 0,10 % de ácido málico.

Acidez titulável é uma variável que está ligada a maturação dos frutos, assim sendo, essa pequena redução da acidez vista nos gráficos, e devido a presença de frutos maduros nas maiores doses de fósforo, já que no tratamento com a menor dose (0 Kg ha⁻¹ de P₂O₅), foi encontrado frutos verdes, associando dessa forma, aos altos valores de acidez visto neste tratamento.

Resultados semelhantes ao deste trabalho foi verificado por Silva et al. (2016) 0,11% de ácido málico na dose de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ aplicado em fundação na melancia cultivar style. Gonçalves et al. (2016) verificaram valores superiores ao deste trabalho, com 0,13% de ácido málico na dose de 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ nas cultivares ‘Olimpia’ e ‘Top Gun’, frutos de padrão Crimson Sweet, Já Araújo et al. (2016) observaram valor de 0,11% de ácido málico na dose de 50kg ha⁻¹ de P₂O₅, enquanto que Oliveira et al. (2015), encontraram valores médios de 0,17% de ácido málico para cultivares de melancia Crimson Sweet, Olimpia e Denner, no município de Mossoró, com uma dose de 35 kg ha⁻¹ aplicado todo em fundação. Em um estudo realizado na Universidade de Agricultura e recursos naturais de Bostwana, (Pais

pertencente ao continente africano), que apresenta clima semiárido, Emongor et al. (2017) observaram valores de 0,12% de ácido málico na dose de 75 kg ha⁻¹ de P₂O₅.



Equação	R ²
S0: $y = 0,0000125x^2 - 0,00127x + 0,12$	0,74*
S1: $y = 0,87$	
S2: $y = 0,0000050x^2 - 0,000587x + 0,109$	0,99**

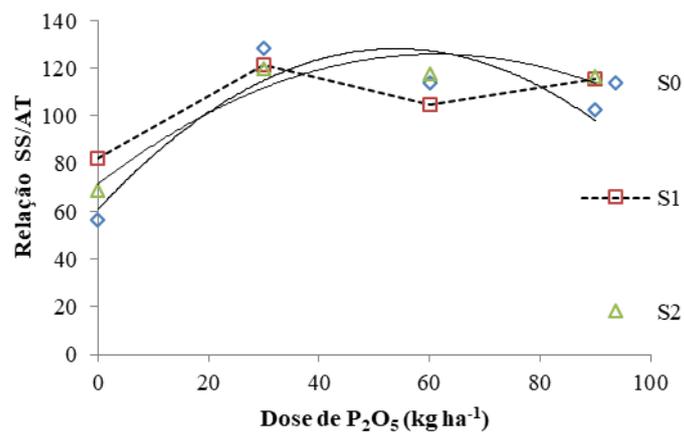
S0 = 0, S1 = 250 e S3 = 500 kg ha⁻¹ de S

Figura 9: acidez titulavel de frutos da melancia cv. Magnum em área sem histórico de cultivo irrigado sob diferentes doses de fósforo e enxofre na região de Mossoró, UFERSA, 2019

Para a variável relação sólidos solúveis e acidez titulavel, foi observado interação entre doses de fósforo e enxofre a 5% de probabilidade (Figura 10). 0 e 500 kg ha⁻¹ de S obtiveram ajuste matemáticos polinomial de segundo grau, com valores máximos de 127,9 e 125,9 na dose máxima de 53,89 e 61,31 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente. Em 250 kg ha⁻¹ de S, a curva apresentou valor médio de 106.

A relação SS/AT disponibiliza um indicativo do sabor da fruta, pois ela pode mensurar a interação dos açúcares e ácidos presentes no fruto. Essa relação é uma das formas mais usadas para a avaliação do sabor, mostrando o equilíbrio entre essas duas variáveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Todavia, ao constituir essa relação, deve-se ter muita atenção, pois alguns frutos podem conter baixos teores de ácidos e sólidos solúveis, apresentando dessa forma elevadas relações SS/AT, o que pode levar a erros nas interpretações da qualidade dos frutos (KLUGE et al., 2002).

Silva et al. (2016) trabalhando com a cultivar Style (melancia sem sementes), na dose de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅, encontraram valor abaixo deste trabalho, que foi de 79. Oliveira et al. (2015) verificaram valor de 56 quando adubou a melancia Olimpia com 35 kg ha⁻¹ de P₂O₅.



Equação	R^2
S0: $y = -0,0231x^2 + 2,49x + 60,84$	0,86*
S1: $y = 106$	
S2: $y = -0,0145x^2 + 1,778x + 71,47$	0,92*

S0 = 0, S1 = 250 e S3 = 500 $kg\ ha^{-1}$ de S

Figura 10: Relação SS/AT de frutos da melancia cv. Magnum em área sem histórico de cultivo irrigado sob diferentes doses de fósforo e enxofre na região de Mossoró, UFERSA, 2019

4.4 CONCLUSÃO

A melancia Magnum obteve produtividade comercial máxima nas doses de 60,7 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no solo sem histórico de cultivo, e 62,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no solo com histórico de cultivo, sendo que a partir dessa dose houve redução dos valores

A aplicação do acidificante (enxofre elementar) não influenciou no aumento da produtividade da melanciaira

As doses de fósforo influenciaram estatisticamente todas as variáveis de qualidade de frutos, com os frutos apresentando resultados aceitáveis para o mercado consumidor.

4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade Junior, A. S.; Dias, N. S.; Figueirido Júnior, L. G. M.; Ribeiro, V. Q.; Sampaio, D. B. Produção e qualidade de melancia à aplicação de nitrogênio via fertirrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 836-841, 2006.
- 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. 298p. (FAO, Estudio Riego e Drenaje Paper, 56).
- Araujo, N. O., Aroucha, E. M. M., Chaves, S. W. P., Medeiros, J. F., Paiva, C. A., Silva, A. N., Alves Junior, A. R., Pereira, N. S., Nascimento, L. V., Aroucha Filho, J. C. Quality of seedless watermelon cultivated under different doses and phosphorus application forms. *African Journal of Agricultural*. V. 11, n. 51, p. 5136-5144, 2016.
- Aroucha, E. M. M; Araujo, J. M. M.; Nunes, G. H. S.; Negreiros, M. Z.; Paiva, C. A.; Souza, M. S. Cantaloupe melon (*Cucumis melo* L.) conservation using hydrocooling. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 63, n. 2, p. 191-197, 2016
- Barros M. M., Araújo W. F., Neves L. T. B. C., Campos A. J., Tosin J. M. (2012). Produção e qualidade da melancia submetida a adubação nitrogenada. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.*v. 16, n. 10, p 1078-1084, 2012.
- Cao, F.; Guan, C.; Dai, H; Li, X.; Zhang, Z. Soluble solids content is positively correlated with the phosphorus content in ripening strawberry fruits. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 195, n. 1, p. 183-187, 2015.
- Costa, C. L. L., Batista, J. E. B., Costa Júnior, C. O., Santos, A. P. E Silva, M.L. Uso de adubo fosfatado na cultura do melão em solos de origem calcária. *Revista Verde*, v.6, n. 3, p. 58-62, 2011.
- Chitarra, M. I. F.; Chitarra, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2 ed. Lavras: UFLA. 2005.
- Embrapa. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 306 p.
- Emongor, E. V., Thatayaone, M., Tshwenyane, S. O. The Influence of Nitrogen and Phosphorus on Watermelon Fruit Quality. *International Journal of Plant & Soil Science*. v.18, n.6, p. 1-9, 2017.

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.

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.

Gurgel, M. T.; Oliveira, F. H. T. DE; Gheyi, H. R.; Fernandes, P. D.; Uyeda, C. A. Qualidade pós-colheita de variedades de melões produzidos sob estresse salino e doses de potássio. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.5, p.398-405, 2010

Ibge. *Produção Agrícola Municipal: culturas temporárias e permanentes*. Rio de Janeiro: v.37, 2014. 89 p.

