



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE AGRONOMIA**



RAQUEL SOBRAL DA SILVA

**PRODUÇÃO DE MELANCIA SOB DOSES DE BORO EM SOLO COM E SEM
CALAGEM**

**CHAPADINHA - MA
2018**

RAQUEL SOBRAL DA SILVA

**PRODUÇÃO DE MELANCIA SOB DOSES DE BORO EM SOLO COM E SEM
CALAGEM**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, para obtenção do grau de Bacharelado em Agronomia, sob orientação da Prof.^a Dra. Mariléia Barros Furtado de Moraes Rêgo

Chapadinha-MA

2018

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Silva, Raquel Sobral da.

PRODUÇÃO DE MELANCIA SOB DOSES DE BORO EM SOLO COM E SEM CALAGEM / Raquel Sobral da Silva. - 2018.

20 p.

Orientador(a): Mariléia Barros Furtado de Moraes Rêgo.
Curso de Agronomia, Universidade Federal do Maranhão,
UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO, 2018.

1. Adubação. 2. Cálcio. 3. Citrullus lanatus L. 4. Podridão apical. I. Rêgo, Mariléia Barros Furtado de Moraes. II. Título.

DEDICATORIA

A minha avó Arcanja Gomes da Silva, minha âncora na vida, por estar sempre ao meu lado, sem você eu não seria quem sou hoje, ao meu pai José Garcia Gomes da Silva pelo amor e carinho sempre, minhas mães Rute Sobral e Aldenira Gomes pelo amor infinito, carinho e amparo nas horas mais difíceis, as minhas irmãs e primas que amo mais que tudo, obrigado por me aturarem sempre....

Dedico!

RAQUEL SOBRAL DA SILVA

PRODUÇÃO DE MELANCIA SOB DOSES DE BORO EM SOLO COM E SEM
CALAGEM

Trabalho de conclusão de curso,
apresentado ao Curso de Agronomia do
Centro de Ciências Agrárias e Ambientais
da Universidade Federal do Maranhão,
para obtenção do grau de Bacharel em
Agronomia, sob orientação da Prof.^a Dra.
Mariléia Barros Furtado de Moraes Rêgo.

APROVADO EM: __/__/__

Prof.^a Dr.^a Mariléia Barros Furtado de Moraes Rêgo
Prof.^a /CCAA-Agronomia – UFMA

Marcos Renan Lima Leite
Engenheiro Agrônomo
Mestrando em Ciência Animal CCAA- UFMA

Naélia da Silva de Moura
Prof.^a / CCAA-Agronomia-UFMA

Chapadinha-MA

2018

AGRADECIMENTOS.

À Deus pela graça da vida e por sempre me guiar pelos caminhos certos, à minha avó/mãe, Arcanja, a âncora do meu viver, meus infinitos obrigados não seriam suficientes para descrever o quão importante é a sua presença na minha existência, te amo.

À Universidade Federal do Maranhão (UFMA), pela oportunidade de me capacitar profissionalmente, e a todos os membros da instituição, professores, pessoal da limpeza, vigias e motoristas, em especial, dona Estér (dona do melhor café), Raquel (minha xará) seu Raimundo e Gilberto (Os guardas mais legais do CCAA-UFMA), por sempre serem tão amáveis comigo e com todo mundo.

A Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pelo apoio financiamento que viabilizou a realização da presente pesquisa.

Aos meus pais José Garcia e Rute pelos ensinamentos, por me fazerem entender que família e amor é importante mais do que tudo no mundo. Agradeço infinitamente por sempre me apoiarem na caminhada e pela presença nos dias mais atribulados que tive. Obrigada por acreditarem em mim, vocês são meu maior escudo, as minhas irmãs e irmão, Jaylande, Jaqueline, Bruna, Fabiana, Ana Cécilia e José Lucas meus “monstrinhos” favoritos por serem os irmãos mais fora do comum e maravilhosos que Deus poderia ter me dado, pelas vezes que me fizeram rir mesmo quando as lágrimas eram evidentes, e por estarem comigo me apoiando nas minhas decisões, vocês são incríveis.

À professora Dr^a Marileia Furtado pela orientação, conselhos, paciência e esforço para fazer deste trabalho algo concreto. Todo o meu respeito e gratidão pela confiança, a quem orgulhosamente chamo de “mãe acadêmica”, ao professor Jardel Oliveira “pai acadêmico” pelo acolhimento aos grupos PROCEMA e GENEAL, muito obrigada aos dois por tudo que me ensinaram ao longo dessa jornada.

