

NARDELE CAMPOS FELÍCIO BASTOS

**TOXICIDADE DE MANGANÊS, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE MELÃO
CANTALOUPE (*Cucumis melo*) SOB DIFERENTES FONTES DE ADUBO
NITROGENADO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Paulo Cezar Rezende Fontes

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2019**

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

B327t
2019

Bastos, Nardele Campos Felício, 1975-

Toxicidade de manganês, produtividade e qualidade de melão cantaloupe (*Cucumis melo*) sob diferentes fontes de adubo nitrogenado / Nardele Campos Felício Bastos. – Viçosa, MG, 2019.

56 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Paulo Cezar Rezende Fontes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 48-56.

1. Melão. 2. Fertilizantes nitrogenados. 3. Solos - Acidez.
4. Manganês. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia.
II. Título.

CDD 22. ed. 635.61


NARDELE CAMPOS FELÍCIO BASTOS

**TOXICIDADE DE MANGANÊS, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE MELÃO
CANTALOUPE (*Cucumis melo*) SOB DIFERENTES FONTES DE ADUBO
NITROGENADO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 1º de novembro de 2019.

Assentimento:


Nardele Campos Felício Bastos
Autora


Paulo Cezar Rezende Fontes
Orientador

À Rennan do Amaral Bastos, meu marido, grande companheiro e incentivador
Às minhas queridas filhas, Bruna Stephane e Beatriz

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente a Deus, pai de infinita bondade e misericórdia pela oportunidade contínua de aprendizado e aperfeiçoamento moral e espiritual.

A meus pais José Felício de São Miguel (“In Memoriam”) e Irani Vieira Campos Felício, pelo amor e apoio nos diversos momentos da minha vida, minhas grandes inspirações.

A meu querido e grande companheiro Rennan, pelo auxílio durante as etapas deste trabalho. Sua ajuda foi fundamental da fase experimental à conclusão.

As amigas Eliane Mello e D. América pela acolhida em Viçosa, ajuda essencial em um momento de grande dificuldade.

Aos amigos de curso, pelo carinho e ajuda nas disciplinas e análises: Rafaela Arruda, Mario Leno e Ednângelo Duarte.

Aos professores Paulo Cezar Rezende fontes (orientador) e Paulo Roberto Cecon (conselheiro), pela orientação.

Aos funcionários da UFV Joelson Moreira e Eli Gomes (Vale da Agronomia) e Itamar (Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas), pelo auxílio nas fases de experimentação e análises de laboratório.

Ao Programa de Pós-graduação em Fitotecnia (UFV) pela oportunidade de aprendizado e aperfeiçoamento profissional.

“Esta fonte é para uso de todos os sedentos.

Toma a tua parte.

Vem a estas páginas e não entres seu uso aos que têm sede.” (Cora Coralina)

RESUMO

FELÍCIO BASTOS, Nardele Campos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2019. **Toxicidade de manganês, produtividade e qualidade de melão cantaloupe (*Cucumis melo*) sob diferentes fontes de adubo nitrogenado.** Orientador: Paulo Cezar Rezende Fontes.

Fontes de N mineral podem interferir no pH, alterar a disponibilidade de Mn no solo e influenciar o crescimento do meloeiro. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de fontes de N, na ausência ou presença de calagem, sobre o pH e condutividade elétrica do solo, teor de Mn na folha, características morfológicas, produção e qualidade de frutos de melão. O experimento foi conduzido em ambiente protegido, na Universidade Federal de Viçosa, em solo com alto teor de Mn. Os tratamentos corresponderam a quatro fontes de N, à saber: ureia, sulfato de amônio, nitrato de amônio e nitrato de potássio, associadas ou não à calagem, tendo sido instalado no delineamento experimental de blocos casualizados, com oito tratamentos e cinco repetições. Foram avaliados condutividade elétrica e pH do solo, teor de Mn na folha, biomassa, produtividade e índices de colheita e de qualidade do fruto. A condutividade elétrica do solo no extrato aquoso (solução 1:5) foi alta para todas as fontes de N. Com a aplicação de sulfato de amônio, o pH do solo diminuiu e as plantas apresentaram menor massa da parte aérea seca, maior teor de Mn nas folhas e menor produtividade e qualidade dos frutos. Ureia, quando associada à calagem, propiciou a redução da fitotoxicidade de Mn, aumentando a produtividade de frutos em relação ao sulfato de amônio. Nitrato de amônio e nitrato de potássio não alteraram o pH do solo, resultando em maior produtividade e qualidade dos frutos. A maior e a menor produtividade resultaram da aplicação de nitrato de amônio associado à calagem e sulfato de amônio sob ausência de calagem, respectivamente. Na presença de calagem, as plantas adubadas com sulfato de amônio, ureia e nitrato de amônio apresentaram maior índice colheita do que aquelas que não receberam calagem. A adubação com sulfato de amônio associada ou não à calagem afetou a qualidade interna e externa dos frutos, resultando em ausência de rendilhamento da casca e menor massa de polpa, em relação aos demais tratamentos. A aplicação de sulfato de amônio aumentou a disponibilidade de Mn no solo em função da diminuição do pH, resultando em fitotoxicidade e redução do crescimento, produtividade e qualidade dos frutos de melão.

Palavras-chave: Fertilizante nitrogenado. pH do solo. Manganês. Melão.

ABSTRACT

FELÍCIO BASTOS, Nardele Campos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, November, 2019. **Manganese toxicity, yield and quality in cantaloupe melon (*Cucumis melo*) under different sources of nitrogen fertilizer.** Adviser: Paulo Cezar Rezende Fontes.

Sources of mineral N may interfere with pH and alter soil nutrient availability. The objective of this work was to evaluate the effect of N sources, in the absence or presence of liming, on soil pH and electrical conductivity, leaf Mn content, morphological characteristics, yield and quality of melon fruits. The experiment was carried out in a protected environment at the Federal University of Viçosa, in soil with high Mn content, and was installed in the experimental design of randomized blocks, with eight treatments and five replications. The treatments corresponded to four sources of N, namely: urea, ammonium sulfate, ammonium nitrate and potassium nitrate, associated or not with liming. Electrical conductivity and soil pH, leaf Mn content, biomass, yield and harvest and fruit quality indexes were evaluated. The electrical conductivity of the soil in the aqueous extract (1: 5 solution) was high for all N sources. Under ammonium sulfate application, the soil pH decreased and the plants presented lower dry shoot mass and higher Mn content. on leaves, reducing fruit productivity and quality. Urea, when associated with liming, reduced Mn phytotoxicity, increasing fruit yield. Ammonium nitrate and potassium nitrate did not alter soil pH, resulting in higher fruit yield and quality. Higher and lower yields resulted from the application of liming ammonium nitrate and ammonium sulfate under liming, respectively. In the presence of liming, the plants fertilized with ammonium sulfate, urea and ammonium nitrate presented higher harvest index. Ammonium sulfate fertilization affected the internal and external quality of the fruits, resulting in no peel trimming and lower pulp mass. The application of ammonium sulfate alters the availability of Mn in the soil due to the decrease of pH, resulting in phytotoxicity and reduction of growth, yield and quality of melon fruits.

Keywords: Nitrogen fertilizer. Soil pH. Manganese. Melon.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Valores temporais do pH do solo e do teor de Mn em folha de meloeiro adubado com sulfato de amônio na ausência (A) e presença de calagem (B).	28
Figura 2. Valores temporais do pH do solo e do teor de Mn em folha de meloeiro adubado com ureia na ausência (A) e presença de calagem (B).	28
Figura 3. Valores temporais do pH do solo e do teor de Mn em folha de meloeiro adubado com nitrato de amônio na ausência (A) e presença de calagem (B).	29
Figura 4. Valores temporais do pH do solo e do teor de Mn em folha de meloeiro adubado com nitrato de potássio na ausência (A) e presença de calagem (B).	29
Figura 5. Correlação entre pH do solo e teor de Mn em folha de meloeiro adubado com fontes de nitrogênio na ausência e presença de calagem.	31
Figura 6. Correlação entre produtividade de frutos de melão e pH do solo (A), produtividade de frutos de melão e teor de Mn em folha de meloeiro adubado com diferentes fontes de nitrogênio na ausência e presença de calagem.	33
Figura 7. Alterações morfológicas em folha de meloeiro adubado com fontes de N na ausência e presença de calagem, decorrente da fitotoxicidade por Mn.	35
Figura 8. Alterações morfológicas externas em folha e ramos de meloeiro adubado com fontes de N na ausência e presença de calagem, decorrente da fitotoxicidade por Mn.	36
Figura 9. Alterações morfológicas externas em frutos de meloeiro adubado com fontes de N na ausência e presença de calagem, decorrente da fitotoxicidade por Mn.	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise química do solo.	23
Tabela 2. Valores ajustados do pH do solo na primeira (21 DAC) e última (91 DAC) avaliação em função de fontes de nitrogênio na ausência e presença de calagem.	30
Tabela 3. Valores ajustados do teor de Mn em folha de meloeiro na primeira (49 DAC) e última (77 DAC) avaliação e em função de fontes de nitrogênio na ausência e presença de calagem.	30
Tabela 4. Variação e média da condutividade elétrica no extrato aquoso (1:5), da solução do solo sob influência de diferentes fontes de N na ausência e presença de calagem, observada ao longo de dez épocas de amostragem.	31
Tabela 5. Produção de frutos por planta de melão associada a fontes de nitrogênio (N) na ausência e presença de calagem.	32
Tabela 6. Produtividade de frutos de meloeiro associada a fontes de nitrogênio (N) na ausência ou presença de calagem.	32
Tabela 7. Massa da parte aérea seca de melão associada a fontes de nitrogênio (N) na ausência ou presença de calagem.	34
Tabela 8. Massa do fruto seco de melão associada a fontes de nitrogênio (N) na ausência ou presença de calagem.	34
Tabela 9. Nota atribuída ao rendimento da casca e índice de colheita de frutos de melão associado a fontes de N na ausência ou presença de calagem.	35
Tabela 10. Massa da casca de frutos de melão associada às fontes de N, na ausência ou presença de calagem.	37
Tabela 11. Massa das sementes de melão associada a fontes de N, na ausência ou presença de calagem.	38
Tabela 12. Massa da polpa de fruto de melão associada a fontes de N, na ausência ou presença de calagem.	38
Tabela 13. Espessura do mesocarpo (EM), diâmetro transversal do lóculo (DTL), diâmetro longitudinal do fruto (DLF), diâmetro transversal do fruto (DTF), índice de formato do fruto (IFF) para frutos do meloeiro associado às diferentes fontes de nitrogênio (N) na ausência e presença de calagem.	39
Tabela 14. Efeito de fonte e de calagem na espessura do mesocarpo (EM), diâmetro transversal do lóculo (DTL), diâmetro longitudinal do fruto (DLF), diâmetro transversal do fruto (DTF) em frutos do meloeiro associado a diferentes fontes de N, na ausência e presença de calagem.	40

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1. O meloeiro.....	14
2.1.1. Importância econômica do meloeiro	14
2.1.2. Diversidade genética, características morfofisiológicas e cultivares do meloeiro.....	15
2.2. Nitrogênio.....	17
2.2.1. Dinâmica dos fertilizantes nitrogenados no solo.....	17
2.2.2 Adubação nitrogenada do meloeiro.....	19
2.3. Manganês	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1. Localização da área experimental	21
3.2. Tratamentos, parcelas e delineamento experimental.....	22
3.3. Produção de mudas.....	22
3.4. Preparo do solo e adubação de plantio	22
3.5. Transplântio das mudas.....	23
3.6. Irrigação e adubação de cobertura.....	24
3.7. Condução das plantas e colheita.....	24
3.8. Cronologia.....	25
3.9. Características avaliadas	25
3.9.1. No solo	25
3.9.2. Na planta	25
A. Produtividade de frutos	26
B. Massa da parte aérea seca.....	26
C. Índice de colheita.....	26
D. Alterações morfológicas.....	26

3.9.3. Em pós colheita, no fruto	26
A. Massa do fruto seco	27
B. Rendilhamento da casca	27
C. Massa da casca, semente e polpa do fruto	27
D. Espessura do mesocarpo e diâmetro transversal do lóculo.....	27
E. Diâmetro transversal, longitudinal e índice de formato do fruto	27
4. RESULTADOS	28
4.1. pH do solo e teor de Mn no tecido vegetal.....	28
4.1.1. Variação nos valores ajustados de pH e no teor de Mn em folha de meloeiro	29
4.2. Condutividade elétrica do solo	31
4.3. Produção e produtividade de frutos.....	32
4.4. Massa da parte aérea seca.....	33
4.5. Massa do fruto seco.....	34
4.6. Índice de colheita e rendilhamento da casca	35
4.7. Alterações morfológicas.....	35
4.8. Massa da casca de frutos	37
4.9. Massa das sementes.....	37
4.10. Massa da polpa de fruto	38
4.11. Espessura do mesocarpo, diâmetro transversal do lóculo, diâmetros longitudinal e transversal e índice de formato do fruto de meloeiro.....	39
5. DISCUSSÃO.....	42
6. CONCLUSÕES.....	49
7. REFERÊNCIAS	50

1. INTRODUÇÃO

A cultura do meloeiro (*Cucumis melo* L.), adaptada a diversas condições edafoclimáticas e de manejo, destaca-se em termos de importância social e econômica dentre as hortaliças fruto. Melão é cultivado em todas as regiões do Brasil, tendo significativa relevância no mercado de frutas frescas, pelo volume de produção e vendas. Os frutos, em sua maioria, são comercializados no mercado interno, não obstante, sua exportação tem crescido ao longo dos últimos anos, com destaque para o mercado europeu (ARAÚJO & LIMA, 2019).

A crescente demanda pelo produto está, em grande parte, alicerçada nas características qualitativas dos frutos. Dentre as variáveis importantes para a atratividade do consumidor, destacam-se: cor da casca, tamanho, firmeza, aroma e sabor (balanço entre os açúcares solúveis e ácidos orgânicos) (FERRANTE et al., 2008; SENESI et al., 2002). A expressão de tais características depende da interação dos fatores genótipo, manejo cultural e condições edafoclimáticas, com destaque para a disponibilidade de nutrientes, proporcionando pleno crescimento das plantas e, conseqüentemente, dos frutos.

Dentre os nutrientes, o nitrogênio (N) é um dos mais relevantes para o desenvolvimento das plantas. Participando da síntese de aminoácidos, enzimas, clorofila e ácidos nucleicos, o N é fundamental em várias etapas dos processos metabólicos e fisiológicos das plantas superiores (KRAPP, 2015; MARSCHNER, 2012; TAIZ et al., 2016). Neste contexto, a adubação nitrogenada tem grande impacto sobre o crescimento vegetativo e aspectos reprodutivos da planta, sendo um dos principais fatores relacionados à produtividade e qualidade do fruto de melão (COELHO et al., 2003; FERRANTE et al., 2008; SHAFEEK, et al., 2015).

O N é absorvido em expressiva quantidade pelo meloeiro (KANO et al., 2010; MEDEIROS et al., 2008; SILVA JUNIOR et al., 2006; TEMOTEO et al., 2010). Vários trabalhos mostram correlação positiva entre a adubação nitrogenada e o aumento da produtividade do melão (CASTELLANOS et al., 2011; COELHO et al., 2001; FARIA et al., 2000; FONTES et al., 2004; MONTEIRO et al., 2006). No entanto, a aplicação de N nas formas nítricas e/ou amoniacais, é comumente feita em elevadas doses, que podem alterar a dinâmica do pH e, conseqüentemente, a disponibilidade de vários nutrientes no solo. Neste cenário, destacam-se as fontes amoniacais, que podem acidificar o solo e interferir na solubilidade do Mn, aumentando a absorção pelas plantas na forma de Mn^{2+} (ELAMIN & WILCOX, 1986; FERNANDO & LYNCH, 2015).