Kluge, R. A.; Nachtigal, J. C.; Fachinello, J. C.; Bilhalva, A. B. *Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado*. 2ª ed. São Paulo: Livraria Rural, 2002. 214 p.

Malavolta, E. *Manual de nutrição mineral de plantas*. São Paulo, Agronômica Ceres, 2006. 638p.

Marschner H. *Mineral nutrition of higher plants*. California, Academic Press, 3ed. 651p, 2012.

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

Meng X, Liu N, Zhang L, Yang J, Zhang M. Genotypic differences in phosphorus uptake and utilization of watermelon under low phosphorus stress. *J. Plant Nutr.* 37:312-326, 2014.

Mota, J. C. A.; Freire, A. G.; Assis Júnior, R. N. Qualidade física de um Cambissolo sob sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. v. 37:1196-206,2013.

Oliveira, J.B.; Grangeiro, L.C.; Sobrinho, J.E.; Moura, M.S.B. Carvalho, C.A.C. Rendimento e qualidade de frutos de melancia em diferentes épocas de plantio. *Revista Caatinga*, v. 28, n. 2, p. 19-25, 2015.

Pandey R., Zinta G., Abdeigawad H., AhmaD A, Jain V, Janssens IA. Physiological and molecular alterations in plants exposed to high [CO₂] under phosphorus stress. *Biotechnol. Adv.* V. 33, n. 3-4, p. 303-316, 2015.

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, N. S. Otimização da adubação fosfatada para a cultura da melancia irrigada em ambiente semiárido Mossoró-RN. Tese de doutorado (Programa pós-graduação manejo de solo e água), Universidade Federal Rural do Semiárido. P.146, 2016.

Prado, R. M. Nutrição de plantas. São Paulo: Editora. UNESP, 2008. 407p.

Santos, A. P. F.; Souza, M. S.; Medeiros, J. F.; Chaves, S. W. P.; Silva, M. V. T.; Aroucha, E. M. M. Produção da melancia cv. olímpia fertirrigada com diferentes doses de nitrogênio e fósforo. In: Reunião sulamericana para manejo e sustentabilidade da irrigação em regiões áridas e semiáridas. Cruz das Almas, BA, 2011

Silva, A. C., Aroucha, E. M. M., Chaves, S. W. P., Medeiros, J. F., Paiva, C. A., Araujo, N. O. Efeito de diferentes doses, formas de aplicação e fontes de P na conservação de melancia sem sementes. Revista brasileira de horticultura. V. 34, n.4, 2016.

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, 9(2), 2014, p. 264-269.

Silva, A. J. N.; Carvalho, F. G.; Stamford, N. P.; Silva, V. N. Processos microbiológicos na recuperação de solos salinos. In: FIGUEIREDO, M. V. B.; Burity, H. A.; Stamford, N. P.; Santos, C. E. R. S. (Eds). Microrganismos e agrobiodiversidade: o novo desafio para a agricultura. Guaíba: Agrolivros, 2008, cap. 24, p. 547 - 566.

Souza, M. S. Nitrogênio e fósforo aplicados via fertirrigação em melancia híbridos olímpia e leopard. Tese de doutorado. 2012. 282f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), 2012.

Stamford, NP; Izquierdo, C. G; Hernández, M. T. H.; Moreno, MCM. Biofertilizantes de rochas fosfatadas e potássicas com enxofre e acidithiobacillus. 2008. In: Figueiredo, MVB; Burity, H. A.; Stamford, N. P.; Santos, C. E. R. S.; Microrganismos e agrobiodiversidade: o novo desafio para a agricultura. Guaíba: Agrolivros, cap. 17, p. 401 – 421.

Takki Seed. Disponível < <https://takii.com.br/produto/magnum/>>, 2019

5 CAPITULO II

RENDIMENTO E QUALIDADE DA MELANCIA QUETZALI SOB DIFERENTES DOSES DE ENXOFRE E FÓSFORO EM SOLO DE REAÇÃO ALCALINA

YIELD AND QUALITY OF QUETZALI WATERMELLY UNDER DIFFERENT DOSES OF SULFUR AND PHOSPHORUS IN ALKALINE REACTION SOIL

RESUMO

Dentre os macronutrientes, o fósforo demonstra ser o nutriente mais responsivo, e em se tratando deste nutriente, boa parte dos solos brasileiros exibem baixa fertilidade e nos solos de origem calcária com pH alto a disponibilidade de fósforo é baixa pela precipitação com o cálcio, o que leva à necessidade de aplicação de altas doses de fosfatos. O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de fósforo associado ao enxofre na qualidade dos frutos na melancia Quetzali cultivada em um cambissolo que nunca antes foi irrigação e outro que já foi irrigado na região de Mossoró-RN. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com uma combinação de 4x3, 4 blocos, totalizando 48 parcelas. Foram utilizadas 4 doses de fósforo (0, 30, 70 e 110 kg ha⁻¹ de P₂O₅, e 3 doses de enxofre (0, 250 e 500 kg ha⁻¹ de S), sendo realizado dois experimentos ao mesmo tempo, um em uma área com histórico de cultivo irrigado e outra área sem histórico de cultivo irrigado. As variáveis em estudo foram: produtividade comercial (PC), produtividade total (PTP = C+refugos) em t ha⁻¹, massa média dos frutos comerciais (MMFC) em kg, massa média dos frutos totais (MMFT = MMFC+refugos) em kg, número de frutos comerciais por planta (NFPC) número de frutos totais de planta (NFTP = NFPC+refugos), Sólidos Solúveis (%), firmeza de polpa (N), acidez titulável (% de ácido málico) e relação sólidos solúveis e acidez titulável. As doses de fósforo influenciaram produtividade comercial, com as plantas de melancia obtendo valores máximos variando de 45 a 53 t ha⁻¹ no solo com e sem histórico de cultivo irrigado. A aplicação de enxofre não influenciou a produtividade da cultura. As variáveis de qualidade de frutos foram influenciados pelos tratamentos, com exceção, a pH da polpa, entretanto, os valores observados nas análises ficaram faixa de aceitação do mercado

Palavras chaves: *Citrullus lanatus*, produtividade, sólidos soluveis

ABSTRACT

Among macronutrients, phosphorus proves to be the most responsive nutrient, and in the case of this nutrient, most Brazilian soils exhibit low fertility and in the soil with high pH limestone the availability of phosphorus is low due to calcium precipitation. which leads to the need for high phosphate doses. The objective of this work was to evaluate the effect of phosphorus application associated with sulfur on fruit quality of two varieties of watermelon cultivated in a cambisol that was never before irrigation and another that was already irrigated in the region of Mossoró-RN. A randomized block design with a combination of 4x3, 4 blocks totaling 48 plots was used. Four doses

of phosphorus (0, 30, 70 and 110 kg ha⁻¹ of P₂O₅) and three doses of sulfur (0, 250 and 500 kg ha⁻¹ of S) were used. Two experiments were performed at the same time, one in one area with a history of irrigated cultivation and another area without a history of irrigated cultivation. The variables under study were: commercial yield (CP), total yield (PT) (CP + ref) in t ha⁻¹, average commercial fruit mass (MMFC) in kg, average total fruit mass (MMFT) (MMFC + rejects) in kg, number of commercial fruits per plant (NFCP) number of total plant fruits (NFTP) (NFCP + rejects), Soluble Solids (% brix), pulp firmness (N), titratable acidity (% malic acid) and soluble solids to titratable acidity ratio. Phosphorus rates influenced commercial yield, with watermelon plants reaching maximum values ranging from 45 to 53 t ha⁻¹ in soil with and without irrigated cultivation history. Sulfur application did not influence the total crop yield, since the highest values were seen at 0 kg ha⁻¹ dose of S. Fruit quality variables were influenced by the treatments, except for pulp pH, however, the values observed in the analyzes were within the market acceptance range.