A família de modo geral pela torcida, de modo especial, a tia Ana pelo apoio e conselhos, as irmãs postiças Ivanayra, Mayara e Sanayra, por serem as melhores primas que se pode ter na vida, eternamente sou grata por todos os momentos que passamos juntas e por me suportarem todos os dias na casa de vocês (risos).

Aos meus amigos, Jhon, Bricia, Mara pelos anos de amizade e companheirismo, e a todos os amigos que fiz no CCAA nesses anos de estudo, a trupe do projeto Agrif, em

especial Nitalo, Hosana, Analya e Juniel pela ajuda na condução do experimento, pelos momentos de descontração que tornavam o serviço menos pesado, e pela amizade ao longo dessa trajetória.

A minha eterna e melhor galera os “Agrotorríveis”, Matheus, Ivanayra, Ramile, Mayara e Leydson. Vocês são inexplicáveis, a “mistura de adubo” que acaba com qualquer solo (risos), mas que foram e são amigos que vou levar para o resto da vida.

*Dificuldades preparam
pessoas comuns para
destinos extraordinários.*

C. S. Lewis

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Resultado da análise de caracterização física e química do solo da área experimental 2

Tabela 2. Valor de F e significância dos fatores investigados para as variáveis diâmetro do fruto (DF), comprimento do fruto (CF), espessura da casca (EC), percentual de frutos com podridão apical (%Fcpa), percentual de frutos comerciais (%Fcom), sólidos solúveis totais (SST), percentual de flores femininas (%FF), total de frutos comerciais (TFcom), peso do fruto (PF) e produtividade (PROD)..... 3

Tabela 3. Correlação linear entre o percentual de flores femininas (%FF), total de frutos por hectare (TF), total de frutos comerciais por hectare (TFcom) e produtividade (PROD).
..... 7

Tabela 4. Viabilidade econômica do cultivo da melancia com doses crescentes de boro com ou sem calagem..... 7

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Influência de doses crescentes de boro sobre o diâmetro (I) e o comprimento dos frutos: (●) sem calagem e (▲) com calagem (II). 4
- Figura 2. Influência de doses crescentes de boro sobre a espessura da casca (I), % de frutos com podridão apical (II), % de frutos comerciais (III) e peso dos frutos (IV), sendo em II, III e IV: (●) sem calagem e (▲) com calagem. 5
- Figura 3. Influência de doses crescentes de boro sobre o % de flores femininas a (I) e total de frutos comerciais por hectare (II), sendo: (●) sem calagem e (▲) com calagem. 6
- Figura 4. Influência de doses crescentes de boro sobre os sólidos solúveis totais (I) e a produtividade em t.ha⁻¹ (II), sendo: (●) sem calagem e (▲) com calagem. 6

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAIS E MÉTODO	2
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	3
4. CONCLUSÃO.....	7
5. REFERENCIAS	7

1 Produção de melancia sob doses de boro com e sem calagem

2 **Resumo**

3 A baixa concentração de boro no solo de regiões do bioma cerrado é um dos principais desafios para o
4 cultivo da melancia, associado ao fator de que as doses empregadas no solo são baseadas em conhecimento
5 empírico, acarretando impactos negativos pelo surgimento da podridão apical ou devido a toxidez por boro
6 respectivamente em razão da estreita faixa entre o nível adequado e tóxico. Nessa perspectiva, objetivou-se
7 avaliar o efeito de doses de boro sobre a produção de melancia, em solo com e sem calagem. O
8 experimento foi desenvolvido em Latossolo amarelo distrófico no município de Chapadinha, MA, (Brasil),
9 em um delineamento de blocos ao acaso em parcelas subdividas: parcelas (i) calagem ou sem calagem e
10 subparcelas: (ii) doses de boro (0, 1, 2 e 2,5 g.cova⁻¹), com oito tratamentos e cinco repetições. Os dados
11 foram explorados por análise de regressão, sendo o ponto de máxima da equação estimado igualando-se a
12 primeira derivada da equação a zero. Avaliou-se o diâmetro (DF), comprimento (CF), peso (PF), total de
13 frutos comerciais (TFcom), espessura da casca (EC), percentual de frutos com podridão apical (%Fcpa),
14 frutos comerciais (%Fcom), flores femininas (%FF), sólidos solúveis totais (SST), produtividade (PROD)
15 e rentabilidade. O modelo polinomial quadrático proporcionou excelentes ajustes (R^2 : 0,77 a 0,99). A
16 adubação borácica promove o maior %FF, menor %Fcpa em baixas concentrações do elemento, e quando
17 associada a calagem resulta em um maior %Fcom, maior PROD e rentabilidade. Portanto, recomenda-se o
18 emprego de dose na faixa de 1 a 2 g.cova⁻¹, de boro quando se eleva a saturação de bases para 70%.