As reações de Mn no solo e nas plantas são muito complexas e dependentes da solubilidade. A solubilidade do Mn é influenciada pela dissolução do MnO_2 (CANTARELA et al., 2007), pela concentração deste no solo e pela acidez do solo. A disponibilidade de Mn aumenta à medida em que o pH do solo diminui, portanto, a toxicidade é comum em solos ácidos. A quantidade de Mn disponível para as plantas diminui 100 vezes para cada aumento de uma unidade de pH (FAGERIA & BALIGAR, 2008; SCHULTE & KELLING, 1999). As plantas podem sofrer impactos fisiológicos severos em pH abaixo de 5,3 (FERNANDO & LYNCH, 2015). A toxicidade por Mn em meloeiro pode ser evitada com calagem elevando o pH do solo acima de 5,0 (PINTO & SOUZA, 2009).

O excesso de Mn^{+2} pode inibir a absorção de outros nutrientes de natureza química semelhante como: Ca, Mg, Fe e Zn. Malavolta (1997) destaca que na forma de Mn^{2+} as propriedades químicas deste micronutriente são semelhantes às de metais alcalinos-terrosos como Ca^{+2} e Mg^{+2} , podendo esses cátions inibirem a absorção e transporte de Mn^{+2} nas plantas. Esse tipo de inibição não competitiva demonstra que, em solos com alta concentração de Mn, a calagem pode diminuir o efeito de toxicidade deste micronutriente em decorrência do aumento do pH do solo e da presença de Ca^{2+} e Mg^{2+} (PINTO, 2012).

Sintomas de toxicidade de Mn em melão têm sido descritos como pontuações cloróticas na superfície adaxial de folhas velhas e anéis aquosos em volta de pontuações necróticas na superfície abaxial (SIMOND et al., 1986). Este estudo mostrou que o valor crítico para a toxicidade de Mn em folhas de meloeiro é igual a 900 mg kg^{-1} de matéria seca e que a concentração nas folhas com e sem sintomas de toxicidade foi de aproximadamente 994 e 619 mg kg^{-1} de matéria seca, respectivamente.

Plantas podem apresentar sintomas de toxidez a depender do manejo que favoreça a acidificação do solo, com destaque para a aplicação de fertilizantes nitrogenados. O efeito sobre o pH do solo se deve ao caráter ácido ou básico do fertilizante nitrogenado. As fontes de N mineral associadas à liberação de NO_3^- tendem a alcalinizar o solo, enquanto as que liberam NH_4^+ , NH_4NO_3 e NH_2 , tendem a acidificar. Fontes de N de natureza ácida geram efeito acidificante mais intenso, podendo promover a redução do pH em curto período de tempo. Tal efeito é mais marcante principalmente quando o N é fornecido via fertirrigação, em função da permanência do fertilizante no bulbo molhado do solo (BORGES & SILVA, 2009).

O efeito acidificante ocorre em função da capacidade dos fertilizantes nitrogenados de doarem ou receberem prótons, ou ainda das reações resultantes da dissociação dos mesmos (PINTO & SOUZA, 2009). O N amoniacal, após ser absorvido pela raiz ou sofrer oxidação

biológica no processo de nitrificação, acidifica o solo. De forma contrária, para manter o equilíbrio elétrico ao absorver o N na forma nítrica, a planta libera hidroxilas e ácidos carbônicos na rizosfera, provocando a alcalinização no solo. Assim, aplicando-se fontes de N amoniacais, a disponibilidade de Mn^{2+} aumenta significativamente, como resultado da acidez produzida pela conversão de amônio (NH_4^+) em nitrato (NO_3^-) (SCHULTE & KELLING, 1999).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de fontes de N, na presença e ausência de calagem, sobre o pH e condutividade elétrica do solo, o teor de Mn na folha, características morfológicas e produção de frutos de melão em ambiente protegido.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O meloeiro

2.1.1. Importância econômica do meloeiro

O meloeiro (*Cucumis melo* L.), espécie da família Cucurbitaceae, é uma hortaliça fruto de grande importância econômica no mercado internacional. Segundo a FAO (2016), o melão está entre as oito frutas mais produzidas no mundo; em 2013 a área colhida foi de aproximadamente 1,34 milhões de hectares, com uma produção aproximada de 32 milhões de toneladas.

O núcleo formado por China, Turquia, Irã e Índia concentra 68,0 % da produção mundial de melão com destino preferencial o mercado interno. Egito, Estados Unidos e Espanha também se destacam no cenário produtivo, sendo a Espanha considerada a maior exportadora mundial deste fruto (ARAÚJO & LIMA, 2019).

No Brasil, a introdução da cultura se deu pelos imigrantes europeus que, em meados da década de 60, iniciaram o cultivo do melão no Rio Grande do Sul. Posteriormente, houve a expansão para o estado de São Paulo e, em seguida, para as regiões Norte e Nordeste (DUTRA, 2005). O meloeiro é uma cultura em franca expansão no cenário produtivo brasileiro ao longo das últimas décadas. Todas as regiões do Brasil produzem melão, concentrando-se no Nordeste cerca de 95% da produção nacional, onde Ceará e Rio Grande do Norte destacam-se como os principais produtores e contribuem em 87,0 % da produção nesta região (ARAÚJO & LIMA, 2019; OLIVEIRA et al., 2017). Em 2018, o Brasil produziu 581.478 t de melão, em uma área de aproximadamente 23.342 ha, alcançando rendimento médio de 24 t ha⁻¹ (IBGE, 2019).

Com grande representatividade nas exportações em 2018 foi a fruta fresca com o maior volume exportado, superando 197 mil t (KIST, 2018). Segundo projeções do MAPA (2019), até 2028/2029 deverá haver aumento na produção de melão de aproximadamente 35%, sendo o produto com maior incremento de exportação nos próximos dez anos.

2.1.2. Diversidade genética, características morfofisiológicas e cultivares do meloeiro

O meloeiro tem o suposto centro de origem no Sudoeste e Centro da Ásia e no Centro e Norte da Índia, com parentes próximos e alta diversidade genética na Austrália e China (SEBASTIAN et al., 2010; THAKUR et al., 2019). Em função das características inerentes ao centro de origem, possui ampla adaptação climática, podendo ser produzido em diversas regiões. No entanto, maiores produções têm sido observadas sob clima semi-árido, com verões quentes e sem chuva, onde os frutos apresentam maior qualidade e teor de açúcares. De forma geral, a maior produtividade de melão está condicionada à regiões que apresentem dias longos e quentes com alta radiação e com ausência de chuva no período de maturação (PARIS et al., 2012).

O melão possui grande diversidade em termos de características morfológicas, especialmente no que diz respeito ao tamanho do fruto, forma, coloração da polpa e casca. De forma geral, pode apresentar tamanho muito pequeno, de 5,0 cm de comprimento, ou frutos muito grandes que podem alcançar peso de 10 kg. Quanto ao formato, o fruto pode ser classificado como: esférico, oval, piriforme, fusiforme, extremamente longo e serpentino, podendo apresentar listras externas, lobos e sulcos ('suturas') ou ainda rugas ou verrugas. O fruto pode ser aromático ou não. A polpa pode variar de extremamente fina a espessa, assumindo coloração verde, laranja, creme ou branca, quando o fruto se encontrar maduro. O fruto pode apresentar sabor insípido, azedo ou tornar-se doce à medida que amadurece (BURGER et al., 2010; PARIS, et al., 2012).

A espécie *Cucumis melo* L. apresenta grande diversidade botânica. Após diversas classificações, chegou-se às subespécies *melo e agrestis*. A estas, estão associadas as variedades botânicas: *cantalupensis, reticulatus, adana, chandalak, ameri, inodorus, chate, flexuosus, dudaim, tibish e chito* (subespécie *melo*) e *momordica, conomon, chinensis, makuwa e acidulus* (subespécie *agrestis*) (TAKUR et al., 2019).

Centenas de cultivares comerciais com distribuição local, regional e internacional foram desenvolvidas buscando atender as diversas exigências do consumidor de melão. As cultivares estão classificadas em três grupos: *Reticulatus, Cantalupensis e Inodorosos*. Os grupos

Reticulatus e *Cantalupensis* caracterizam-se por apresentarem casca reticulada, diferindo pelo fato de que no segundo grupo a casca pode ser lisa ou rugosa. Os frutos destes dois grupos são geralmente lobados e sulcados apresentando, em sua maioria, 'suturas' salientes. Quando maduros, são ricamente aromáticos e climatéricos, possuindo tempo de pós colheita curto. O grupo *Inodoros* é caracterizado por frutos com casca lisa ou enrugada, podendo ser levemente lobulados ou não possuírem lobos, não são aromáticos e climatéricos, apresentando tempo de pós colheita superior aos frutos dos demais grupos (BURGER et al., 2006; GOLDMAN, 2002; PITRAT et al., 2000). Do ponto de vista comercial, *Reticulatus* foi incorporado a *cantalupensis* por apresentarem esta característica comum (NUNES et al. 2019). Esses são considerados melões nobres, assim denominados pelas características químicas e físicas que os diferem do grupo Inodoros.

As principais cultivares de melão produzidas comercialmente no Brasil pertencem aos grupos *Inodorus* (Amarelo, Pele-de-sapo e Honey dew) e *Cantalupensis* (Cantaloupe, Gália, Orange Flesh e Charentais) (NUNES et al., 2019). Destas cultivares, predomina o cultivo do melão Amarelo, apesar do cultivo do melão Cantaloupe ter ganhado destaque, principalmente nos estados do Paraná e São Paulo (ALVES, 2000; OLIVEIRA et al., 2010; ROSELATO, 1997). No Sudeste, basicamente se cultivam frutos do grupo *Cantalupensis*. A produção de melões nobres apresenta vantagens comerciais, pois tem alta cotação comercial e elevada lucratividade em pequena área (FACTOR et al., 2000; ITO et al., 2009). São produzidos preferencialmente em ambiente protegido, visando a garantia de elevada qualidade dos frutos, em função do melhor controle das condições de produção (MOREIRA et al., 2009).

O fruto de melão Cantaloupe tem casca rendilhada, formato redondo-ovalado e polpa de cor salmão, destacando-se pela agradável aparência externa (ITO et al., 2009; RIZZO, 1999). Além das aparências interna e externa, são frutos de alta qualidade, em função dos atributos aroma, sólidos solúveis totais, e acidez titulável.

A qualidade e a quantidade dos frutos do melão são determinadas por complexa rede de vias metabólicas que ocorrem durante o desenvolvimento e amadurecimento dos frutos as quais combinam interações genética, bioquímica, fisiológica e de manejo cultural (FONTES & PUIATTI, 2019). Tais interações tem sofrido intensa evolução na cultura do melão no Brasil e necessitam ser otimizadas, principalmente no manejo dos nutrientes em ambiente protegido. Dentre os nutrientes destaca-se o nitrogênio, cuja absorção pelo meloeiro é mais intensa quando comparada a outros nutrientes (DUTRA, 2005).

2.2. Nitrogênio

2.2.1. Dinâmica dos fertilizantes nitrogenados no solo.

O nitrogênio (N), elemento essencial para as plantas, é componente dos aminoácidos, proteínas, enzimas, DNA e RNA, clorofila, enzimas, ácido indolilacético entre outros compostos orgânicos (KRAPP, 2015), sendo absorvido pelas plantas como nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+).

A concentração de NH_4^+ em solos agrícolas é normalmente maior que a de NO_3^- , sendo a relação existente entre esses íons na solução do solo regulada por diversos fatores. Baixos pH e temperatura, acúmulo de compostos alelopáticos com base fenólica e baixo suprimento de O_2 atuam inibindo a atividade microbológica, resultando em mais alta concentração de NH_4^+ no solo (BRITO, 2002; FAGERIA & BALIGAR, 2008)

O N necessário ao crescimento da planta de melão é, além do N existente no solo, normalmente oriundo de fertilizantes minerais. É sabido que os fertilizantes nitrogenados podem promover mudanças no pH do solo e, conseqüentemente, alterar a dinâmica dos demais nutrientes na solução. Sob condição de elevado pH, é reduzida a absorção de Fe, Mn e Zn pelas plantas, enquanto sob baixo pH é reduzida a absorção de Ca e Mg. Assim, afetando a absorção e a disponibilidade de nutrientes no solo, o pH é determinante para o crescimento e a manifestação de sintomas de deficiência ou de toxicidade nas plantas.

Ureia e sulfato de amônio são as fontes de N mineral mais aplicadas na produção agrícola em todo o mundo. Ambas liberam NH_4^+ como produto de sua dissociação no solo. A acidificação do solo em decorrência do uso de fertilizantes nitrogenados amoniacais é resultado da produção de íons H^+ , que são liberados em função da dissociação do NH_4^+ em NO_3^- . No solo, este processo é denominado nitrificação, sendo realizado por bactérias heterotróficas e autotróficas (FAGERIA & BALIGAR 2008). Assim, as fontes de N mineral que promovem acidificação podem alterar a dinâmica dos nutrientes no solo, como a do Mn. Nesse contexto, espera-se que a aplicação de calcário, seja nas formas de carbonato de cálcio ($CaCO_3$) ou de carbonato de Ca e Mg ($CaMgCO_3$), aumentando o pH do solo, minore os efeitos da acidificação oriundos da adubação, reduzindo a toxicidade por Mn nas plantas e, conseqüentemente, melhorando o crescimento e aumentando a produtividade.

Ademais, pode haver efeito diferenciado e interativo da calagem com a fonte de N. Alterando o pH do solo, a aplicação de diferentes fertilizantes nitrogenados, principalmente via gotejamento, na cultura do melão em ambiente protegido, pode afetar a produtividade e qualidade dos frutos.

Além do N, os fertilizantes minerais nitrogenados possuem íons acompanhantes. Assim, o sulfato de amônio possui 20,0 % de N e 22,0 % de S. A ureia é comercializada na forma de grânulos brancos com 46,0 % de N na forma amídica. O nitrato de amônio tem 32,0 % de N (50,0 % N - nítrico e 50,0 % N - amoniacal). O nitrato de potássio possui 13,0 % de N na forma nítrica e 44,0 % de K_2O .

Os fertilizantes nitrogenados possuem diferentes índices salinos (IS) que podem modificar a pressão osmótica do solo (condutividade elétrica). Nitrato de amônio, ureia, sulfato de amônio, nitrato de potássio, e cloreto de potássio possuem o Índice Salino de 105, 75, 69, 74 e 116, respectivamente (TRANI & TRANI, 2011). Além do índice salino (IS) da fonte adicionada, a intensidade de modificação da pressão osmótica do solo depende de outros fatores adicionais como dose aplicada, localização do adubo, teor de umidade, temperatura e intensidade da ação microbiológica no solo. O IS do fertilizante é conceituado como a razão entre o aumento na pressão osmótica da solução produzida pelo material fertilizante e a produzida pela mesma massa de $NaNO_3$, cujo IS = 100. O IS indica a tendência dos fertilizantes em criar condição salina no solo, que pode ser prejudicial às plantas. O IS dos fertilizantes aplicados é a soma de cada componente adicionado. Para 100 kg de N fornecidos como sulfato de amônio, nitrato de amônio e ureia, os índices salinos são 36, 34 e 18, respectivamente (adaptado de MORTVEDT, 2001). Para 100 kg de K_2O como cloreto de potássio, o IS é 13.