Key words: *Citrullus lanatus*, productivity, soluble solids

5.1 INTRODUÇÃO

A melancia é uma cultura pertencente à família das cucurbitáceas, e em 2018 foram produzidos no Brasil cerca de 2.240.796.559 t de melancia em uma área de 102.412 ha, sendo 26,0 % da produção e 31,65 % da área colhida é de responsabilidade da região nordeste, e a Bahia e Rio Grande do Norte foram os estados que mais produziram entre os demais estados nordestinos (IBGE, 2020).

O fósforo (P) é dos três principais macronutrientes exigido em menores quantidades pelas plantas. Entretanto, trata-se do nutriente mais utilizado em adubação no Brasil (Neto, 2011). O P é um nutriente que possui uma função fundamental na floração e frutificação das plantas, atuando decisivamente na qualidade dos frutos (Novais et al., 2007). Na melancia, ele é um dos nutrientes mais respondível, ao ponto de baixas quantidades aplicadas proporcionarem um aumento elevado da produtividade e qualidade dos frutos.

Devido as características químicas dos solos da região de Assu-Mossoró, o fósforo apresenta uma baixa concentração e conseqüentemente, uma baixa disponibilidade para as culturas. Os solos encontrados nessa região apresentam atributos químicos diferenciados. Os cambissolos são os solos que são mais encontrados nessa região (Mota, 2015), e exibem uma característica alcalina, tendo seu pH em torno de 7,0 a 7,5, e possuem uma quantidade de cálcio e magnésio, devido seu material de origem ser o mineral calcário.

Nos cambissolos, além de seu material de origem afetar a disponibilidade de fósforo, a água utilizada na irrigação é outro fator que tem prejudicado a disponibilidade deste nutriente. As águas usadas para irrigação na região de Mossoró apresentam um elevado teor de sais, em

especial, o aquífero calcário jandaira, onde sua condutividade elétrica chega a atingir valores de 4 dS m (Medeiros et al. 2008). Essas águas possuem uma quantidade de bicarbonato de cálcio, que dessa forma eleva mais ainda o pH do solo, podendo chegar a 8,5, dessa forma, há a redução ainda mais da disponibilidade do fósforo (Vasconcelos et al., 2013).

No manejo da adubação, com a aplicação de fósforo, grande parte do fertilizante fosfatado fica indisponível às plantas devido ao fenômeno de precipitação (Novais; Smith e Nunes, 2007).

Uma solução empregada como alternativa para reduzir essa indisponibilidade de fósforo, é a aplicação de corretivos de químicos de característica ácida (acidificantes). Dentre os acidificantes usados, o enxofre elementar, ácido sulfúrico e sulfato ferroso são os que se destacam (Silva et al., 2008).

O enxofre elementar é um dos corretivos mais usados em solos de reação alcalinidade, pois além de reduzir o pH do solo, ele é fonte de enxofre para as plantas. Sua ação parte do princípio da oxidação deste elemento pelos microorganismos e conseqüentemente, constituição de ácido sulfúrico, seguido de uma liberação de íons de hidrogênio na solução (Heydarnezhad et al., 2012).

Várias pesquisas comprovaram a eficiência do uso de acidificantes para reduzir o pH dos solos e aumentar a disponibilidade de fósforo (Soaud et al., 2011; Heydarnezhad et al., 2012; Boaro et al., 2014).

O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de fósforo associado ao enxofre no rendimento e qualidade dos frutos da melancia Quatzali cultivada em um cambissolo com e sem histórico de cultivo irrigado na região de Mossoró-RN.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no período de Agosto a outubro de 2018, no sítio Cumaru, município de Upanema-RN, tendo como coordenadas geográficas latitude 5°33'20"S e longitude de 37°12'65"W Gr, com altitude de aproximadamente 111 m.

De acordo com Embrapa (2013), o solo da área foi classificado como Cambissolo Eutrofico com textura média. Antes do início da pesquisa, foi coletado amostras de solos para caracterização química do solo, onde observou-se os seguintes valores: Para o solo sem histórico de cultivo irrigado CE: 0,36 dS m⁻¹, pH: 7,5, P: 42,5 mg dm⁻³, K: 1115 mg dm⁻³, Ca: 7,83 cmol_c dm⁻³, Mg: 2,36 cmol_c dm⁻³, Na: 0,12 cmol_c dm⁻³, SB: 13,1

cmol_c dm⁻³, CTC: 13,1 cmol_c dm⁻³. No solo com histórico de cultivo irrigado foi: CE: 0,07 dS m⁻¹, pH 7,08, P: 9,8 mg dm⁻³, K 199 mg dm⁻³, Ca: 5,01 cmol_c dm⁻³, Mg: 1,85 cmol_c dm⁻³, Na: 0,048 cmol_c dm⁻³, SB: 7,41 cmol_c dm⁻³, CTC: 7,41 cmol_c dm⁻³.

Em relação a água de irrigação, foi coletado uma amostra no poço, onde obteve os seguintes resultados: CE: 1,35 dS m⁻¹, pH: 6,5 K: 0,15, Ca:8,5, Mg:1,5, Na: 3,5, Cl: 5,5, HCO₃: 7,5 mmol_c. A água irrigação utilizada era oriunda do aquífero Calcário Jandaira.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, em um esquema fatorial de 4x3, com quatro repetições, totalizando 48 parcelas. Foram utilizadas 4 doses de fósforo (0, 30, 70 e 110 kg ha⁻¹ de P₂O₅, e 3 doses de enxofre como acidificante do solo (0, 250 e 500 kg ha⁻¹ de S), sendo realizado dois experimentos ao mesmo tempo, um em uma área com histórico de cultivo irrigado e o outro em área sem histórico de cultivo irrigado. As doses utilizadas no trabalho foram obtidas através da recomendação de adubação adotada pelos produtores da região, que são 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 250 kg ha⁻¹ de S, pois foi a dose estimada para reduzir o pH do solo para valores entre 6,0 e 6,5, considerando um volume de 300m³ de solo por hectare.

O preparo do solo foi realizado por meio de uma aração, seguido de uma gradagem para quebra dos torrões, e depois sulcado, para aplicação dos tratamentos. A cultivar utilizada na pesquisa foi a Quetzali. Ela é uma variedade precoce, com colheita aos 70 dias, peso variando de 2,5 a 6,0 kg, cor da casca verde com estrias escuras e finas, polpa vermelha e com poucas sementes (Almeida et al., 2010).

A irrigação foi realizada conforme a estimativa da evapotranspiração da cultura, (Allen et al. 2006). Utilizou-se o gotejamento como sistema de irrigação, espaçados 0,3 m entre emissores. Os coeficientes de cultivos (Kc) médios usados nas fases fenológicas I, II, III e IV, após o transplante, foram 0,32; 0,70; 1,11 e 0,92, com os comprimentos de 17, 16, 17 e 15 dias, respectivamente.

Foi utilizado como fonte para correção do pH do solo o enxofre elementar tipo pó molhável, e do nutriente fósforo foi o monoamônico fosfato (MAP). Já o restante dos nutrientes foram fornecido as plantas através da fertirrigação

Os macronutrientes nitrogênio, potássio foram aplicados de acordo com a marcha de absorção da cultura, afim de atender a necessidades da cultura (Paula et al., 2011). Na pesquisa, foram aplicados 140 kg ha⁻¹ de N e 100 kg ha⁻¹ de K, sendo usados com fonte de N a ureia, como fonte de K o cloreto de potássio e sulfato de potássio. A aplicação dos adubos se deu por meio dos tanques de derivação.