19 **Palavras-chaves:** Adubação, *Citrullus lanatus L.*, Podridão apical, Cálcio.

20 **1. Introdução**

21 O cultivo da melancia (*Citrullus lanatus L.*) é bastante difundido em países com temperaturas elevadas pelo
22 seu valor nutricional, suculência e sabor. Além disso, seu fácil manuseio, associado ao menor custo de
23 produção, quando comparada a outras culturas, fazem da melancia uma das frutas mais cultivadas em todo
24 o mundo (Oliveira et al., 2012; Bhosale et al., 2017). No Brasil, o cultivo de melancia tem se estendido para
25 as áreas de cerrado (Carmo et al., 2015), especialmente pela alta rentabilidade no período de entressafra
26 do cultivo de grãos.

27 Um dos principais entraves para a produção de melancia no cerrado está relacionada ao impacto da
28 anomalia fisiológica denominada podridão apical, provocada pela deficiência de cálcio (Ca) e o boro (B)
29 (Ferreira et al., 2013), o que está relacionado ao baixo teor de material orgânica no solo e a reduzida
30 quantidade de B na composição mineralógica dos mesmos. Ademais, como os solos de cerrado são ácidos
31 o uso da calagem é indispensável e tem por consequência a elevação do pH, culminando na maior
32 concentração de B na forma de ânions borato o que implica em maior adsorção, e por consequência menor
33 disponibilidade para as culturas (Keren et al., 1985).

34 O boro é um micronutriente essencial para o cultivo da melancia pois está relacionado a processos
35 fisiológicos essenciais para produção, como a formação do tubo polínico, favorecendo a fecundação e a
36 formação do fruto (Ferreira et al., 2013; Farag et al., 2017). Contudo, a falta de elucidação sobre o
37 requerimento de boro, a dose adequada e a resposta da melancia à sua aplicação ainda são uma incógnita
38 em razão da estreita faixa entre o nível adequado e o tóxico, o que torna as recomendações baseadas em
39 métodos empíricos de dose-resposta desencadeando impactos produtivos como toxidez ou distúrbios
40 fisiológicos.

41 Por sua vez, o cálcio (Ca) é um nutriente de extrema importância para que ocorra a formação adequada da
42 parede celular (Zeist et al., 2016) e, de igual modo ao B, encontra-se em teores reduzidos na composição
43 mineralógica dos solos de cerrado, sendo fornecido especialmente pela calagem. O Ca e o B apresentam
44 forte interação no solo, sendo que o teor de Ca diminui quando há excesso de B no solo, ao passo que baixos
45 teores de Ca provocam deficiências de boro (Malavolta, 1997). As interações entre o boro e o cálcio
46 aumentam as margens de erros de recomendação baseadas em dose-resposta realizadas em
47 empreendimentos rurais, evidenciando a necessidade de uma investigação científica.

48 Atualmente, pesquisas estão sendo desenvolvidas para reduzir os impactos das lesões induzidas pelo
49 excesso de boro (Farag et al., 2017), o crescimento da melancia sobre a deficiência de boro (Farag et al.,
50 2016) e acúmulo de nutrientes (Schiavon et al., 2017). Contudo, pesquisas relacionadas ao nível ideal de
51 boro para as condições específicas de produção de melancia no cerrado ainda são escassas. Nessa
52 perspectiva, objetivou-se avaliar o efeito de doses crescentes (0, 1, 2 e 2,5 g.cova⁻¹) de boro sobre a
53 produção de melancia, em solo com e sem calagem.

54

55 **2. Material e Métodos**

56 A pesquisa foi desenvolvida em uma propriedade rural situada no município de Chapadinha / Maranhão,
 57 (Brasil), Microrregião de Chapadinha, nas coordenadas 03°38'44,15" S e 43°21'24,05" O, e com 100 m
 58 acima do nível do mar. O clima local é classificado como AW (quente e úmido), com temperatura média
 59 anual de 26,9 °C e precipitação média anual variando de 1600 a 2000 mm (Passos et al., 2016). O
 60 experimento foi conduzido durante os meses de junho e novembro de 2017 em uma área experimental de
 61 1.500 m², com relevo plano e o solo foi classificado segundo Santos et al., (2013), como Latossolo Amarelo
 62 distrófico.