Os fertilizantes apresentam também diferentes valores de pH. Entre parênteses encontra-se o valor inicial de pH dos fertilizantes utilizados no presente trabalho: nitrato de amônio (5,4), ureia (7,6), sulfato de amônio (4,2), nitrato de potássio (6,5), cloreto de potássio (5,8) e superfosfato simples (3,0). Tais fertilizantes, principalmente os nitrogenados, podem acidificar o solo. Nitrato de amônio, ureia, sulfato de amônio e nitrato de potássio possuem índice de acidez + 62, + 71, + 110 e 0, respectivamente, que correspondem aos valores de $CaCO_3$ necessários para neutralizar 100 kg do fertilizante (TRANI & TRANI, 2011). Ou seja, o poder acidificante da ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio é respectivamente 29, 45 e 25 kg ha^{-1} de calcário para neutralizar a acidez propiciada por 100 kg dos mesmos (IMAZAKI & KADOTA, 2019).

Pode ocorrer resposta diferencial das culturas às fontes de N. A diferença é devida à forma do N no adubo, nítrica ou amoniacal, associada à taxa de liberação do N para o sistema solo/planta, além do íon acompanhante. Também há interação diferenciada de fontes de N com fatores edafoclimáticos, mecanismos de perdas, interação com outros nutrientes, pH do solo (MAÇÃS, 2008) e com o manejo da cultura.

Os fertilizantes nitrogenados, nítricos e amoniacais, afetam diferentemente algumas características da planta. Comparado ao NO_3^- , o NH_4^+ propicia plantas com reduzido sistema radicular e área foliar, que contribuem para baixo ganho de carbono e inibição do crescimento (GUO et al., 2007). Alta oferta de K pode aliviar o estresse de NH_4^+ via competição catiônica e melhorar o crescimento das plantas aumentando a absorção e assimilação de nutrientes. Embora o NH_4^+ seja intermediário em reações metabólicas, pode resultar em sintomas de toxicidade em plantas superiores quando fornecido como a única fonte de N (BRITTO et al., 2002). Em trigo o fornecimento de NO_3^- aumentou o crescimento das raízes, absorção de N e produtividade fotossintética das plantas em comparação com as tratadas com NH_4^+ . Em comparação com o NO_3^- , a biomassa do trigo foi reduzida em 54% ou 85% em condição de baixa ou alta dose de N como NH_4^+ (GUO et al., 2019). O suprimento misto de nitrogênio ($NO_3^- + NH_4^+$) em hidroponia, a fotossíntese e o crescimento foliar do milho via aumento da síntese de auxina facilitadora da absorção de N e assimilação de C na formação dos açúcares e na sinalização regulatória dos metabolismos de C e N da planta (WANG et al. (2019 b).

2.2.2 Adubação nitrogenada do meloeiro.

O fornecimento adequado de nutrientes influencia diretamente a produtividade e qualidade dos frutos de melão. Nitrogênio e potássio são os nutrientes mais acumulados pela cultura (DUTRA 2005; TYLER & LORENZ, 1965).

O N está diretamente relacionado a diversos processos como fotossíntese, respiração, desenvolvimento e atividades das raízes, absorção de outros nutrientes, regulação do crescimento e diferenciação celular. O fornecimento de dose inadequada de N leva a modificações morfofisiológicas na planta que podem afetar a floração, as características físicas dos frutos e limitar o crescimento vegetativo (CARMELLO, 1999; DUTRA, 2005). Queiroga et al. (2007) salientaram que a adubação nitrogenada pode aumentar significativamente a produtividade e a qualidade de frutos de meloeiro, com ganho em produtividade total de 34,14 t ha⁻¹ sem aplicação de nitrogênio para 46,50 t ha⁻¹ com aplicação da dose ótima, resultados que corroboram com Fontes et al. (2004).

O N afeta a qualidade do fruto, podendo melhorar características físicas e químicas e, por consequência, aumentar a vida de pós-colheita. O N está associado ao teor de sólidos solúveis, a consistência da polpa, tamanho, formato e a coloração dos frutos, aparência e espessura da casca (CHAVES et al., 2014; COELHO et al., 2003; FARIA et al., 2000; QUEIROGA et al., 2007).

O aumento da dose de N em plantas de melão, proporciona aumento da biomassa das plantas e rendimento de frutos (SHAFEEK et al., 2015). Os autores atribuíram estes resultados ao efeito do N na melhoria das seguintes condições: disponibilidade de nutrientes, atividade fotossintética, síntese de proteínas, clorofila e enzimas, crescimento radicular, lipídios, formação de ATP e ADP, ativação de enzimas e aumento da translocação de assimilação de K. Neste estudo também se confirmou a relação do N na melhoria da qualidade física e química dos frutos de meloeiro.

2.3. Manganês

O Mn, elemento presente nos solos de maneira generalizada, é micronutriente essencial para as plantas, porém pode ser fonte de estresse abiótico. O Mn absorvido pelas plantas é oriundo da dissolução de MnO_2 , forma normalmente presente em solos bem aerados (NOVAIS et al., 2007). Está presente no solo nas formas Mn^{2+} , Mn^{3+} e Mn^{4+} , sendo fitodisponível na primeira e insolúvel, mas facilmente reduzido, nas demais. O status redox do Mn e, portanto, sua disponibilidade para as plantas é altamente influenciada pela concentração deste elemento no solo, assim como pela atividade de prótons (pH) e de elétrons (pe). Em solos ácidos, com pH abaixo de 5,3, a solubilidade do Mn^{2+} pode ser suficientemente alta para induzir problemas de toxicidade nas culturas (FAGERIA 2008; FERNANDO 2015; LING et al., 2019). De acordo com Milaleo et al., (2010), em pH mais alto (até 8,0) predominam as formas insolúveis, indisponíveis para as plantas, e além disso, é possível que nesta condição a adsorção do Mn às partículas do solo contribuam para a redução da disponibilidade.

As reações do Mn nos solos são complexas e influenciadas por diversos processos físicos, químicos e microbiológicos. Dentre os fatores intervenientes na dinâmica deste elemento no solo e que determinam a quantidade disponível para as plantas, destacam-se: pH, teor de matéria orgânica, umidade e aeração. Estando disponível na solução do solo, as raízes das plantas absorvem o Mn na forma de Mn^{2+} . Após absorvido, a toxicidade dependerá da translocação e uso do Mn pela planta, e também da concentração de outros elementos que afetam a absorção do mesmo (LING et al., 2019).

Os impactos causados pela toxidez do Mn nas plantas são altamente dependentes da espécie, cultivar ou genótipo. Entretanto, de maneira geral, a toxidez pode alterar a atividade enzimática, absorção e translocação, além da utilização de outros nutrientes como Ca, Mg, Fe e

P, ocasionando estresse oxidativo (MILALEO et al., 2010). Por sua essencialidade às plantas, participa da estrutura de proteínas e enzimas ligadas à fotossíntese. Quando em excesso, o Mn é prejudicial ao aparato fotossintético e, na deficiência, pode comprometer os cloroplastos por afetar o funcionamento do fotossistema II (MILALEO et al., 2010).

Somado a questão genética que influencia a suscetibilidade da planta à toxicidade por Mn e à concentração do elemento na solução do solo, o tipo e a extensão dos sintomas também estão relacionados às condições ambientais, com destaque para a intensidade luminosa e temperatura (FERNANDO & LYNCH, 2015). Sintomas de toxidez por Mn, tais como distorções e produção de manchas escuras nas folhas e morte do tecido foliar, foram descritos por Schulte & Kelling (1999). Elamin & Wilcox (1986) citam que o teor crítico de toxicidade de Mn na folha de ervilha, soja, algodão e girassol é 300; 600; 750 e 5.300 mg kg⁻¹ de matéria seca, respectivamente. Em folhas de cana-de-açúcar, teor de Mn superior a 500 mg kg⁻¹ está associado a alterações como clorose foliar, níveis extremamente baixos de clorofila, diminuição da massa de folhas e altura das plântulas (LING et. al 2019).

Adição de N na forma amoniacal aumenta a disponibilidade de Mn, como resultado da acidez produzida pela conversão de amônio em nitrato. A quantidade de manganês em solução diminui 100 vezes para cada aumento de uma unidade no pH do solo (de 5,0 a 6,0), sendo a toxidez mais comum em solos com pH menor que 5,5, pois a disponibilidade de Mn aumenta à medida que o pH do solo diminui (FAGERIA & BALIGAR; 2008; SCHULTE & KELLING,1999). O excesso de Mn encontrado em solos ácidos ocorre especialmente quando esses possuem baixos teores de matéria orgânica e são temporariamente encharcados. Solos ácidos e arenosos podem conter altos níveis deste elemento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização da área experimental

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Viçosa (UFV), Campo Experimental Professor Diogo Alves de Melo, no período de novembro de 2017 a março de 2018, em ambiente protegido. A casa de vegetação em formato capela com orientação Norte-Sul, tem 7,0 m de largura por 35,0 m de comprimento. A altura dos esteios laterais é de 3,0 m e do vão central de 3,8 m, estando coberta com filme de polietileno transparente de 1,0 mm de espessura.

3.2. Tratamentos, parcelas e delineamento experimental

Os tratamentos corresponderam ao fornecimento de quatro fontes de N mineral, à saber: ureia [CO(NH₂)₂], sulfato de amônio [(NH₄)₂SO₄], nitrato de amônio [NH₄NO₃] e nitrato de potássio [KNO₃], associadas ou não à calagem. O experimento foi implantado sob delineamento experimental de blocos casualizados, com oito tratamentos e cinco repetições. Cada linha de plantio foi considerada uma parcela, contendo 16 plantas. Transplantou-se uma muda em cada cova, no espaçamento de 0,4 m entre plantas e 1,0 m entre linhas, totalizando 76,8 m² de área plantada. Dentro de cada linha, duas plantas úteis foram antecedidas e sucedidas por uma planta de bordadura. Do total de 10 linhas de plantio, oito corresponderam às quatro fontes de N com e sem calagem, e duas à bordadura. As bordaduras corresponderam às duas linhas laterais e as plantas iniciais e finais de cada linha.

3.3. Produção de mudas

Foram utilizadas sementes de melão (*Cucumis melo* L.) do grupo Cantaloupe, híbrido Pampa, da Topseed[®]. O híbrido apresenta ciclo médio de 75 dias, frutos com casca rendilhada, formato oval, coloração creme com peso médio de 2,5 kg. A semeadura foi realizada no dia 01 de novembro de 2017, utilizando bandejas de polietileno de 128 células, preenchidas com substrato comercial para hortaliças Tropstato[®]. Segundo informações do fabricante os principais componentes do produto são: casca de pinus, vermiculita, superfosfato simples e nitrato de potássio. Foram distribuídas duas sementes por célula e posterior raleio.

3.4. Preparo do solo e adubação de plantio

O solo foi submetido à pousio seco com total eliminação de plantas invasoras durante os três meses que antecederam a implantação do experimento. A análise química do solo e os resultados encontram-se na tabela 1. Determinou-se a necessidade de calagem (NC) com base na análise química do solo, visando elevar a saturação por bases para 80,0 %. A determinação da necessidade de calagem (NC) foi feita pelo método da saturação por bases, segundo a fórmula:

$$NC = \frac{V_f - V_i}{100} * T \quad \dots (1)$$

Em que:

V_f corresponde à saturação por bases a que se pretende atingir (80%);

$V_i = V$, corresponde à saturação por bases do solo de acordo com a análise química e, T é a Capacidade de Troca Catiônica do solo (CTC).

Quinze dias antes do transplântio, foi aplicado 2,32 t ha⁻¹ de calcário dolomítico nas linhas de plantio que receberam os tratamentos associados à calagem. Foi utilizado o calcário “filer” (CDF) que possui as seguintes características: PRNT - 100%; PN - 100%; teor de MgO - 18% e CaO - 30% e natureza física pó.

A calagem foi seguida por aração, gradagem e irrigação semanal. A abertura dos sulcos foi realizada no dia que antecedeu o transplântio. As adubações foram feitas de acordo com o resultado

Na adubação de plantio, aplicaram-se nos sulcos: 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato simples, 13,5 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de KCl e 102 kg ha⁻¹ de N nas formas de ureia [CO(NH₂)₂], sulfato de amônio [(NH₄)₂SO₄], nitrato de amônio [NH₄NO₃] e nitrato de potássio [KNO₃], nas respectivas linhas de cada tratamento.

Tabela 1. Análise química do solo.

pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	T
H ₂ O	mg/dm ³		cmol/dm ³					
4,37	121,0	96	6,73	0,98	0,10	4,9	7,96	8,06
T	V	m	MO	P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu
cmol/dm ³	%		dag/kg	mg/L	mg/dm ³			
12,86	61,9	1,2	2,63	43,7	10,63	61,7	110,4	3,85

Fonte: Laboratório de análises de solo, tecido vegetal e fertilizantes (Universidade Federal de Viçosa - Departamento de solo).

pH em água - Relação 1:2,5; P, K, Fe, Mn, Cu - Extrator Mehlich 1; Ca, Mg, Al - Extrator: KCl - 1 mol/L; H+Al - Extrator: Acetato de cálcio 0,5 mol/L.

3.5. Transplântio das mudas

As mudas permaneceram nas bandejas até atingirem o estágio da terceira folha completamente desenvolvida (em torno de 15 dias após a semeadura). Nesta fase foi realizada a seleção, visando padronizar as mudas por tamanho e vigor, eliminando-se aquelas mal formadas. O transplântio foi realizado manualmente, não sendo necessário o replântio.

3.6. Irrigação e adubação de cobertura

O manejo da irrigação foi realizado de acordo com a exigência da cultura nas distintas fases de desenvolvimento fenológico, sendo iniciada imediatamente após o transplante. Foi adotado sistema de irrigação por gotejamento, utilizando-se mangueira gotejadora com emissores espaçados de 0,20 m entre si. A mangueira gotejadora foi disposta sobre o solo, paralelamente as linhas de plantio e distante 5 cm, fixadas por piquetes no final de cada linha. Quinze dias após o transplante foi iniciada a fertirrigação, distribuídas em sete aplicações com intervalos regulares semanais.

Na primeira e segunda parcela da adubação de cobertura, foram aplicadas 19,40 kg ha⁻¹ de N, nas formas de ureia [CO(NH₂)₂], sulfato de amônio [(NH₄)₂SO₄], nitrato de amônio [NH₄NO₃] e nitrato de potássio [KNO₃], e 3,15 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de KCl. Na terceira, quarta e quinta parcela da adubação, foram aplicados 54,74 kg ha⁻¹ de N (nas formas supracitadas) e 6,30 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de KCl. Na sexta e sétima parcela da adubação, aplicou-se 19,40 kg ha⁻¹ de N (nas formas supracitadas) e 3,15 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de KCl. As fertirrigações foram realizadas no período da manhã. A dose total de N foi 344 kg ha⁻¹, seguindo-se o trabalho de campo de Coelho et al., (2003), em Viçosa.

3.7. Condução das plantas e colheita

As plantas foram conduzidas com três hastes, segundo recomendação de Brandão Filho & Vasconcellos (1998). Foram realizadas desbrotas até o 11° entrenó, deixando-se os ramos secundários nos 12°, 13° e 14°, onde as flores hermafroditas e os frutos se desenvolvem. Dos três ramos secundários preservados, selecionaram-se os dois melhores, que permaneceram até o final do ciclo. Os demais ramos que surgiram acima dos dois ramos secundários selecionados também foram eliminados. O tutoramento foi feito com fitilhos, presos na posição vertical em dois arames, sendo um localizado ao nível do solo e outro a 2,0 m de altura, ambos esticados e amarrados em mourões de madeira localizados no início, meio e final das linhas de plantio. A primeira colheita foi realizada no dia 28 de janeiro de 2018 (82 DAE) e as demais ocorreram nos dias: 29 e 30 de janeiro, e 02, 05 e 07 de fevereiro. As colheitas foram realizadas quando os frutos apresentaram camada de abscisão no pedúnculo. A colheita foi feita no período da manhã, sendo os frutos imediatamente acondicionados em câmara fria a temperatura de 4 °C para análises posteriores.