A colheita ocorreu aos 65 dias após o plantio (DAP) quando os frutos apresentaram o ponto de maturação, sendo colhido uma área útil dentro da parcela, de 8,0 m², correspondendo a 4 m de uma fileira de melancia. A colheita ocorreu no momento que os frutos obtiveram o ponto de maturação, ou seja, houve secamento da gavinha inserida na axila da folha mais próxima ao fruto e a modificação de coloração dos frutos, principalmente na parte próxima ao chão, indo de branco a amarelo-claro.

Depois da colheita, as amostras de frutos foram transportados para o laboratório de pós colheita da Universidade Federal Rural do Semiárido, onde ocorreu as análises de qualidade de frutos, sendo usados dois frutos por parcela.

As variáveis em estudo foram: produtividade comercial (PC), produtividade total (PT) (PC+ refugos) em t ha⁻¹, massa média dos frutos comerciais (MMFC) em kg, massa média dos frutos totais (MMFT = MMFC+ refugos) em kg, número de frutos comerciais por planta (NFCP) número de frutos totais de planta (NFTP = NFCP+refugos), Sólidos Solúveis (% brix), firmeza de polpa (N), acidez titulável (% de ácido málico) e relação sólidos solúveis e acidez titulável.

Os dados obtidos nas análises e medições foram submetidos ao teste de variância (ANAVA) conforme foi prescrito no delineamento. As equações da superfície de resposta foram escolhidas com base na significância do modelo, adotando-se o nível de 5% de probabilidade e dos coeficientes da equação. Após escolha do modelo, os gráficos das superfícies de resposta para cada característica avaliada foram apresentados na forma de perfil, utilizando-se o programa Excel versão 2013.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise da variância, foi verificado interação entre doses de fósforo e enxofre para produtividade comercial a 5% de probabilidade no solo sem histórico de cultivo irrigado (Figura 1A). No solo com histórico de cultivo, foi observado somente efeito isolado do fósforo a 1% de probabilidade (Figura 1B).

No solo sem histórico de cultivo irrigado, se na aplicação de S, a produtividade comercial máxima foi de 53,38 t ha⁻¹ na dose de 95,1 kg ha⁻¹ de P₂O₅, enquanto que para as doses 250 e 500 kg ha⁻¹ de S foram de 45,68 e 49,27 t ha⁻¹, respectivamente nas doses de 91,4 e 66,7 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Já no solo com histórico de cultivo irrigado, a produtividade comercial máxima foi de 49,65 t ha⁻¹ na dose de 84,8 kg ha⁻¹ de P₂O₅, indiferentemente a dose de S aplicada (Figura 1B)

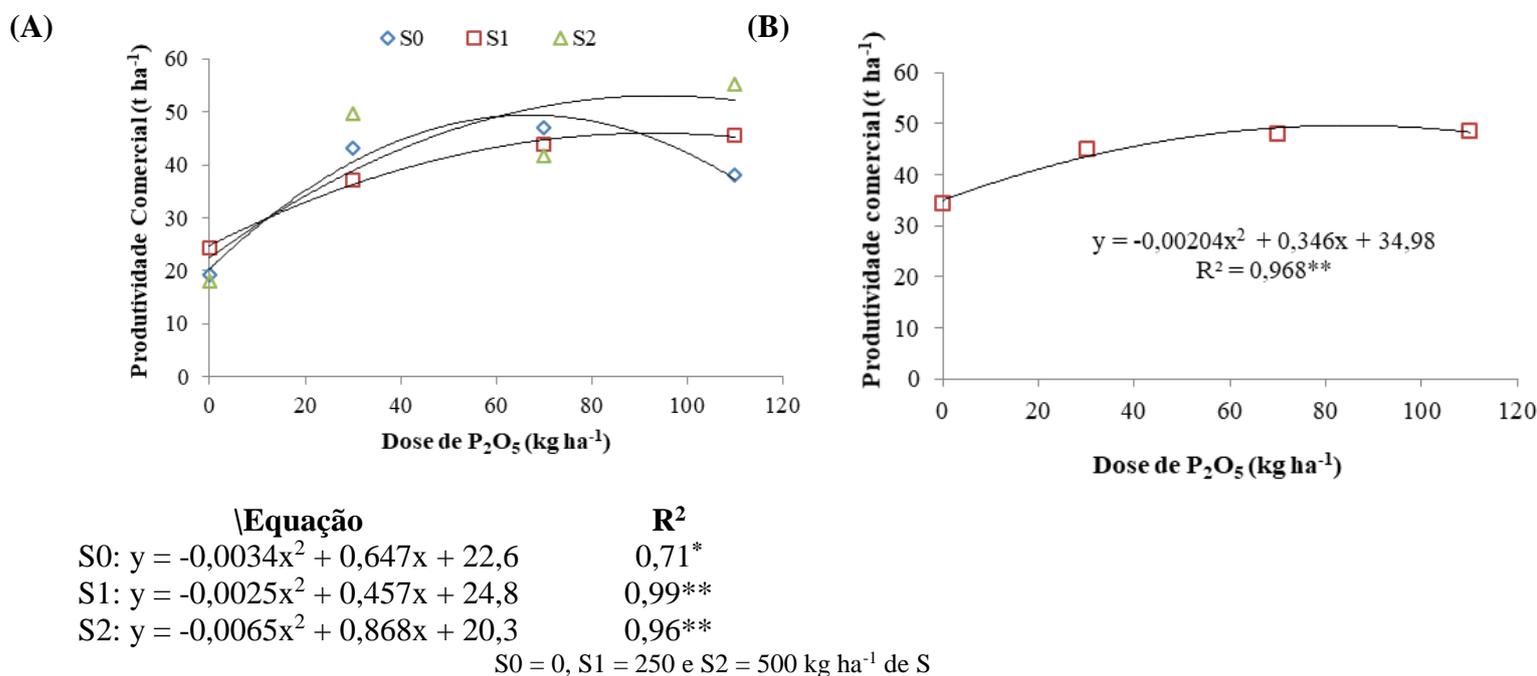


Figura 1: Produtividade comercial da melancia cv Quetzali cultivada em área sem histórico de cultivo (A) e com histórico de cultivo sob irrigação (B) na região de Mossoró-RN,

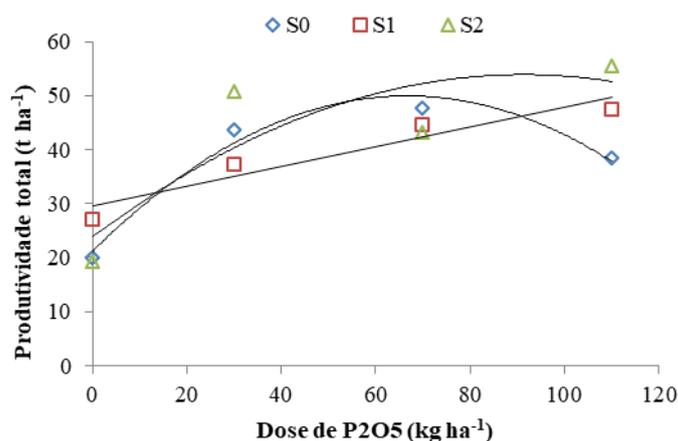
Para produtividade total, foi verificado interação entre o fósforo e enxofre a 5% de probabilidade no solo sem histórico de cultivo irrigado (Figura 2). As doses 0 e 500 kg ha⁻¹ de S obtiveram ajustes quadráticos, enquanto que 250 kg ha⁻¹ de S ajustou-se de forma linear simples. Para solo com histórico de cultivo não houve diferença estatística, com produtividade média de 40 t ha⁻¹.