63 Inicialmente, aplicou-se o herbicida desidratante glifosato na dosagem de 5 L.ha⁻¹ e, posteriormente
 64 realizou-se o preparo do solo com uma aração de 20 cm e duas gradagens. Foram abertas 160 covas com
 65 0,3 x 0,3 x 0,3 m e, posteriormente, dividiu-se a área em 40 parcelas com dimensões de 3,5 x 10 m (35 m²).
 66 As recomendações de fertilizantes e corretivos foram efetuadas conforme resultado da análise do solo
 67 (Tabela 1), respeitando a delimitação dos tratamentos a serem implantados. Portanto, incorporou-se 114 g
 68 de calcário dolomítico por cova (4,23 t.ha⁻¹) (PRNT = 100 % e teores de MgO e CaO de 10 e 35%,
 69 receptivamente) a fim de se elevar a saturação por bases a 70% nas covas que no sorteio dos tratamentos
 70 receberam o fator calagem.

71 Tabela 1- Resultado da análise de caracterização física e química do solo da área experimental

pH	MO	P	H+Al	K	B	Ca	Mg	SB	CTC	V%
CaCl ₂ g dm ⁻³	mg dm ⁻³						cmol dm ⁻³			%
4,1	27,9	11,4	0,09	0,29	0,0	4,2	6,33	0,64	6,97	9,2
Características físicas do solo (%)										
Areia Grossa		Areia Fina		Argila		Silte		Textura do solo		
45		20		11		24		Média		

72 O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em parcelas subdividas: parcelas (i) calagem ou sem
 73 calagem e subparcelas: (ii) doses de boro (0, 1, 2 e 2,5 g.cova⁻¹), constituídos por oito tratamentos e quatro
 74 repetições, totalizando 40 parcelas. A parcela foi constituída por duas fileiras de 10 m com espaçamento
 75 entre fileiras de 2 m e 2,5 m entre covas. Após 63 dias, realizou-se plantio da melancia, cultivar Crimson
 76 Sweet sendo semeadas diretamente no campo, colocando-se cinco sementes por cova, onde aos 15 dias
 77 após a emergência (DAE) fez-se o desbaste deixando duas plantas por cova, totalizando estande de 320
 78 plantas. Foram aplicados em semeadura, 33,4 g cova⁻¹ de N (ureia), 20 g.cova⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato
 79 simples) e 67 g.cova⁻¹ de K₂O (KCl), e em cobertura 20 g.cova⁻¹ de N e 67 g.cova⁻¹ de K₂O aos 25, 50 e 70
 80 DAE conforme (CFSEMG, 1999). A fonte de boro (B) utilizada foi o Borax[®] (11% de B), aplicada no
 81 momento da semeadura.

82 O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, sendo constituído de uma linha lateral por fileira de
 83 plantas com gotejadores tipo autocompensante, com vazão média de 4,5 L/h, espaçados entre si por 2,5 m
 84 e distância entre linhas de 2 m. As irrigações foram realizadas diariamente e as lâminas determinadas com
 85 base na evapotranspiração da cultura com turno de rega feito três vezes ao dia até o início da frutificação,
 86 após reduzido para duas vezes ao dia devido a influência da irrigação nas características de crescimento do
 87 fruto (Barros et al., 2012), correspondendo com eficiência as exigências hídricas da cultura. O controle
 88 fitossanitário foi realizado de acordo com as recomendações técnicas adotadas na região para a cultura da
 89 melancia, com aplicações preventivas do inseticida orgânico pelo emprego de óleo de Neem (*Azadirachta*
 90 *indica*) na dose de 20 L.ha⁻¹ durante o ciclo da cultura foram realizados tratamentos culturais como o desbaste de
 91 plantas, capinas e penteamento das ramas.

92 Aos 60 e aos 90 DAE determinou-se o percentual de flores femininas (%FF) e número de flores total (FT).
 93 No período da frutificação foram quantificados os percentuais de frutos com podridão apical (%Fcpa) e
 94 comerciais (%Fcom) com base nos padrões estabelecidos pela Companhia de Entrepostos e Armazéns
 95 Gerais de São Paulo - CEAGESP (2011) definidos por características como deformidade no fruto,
 96 rachaduras e tamanho inferior ao padrão dos frutos comercializados. Aos 70, 85 e 100 DAE realizou-se a
 97 colheita dos frutos, estes foram selecionados conforme descrito por Araújo et al., (2011), resumidamente:
 98 com base pela observação da gavinha seca mais próxima e pela alteração de coloração dos frutos, sobretudo
 99 na parte apoiada no chão, passando de branco a amarelo-claro. Foram avaliados o teor de sólidos solúveis

100 totais (SST), a espessura da casca (EC), comprimento (CF), diâmetro (DF), peso (PF) e número de frutos.ha⁻¹
 101 e a produtividade da cultura (PROD), em t.ha⁻¹.