3.8. Cronologia

A calagem foi feita no dia 08/11/2017, sendo o transplante realizado quinze dias após em 23/11/2017. Nesta data também foi feita a adubação de plantio com N, P e K nas doses e fontes supracitadas. A adubação de cobertura com N e K, como descrita anteriormente foi dividida em sete parcelas e realizada via fertirrigação com frequência semanal. A primeira ocorreu quinze dias após o transplante (DAT) em 08/12/2017, data que corresponde a 30 dias após a calagem (DAC) e a última foi realizada em 19/01/2018. Esse período é correspondente a 28 e 77 DAC. As coletas de solo para acompanhamento do pH foram realizadas semanalmente iniciadas no dia 29/11/2017 com término em 02/02/2018, estas datas correspondem ao período de 21 a 91 DAC. A primeira coleta ocorreu aos seis DAT, e após a segunda coleta de solo iniciou-se a fertirrigação. Foi coletado solo durante onze semanas consecutivas. Em 27/12/2019 iniciaram as coletas folha para análise do teor de Mn durante cinco semanas consecutivas, período correspondente a 49 e 77 DAC.

3.9. Características avaliadas

3.9.1. No solo

Na linha correspondente a cada tratamento, foi coletada, entre os gotejadores, amostra de solo a 20,0 cm de profundidade. Realizaram-se onze coletas no período entre 21 a 91 dias após a calagem (DAC). A data de 21 DAC correspondeu a 6 dias após o transplante das mudas. Em laboratório, as amostras foram destorroadas, secas ao ar, moídas e passadas em peneira de malha de 2 mm, obtendo-se terra fina seca ao ar (TFSA) onde foi determinado o pH em água, com o pHmetro digital de bancada como descrito por Teixeira (2017). A condutividade elétrica foi determinada a 25 °C em extrato aquoso, na relação 1:5 (solo:água) com condutímetro digital (RAIJ et al., 2001).

3.9.2. Na planta

Trinta e quatro dias após o transplante das mudas, período entre o florescimento e o pegamento do primeiro fruto, iniciaram-se cinco coletas semanais sucessivas da quarta folha totalmente expandida a partir do ápice (QFTE), para análise química de manganês. Após coletada, a QFTE foi acondicionada em sacos de papel e secas em estufa de circulação de ar forçada a 70 °C até atingir massa constante. Em seguida, este material foi triturado em almofariz

e submetido à digestão nítrico-perclórica para a determinação do teor de Mn por espectrofotometria de absorção atômica.

A. Produtividade de frutos

O fruto de cada planta foi pesado individualmente e o resultado referenciado como produção de frutos. A produtividade por hectare foi determinada por meio da produção por planta considerando a população de 25.000 plantas ha⁻¹.

B. Massa da parte aérea seca

Ao final do ciclo, a parte aérea da planta foi coletada e dividida em folha, caule e fruto. Os frutos foram contados e, posteriormente, conservados em câmara sob refrigeração a 4 °C. As demais partes foram acondicionadas separadamente em sacos de papel, sendo postas a secar em estufa de circulação forçada a 70 °C até atingirem massa constante e pesadas para determinação da massa da parte aérea seca.

C. Índice de colheita

O índice de colheita (IC) foi determinado pela razão entre a massa do fruto seco e a massa total da planta seca, expresso em porcentagem (%), obtido segundo a seguinte relação:

$$IC = \frac{MFS}{MPLS + MFS} * 100 \quad \dots (2)$$

Em que:

MFS corresponde a massa de fruto seco, e

MPLS a massa da planta seca.

D. Alterações morfológicas

As alterações morfológicas ocorridas na parte aérea das plantas, foram registradas com câmara digital. O registro das alterações nas folhas, ramos e frutos verdes foi feito no campo, e as imagens dos frutos maduros no laboratório em câmara escura.

3.9.3. Em pós colheita, no fruto

Os frutos foram submetidos a análises físicas de pós-colheita, à saber: massa do fruto seco, rendimento da casca, massa do fruto, sementes, casca e polpa, diâmetro transversal e longitudinal e índice de formato do fruto, espessura do mesocarpo e diâmetro transversal do lóculo.

A. Massa do fruto seco

Após a pesagem da casca, semente e polpa, estas foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada a 70 °C até atingirem massa constante, posteriormente foram pesadas para determinação da massa do fruto seco.

B. Rendilhamento da casca

Foram atribuídas notas de 1 a 5 para determinar a porcentagem de rendilhamento da casca, sendo 1, 2, 3, 4, e 5 correspondentes à 0, 25, 50, 75 e 100%. (COELHO, 2003; QUEIROGA, 2007).

C. Massa da casca, semente e polpa do fruto

Após pesados os frutos para a determinação da produção, estes foram divididos em semente, casca e polpa. Separadamente, as partes foram pesadas para determinar-se a massa de cada segmento.

D. Espessura do mesocarpo e diâmetro transversal do lóculo

Com os frutos partidos no sentido longitudinal, utilizando paquímetro digital, determinaram-se o diâmetro transversal do lóculo e a espessura do mesocarpo, ambos na parte mediana do fruto.

E. Diâmetro transversal, longitudinal e índice de formato do fruto

Os diâmetros transversal e longitudinal dos frutos foram determinados após a secção dos frutos nos respectivos sentidos com uso de fita métrica. O índice de formato de fruto foi obtido pela razão entre comprimento e diâmetro dos frutos segundo metodologia proposta por Lopes (1982) e descrita por Queiroga (2007).

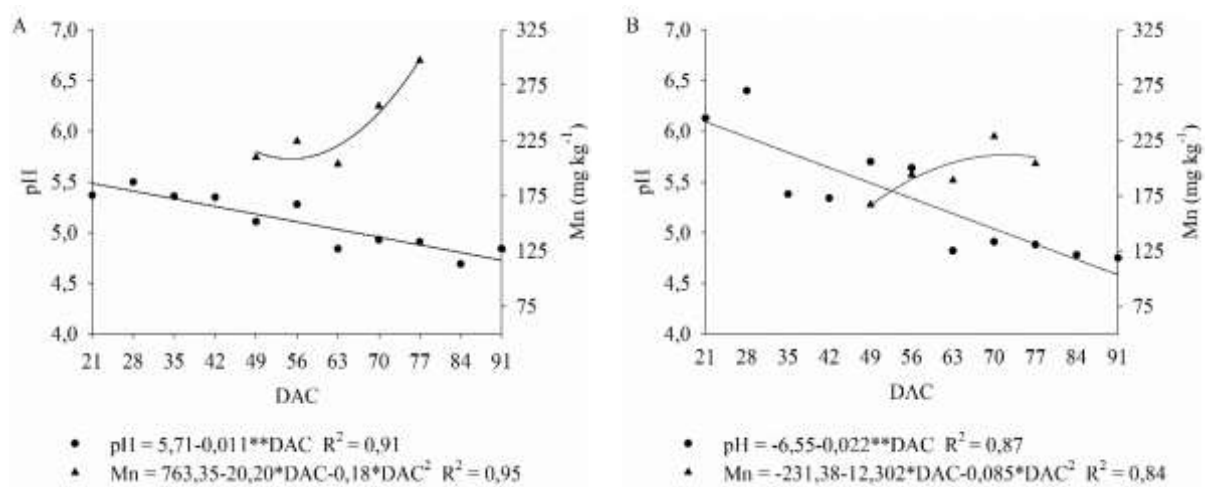
Os dados obtidos foram analisados por meio de análise de variância e regressão no tempo utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genética SAEG 9.1 (SAEG, 2007). A escolha das equações de regressão foi baseada na significância dos coeficientes de regressão (R^2).

4. RESULTADOS

4.1. pH do solo e teor de Mn no tecido vegetal

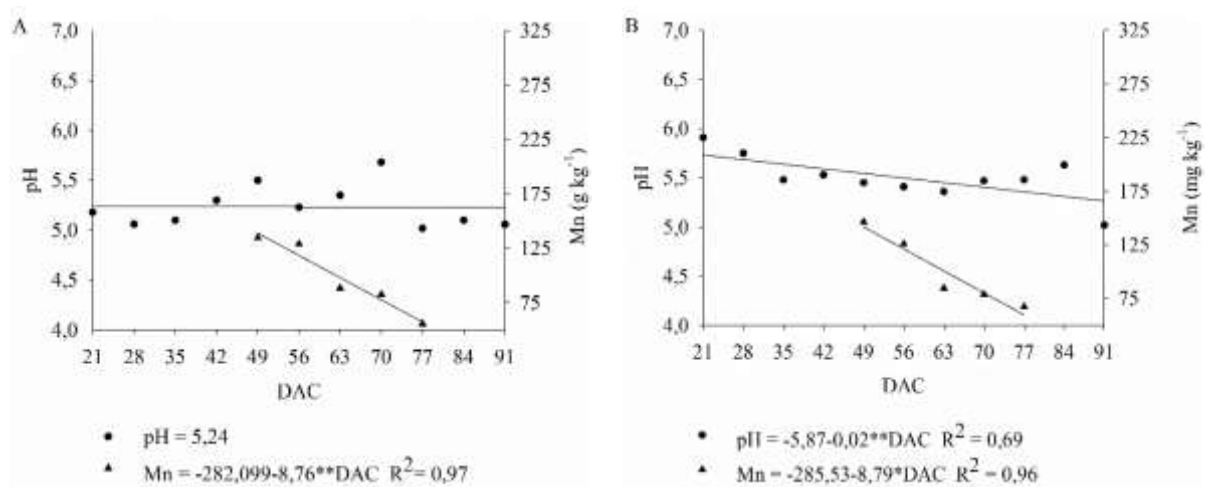
Os valores temporais do pH do solo e do teor de Mn na massa da quarta folha totalmente expandida (QFTE) seca a partir do ápice do meloeiro em função de fontes de nitrogênio e calagem estão apresentados nas Figuras 1, 2, 3 e 4.

Figura 1. Valores temporais do pH do solo e do teor de Mn em folha de meloeiro adubado com sulfato de amônio na ausência (A) e presença de calagem (B).



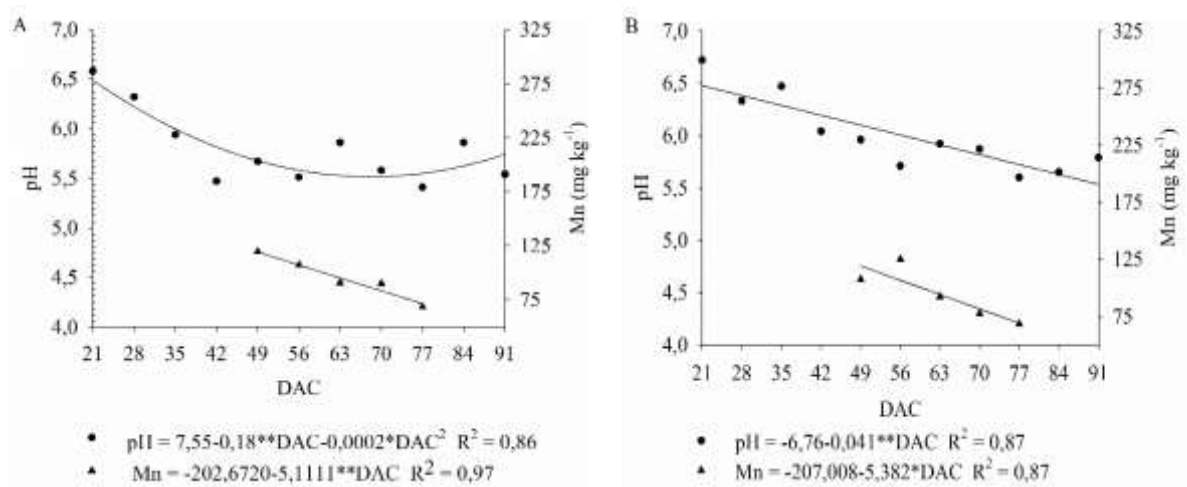
Fonte: A autora

Figura 2. Valores temporais do pH do solo e do teor de Mn em folha de meloeiro adubado com ureia na ausência (A) e presença de calagem (B).



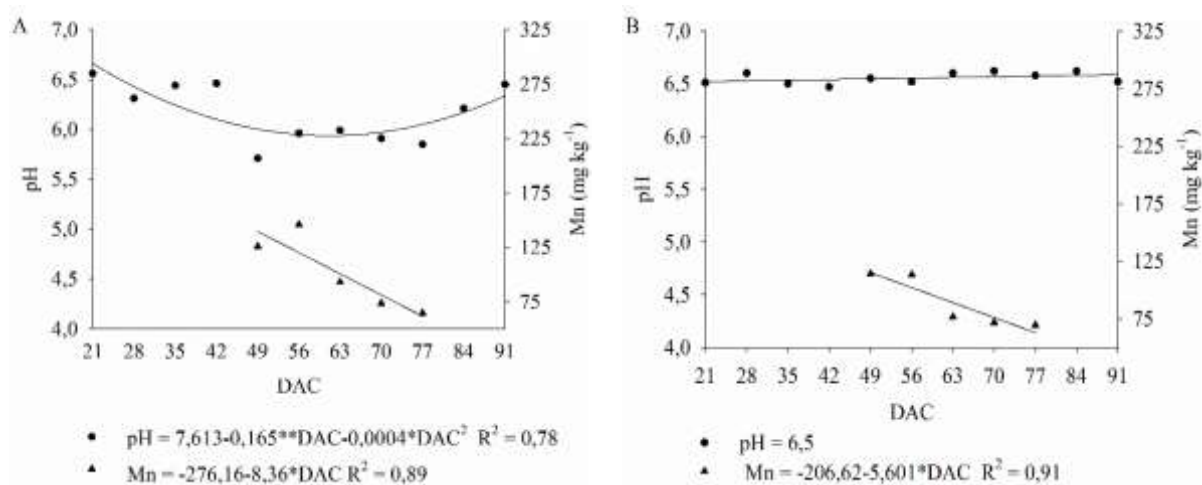
Fonte: A autora

Figura 3. Valores temporais do pH do solo e do teor de Mn em folha de meloeiro adubado com nitrato de amônio na ausência (A) e presença de calagem (B).



Fonte: A autora

Figura 4. Valores temporais do pH do solo e do teor de Mn em folha de meloeiro adubado com nitrato de potássio na ausência (A) e presença de calagem (B).



Fonte: A autora

4.1.1. Variação nos valores ajustados de pH e no teor de Mn em folha de meloeiro

O pH original do solo era 4,37. Os valores ajustados do pH do solo na primeira (21 DAC) e última (91 DAC) avaliações estão na Tabela 2. E os valores ajustados do teor de Mn folha do meloeiro na primeira (49 DAC) e última (77 DAC) avaliação estão na Tabela 3.

Tabela 2. Valores ajustados do pH do solo na primeira (21 DAC) e última (91 DAC) avaliação em função de fontes de nitrogênio na ausência e presença de calagem.