O tratamento 0 kg ha⁻¹ de S obteve uma produtividade total máxima de 53,96 t ha⁻¹ na dose de 91,54 kg ha⁻¹ de P₂O₅, enquanto que 500 kg ha⁻¹ de S foi de 49,84 t ha⁻¹ na dose de 66,38 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Em 250 kg ha⁻¹ de S, nas doses de 70 e 110 kg ha⁻¹ de P₂O₅, a produtividade total foi de 42,34 e 49,62 t ha⁻¹.

Esse efeito quadrático que observado na produtividade comercial e total é explicado por Malavolta (2006), onde o autor afirma que essa redução na produtividade é ocasionada pelo efeito deletério que o excesso que nutriente provoca na planta.

As altas concentrações de fósforo podem causar redução na fotossíntese, prejudicando dessa forma a produção da cultura (Marschner 2012).

Gonçalves et al. (2016) trabalhando com melancia Olímpia, verificaram ajuste platô para produção comercial e total, com valor de 74 t ha⁻¹ na dose de 90 kg há⁻¹ de P₂O₅ para produtividade comercial e 80 t ha⁻¹ para produtividade total. Silva et al. (2014) observaram valor de 23,8 t ha⁻¹ n dose de 218 t ha⁻¹



$$S0 = -0,0036x^2 + 0,6591x + 23,8 \quad 0,72^*$$

$$S1 = 0,182x + 29,6 \quad 0,91^*$$

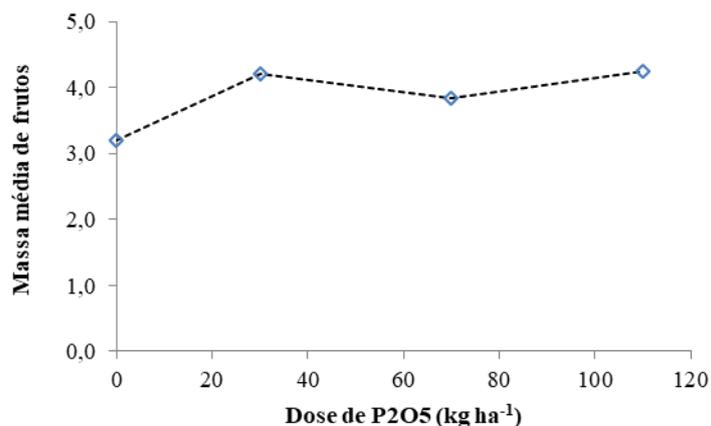
$$S2 = -0,0065x^2 + 0,863x + 21,2 \quad 0,97^{**}$$

S0 = 0, S1 = 250 e S2 = 500 kg ha⁻¹ de S

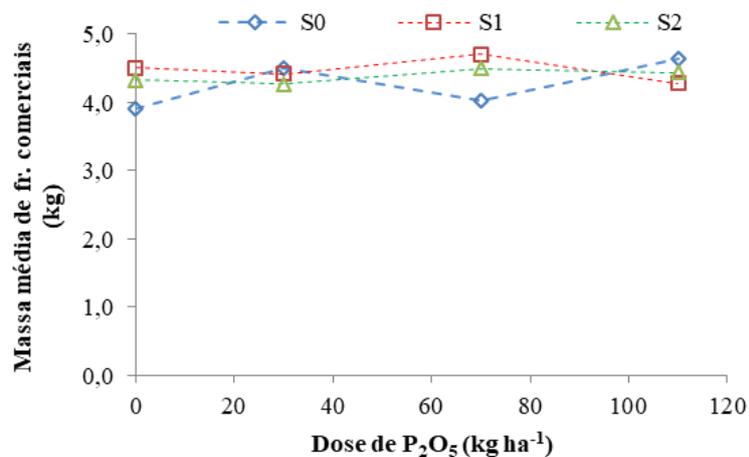
Figura 2: Produtividade total da melancia cv Quetzali cultivada em área sem histórico de cultivo irrigado na região de Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

Na massa média dos frutos comerciais, foi notado efeito isolado da aplicação das doses de fósforo em solo sem histórico de cultivo irrigado (Figura 3A) e interação enxofre x fósforo, no solo com histórico de cultivo irrigado (Figura 3B). Não houve ajuste matemático para nenhuma curva em estudo.

A área sem histórico de cultivo irrigado apresentou valor médio de 3,87 kg fruto⁻¹(Figura 3A) ao passo que o solo com histórico de cultivo (Figura 3B) exibiu valores médios de 4,38, 4,21 e 4,25 quando se aplicou 0, 250 e 500 kg ha⁻¹ de S, respectivamente. Comparando o efeito das doses de S dentro de cada dose de P₂O₅, verifica-se que para 0 e 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅, a não aplicação de S fez com que essa variável obtivesse menores valores.

(A)

Equação
 $y = 3,87$

R²**(B)**

Equação

R²

S0: $y = 4,38$

S1: $y = 4,21$

S2: $y = 4,25$

S0 = 0, S1 = 250 e S2 = 500 kg ha⁻¹ de S

Figura 3: Massa média dos frutos comerciais (kg frutos⁻¹) em área sem histórico de cultivo (A) e com histórico de cultivo sob irrigação (B) na região de Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

Para massa média dos frutos totais, verificou-se somente efeito isolado da aplicação das doses de fósforo a 5% de probabilidade (Figura 4).

A curva de resposta apresentou uma massa média de frutos totais máxima de 4,22 kg frutos⁻¹, na dose de 72,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Os valores de massa média dos frutos deste trabalho estão dentro da faixa da cultura, que apresentam frutos que variam entre 2,5 e 6,0 kg (Almeida et al. 2010).

Em uma pesquisa realizada por Souza (2012), com a cultivar de melancia Leopard (sem sementes), o autor também não verificou nenhum ajuste para as curvas de resposta aplicação de fósforo, tendo uma massa média comercial de 2,29 kg frutos⁻¹, e 2,06 kg frutos⁻¹ de massa média total. Em trabalhos desenvolvidos por Silva et al. (2014) e Freitas et al. (2008), não se viu influência das doses de fósforo na variável em estudo.

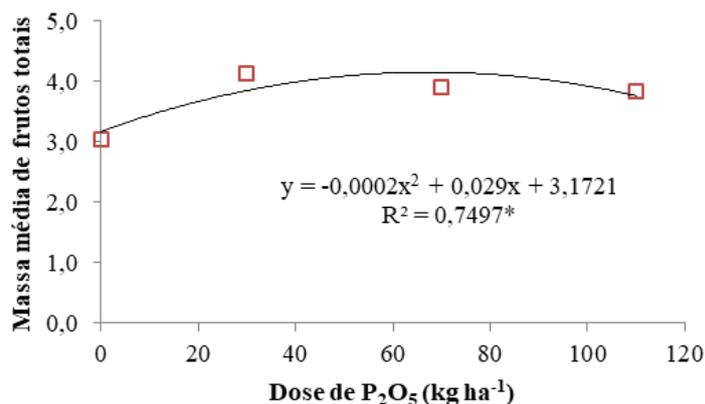
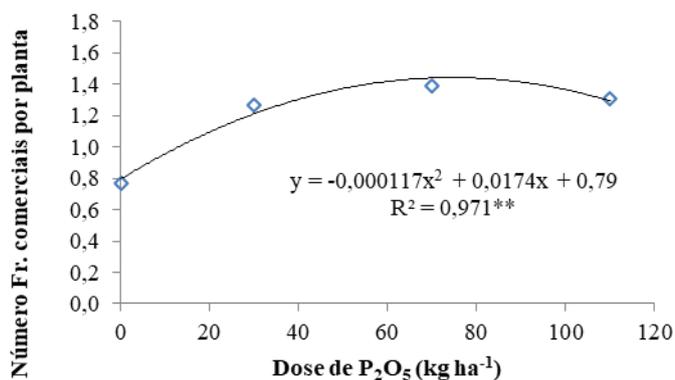