102 O SST foi determinado com o auxílio refratômetro analógico Whdz KBT001406, com faixa de medição de
 103 0 a 32%; mensurou-se a EC por meio de um paquímetro digital Jakemy qs-150; o CF e DF por meio de
 104 uma fita métrica 537B, onde o diâmetro do fruto foi obtido pela expressão matemática: $D = C/\pi$, Onde: π
 105 = 3,141... e C = circunferência da melancia e o peso dos frutos com o auxílio de uma de uma balança portátil
 106 digital Crane Scale. A viabilidade econômica foi calculada pela relação da produtividade considerando
 107 apenas os frutos comerciais totais (kg.ha⁻¹) com o valor do kg de melancia na região, US\$ 0.2168, sendo
 108 diminuído pelos custos relacionados com Calagem (calcário de 18,50 US\$ para a saca de 60 kg) e
 109 Boratagem (2,47 US\$ kg do Borax[®]).

110 Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro Wilk afim de verificar a normalidade de distribuição,
 111 posteriormente foram submetidos a análise de variância conforme o modelo estatístico: $Y_{ij}(k) = \mu + B_i + C_j$
 112 $+ D_k + C_x D_{jk} + E_{ijk}$, onde: $Y_{ij}(k)$ é variável dependente; μ é a média geral, B_i é o efeito do i-ésimo bloco;
 113 C_j é o efeito da j-ésima calagem; D_k é o efeito da k-ésima dose; $C_x D_{jk}$ é o efeito da interação da j-ésima
 114 calagem com a k-ésima dose e E_{ijk} é o erro experimental, assumindo $E_{ijk} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$. A análise
 115 exploratória dos dados foi por meio de análises de regressões, sendo que o ponto de máxima da equação
 116 que determina a dose de boro corresponde ao maior valor para a variável dependente foi estimada
 117 igualando-se a primeira derivada da equação a zero conforme Siqueira et al., (2009). Foi realizada a
 118 correlação linear de Pearson a significância pelo teste t a 1% e a 5%. As análises foram efetuadas utilizando
 119 o pacote estatístico do SAS (2002).

120 3. Resultados e Discussão

121 Pela análise observou-se efeito significativo ($p \leq 0,05$) para o diâmetro do fruto (DF), espessura da casca
 122 (EC), percentual de frutos com podridão apical (%Fcpa), percentual de frutos comerciais (%Fcom), sólidos
 123 solúveis totais (SST), total de frutos comerciais (TFcom), peso do fruto (PF) e produtividade (PROD) para
 124 o fator calagem. As diferentes doses de boro proporcionaram efeito significativo para todas as variáveis
 125 analisadas, exceto para os sólidos solúveis totais (SST). Houve interação dos fatores calagem x dose para
 126 o comprimento do fruto (CF) ($p \leq 0,01$) e produtividade (PROD) ($p \leq 0,05$). Esse resultado indica que a
 127 magnitude do comportamento observado para as respostas de CF e PROD foram diferentes ($p \leq 0,05$) quando
 128 se efetuou calagem e quando não foi realizado calagem (Tabela 2).

129 Tabela 2 - Valor de F e significância dos fatores investigados para as variáveis diâmetro do fruto (DF),
 130 comprimento do fruto (CF), espessura da casca (EC), percentual de frutos com podridão apical (%Fcpa),
 131 percentual de frutos comerciais (%Fcom), sólidos solúveis totais (SST), percentual de flores femininas
 132 (%FF), total de frutos comerciais (TFcom), peso do fruto (PF) e produtividade (PROD).