Fonte de N	21 DAC		91 DAC	
	Calagem			
	Ausência	Presença	Ausência	Presença
Sulfato de amônio (SA)	5,37	6,13	4,84	4,75
Ureia (UR)	5,18	5,91	5,06	5,02
Nitrato de Amônio (NA)	6,58	5,72	5,54	5,79
Nitrato de Potássio (NK)	6,56	6,51	6,45	6,52

Fonte: A autora

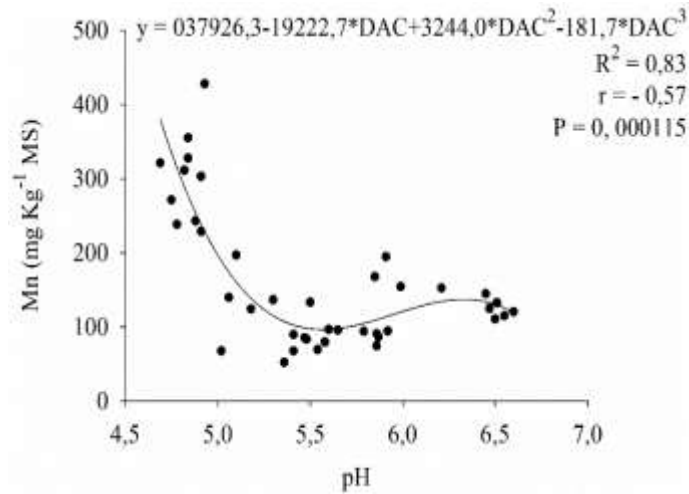
Tabela 3. Valores ajustados do teor de Mn em folha de meloeiro na primeira (49 DAC) e última (77 DAC) avaliação e em função de fontes de nitrogênio na ausência e presença de calagem.

Fonte de N	49 DAC		77 DAC	
	Calagem			
	Ausência	Presença	Ausência	Presença
Sulfato de amônio (SA)	209,8	167,11	297,37	204,14
Ureia (UR)	134,75	146,63	55,75	67,5
Nitrato de Amônio (NA)	119,61	107,27	68,54	68,25
Nitrato de Potássio (NK)	125,82	114,07	64,57	69,46

Fonte: A autora

A correlação entre pH do solo e do teor Mn na quarta folha totalmente expandida seca a partir do ápice do meloeiro em função de fontes de nitrogênio e calagem está apresentada na Figura 5.

Figura 5. Correlação entre pH do solo e teor de Mn em folha de meloeiro adubado com fontes de nitrogênio na ausência e presença de calagem.



Fonte: A autora

4.2. Condutividade elétrica do solo

Os valores da variação e das médias da condutividade elétrica da solução do solo (CE) estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Variação e média da condutividade elétrica no extrato aquoso (1:5), da solução do solo sob influência de diferentes fontes de N na ausência e presença de calagem, observada ao longo de dez épocas de amostragem.

Fontes de N	Calagem				Média
	Ausência		Presença		
	Variação	Média	Variação	Média	
Sulfato de amônio (SA)	226 – 914	461,5±193,0	140 – 708	389,8±156,4	425,7
Ureia (UR)	141 – 578	315,6±130,7	159 – 574	299,2±128,6	307,4
Nitrato de amônio (NA)	154 – 726	376,6±168,7	178 – 496	315,6± 90,9	346,1
Nitrato de potássio (NK)	175 – 705	415,3±179,2	154 – 772	420,8±193,9	418,1
Média		392,3 ± 23,2		356,4 ± 37,7	374,4

Fonte: A autora

4.3. Produção e produtividade de frutos

Os valores da produção de frutos de melão por planta estão apresentados na Tabela 5, e a correspondente produtividade por hectare estão apresentados na Tabela 6. Ambos são resultantes da associados às fontes de N, na ausência e presença de calagem.

Tabela 5. Produção de frutos por planta de melão associada a fontes de nitrogênio (N) na ausência e presença de calagem.

Fonte de N	Calagem		Efeito de fonte	
	Ausência	Presença	Σ	ΔX
	g planta ⁻¹			%
Sulfato de amônio (SA)	143,08 Ba	289,16 Ca	432,24	1,00
Ureia (UR)	357,22 ABb	1573,48 Aa	1930,70	3,47
Nitrato de amônio (NA)	706,82 Ab	1832,16 Aa	2538,98	4,87
Nitrato de potássio (NK)	628,51 Aa	865,38 Ba	1493,89	2,46
Σ (t/ha)	835,63	60,18		
ΔX (%)	1,00	1,48		

Fonte: A autora

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0.05$).

Tabela 6. Produtividade de frutos de meloeiro associada a fontes de nitrogênio (N) na ausência ou presença de calagem.

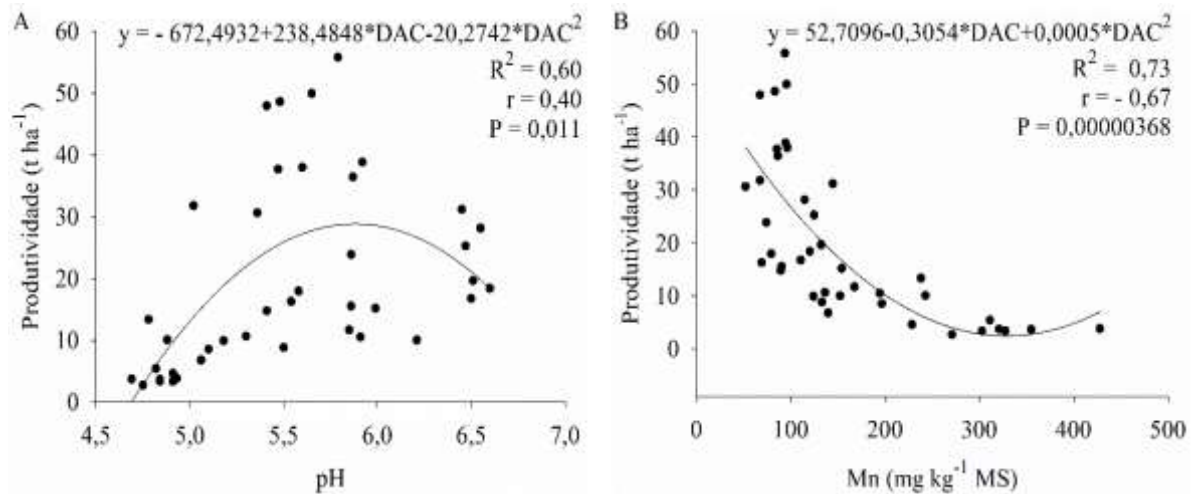
Fonte de N	Calagem		Efeito de fonte	
	Ausência	Presença	Σ	ΔX
	t ha ⁻¹			%
Sulfato de amônio (SA)	3,58 Ba	7,23 Ca	10,81	1,00
Ureia (UR)	8,93 ABb	39,34 Aa	48,27	3,47
Nitrato de amônio (NA)	17,67 Ab	45,80 Aa	63,47	4,87
Nitrato de potássio (NK)	15,71 Aa	21,63 Ba	37,34	2,46
Σ (t/ha)	45,89	114,00		
ΔX (%)	1,00	1,48		

Fonte: A autora

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0.05$).

A correlação entre produtividade de melão por hectare e pH do solo e entre a produtividade de melão por hectare e o teor de Mn na matéria seca da quarta folha totalmente expandida a partir do ápice de melão estão apresentadas na Figura 6.

Figura 6. Correlação entre produtividade de frutos de melão e pH do solo (A), produtividade de frutos de melão e teor de Mn em folha de meloeiro adubado com diferentes fontes de nitrogênio na ausência e presença de calagem.



Fonte: A autora

4.4. Massa da parte aérea seca

A massa da parte aérea seca da planta de melão associada às fontes de N, na ausência ou presença de calagem, está apresentada na Tabela 7.

Tabela 7. Massa da parte aérea seca de melão associada a fontes de nitrogênio (N) na ausência ou presença de calagem.

Fonte de N	Calagem		Efeito de fonte	
	Ausência	Presença	Σ	ΔX
	g planta ⁻¹			— % —
Sulfato de amônio (SA)	98,80 Ba	78,99 Ba	177,79	1,00
Ureia (UR)	107,62 Bb	155,29 Aa	262,91	0,48
Nitrato de amônio (NA)	158,55 Ab	193,57 Aa	352,12	0,98
Nitrato de potássio (NK)	156,85 Aa	151,60 Aa	308,45	0,74
Σ (t/ha)	521,82	579,45		
ΔX (%)	1,00	0,11		

Fonte: A autora

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0.05$).

4.5. Massa do fruto seco

A massa do fruto seco da planta de melão associada às fontes de N, na ausência ou presença de calagem, está apresentada na Tabela 8.

Tabela 8. Massa do fruto seco de melão associada a fontes de nitrogênio (N) na ausência ou presença de calagem.

Fonte de N	Calagem		Efeito de fonte	
	Ausência	Presença	Σ	ΔX
	g planta ⁻¹			— % —
Sulfato de amônio (SA)	6,83 Ca	10,64 Da	17,47	1,00
Ureia (UR)	11,77 BCb	36,59 Ba	48,36	1,77
Nitrato de amônio (NA)	21,67 Ab	46,02 Aa	67,69	2,88
Nitrato de potássio (NK)	16,70 ABa	21,70 Ca	38,40	1,20
Σ (t/ha)	56,97	114,95		
ΔX (%)	1,00	1,02		

Fonte: A autora

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0.05$).

4.6. Índice de colheita e rendimento da casca

O índice de colheita e as notas atribuídas ao rendimento da casca de frutos melão associado às fontes de N, na ausência ou presença de calagem, estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9. Nota atribuída ao rendimento da casca e índice de colheita de frutos de melão associado a fontes de N na ausência ou presença de calagem.

Fonte de N	Índice de colheita		Rendimento da casca	
	Calagem		Calagem	
	Ausência	Presença	Ausência	Presença
	%		Nota	
Sulfato de amônio (SA)	6,87 Bb	13,53 Ba	1,00 B a	1,60 B a
Ureia (UR)	11,94 Bb	23,39 Aa	1,60 B b	2,80 AB a
Nitrato de amônio (NA)	14,06 Ab	24,53 Aa	3,20 A a	3,40 A a
Nitrato de potássio (NK)	10,52 ABa	15,18 Ba	2,00 ABa	2,40 AB a

Fonte: A autora

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0.05$).

4.7. Alterações morfológicas

As alterações morfológicas ocorridas nas folhas, ramos e frutos do meloeiro observadas durante o ciclo produtivo estão apresentadas nas Figuras 7, 8 e 9.

Figura 7. Alterações morfológicas em folha de meloeiro adubado com fontes de N na ausência e presença de calagem, decorrente da fitotoxicidade por Mn.



Fonte: A autora

A - Folha normal, B - Bolhividade, C - Clorose, D - clorose com necrose na borda, E - Alteração no formato do limbo.

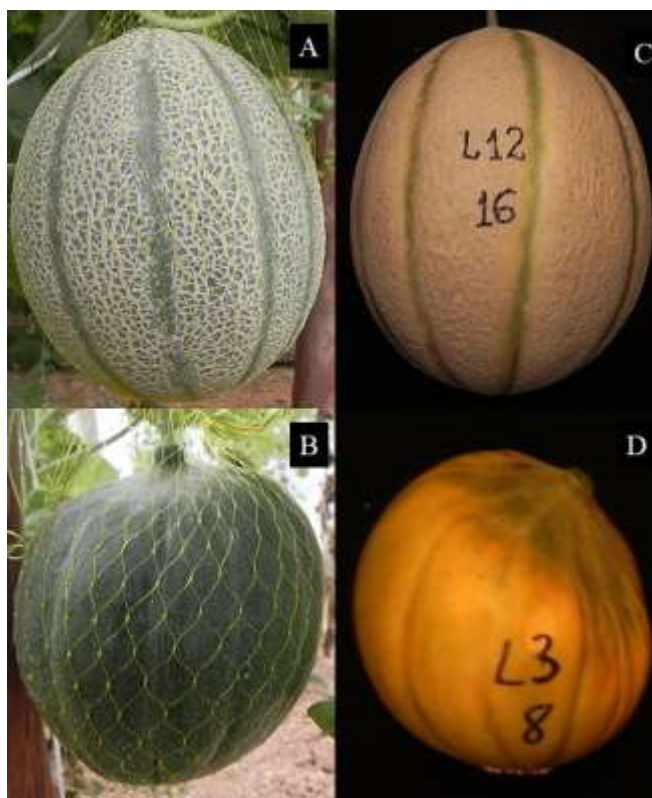
Figura 8. Alterações morfológicas externas em folha e ramos de meloeiro adubado com fontes de N na ausência e presença de calagem, decorrente da fitotoxicidade por Mn.



Fonte: A autora

A - Ramo normal, B - Folhas novas com encurvilhamento e bolhosidade e C - Ramo retorcido com folhas encarquilhadas.

Figura 9. Alterações morfológicas externas em frutos de meloeiro adubado com fontes de N na ausência e presença de calagem, decorrente da fitotoxicidade por Mn.



Fonte: A autora

A e C – Rendilhamento de frutos verde e maduro originados de plantas adubadas com NA na presença de calagem; B e D – Idem em frutos de planta adubada com SA na ausência de calagem.

4.8. Massa da casca de frutos

A massa da casca do fruto de melão associada às fontes de N, na ausência ou presença de calagem, está apresentada na Tabela 10.

Tabela 10. Massa da casca de frutos de melão associada às fontes de N, na ausência ou presença de calagem.

Fonte de N	Calagem		Efeito de fonte	
	Ausência	Presença	Σ	ΔX
	g			%
Sulfato de amônio (SA)	33,24 Aa	106,55 Ca	139,79	1,00
Ureia (UR)	137,78 Ab	625,95 Aa	763,73	4,46
Nitrato de amônio (NA)	203,76 Ab	649,90 Aa	853,66	5,11
Nitrato de potássio (NK)	228,64 Aa	330,02 Ba	558,66	2,99
Σ (t/ha)	603,42	1712,42		
ΔX (%)	1,00	1,84		

Fonte: A autora

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0.05$).

4.9. Massa das sementes

A massa das sementes de melão associada às fontes de N, na ausência ou presença de calagem, está apresentada na Tabela 11.

Tabela 11. Massa das sementes de melão associada a fontes de N, na ausência ou presença de calagem.

Fonte de N	Calagem		Efeito de fonte	
	Ausência	Presença	Σ	ΔX
	g			— % —
Sulfato de amônio (SA)	9,64 Aa	23,46 Aa	33,10	1,00
Ureia (UR)	34,90 Aa	68,74 Aa	103,64	2,13
Nitrato de amônio (NA)	34,50 Ab	75,99 Aa	110,49	2,34
Nitrato de potássio (NK)	35,85 Aa	73,76 Aa	109,61	2,31
Σ (t/ha)	114,89	241,95		
ΔX (%)	1,00	1,11		

Fonte: A autora

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0.05$).

4.10. Massa da polpa de fruto

O valor da massa da polpa de fruto de melão associada às fontes de N, na ausência ou presença de calagem, está apresentado na Tabela 12.

Tabela 12. Massa da polpa de fruto de melão associada a fontes de N, na ausência ou presença de calagem.

Fonte de N	Calagem		Efeito de fonte	
	Ausência	Presença	Σ	ΔX
	g			— % —
Sulfato de amônio (SA)	100,20 Ca	159,15 Ca	259,35	1,00
Ureia (UR)	184,61 BCb	878,87 Aa	1063,48	3,10
Nitrato de amônio (NA)	468,56 Ab	1106,27 Aa	1574,83	5,07
Nitrato de potássio (NK)	364,02 ABa	461,60 Ba	825,62	2,18
Σ (t/ha)	1117,39	2605,89		
ΔX (%)	1,00	1,33		

Fonte: A autora

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0.05$).

4.11. Espessura do mesocarpo, diâmetro transversal do lóculo, diâmetros longitudinal e transversal e índice de formato do fruto de meloeiro

A espessura do mesocarpo, diâmetro transversal do lóculo, diâmetros longitudinal e transversal e índice de formato do fruto de meloeiro associados às fontes de N, na ausência ou presença de calagem, estão na Tabela 13.

Tabela 13. Espessura do mesocarpo (EM), diâmetro transversal do lóculo (DTL), diâmetro longitudinal do fruto (DLF), diâmetro transversal do fruto (DTF), índice de formato do fruto (IFF) para frutos do meloeiro associado às diferentes fontes de nitrogênio (N) na ausência e presença de calagem.