Figura 4: Massa média dos frutos totais (kg frutos⁻¹) em área sem histórico de cultivo (A) e com histórico de cultivo sob irrigação (B) na região de Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

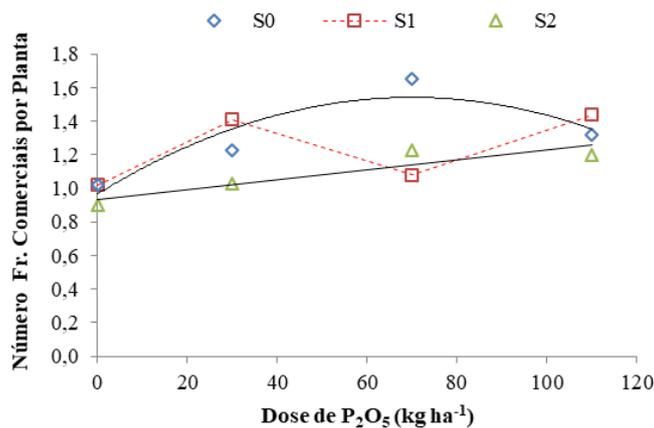
Com relação a número de frutos comerciais por planta, foi observado efeito isolado das doses de fósforo a 1% de probabilidade, no solo sem histórico de cultivo irrigado (Figura 5A), e interação fósforo e enxofre a 5% de probabilidade no solo com histórico de cultivo irrigado (figura 5B).

No solo sem histórico de cultivo irrigado, o número frutos comerciais por planta máximo foi de 1,43 frutos planta⁻¹, na dose de 74,35 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Já no solo com histórico de cultivo irrigado, a dose 0 kg ha⁻¹ de S exibiu um modelo de ajuste linear, com valores crescendo de 0,84 a 1,25 frutos planta⁻¹, entre as doses de 0 a 110 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Para 250 kg ha⁻¹ de S, não houve ajuste, tendo valor médio de 1,2 frutos planta⁻¹, e em 500 kg ha⁻¹ de S, obteve o máximo de 1,54 frutos planta⁻¹, na dose de 70,1 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

(A)



(B)

**Equação**

S0: $y = 0,0029x + 0,935$

S1: $y = 1,2$

S2: $y = -0,000117x^2 + 0,0164x + 0,968$

S0 = 0, S1 = 250 e S2 = 500 kg ha⁻¹ de S

R²

0,82*

0,85*

Figura 5: Número de frutos comerciais por planta (frutos planta⁻¹) em área sem histórico de cultivo (A) e com histórico de cultivo sob irrigação (B) na região de Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

Com relação ao número de frutos totais por planta, somente ocorreu efeito isolado de doses de fósforo a 1% de probabilidade (Figura 6). O número máximo de frutos totais por planta foi de 1,49 frutos planta⁻¹ na dose de 75,9 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

As altas doses de fósforo podem ocasionar uma redução de número de frutos por planta, devido a redução de pegamento de frutos na planta (Meng et al., 2014).

Souza (2012) e Andrade et al. (2006) obtiveram modelos matemáticos iguais ao deste trabalho (polinomial de segundo grau), enquanto que Gonçalves et al. (2016) observaram modelo platô. No trabalho com a cultivar melancia Leopard Souza (2012), encontrou valor de 1,63 frutos planta⁻¹ na dose de 225 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Os resultados estão próximos do esperado para essa variável que é de 1,8 a 2 frutos por planta. Para a cultivar Quetzali, o número de frutos por planta foi a variável que mais influenciou a produtividade da melancia.

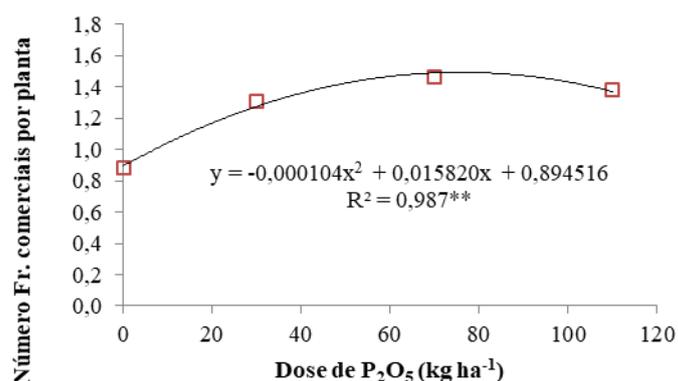


Figura 6: Número de frutos totais em área sem histórico de cultivo na região de Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

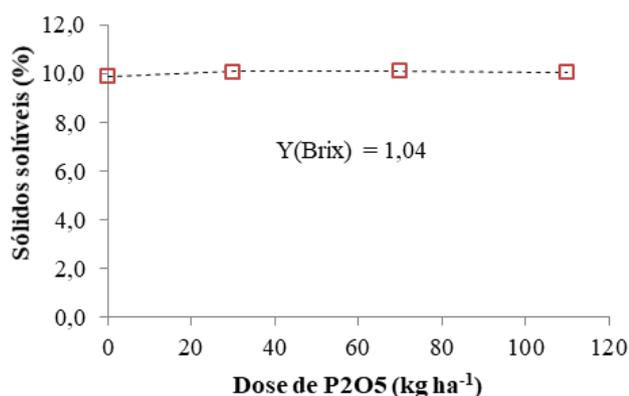
Para as variáveis de qualidade de frutos, os sólidos solúveis obtiveram efeito isolado do fósforo tanto para o solo sem histórico de cultivo irrigado quanto para o solo sem histórico de cultivo a 5% de probabilidade, sendo que somente para histórico de cultivo, se ajustou modelo linear.

No solo sem histórico de cultivo irrigado (Figura 7A), os frutos da cultivar Quetzali apresentaram uma média de 10,4° brix, ao passo que os frutos produzidos no solo sem histórico de cultivo irrigado (Figura 7B), valores de 10 e 10,5° brix entre as doses de 0 e 110 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Os valores estão dentro da faixa aceitável pelo mercado, que é acima de 10° brix. Esse resultado está atrelado ao fato do fósforo fazer parte do processo da fotossíntese, pois o elemento é constituinte do ATP (Adenosina trifosfato), que é molécula que fornece energia para fase fotoquímica da fotossíntese (Cao, et al. 2015; Pandey et al. 2015). O enxofre também influencia de forma direta a capacidade fotossintética da planta (Marschner, 1995),

Silva et al. (2016) trabalhando com a cultivar sem semente Style, verificaram valor de 9,58° brix na dose de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Já Araújo et al. (2016) observaram uma pequena redução do brix.