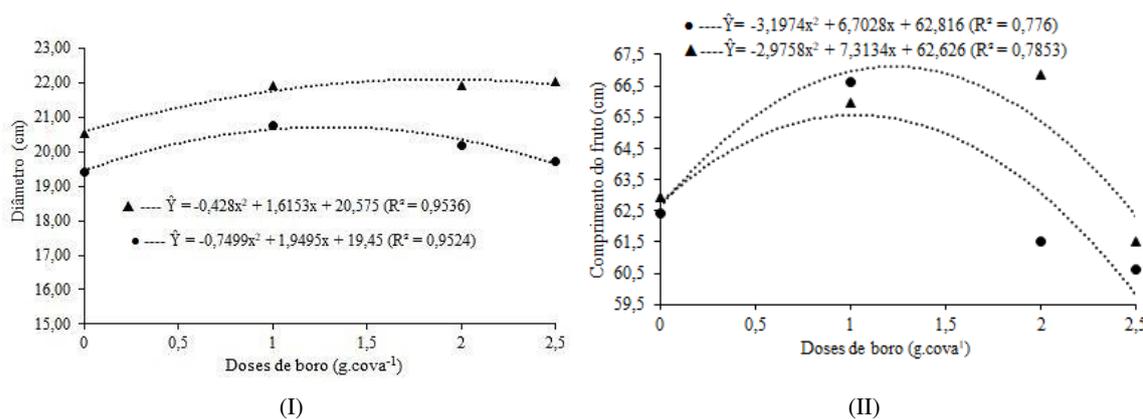
Fonte de variação	DF	CF	EC	%Fcpa	%Fcom
	F	F	F	F	F
Calagem	149,26**	6,42	22,09**	10,14*	11,47*
Dose	3,68**	5,26**	2,84*	8,93**	12,33**
Calagem x Dose	1,66	6,64**	0,91	0,58	1,45
CV (%)	8,44	7,03	21,54	11,35	6,85
Fonte de variação	SST	% FF	TFcom	PF	PROD
	F	F	F	F	F
Calagem	46,24**	3,04	109,03**	169,09**	379,22**
Dose	1,56	3,50*	10,46**	5,37**	14,37**
Calagem x Dose	0,31	1,16	0,91	2,2	2,64*
CV (%)	21,23	15,54	10,46	15,72	21,56

133 **: Significativo ao nível de 1% de probabilidade e *: Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo
 134 teste F.

135 O diâmetro (DF) e o comprimento dos frutos (CF) foram afetados ($p \leq 0,05$) pelas diferentes doses de boro,
 136 sendo possível observar um incremento no DF e CF na dose 1g.cova⁻¹ com uma redução para estas variáveis
 137 com aumento de boro, ajustando-se ($R^2=0,95$ e $R^2= 0,77$ com calagem e $R^2= 0,95$ e $R^2= 0,78$ sem calagem
 138 para DF e para CF respectivamente) a um modelo polinomial quadrático. Observa-se um aumento do
 139 diâmetro e comprimento dos frutos de melancia com o uso de boro na dosagem de 1 g.cova⁻¹, o que pode
 140 ser atribuído a ampla função estrutural da parede celular e membrana e ativador de enzimas no metabolismo

141 do vegetal, acometendo assim um melhor desenvolvimento das células da membrana do fruto resultando
142 em frutos de maior diâmetro e comprimento (Pereira et al., 2012; Bhosale et al., 2017) (Figura 1).

143 Entretanto, nota-se uma redução para estes parâmetros na dosagem máxima de boro (2,5 g.cova⁻¹), que
144 pode ser justificada pelo efeito tóxico do elemento na planta, sendo possível constatar o efeito tóxico em
145 campo pelo alto grau de amarelecimento das plantas (Frag et al., 2017). Ainda sobre a Figura 1, observa-
146 se um incremento substancial para DF e CF com o emprego do calcário, relacionado a sua capacidade de
147 neutralização do alumínio, elevação do pH e, conseqüentemente, culminar em uma maior absorção dos
148 nutrientes contidos no solo (Prado et al., 2013) o que sugere um maior comprimento de frutos quando se
149 utiliza a calagem. Além disso, a cultivar Crimson Sweet, apresenta frutos que tendem a ter formato
150 arredondado, não apresentando variações consideráveis entre o comprimento e diâmetro (Carmo et al.,
151 2015), como o reportado na presente pesquisa.