Tratamentos	EM	DTL	DLF	DTF	IFF
	cm				
SA - CA	2,56 AB a	3,53 AB a	8,68 A a	9,24 AB a	0,94 B a
SA + CA	2,44 B a	3,71 B a	8,85 B a	7,99 B a	1,15 A a
UR - CA	2,26 B a	2,58 B b	8,46 A b	6,85 B b	1,24 AB a
UR + CA	3,10 AB a	5,59 A a	15,97 A a	12,96 A a	1,23 A a
NA - CA	3,59 AB a	3,70 AB b	11,71 A a	10,49 A b	1,10 AB a
NA + CA	3,65 A a	5,79 A a	15,26 A a	13,53 A a	1,15 A a
NK - CA	3,42 AB a	4,25 A a	13,21 A a	10,14 A a	1,30 A a
NK + CA	3,87 A a	4,32 AB a	14,06 A a	11,36 A a	1,25 A a

Fonte: A autora

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0.05$). SA: sulfato de amônio; UR: ureia; NA: nitrato de amônio; NK: nitrato de potássio; - CA: ausência de calagem; + CA: presença de calagem.

Na Tabela 14 estão apresentados o efeito das fontes de nitrogênio (N) e calagem para espessura do mesocarpo, diâmetro transversal do lóculo, diâmetros longitudinal e transversal e índice de formato do fruto de meloeiro associados às fontes de N, na ausência ou presença de calagem.

Tabela 14. Efeito de fonte e de calagem na espessura do mesocarpo (EM), diâmetro transversal do lóculo (DTL), diâmetro longitudinal do fruto (DLF), diâmetro transversal do fruto (DTF) em frutos do meloeiro associado a diferentes fontes de N, na ausência e presença de calagem.

Variável	Efeito de fonte							
	Σ				ΔX			
	cm				%			
	SA	UR	NA	NK	SA	UR	NA	NK
EM (cm)	5,00	5,36	7,24	7,29	1,00	1,07	1,45	1,46
DTL (cm)	7,24	8,17	9,49	8,57	1,00	1,29	1,31	1,18
DLF (cm)	17,53	24,43	26,97	27,27	1,00	1,39	1,54	1,56
DTF (cm)	17,23	19,81	24,02	21,50	1,00	1,15	1,39	1,25

Efeito de calagem	Variável							
	EM	DTL	DLF	DTF	EM	DTL	DLF	DTF
	Ausência de calagem				Presença de calagem			
	cm							
Σ (cm)	11,89	14,06	42,06	36,45	13,00	19,41	53,63	45,84
ΔX (%)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,09	1,38	1,28	1,26

Fonte: A autora

SA: sulfato de amônio; UR: ureia; NA: nitrato de amônio; NK: nitrato de potássio;

5. DISCUSSÃO

A aplicação de sulfato de amônio (SA) diminuiu o pH do solo, independentemente da calagem (Figs. 1A e 1B). Aos 91 dias após a calagem (DAC), dentre as fontes avaliadas, o SA resultou em menor pH do solo, seja na ausência (4,84) ou na presença de calagem (4,75) (Tabela 2). O pH do solo sob adubação com ureia (UR) associada à calagem foi, inicialmente, superior ao encontrado para esta mesma fonte na ausência de calagem. Entretanto, diminuiu ao longo do tempo, equiparando-se 91 DAC (Tabela 2; Figs. 2A e 2B). Nas linhas de plantio adubadas com nitrato de amônio (NA), o pH foi superior a 5,5 ao longo de todo o período avaliado. Para esta fonte, até 77 DAC, o pH nas linhas de plantio onde se aplicou calcário foi superior aquele onde não se aplicou (Tabela 2; Figs. 3A e 3B). Nas linhas de plantio adubadas com nitrato de potássio (NK), o pH do solo também foi superior a 5,5 no período compreendido entre 21 e 91 DAC, tendo apresentado o maior valor médio (6,55) dentre as fontes de N mineral avaliadas. Quando

associado à calagem, nitrato de potássio apresentou pH do solo estável até 91 DAC (Tabela 2; Figs. 4A e 4B).

A variação do pH do solo no tempo pode estar associada à acidificação promovida pela aplicação semanal dos fertilizantes via fertirrigação. No período em que foi avaliado o pH do solo, 21 a 91 DAC, ocorreram variações de maneira distinta em função da fonte de N mineral e da associação destas à calagem. A variação do pH do solo em função da aplicação de SA na ausência e presença de calagem pôde ser explicada por uma função polinomial de ordem linear (Figs. 1A e 1B). Mesmo comportamento foi observado por Fageria (et al., 2010) em estudo da influência do sulfato de amônio e ureia na acidez do solo em cultivo de arroz.

O pH do solo aos 21 DAC, igual a 5,37 (SA na ausência de calagem) e 6,13 (SA na presença de calagem), diminuiu ao longo do tempo evidenciando que a calagem não foi capaz de bloquear a acidificação promovida por esta fonte de N. A aplicação de SA causa rápida diminuição do pH do solo (ROSOLEM et al., 2003). O efeito da aplicação de doses e fontes de N em pastagem de capim-marandu, foi avaliado por Pinho Costa et al., (2008), que verificaram decréscimo linear nos valores de pH do solo com o uso de fertilizantes em comparação ao não uso. O uso de fertilizantes nitrogenados amoniacais, é uma das causas de acidificação dos solos agrícolas. A diminuição do pH em função da aplicação de fontes amoniacais ocorre em função nitrificação pois neste processo são produzidos 2H^+ em resposta à oxidação do íon amônio (NH_4^+) em nitrato (NO_3^-) (FAGERIA & BALIGAR, 2008; MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

A maior acidificação do solo promovida pelo SA, em comparação às demais fontes, está associada à dois fatores: maior produção de H^+ e intensificação da lixiviação de bases em função da liberação de SO_4^{2-} e NO_3^- na solução do solo (PINHO COSTA et al., 2008). A ureia, por sua vez, quando hidrolisada, também produz NH_4^+ , acidificando o solo (PINHO COSTA et al., 2008). Entretanto, esta libera menos NH_4^+ em função da intensa volatilização de NH_3 , tendo como consequência menor formação H^+ e NO_3^- . A acidificação do solo promovida pelo uso de sulfato de amônio e ureia também está relacionada à lixiviação de íons NO_3^- . Cátions de cargas positivas como Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ acompanham os íons NO_3^- durante a lixiviação e os sítios de adsorção destes íons nas partículas do solo são ocupados por íons H^+ , acelerando o processo de acidificação (BOLAN & HEDLEY 2003; FAGERIA et al., 2010). Fageria & Baligar (2008) chamam atenção quanto à acidez do solo e seu impacto na diminuição do desempenho das culturas em função dos diversos fatores envolvidos. Estes fatores são deficiências e toxicidade de nutrientes, redução da atividade da microbiota benéfica do solo e redução do sistema radicular das plantas limitando absorção de nutrientes e água.

Em plantas adubadas com SA, o teor de Mn na folha aumentou ao longo do tempo, independentemente da calagem. Quando associado à calagem, o aumento mais expressivo se deu no período posterior a 70 dias de correção do solo. Aos 77 DAC, o teor de Mn nas folhas das plantas adubadas com SA na ausência de calagem apresentou o maior valor dentre os tratamentos, superior a 297 mg kg^{-1} (Figs. 1A e 1B; Tabela 3). Sob adubação com UR, NA e NK, o teor de Mn nas folhas reduziu ao longo do tempo, na ausência ou presença de calagem (Figs. 2A e 2B; 3A e 3B; 4A e 4B). Dentre essas três fontes, as plantas adubadas com UR apresentaram a maior redução, superior a 79 mg Mn kg^{-1} no período compreendido entre 49 e 77 DAC. Comparando as fontes, a aplicação de SA resultou nos maiores teores de Mn nas folhas durante todo o período de avaliação (Tabela 3).

Nas linhas adubadas com SA, ocorreu simultaneamente aumento do teor de Mn nas folhas e diminuição do pH (Figs. 1A e 1B). Na ausência ou presença de calagem, o teor de Mn nas folhas das plantas adubadas com UR decresceu, enquanto o pH se manteve constante ao longo do tempo com a ausência de calagem, entretanto com valor inicial menor quando comparado à presença de calagem (Figs. 2A e 2B).

Condições que aumentam a acidez do solo favorecem concentrações tóxicas de Mn nas plantas, em virtude do aumento da solubilidade deste elemento em pH 5,0 (FOY, 1973), como demonstraram os resultados da aplicação de SA, que promoveu a diminuição do pH e aumento simultâneo do teor de Mn na folha. O teor de Mn que provoca toxidez varia de acordo com a espécie e variedade. Isso acontece possivelmente porque os mecanismos de tolerância ao Mn fitotóxico envolvem diferentes vias bioquímicas, específicas para cada genótipo (El-JAQUAL & COX, 1998; PUGA et al., 2011).

O intervalo do teor adequado de Mn em folhas de plantas adultas de melão é $80 - 200 \text{ mg kg}^{-1}$ (Casas & Casas, 1999). Entre 49 e 77 DAC, as plantas adubadas com SA na ausência e presença de calagem e UR na ausência de calagem apresentaram sintomas severos de toxidez por Mn nas folhas: bolhosidade, clorose, encarquilhamento e necrose das bordas do limbo (Figs. 7 e 8). Na primeira coleta, aos 49 DAC, os teores de Mn na folha de plantas adubadas estas fontes, foram respectivamente 210, 167 e 135 mg kg^{-1} e, na última coleta, 77 DAC, 297, 204 e 56 mg kg^{-1} (Tabela 3). Os resultados demonstram que as duas fontes propiciam teor de Mn fora do intervalo considerado adequado, o que pode estar relacionado ao pH próximo a 5,0. UR na presença de calagem propiciou plantas com sintomas de toxidez menos severos, com teor de Mn de 68 mg kg^{-1} aos 77 DAC, em pH do solo igual a 5,02 (Tabelas 2 e 3). O teor de Mn nas plantas, segundo Ling et al., (2019), é resultado da integração de dois processos: absorção do elemento

pela planta e o acúmulo de matéria seca. Ocorre efeito de diluição quando a matéria seca aumenta à taxa mais rápida que a absorção de Mn, neste caso, ocorrendo a diminuição do teor do elemento. A tolerância e a severidade dos efeitos da toxicidade na planta podem assim estar relacionados à taxa de crescimento.

As plantas adubadas com SA apresentaram maior teor de Mn nas folhas em relação as demais fontes, assim como menor massa da parte aérea seca, produção, produtividade, massa de polpa, casca e sementes. Segundo Marschner (2012), sob excesso no solo, o Mn^{2+} pode ser prontamente transportado para as células da raiz e translocado para os brotos, causando efeito negativo nas plantas com reflexos na produtividade. Santos et al. (2017) verificaram redução de 21% na massa de parte aérea seca de soja cultivada em alta concentração de Mn.

O pH do solo e o teor de Mn na massa da quarta folha totalmente expandida apresentaram correlação significativa moderada negativa (Figura 5). A correlação negativa, demonstra que o efeito do pH do solo no teor de Mn no tecido vegetal ocorre de maneira inversamente proporcional, ou seja, os menores valores de pH do solo correspondem aos maiores valores de Mn no tecido vegetal.

O valor da condutividade elétrica (CE) do extrato aquoso nas dez amostragens ao longo do ciclo variou de 140 a 914 $\mu S.cm^{-1}$, com 374,35 de média geral de fontes e épocas de amostragem (Tabela 4). Em termos amplos, a ordem crescente de condutividade elétrica proporcionada pelas fontes foi UR, NA, NK e SA. Também, a CE tendeu a ser maior na ausência de calagem. Tomando como referência, a CE da água destilada é 1 $\mu S.cm^{-1}$. Estudo realizado por Han et. al., (2014) demonstrou que o cultivo de hortaliças em ambiente protegido por sucessivos ciclos usando fontes de adubos minerais promove o aumento da CE da solução do solo. Esses autores relataram médias 700 $\mu S.cm^{-1}$ e 540 $\mu S.cm^{-1}$ em solos de duas regiões com mesmo sistema de cultivo.

Na média das fontes de N, a calagem proporcionou incremento de 148% na produção de frutos por planta. A associação das fontes UR e NA à calagem propiciou aumento da produção quando comparado as mesmas sem associação à calagem. Na ausência de calagem, a aplicações de SA proporcionou produção de frutos de 143 g planta⁻¹, e UR 357 g planta⁻¹, estes valores correspondem a menor produção de frutos (Tabela 5). As plantas adubadas com SA apresentaram produção de frutos significativamente menor que as demais fontes, sendo 347, 487 e 246% menor do que a resultante das aplicações de UR, NA e NK, respectivamente. (Tabela 5).

Dentre as plantas cultivadas sob ausência de calagem, as adubadas com SA apresentaram produtividade significativamente menor que aquelas onde NA e NK foram aplicados. A aplicação

de calcário no solo não alterou de maneira significativa a produtividade das plantas adubadas com SA e NK. Porém, proporcionou aumento significativo com uso das fontes UR e NA. Quando a calagem foi realizada, SA propiciou novamente a menor produtividade, seguido por NK, UR e NA (Tabela 6).

A produtividade apresentou correlação significativa positiva moderada com o pH do solo e correlação significativa negativa moderada com o teor de Mn na massa da quarta folha totalmente expandida. A correlação positiva entre a produtividade e o pH do solo, demonstra que o aumento deste proporcionou aumento na produtividade (Figura 6A). Enquanto que a correlação negativa entre a produtividade e o teor de Mn na QFTE, demonstrando a influência do aumento do teor de Mn na diminuição da produtividade (Figura 6B).

A massa da parte aérea seca (MPAS) foi menor com a utilização do SA, com ou sem associação a calagem (Tabela 7). Houve aumento de 48, 98 e 74% quando foi utilizado respectivamente UR, NA e NK. O maior valor de massa da parte aérea seca foi 193,5 g planta⁻¹ obtido com uso de NA associada a calagem, e na média das fontes de N a calagem propiciou 11,0 % de incremento na matéria seca.

O maior valor de massa de fruto seco (MFS) foi 46,0 g planta⁻¹ obtido com uso de NA associada a calagem (Tabela 8). Em comparação à MFS obtida pelas plantas adubadas com SA, houve um incremento de 177, 288 e 120% nas plantas adubadas respectivamente com UR, NA e NK. Na média das fontes de N, a calagem propiciou 102% de incremento na massa de frutos secos.

Na ausência de calagem, o índice de colheita das plantas adubadas com NA foi significativamente maior que os das fontes SA e UR. As plantas sob calagem associada as fontes SA, UR e NA apresentaram índice de colheita significativamente superior às mesmas plantas na ausência de calagem não havendo diferença significativa entre UR e NA (Tabela 9).

Na ausência ou presença de calagem, o NA propiciou as maiores médias para rendilhamento da casca (Tabela 9). Esta mesma fonte na ausência de calagem, não diferiu significativamente de NK e, na presença de calagem, de UR e NK. Sob aplicação de UR, o rendilhamento foi significativamente menor, na ausência de calagem.

As plantas adubadas com SA na presença e ausência de calagem apresentaram alterações drásticas no formato e tamanho do limbo foliar em comparação à plantas com crescimento normal. As folhas apresentaram clorose, bolhosidade, encurquilhamento e necrose no bordo do limbo foliar (figuras 7 e 8). Os frutos tiveram tamanho reduzido (Tabela 13), diminuição ou ausência de rendilhamento e alterações no formato (Tabela 9; Figura 9).