(A)



(B)

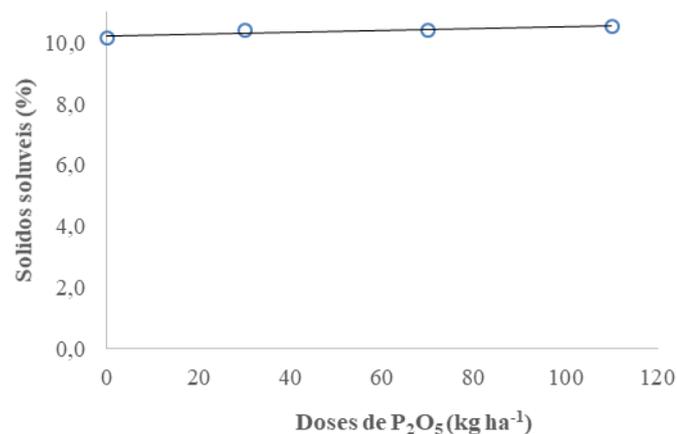


Figura 7: sólidos solúveis (%) dos frutos da melancia Quetzali cultivada em área sem histórico de cultivo irrigado (A) e com histórico de cultivo sob irrigação (B) na região de Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

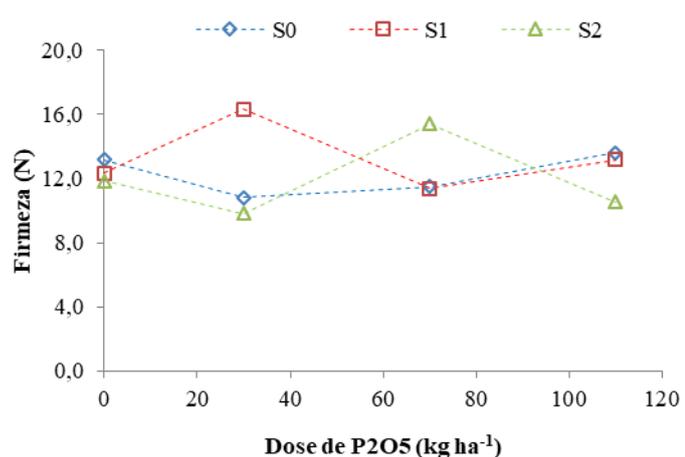
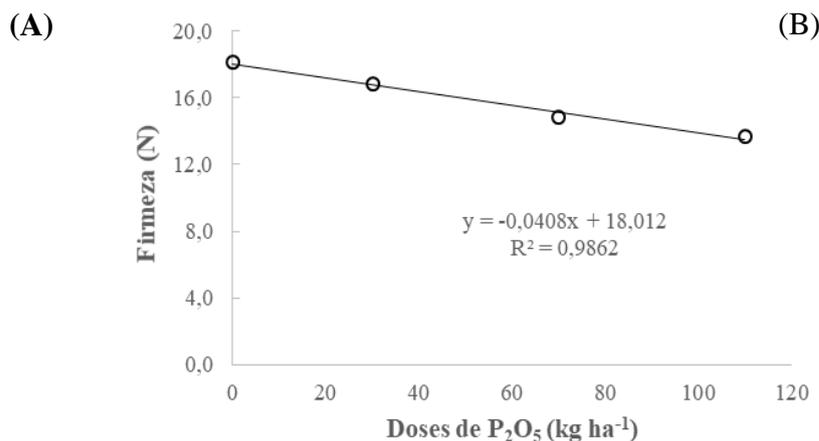
Para firmeza da polpa foi observado efeito isolado das doses de fósforo no solo sem histórico de cultivo irrigado a 1% de probabilidade, e interação doses de fósforo e enxofre para solo com histórico de cultivo irrigado a 5% de probabilidade.

Na Figura 8A, verifica-se um ajuste linear decrescente com o aumento das doses de fósforo, havendo uma variação 18 a 13,5 N entre as doses 0 e 110 kg ha⁻¹ de P₂O₅, a firmeza foi de 15,2 e 13,5 N. No solo com histórico de cultivo irrigado (Figura 8B), não houve ajuste de modelo matemático, para as doses de P obtendo médias de 12,28, 13,31 e 11,9 N para as doses de 0, 250 e 500 kg ha⁻¹ de S, respectivamente.

Nota-se uma tendência para diminuição dos valores de firmeza com o aumento das doses, e isso é explicado pela presença de frutos mais maduros nos tratamentos com adubação, pois o tratamento com 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅, os frutos ainda não estavam totalmente maduros, e conseqüentemente, frutos com maiores valores de firmeza, além de que a deficiência de fósforo acaba retardando a maturação dos frutos (Araujo et al., 2016). Araújo et al. (2016) também observaram que os maiores valores de firmeza de polpa foram obtidos no tratamento sem aplicação de fósforo (8,32 N).

Em se tratando de vida de prateleira, a variável firmeza de polpa apresenta grande importância, pois ela confere resistência ao transporte dos frutos (Barros et al., 2012).

Gonçalves et al. (2016) encontraram resultados de 10,4 N na dose de 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ trabalhando com a variedade de melancia Top Gun.



Equação

S0: $y = 12,28$

S1: $y = 13,31$

S2: $y = 11,91$

R2

$S_0 = 0$, $S_1 = 250$ e $S_2 = 500\ kg\ há^{-1}$ de S

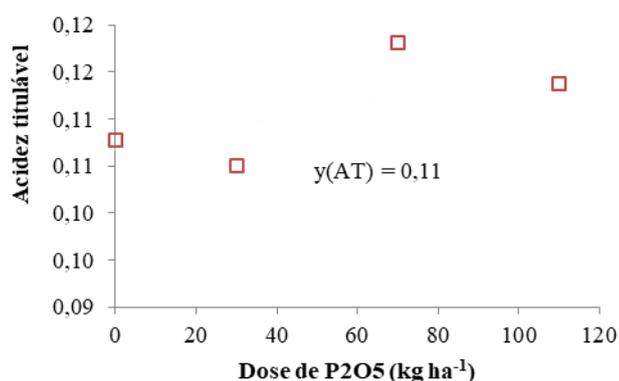
Figura 8: Firmeza da polpa (N) dos frutos da melancia Quetzali cultivada em área sem histórico de cultivo irrigado (A) e com histórico de cultivo sob irrigação (B) na região de Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

Para acidez titulável, foi observado somente efeito isolado das doses de fósforo tanto no solo com histórico de cultivo irrigado, quanto sem histórico de cultivo irrigado. Não houve ajuste de nenhum modelo matemático, entretanto, verificou-se que nas maiores doses de fósforo, foi onde ocorreu os maiores valores de acidez titulável.

No solo sem histórico de cultivo irrigado (Figura 9A), obteve uma média de 0,11 % de ácido málico, mesmo valor encontrado no solo com histórico de cultivo (Figura 9B).

Silva et al. (2016) encontraram valores de 0,11% de ácido málico, mesmo resultado deste trabalho, na dose de $80\ kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 . Já Gonçalves et al. (2016) observaram valores de 0,13% de ácido málico na dose de $90\ kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 .

(A)



(B)

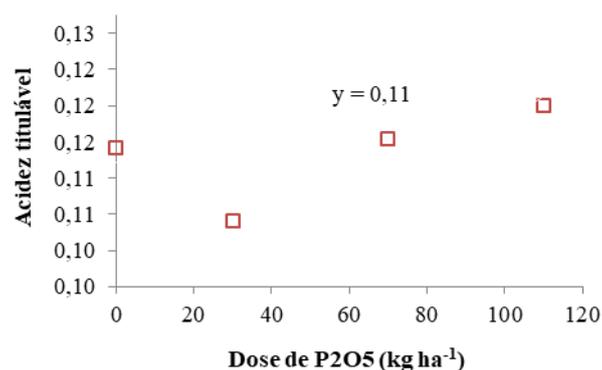


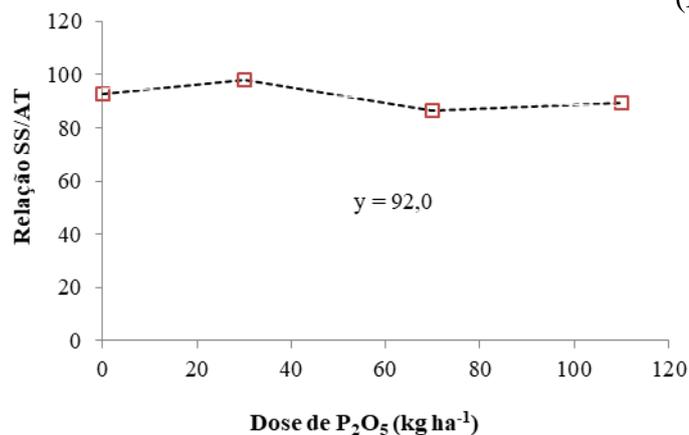
Figura 9: Acidez titulavel (% de ácido málico) dos frutos da melancia Quetzali cultivada em área sem histórico de cultivo irrigado (A) e com histórico de cultivo sob irrigação (B) na região de Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

Para relação sólidos solúveis e acidez titulavel, foi observado o efeito isolado das doses de fósforo nos dois solos (com e sem histórico de cultivo irrigado). Não houve ajuste matemático, com valores médios de 92 para solo sem histórico de cultivo irrigado (Figura 10A) e 93,81 no solo com histórico de cultivo irrigado (Figura 10B).