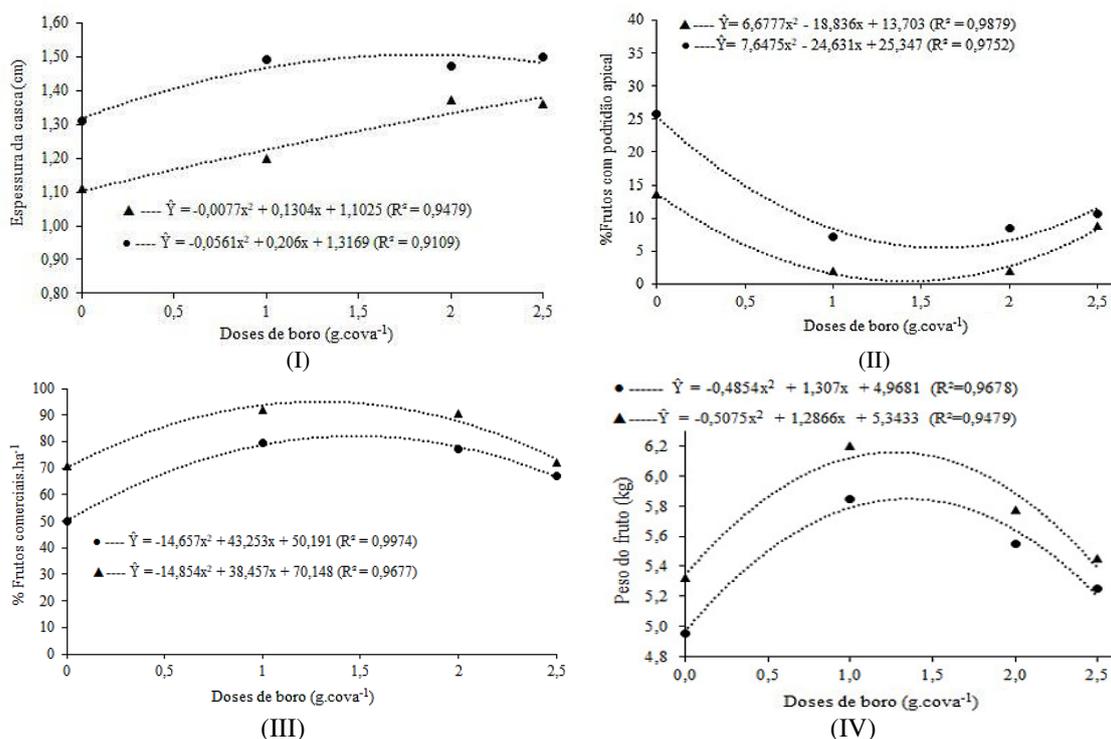
152 Figura 1 - Influência de doses crescentes de boro sobre o diâmetro (I) e o comprimento dos frutos: (●)
153 sem calagem e (▲) com calagem (II).

154 Por outro lado, o aumento das doses de boro representou em uma maior espessura de casca (EC),
155 possivelmente pela participação do boro no transporte de ácido indolacético (AIA), na atividade da ATPase,
156 e na síntese da parede celular (Goldbach et al., 2001; Pereira et al., 2012), especialmente devido ao aumento
157 na concentração de AIA, um hormônio de crescimento que promove o alongamento celular diferencial e
158 funciona como regulador do crescimento dos vegetais, que propicia aumento da espessura da casca em
159 frutos (Figura 2 I). Além disso, a EC é um parâmetro que está relacionado ao rendimento do fruto tendo em
160 vista a relação polpa/casca, sendo que esta tende a ser maior em baixas doses de boro (1 a 2 g.cova⁻¹).
161 Também é importante ressaltar aspectos revacinados as práticas de pós colheita, onde frutos com menor EC
162 são mais limitados a processos de embalagem e transporte, por ter alta sensibilidade ao manuseio e são
163 mais fáceis de sofrerem danos ao longo do procedimento de manuseio e transporte causando assim
164 depreciação do fruto com caráter comercial e reduzindo sua vida útil (Queiroga et al., 2013).

165 Houve um maior percentual de frutos com podridão apical (%Fcpa) quando se empregou as doses 0 e 2,5
166 g.cova⁻¹ (Figura 2 II), sendo possível constatar que houve maior (p<0,05) %Fcpa quando não se realizou
167 calagem (Tabela 1), demonstrando que a deficiência de boro é um transtorno nutricional propiciador da
168 podridão apical, uma vez que essa anomalia fisiológica é provocada pela carência de Ca e/ou B devido as
169 ações na formação na parede celular (Marschner, 2012; Yamamoto et al., 2011). Nota-se que altos teores de
170 boro (2,5 g.cova⁻¹) propiciaram elevados %Fcpa, o que pode ser atribuído pela ação de inibição do teor de
171 cálcio (contido na calagem) pelo excesso de boro (Malavolta, 1997), assim a falta de assimilação de cálcio
172 pode, possivelmente, ser a razão para o aumento do índice de frutos com podridão apical na dose 2,5 g.cova⁻¹,
173 uma vez que a presença de ambos os nutrientes é imprescindível para evitar que este distúrbio ocorra
174 (Ferreira et al., 2013).