As plantas adubadas com o SA associado ou não à calagem apresentaram a menor massa das cascas (MCASC). UR e NA quando associadas à calagem proporcionaram os maiores valores de MCASC (Tabela 10). A calagem proporcionou aumento significativo da MCASC apenas quando associada às fontes UR e NA, e na média das fontes houve um incremento de 184%.

A calagem aumentou a massa das sementes (MSEM) apenas quando associada ao NA, (Tabela 11). A MSEM não diferiu significativamente entre as fontes, na presença ou ausência de calagem. A massa das sementes dos frutos de melão foi maior em 213% com uso de UR, 234% com uso de NA e 231% com uso de NK, em comparação ao SA. A maior massa de sementes foi 75,99 g com a aplicação de NA associada a calagem, e na média das fontes de N a calagem propiciou 111% de incremento na massa das sementes (Tabela 11).

A aplicação de calcário proporcionou o aumento da massa da polpa de frutos (MPOLP) apenas quando associada à UR e NA. Na ausência ou presença de calagem, SA apresentou MPOLP significativamente menor que as demais fontes. As plantas cultivadas na ausência de calagem, apresentaram a maior MPOLP quando adubadas com NA e NK, enquanto naquelas onde o calcário foi aplicado, UR e NA apresentaram massa de polpa significativamente superiores às demais (Tabela 12).

A espessura do mesocarpo foi maior com uso de NA, 3,6 cm e NK 3,8 cm associadas a calagem, e (Tabela 13). O efeito das fontes UR, NA e NK em relação ao SA promoveu aumento de 107, 145 e 146% respectivamente (Tabela 13). Na média das fontes de N a calagem propiciou 109% de incremento na EM.

Menores valores de DTL, DLF e DTF, foram obtidos com o uso de SA associado ou não à calagem e UR (tabela13). Em termos percentuais quando comparamos as fontes UR, NA e NK ao SA o diâmetro transversal do lóculo foi maior 129, 131 e 118% respectivamente. Em mesma comparação, o diâmetro longitudinal dos frutos foi 139, 154 e 156% maior, e o diâmetro transversal dos frutos 115, 139 e 125% maior (Tabela 14). Na média das fontes de N o efeito da calagem aumentou em 138% o DTL, 128% o DLF e 126% o DTF (Tabela14).

O IFF foi menor para a fonte SA 0,94 seguida de ureia e nitrato de amônio quando aplicados sem uso de calagem. As fontes de N influenciaram o índice de formato dos frutos não havendo influência da associação destas à calagem a nenhuma destas (Tabela 13).

A fitotoxicidade provocada pelo Mn, em função da adubação com SA, afetou a qualidade externa dos frutos, alterando sua aparência característica. Os frutos produzidos pelas plantas adubadas com esta fonte apresentaram ausência de rendilhamento na casca (Figura 9), característica importante na classificação comercial do fruto. Essa alteração possivelmente está

associada à redução da massa da planta seca e, conseqüentemente, às alterações ocorridas no limbo foliar (Figs. 7 e 8), o que pode ter prejudicado a taxa fotossintética. Queiroga (2007) destaca a importância do suprimento de fotoassimilados para o crescimento e rendimento dos frutos, observando em seu estudo relação direta entre eles. O desenvolvimento do rendimento no fruto é caracterizado pelo rápido crescimento que provoca rachaduras na superfície pela elevação da tensão de ruptura na casca, levando ao rompimento da cutícula (KEREN-KEISERMAN et al., 2004; QUEIROGA et al., 2008). Sendo assim, a adubação com SA limitou o rendimento da casca, já que os frutos, com menores massas e diâmetros (longitudinal e transversal), não se desenvolveram adequadamente.

A toxidez por Mn em função da adubação com SA também provocou redução na espessura do mesocarpo. A maior espessura da polpa é desejável pois aumenta a massa do fruto e a parte comestível, melhorando a qualidade do fruto (COELHO et al., 2003; QUEIROGA, 2007). A produtividade, alto rendimento, boa qualidade e longevidade de frutos de melão está associada ao rápido crescimento da biomassa das folhas e produção de assimilados que serão drenados para os frutos garantindo seu crescimento e desenvolvimento (CASTENANOS et al., 2011).

O excesso de Mn também interfere na absorção de outros nutrientes (KLEIBER, 2014) e na concentração de clorofila (INOSTROZA-BLANCHETEAU et al., 2017). Desta forma, a toxicidade de Mn pode ser indiretamente responsável pela redução do crescimento e desempenho produtivo do meloeiro. Fernando & Lynch (2015) também afirmam que a toxicidade de Mn ocorre nas folhas em função da interferência deste elemento no metabolismo de minerais essenciais, através da produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) e por interferir na aquisição de nutrientes pelas raízes. No presente estudo, as plantas de meloeiro que apresentaram toxicidade por Mn sofreram alterações foliares intensas (Figuras 7 e 8). De acordo com You et al. (2017), em estudo das alterações fisiológicas induzidas por toxicidade de Mn em plantas de Citrus, a fotossíntese é inibida em decorrência de reduções da quantidade de energia de luz absorvida e utilizada na cadeia de transporte de elétrons, aumentando a produção de espécies reativas de oxigênio.

A toxicidade por Mn ocorrida nas plantas adubadas com SA resultou em alterações nas folhas, nos frutos (Figuras 7, 8 e 9) e na menor produção de massa da parte aérea seca (Tabela 6), refletindo em menor produtividade e alterações nos parâmetros de classificação dos frutos relacionados ao formato (diâmetros longitudinal e transversal) (Tabela 13 e 14). Os frutos apresentaram tamanho reduzido e deformações, Segundo Queiroga et al. (2007), isto pode ser atribuído principalmente à reduzida área foliar no momento em que os frutos

foram fixados, pois estes exercem forte competição pelos fotoassimilados e nutrientes. As alterações foliares e nos frutos possivelmente estão associadas às deficiências nutricionais e à produção de EROs. A deficiência de nutrientes afeta o metabolismo do C, pois os nutrientes são componentes dos processos celulares influenciando enzimas e metabólitos que impulsiona o metabolismo do carbono, o esgotamento destes recursos ao longo do tempo limita a manutenção, o crescimento e a defesa do vegetal (FERNANDO & LYNCH, 2015). Esses autores em estudo sobre a fitotoxicidade por Mn em feijoeiro comum descreveram sintomas que podem surgir em plantas expostas ao excesso de Mn: clorose foliar e enrugamento e necrose. Os mesmos sintomas foram observados nos meloeiros adubados com SA associados ou não a calagem e UR na ausência de calagem (Figuras 7 e 8).

Duas teorias têm sido propostas no sentido de explicar as bases fisiológicas da fitotoxicidade provocada pelo excesso de Mn no tecido foliar. A primeira defende a hipótese de que esta é resultante primariamente de compostos fenólicos que são acumulados no vacúolo, causando calosidades e formação de manchas foliares escuras resultantes da deposição de óxidos de Mn e fenóis oxidados (FERNANDO & LYNCH, 2015; HORST & MARSCHNER, 1978; WISSEMEIER & HORST, 1992). A segunda, parte do princípio que a fitotoxicidade por Mn é exacerbada pela luz solar (GONZÁLEZ et. al., 1998 ; GONZÁLEZ & LYNCH, 1999; StCLAIR & LYNCH, 2004; StCLAIR et. al., 2005). Vários estudos com diferentes espécies demonstraram que há inúmeras variáveis que contribuem para o acúmulo e a promoção da fitotoxicidade do Mn tecidual, entretanto a radiação solar é o fator que desencadeia o processo por estar diretamente relacionado à produção de EROs. A fitotoxicidade do Mn é mediada pela inibição de enzimas antioxidantes mitigadoras de radicais livres (GONZÁLEZ et al., 1998 ; StCLAIR & LYNCH, 2004 ; StCLAIR et al. , 2005) . Partindo deste princípio, vários autores (Horiguchi & Morita (1987); Gonzalez et al., (1998); Fernando & Lynch, (2015)), destacam a clorose, como sintoma característico e persistente da toxicidade de Mn, que surge a partir da destruição da clorofila ou fotodegradação.

6. CONCLUSÕES

- O pH do solo diminuiu em resposta a adubação com sulfato de amônio, tanto na presença quanto na ausência de calagem;

- O teor de manganês na folha de meloeiro adubado com sulfato de amônio aumentou durante o ciclo da cultura devido a diminuição no pH do solo;
- A aplicação de fertilizantes nitrogenados resulta em altos valores de condutividade elétrica do solo;
- Plantas adubadas com sulfato de amônio apresentaram sintomas severos de toxicidade por Mn, manifestados por alterações nas folhas, ramos e frutos;
- A maior e menor produtividade de frutos foram alcançadas com nitrato de amônio associado à calagem e sulfato de amônio na ausência de calagem.

7. REFERÊNCIAS

- ALVES, R. E. **Melão: pós-colheita**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 43 p.
- ALVAREZ, V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Edits.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais: Viçosa, MG, 1999. 359 p.
- ARAÚJO, A. P.; NEGREIROS, M. Z.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; PEDROSA, J. F.; BEZERRA NETO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; FERREIRA, R. L. F.; NOGUEIRA, I. C. C. Rendimento de melão amarelo cultivado em diferentes tipos de cobertura do solo e métodos de plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 123-126, março 2003.
- ARAÚJO, J. L. P. & LIMA, J. R. F. A cultura In: NICK, C; BOREM, A (Ed.) **Melão: do plantio à colheita**. Viçosa-MG: UFV, 2019. p. 9-19.
- BRAGA, J. M. & DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e material vegetal. **Revista Ceres**. Viçosa, MG, v. 21, n. 113, p. 73-85, 1974.
- BOLAN, N. S. & HEDLEY, M. J. Role of carbon, nitrogen, and sulfur cycles in. RENGEL, Z. (Ed) **Handbook of soil acidity**. New York: Marcel: Dekker, 2003. P. 29–56.
- BORGES, A. L. & SILVA, D. J. Fertilizantes para fertirrigação. In: BORGES, A. L.; COELHO, E. F. (Orgs.). **Fertirrigação em fruteiras tropicais**. 2 ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. p. 20-36.
- BRANDÃO FILHO, J. U. T.; VASCONCELLOS, M. A. S. A cultura do meloeiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. (Orgs.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Funep, 1998. p. 161-193.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Secretaria de Comércio Exterior. AliceWeb: Sistema de Análise das Informações de Comércio

Exterior. 2016. Disponível em: <<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

BRITTO, D. T. & KRONZUCKER, H. J. NH₄ + toxicity in higher plants: a critical review. **Journal of Plant Physiology**. V. 159, n. 6, p. 567–584, 2002.

BURGER Y, Sa'ar U, Paris HS, et al. 2006. Genetic variability for valuable fruit quality traits in Cucumis melo. Israel. **Journal of Plant Sciences** 54: 233–242.

BURGER, Y.; PARIS, H. S.; COHEN, R. et al. Genetic diversity of Cucumis melo. In: JANICK, J. (ed.) **Horticultural reviews**, Vol. 36. New York, NY: Wiley, 2010. 165–198, p. 4.

CARMELLO, Q.A.C. **Curso de nutrição/fertirrigação na irrigação localizada**. Piracicaba, Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, 1999. 59p.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H. A. V.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Orgs.) **Fertilidade do solo**. Viçosa - MG: Sociedade Brasileira de ciência do solo, 2007. 1017 p.

CARMO, C. D. S.; ARAUJO, W. S.; BERNARDI, A. D. C.; SALDANHA, M. F. C. **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos**. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, Circular Técnica n. 6, 2000. 47 p.

CASAS, A & CASAS, E. **Análisis de suelo-agua-planta y su aplicación en la nutrición de cultivos hortícolas en la zona peninsular**. Caja Rural de Almeria, Almeria, España, 1999, 249 p.

CASTELLANOS, M. T.; CABELLO, M. J.; CARTAGENA, M. C.; TARQUIS, A. M.; ARCE, A.; RIBAS, F. Growth dynamics and yield of melon as influenced by nitrogen fertilizer. **Scientia. Agricola**, Piracicaba, SP, v.68, n. 2, p.191-199, 2011.

COELHO, E. F.; SOUSA, V. F.; SOUZA V. A. B. Efeito de níveis de N e K aplicados por gotejamento na cultura do meloeiro (Cucumis melo L.) em solo arenoso. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, p.23-30, 2001.

COELHO, E. L.; FONTES, P. C. R.; FINGER, F. L.; CARDOSO, A. A. Qualidade do fruto de melão rendilhado em função de doses de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 62, n. 2, p. 173-178, 2003.

CHAVES, S. W. P., AROUCHA, E. M. M., PONTES FILHO, F. S., DE MEDEIROS, J. F., DE SOUZA, M. S., & DE S NUNES, G. H. Conservação Pós-Colheita de Melão Cantaloupe Cultivado em Diferentes Doses de N e K. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 04, p. 468-474, 2014.

DUTRA I. **Produtividade e qualidade de frutos de melão Pele-de-sapo em função de diferentes níveis de irrigação e adubações nitrogenada e potássica**. 2005. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

ELAMIN, O. M., & WILCOX, G. E. Nitrogen form ratio influence on muskmelon growth, composition, and manganese toxicity. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.111, p.320-322. 1986 b.

El- JAOUAL, T. & COX, D. A. Manganese toxicity in plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 21, n. 2, p. 353-386, 1998.

ELAMIN, O. M. & WILCOX, G. E. Manganese toxicity development in muskmelons as influenced by nitrogen form. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, USA, v. 111, p. 323-327, 1986.

FACTOR, T. L.; ARAÚJO, J. A. C.; ARAÚJO, J. P. C. Produção de melão rendilhado em ambiente protegido, inverno-primavera, na região de Jaboticabal - SP. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, n.1, p. 201-202, 2000.

FAGERIA, N. K. & BALIGAR, V. C. Ameliorating Soil Acidity of Tropical Oxisols by Liming For Sustainable Crop Production. **Advances in Agronomy**, V. 99, 2008.

FAGERIA, N. K.; SANTOS A. B. dos; MORAES, M. F. Influence of Urea and Ammonium Sulfate on Soil Acidity Indices in Lowland Rice Production. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**. V. 41, n. 13, p. 1565-1575, 2010.

FAO. FAOSTAT, 2016. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>> Acesso em: 20 agosto. 2019.

FARIA, C. M. B. **Nutrição mineral e adubação da cultura do melão**. EMBRAPA-CPATSA, Petrolina – PE, circular Técnica n. 22, 1990, 26 p.

FARIA, C. M. B.; COSTA, N. D.; PINTO, J. M.; BRITO, L. T. L; SOARES, J. M. Níveis de nitrogênio por fertirrigação e densidade de plantio na cultura do melão em um Vertissolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 35, n. 3, p. 491-495, 2000.

FERNANDO, D. R., & LYNCH, J. P. Manganese phytotoxicity: new light on an old problem. **Annals of botany**, v. 116, n.3, p. 313-319, 2015.

FERRANTE, A.; SPINARDI, A; MAGGIORE, A.; TESTONI, A.; GALLINA, P. M. Effect of nitrogen fertilization levels on melon fruit quality at the harvest time and during storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. V. 88 n. 4, p. 707-713, 2008.

FONTES, P. C. R.; COELHO, E. L.; CARDOSO, A. A.; FINGER, F. L. Produtividade do melão rendilhado em ambiente protegido e no campo, em função de doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, v. 20, n. 1, p. 15-20, 2004.

FONTES, P. C. R.; PUIATTI, M. Cultura do melão. In: FONTES, P. C. R. **Olericultura: teoria e prática**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2019. p. 407- 428.

FOY, C.D. **Manganese and plants**. In: Manganese: Washington, National Academy of Sciences, p.51-76, 1973.

GOLDMAN A. 2002. Melons for the passionate grower. New York, NY: Artisan.