A relação sólidos solúveis e acidez titulavel é uma das formas mais usadas para se avaliar o sabor das frutas, sendo mais indicado do que a averiguação isolada dos açúcares e acidez (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Silva (2015) trabalhando com melancia, verificou valor de 79 na dose de 80 kg há⁻¹ de P2O5, utilizando o MAP como fertilizante fosfatado, resultado este abaixo do visto neste trabalho.

(A)



(B)

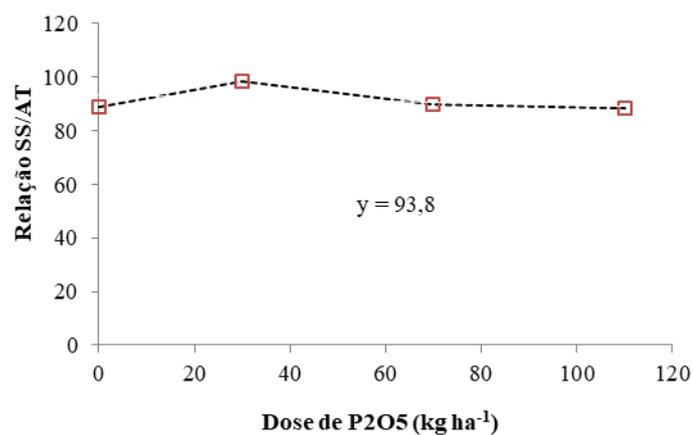


Figura 10: Relação sólidos solúveis e acidez titulável dos frutos da melancia Quetzali cultivada em área sem histórico de cultivo irrigado (A) e com histórico de cultivo sob irrigação (B) na região de Mossoró-RN, UFERSA, 2019.

5.4 CONCLUSÃO

As doses de fósforo influenciaram produtividade comercial, com as plantas de melancia obtendo valores máximos variando de 45 a 53 t ha⁻¹ no solo com e sem histórico de cultivo irrigado.

A aplicação de enxofre não influenciou a produtividade da cultura

As variáveis de qualidade de frutos foram influenciados pelos tratamentos, com exceção, a pH da polpa, entretanto, os valores observados nas análises ficaram faixa de aceitação do mercado.

5.5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D.; Smith, J. Evapotranspiration del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma: FAO, 2006. 298p. (FAO, Estudio Riego e Drenaje Paper, 56).
- Almeida, M. L. B.; Silva, G. G.; Rocha, R. H. C.; Morais, P. L. D.; SARMENTO, J. D. A. Caracterização físico-química de melancia 'Quetzali' durante o desenvolvimento. Revista Caatinga, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 28-31, out.-dez., 2010.
- Andrade Junior, A. S.; Dias, N. S.; Figueirido Júnior, L. G. M.; Ribeiro, V. Q.; Sampaio, D. B. Produção e qualidade de melancia à aplicação de nitrogênio via fertirrigação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 836-841, 2006.
- Araujo, N. O., Aroucha, E. M. M., Chaves, S. W. P., Medeiros, J. F., Paiva, C. A., Silva, A. N., Alves Junior, A. R., Pereira, N. S., Nascimento, L. V., Aroucha Filho, J. C. Quality of seedless watermelon cultivated under different doses and phosphorus application forms. African Journal of Agricultural. V. 11, n. 51, p. 5136-5144, 2016.
- Barros M. M., Araújo W. F., Neves L. T. B. C., Campos A. J., Tosin J. M. (2012). Produção e qualidade da melancia submetida a adubação nitrogenada. Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.v. 16, n. 10, p 1078-1084, 2012.
- Boaro, V.; Schwarz, S. F.; Souza, P. V. D.; Soares, W. Lourosa, G. V. Enxofre elementar no manejo do pH de substrato orgânico alcalino. Ciência Rural, Santa Maria, v. 44, n. 12, p. 2111-2117, 2014.
- Cao, F.; Guan, C.; Dai, H; Li, X.; Zhang, Z. Soluble solids content is positively correlated with the phosphorus content in ripening strawberry fruits. Scientia Horticulturae, Amsterdam, v. 195, n. 1, p. 183-187, 2015.
- Embrapa. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 306 p.
- 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.
- 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.

Heydarnezhad, F.; Shahinrokhsar, P.; Vahed, H. S.; Besharati, H. Influence of elemental sulfur and sulfur oxidizing bacteria on some nutrient deficiency in calcareous soils. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, Londres, v. 4, n. 12, p. 735-739, 2012.

Ibge. *Produção Agrícola Municipal: culturas temporárias e permanentes*. Rio de Janeiro: v.37, 2016. 89 p.

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

Marschner H. *Mineral nutrition of higher plants*. California, Academic Press, 3ed. 651p, 2012.

Meng X, Liu N, Zhang L, Yang J, Zhang M. Genotypic differences in phosphorus uptake and utilization of watermelon under low phosphorus stress. *J. Plant Nutr.* 37:312-326, 2014.

Mota, J. C. A.; Alencar, T. L.; Assis Júnior, R. N. Alterações Físicas de um Cambissolo Cultivado com Bananeira Irrigada na Chapada do Apodi, Ceará. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. v. 37, p. 1196-206, 2015.

Neto, J. F. B. Adsorção e disponibilidade de fósforo para o crescimento inicial de mamoneira em solos com diferentes classes texturais. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, p. 82, 2011.

Novais, R. F.; Smyth, T. J.; Nunes, F. N. Fósforo. In: Novais, R. F.; Alvarez, V. H. V. BarroS, N. F.; Fontes, R. L. F. Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. L. *Fertilidade do solo*. Viçosa: SBCS, 2, Cap. VIII, p. 472-537, 2007.

Pandey R., Zinta G., Abdeigawad H., Ahmad A, Jain V., Janssens I. A. Physiological and molecular alterations in plants exposed to high [CO₂] under phosphorus stress. *Biotechnol. Adv.* V. 33, n. 3-4, p. 303-316, 2015.

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.

Silva, A. C., Aroucha, E. M. M., Chaves, S. W. P., Medeiros, J. F., paiva, C. A., Araujo, N. O. Efeito de diferentes doses, formas de aplicação e fontes de P na conservação de melancia sem sementes. *Revista brasileira de horticultura*. V. 34, n.4, 2016.

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*, 9(2), 2014, p. 264-269.

Silva, J. R., Sousa N., G. H., Negreiros, M. Z., Torres, J. F., Dantas, M. S. M. Interação genótipo x ambiente em melancia no estado do Rio Grande do Norte. *Revista Caatinga*, v. 21, n. 1, 2008.

Soaud, A. A.; AL-Darwish, F. H.; Saleh, M. E.; EL-Tarabily, K. A.; Sofian-AZirun, M.; Rahman, M. M. Effects of elemental sulfur, phosphorus, micronutrients and *Paracoccus versutus* on nutrient availability of calcareous soils. *Australian Journal of Crop Science*, Brisbane, v. 5, n. 5, p. 554-561, 2011.

Souza, M. S. Nitrogênio e fósforo aplicados via fertirrigação em melancia híbridos olímpia e leopard. Tese de doutorado. 2012. 282f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), 2012.