GONZÁLEZ A.; STEFFEN K. L; LYNCH J. P. Light and excess manganese. **Plant Physiology**, v. 118, p. 493–504, 1998.

GONZÁLEZ, A.; LYNCH, J. Tolerance of tropical common bean genotypes to manganese toxicity: performance under different growing conditions. **Journal of Plant Nutrition**, v. 22, p. 511–512, 1999.

GUO, J.; JIA, Y.; CHEN, H.; ZHANG, L.; YANG, J.; ZHANG, J.; ZHOU, Y. Growth, photosynthesis, and nutrient uptake in wheat are affected by differences in

nitrogen levels and forms and potassium supply. **Scientific reports**, v. 9, n. 1, p. 1248, 2019.

GUO, S.; ZHOU, Y.; SHEN, Q.; ZHANG, F. Effect of ammonium and nitrate nutrition on some physiological processes in higher plants-growth, photosynthesis, photorespiration, and water relations. **Plant Biology**, v. 9, n. 01, p. 21-29, 2007.

HAN, J.; LUO, Y.; YANG, L.; LIU, X.; WU, L.; XU, J. Acidification and salinization of soils with different initial pH under greenhouse vegetable cultivation. **J Soils Sediments**. v. 4, p. 1683-1692, 2014.

HORIGUCHI, T.; & MORITA, S. Mechanism of manganese toxicity and tolerance of plants VI. Effect of silicon on alleviation of manganese toxicity of barley. **Journal of Plant Nutrition**, v. 10, n. 17, p. 2299-2310, 1987.

HORST, W. J. & MARSCHNER, H. Effect of silicon on manganese tolerance of bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.). **Plant and soil**, v. 50, n. 1-3, p. 287-303, 1978.

HUE, N.V. & MAI Y. Manganese toxicity in watermelon as affected by lime and compost amended to a Hawaiian soil. **Hort. Sci.** v. 37, p. 656- 661, 2002.

INOSTROZA-BLANCHETEAU, C.; REYES-DÍAZ, M.; BERRÍOS, G.; RODRIGUES-SALVADOR, A.; NUNES-NESE, A.; DEPPE, M.; ALBERDI, M. Physiological and biochemical responses to manganese toxicity in ryegrass (*Lolium perenne* L.) genotypes. **Plant physiology and biochemistry**, v. 113, p. 89-97, 2017.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA: Agropecuária: Produção Agrícola Municipal. 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>> Acesso em agosto de 2019.

IMAZAKI, I. & KADOTA, I. Control of Fusarium wilt of melon by combined treatment with biocontrol, plant-activating, and soil-alkalizing agents. **Journal of General Plant Pathology**. V. 85, n 2, p 128–141, 2019.

ITO, L. A.; CHARLO, H.C.De O.; CASTOLDI, R.; BRAZ, L. T.; CAMARGO, M. Seleção de porta-enxertos resistentes ao cancro da haste e seus efeitos na produtividade de melão “bônus nº 2”. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 31, n. 1, p. 262-267, 2009.

KANO, C.; CARMELLO, Q. A. C.; CARDOSO, S. S.; FRIZZONE, J. A. Acúmulo de nutrientes pelo meloeiro rendilhado cultivado em ambiente protegido. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, p.1155-1164, 2010.

KEREN-KEISERMAM A; TANAMI Z; SHOSEYO O; GINZBERG I. Differing rind characteristic of developing fruit of smooth and netted melons. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 79, p. 107-113, 2004.

KLEIBER, T. Effect of manganese nutrition on content of nutrient and yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Hydroponic. ecol chem eng s**, Poznan, v. 21, n. 3, p. 529-537, 2014.

KRAPP, A. Plant nitrogen assimilation and its regulation: a complex puzzle with missing pieces. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 25, p. 155-122, 2015.

KIST, B. B.; CARVALHO, C. de; TREICHEL, M.; SANTOS, C. E. **Anuário brasileiro de horti&fruti** 2019. Gazeta, Santa Cruz do Sul, 96 p.33, 2018.

LING, G.Z., WANG, X.X., YANG, S., TANG, X.L., JIA, S.J., CHANG, M.M. LI, X.F., 2019. Natural amelioration of Mn-induced chlorosis facilitated by Mn down-regulation, ammonium and rainwater in sugarcane seedlings. **BioRxiv**, p.618-124, 2019.

LOPES, J. F. **Melhoramento genético (chuchu, melancia, melão e pepino)**. EMBRAPA – CNPH, Brasília, Informe Agropecuário, v. 8, n. 85, p. 61-64, 1982.

MAÇÃS, J. E. S. **Nitrogênio nítrico e amoniacal no desenvolvimento da parte aérea de milho cultivado em argissolo**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Faculdade de Agronomia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estágio nutricional das plantas**. Princípios e aplicações. 2 ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3ª ed. Orlando, Academic Press. 2012. 651 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic press, 2011.

MEDEIROS, J. F; 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.

MILLALEO, R.; REYES-DIAZ, M.; IVANOV, A. G.; Mora, M. L.; ALBERDI, M. Manganese as essential and toxic element for plants: transport, accumulation and resistance mechanisms. **Journal of soil science and plant nutrition**, v. 10, n. 4, p. 470-481, 2010.

MILLALEO, R.; RAO, M.; ULLOA-INOSTROZA, E.; DURAN, P.; MORA, M. D. L. L. Early responses to manganese (Mn) excess and its relation to antioxidant performance and organic acid exudation in barley cultivars. **Journal of soil science and plant nutrition**, v. 18, n. 4, p. 1206-1223, 2018.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do Agronegócio no Brasil 2018/19 a 2028/29 Projeções de Longo Prazo. 10ª edição. Ano 2019. <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio-2018-2019-2028-2029/>

MONTEIRO, R. O. C.; COLARES, D. S; COSTA, R. N. T.; LEÃO, M. C. S.; AGUIAR, J. V. Função de resposta do meloeiro a diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 455-459, 2006.

MOREIRA, F. D. S. & SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2 ed. Lavras: Ufla, 2006.

MOREIRA, S.R.; MELO, A.M.T. de; PURQUERIO, L.F.V.; TRANI, P.E.; NARITA, N. Melão (Cucumis melo L.). **Infobibos**, Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2009_3/melao/index.htm 10/11/2009. Acesso em: 28/06/2018.

- MORTVEDT, J.J. Calculating salt index. **Fluid Journal**. V. 9, n. 2, p. 8-11, 2001.
- NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017 p.
- NUNES, G. H. de S.; ARAGÃO, F. A. S.; NUNES, E. W. L. P.; COSTA, J. M.; OLIVEIRA, A. R.; VALE, J. C. Cultivares. In: NICK, C; BOREM, A (Ed.) **Melão: do plantio à colheita**. Viçosa-MG: UFV, 2019. p 84 - 113.
- OLIVEIRA, H C de; GALATTI, F. S.; BRAZ, L. T.; BARBOSA, J. C. Híbridos experimentais de melão Rendilhado cultivados em solo e substrato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 31, p. 262-267, 2010.
- OLIVEIRA, I. C. de; NUNES, C. N.; SILVA, F. D.; ALMEIDA SILVA, G. T. M.; ARAGÃO, F. A. S. A cultura do melão. In: de FIGUEIREDO, M.C.B; GONDIM, R. S.; ARAGÃO, F. A. S. (Eds). **Produção de melão e mudanças climáticas: sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 18-32.
- PARIS, H. S.; AMAR, Z.; LEV, E. Medieval emergence of sweet melons, Cucumis melo (Cucurbitaceae), **Annals of Botany**, v. 110, p. 23–33, 2012.
- PINHO COSTA, K. A.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P.; RODRIGUES, C.; COSTA SEVERIANO, E. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu: I-alterações nas características químicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 4, p. 1591-1599, 2008.
- PINTO, J. M. & SOUZA, V. F. Melão. In: BORGES, A. L. & COELHO, E. F. (orgs.). **Fertirrigação em fruteiras tropicais**. 2 ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Topical, p. 157-165, 2009.
- PINTO, A. S. **Adubação com manganês em soja: efeitos no solo e na planta**. 2012. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, SP, 2012.
- PITRAT M.; HANELT, P.; HAMMER, K. Some comments on infraspecific classification of cultivars of melon. In: KATZIR, N. & PARIS, H. S. (Eds). **Proceedings of Cucurbitaceae 2000, the 7th Eucarpia Meeting on Cucurbit Genetics and Breeding**. Acta Horticulturae, v. 510, p. 29–36, 2000
- PUGA, A. P.; PRADO, R. de M.; MELO, D. M.; GUIDI, I. M.; ORTEGA, K.; CARDOSO, S. S.; ALMEIDA, T. B. Efeitos da aplicação de manganês no crescimento, na nutrição e na produção de matéria seca de plantas de Brachiaria brizantha (cv. MG4) em condições de casa de vegetação. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 58, n. 6, p. 811-816, 2011.
- QUEIROGA, R. C. F. **Relação fonte: dreno em Melão Cantaloupe cultivado em ambiente protegido**. 2007. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.
- QUEIROGA, R. C. F.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; FINGER, F. L. Influência de doses de nitrogênio na produtividade e qualidade do melão

Cantalupensis sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 4, p. 550-556, 2007.

QUEIROGA, R. C. F.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R. Produtividade e qualidade do melão cantaloupe, cultivado em ambiente protegido, variando o número e a posição dos frutos na planta. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 67, n. 4, p. 911-920, 2008.

RAIJ, B. van; GHEYI, H.R.; BATAGLIA, O.C. Determinação da condutividade elétrica e de cátions solúveis em extratos aquosos de solos. In: RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (Org.). Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. p.277-284.

RIZZO, A. A. N. **Avaliação de caracteres agrônômicos e qualitativos de cinco cultivares de melão rendilhado (*Cucumis melo* var. *reticulatus* Naud.) e da heterose de seus híbridos F1**. 1999. Dissertação mestrado – FCAV, UNESP, Jaboticabal, SP, 1999.

RIZZO, A. A. N. & BRAZ, L.T. Características de cultivares de melão rendilhado cultivadas em casa de vegetação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 237-240, 2001.

ROSELATO, C. Melão-de-renda é nova opção para estufas. **Suplemento Agrícola**, São Paulo, n. 2187, p. 3, 1997.

ROSOLEM, C. A. & FERELLI, L. Resposta diferencial de cultivares de algodão ao manganês em solução nutritiva. **Revista brasileira de ciência do solo**, Viçosa, MG. V. 24, n.2, p.355-361, 2000.

ROSOLEM, C. A., FOLONI, J. S. S., & de Oliveira, R. H. Dinâmica do nitrogênio no solo em razão da calagem e adubação nitrogenada, com palha na superfície. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 301-309, 2003.

SANTOS, E. F.; SANTINI, J. M. K.; PAIXÃO, A. P.; FURLANI JÚNIOR, E.; LAVRES, J.; CAMPOS, M.; c, REIS, A. R. Physiological highlights of manganese toxicity symptoms in soybean plants: Mn toxicity responses. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 113, p. 6-19, 2017.

SENESI E.; SCALZO, R.; LO PRINZIVALLI, C.; TESTONI A. Relationships between volatile composition and sensory evaluation in eight varieties of netted muskmelon (*Cucumis melo* L var. *reticulatus* Naud). **J Sci Food Agric**, v. 82, p. 655– 662, 2002.

SEBASTIAN, P.; SCHAEFER, H.; TELFORD, I. R.; RENNER, S. S. Cucumber (*Cucumis sativus*) and melon (*C. melo*) have numerous wild relatives in Asia and Australia, and the sister species of melon is from Australia. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 07, n. 32, p. 14269-14273, 2010.

SHAFEEK, M.R.; SHAHEEN, A.M.; ABD EL-SAMAD, E. H.; FATMA, A. R.; FATEN S. A. Response of growth, yield and fruit quality of cantaloupe plants (*Cucumis melo* L.) to organic and mineral fertilization. **Middle East Journal of Applied Sciences**, v. 5, n. 1, p. 76-82, 2015.

- SILVA, M. D. C.; SILVA, T. J.; BONFIM-SILVA, E. M.; FARIAS, L. D. N. Características produtivas e qualitativas de melão rendilhado adubado com nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 18, n. 6, p.581- 587, 2014.
- SILVA JÚNIOR, M. J.; MEDEIROS, J. F. de; OLIVEIRA, F. H. T. de; Dutra, I. Acúmulo de matéria seca e absorção de nutrientes pelo meloeiro “pele-de-sapo”. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n. 2, p. 364–368, 2006.
- SIMOND, J. E.; WILCOX, G. E.; SIMINI, M.; ELAMIN, O. M.; DECOTEAU, D.R. Identification of manganese toxicity and magnesium deficiency on melons grown in low-pH soils. **HortScience**, v. 21, p.1383–1386, 1986.
- StCLAIR, S. B. & LYNCH, J. P. Photosynthetic and antioxidative enzyme responses of sugar maple and red maple seedlings to excess manganese in contrasting light environments. **Functional Plant Biology**, v.31, n. 10, p. 1005-1014, 2004.
- StClair S. B.; CARLSON, J. E.; LYNCH, J. P. Evidence for oxidative stress in sugar maple stands growing on acidic, nutrient imbalanced forest soils. **Oecologia**, v.145, n. 2, p. 258-269, 2005.
- SCHULTE, E. E. & KELLING, K. A. Soil and applied manganese: understanding plant nutrients. University of Wisconsin Madison and **University of Wisconsin-Extension, Cooperative Extension**, 1999.
- TAIZ, L., ZEIGER, E., MOLLER, I. M. MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora. 888 p. 2016.
- THAKUR, H.; SHARMA, S.; THAKUR, M. Recent trends in muskmelon (*Cucumis melo* L.) research: an overview. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 94, n. 4, p. 1-15, 2019. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14620316.2018.1561214>. Acesso em: 10 setembro de 2019.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K., FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3 ed. Brasília: Embrapa Solos, 2017. 573 p.
- TEMÓTEO, A. da S.; MEDEIROS, J. F. de; DUTRA, I.; OLIVEIRA, F. de A. de. Crescimento e acúmulo de nitrogênio e potássio pelo melão pele de sapo fertirrigado. **Irriga**, Botucatu, v. 15, n. 3, p. 275-281, 2010.
- TRANI, P. E; TRANI, A.L. Fertilizantes: cálculo de fórmulas comerciais. **Instituto Agrônomo**, Campinas, SP, v. 208, p. 29, 2011. Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico. Disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes_online/pdf/boletimtecnicoIAC-208.pdf. Acesso: 29 de agosto 2019.
- TYLER, K.B.; LORENZ, D.O. Diagnosing nutrient needs of melon through plant tissue analysis. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, v. 85, n. 2, p. 393-399, 1965.

WANG, Y., YING, H., YIN, Y., ZHENG, H., CUI, Z. Estimating soil nitrate leaching of nitrogen fertilizer from global meta-analysis. **Science of the Total Environment**, v. 657, p. 96-102, 2019.

WANG, P., WANG, Z., PAN, Q., SUN, X., CHEN, H., CHEN, F., MI, G. Growth of maize on mixed nitrate and ammonium promotes auxin synthesis and biomass accumulation. **Journal of experimental botany**. V. 70, n. 6, p. 1859–1873, 2019. (b)

WISSEMEIER, A. H. & HORST, W. J. Effect of light intensity on manganese toxicity symptoms and callose formation in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Plant and Soil**, v.143, n. 2, p. 299-309, 1992.

YOU, X.; YANG, L. T.; QI, Y. P.; GUO, P.; LAI, N. W.; YE, X.; CHEN, L. S. Long-term manganese-toxicity-induced alterations of physiology and leaf protein profiles in two Citrus species differing in manganese-tolerance. **Journal of plant physiology**, v. 218, p. 249-257, 2017.