175 Segundo Malavolta (1980) a carência em boro no sistema produtivo implica em características negativas,
176 como pontos de crescimento afetados, o que conseqüentemente tende a reduzir a qualidade do produto,
177 além de causar rápido endurecimento da parede da célula, pois mesmo quando formando complexos com
178 os carboidratos há um prejuízo na distribuição das micelas de celulose, não permitindo que a célula se
179 expanda. Outrossim, a incidência de podridão apical tem alta relação com o número de frutos por planta e
180 o percentual de frutos comerciais, pois quanto maior o total de frutos na planta maior a demanda de cálcio
181 para a mesma e quanto maior o número de frutos com podridão apical menor o número de frutos comerciais
182 (Junior et al., 2011).

183 Nesta pesquisa, o percentual de frutos comerciais (%Fcom) ajustou-se ao modelo polinomial quadrático
 184 em ambos os casos em relação ao fator calagem: quando não se realizou calagem ($R^2=0,99$) e quando se
 185 realizou calagem ($R^2=0,96$), sendo que, no último caso, apresentou o maior ($p \leq 0,05$) %Fcom, devido ação
 186 do calcário de neutralização do alumínio e promoção da maior absorção dos nutrientes contidos no solo, o
 187 que proporciona melhor desenvolvimento do sistema radicular da planta e também pelo fornecimento de
 188 cálcio e magnésio (Prado et al., 2013). Em relação as doses de boro, o modelo polinomial quadrático sugere
 189 uma curva-resposta interpretada pelo aumento do TFcom com o aumento das doses de boro até a redução
 190 após o nível ótimo relacionado a toxicidade em função do alto teor de boro. Este resultado é justificado
 191 pelo maior percentual de frutos com podridão apical e não comerciais (deformidade no fruto, rachaduras e
 192 tamanho inferior ao padrão comercializado segundo a Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de
 193 São Paulo – CEAGESP) nos frutos com nas doses 0 e 2,5 g.cova⁻¹, como reportado anteriormente.



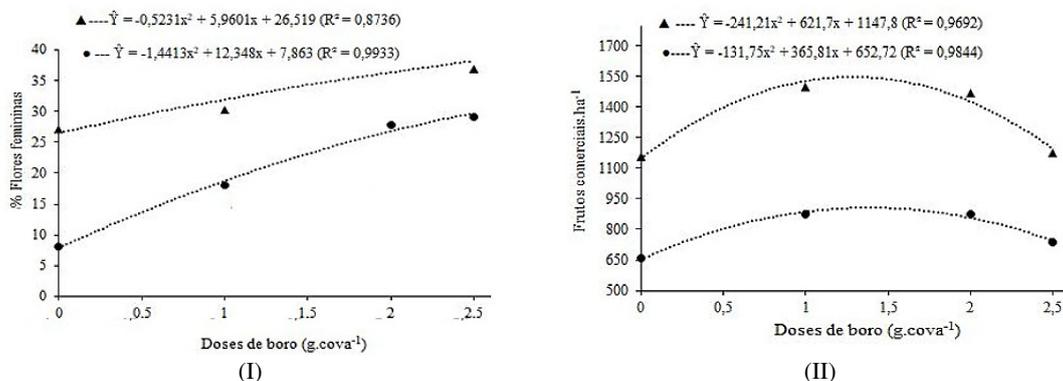
194 Figura 2. Influência de doses crescentes de boro sobre a espessura da casca (I), % de frutos com podridão
 195 apical (II), % de frutos comerciais (III) e peso dos frutos (IV), sendo em II, III e IV: (●) sem calagem e
 196 (▲) com calagem.

197 O peso dos frutos (PF) apresentou uma resposta similar ao percentual de frutos comerciais, portanto, o uso
 198 da calagem proporcionou frutos mais pesados ($p \leq 0,01$), sendo constatado uma função-parábola, com a
 199 concavidade voltada para baixo, em relação dos PF em função das doses de boro, ($p \leq 0,01$) (Figura 2 IV).
 200 Nota-se que a dose 1 g.cova⁻¹ promoveu um incremento aproximadamente de 800 g no peso dos frutos em
 201 relação a testemunha, em ambos os casos do fator calagem, porém os frutos que receberam a calagem foram
 202 cerca de 400 g mais pesados, pois o cálcio é o segundo elemento mais requerido pela cultura da melancia
 203 Crimson Sweet (Almeida et al., 2012), o que sugere que a calagem associada dose de 1 g.cova⁻¹ de boro
 204 representa uma quantidade mais eficiente para a garantia da manutenção de controle dos distúrbios
 205 metabólicos e formação de frutos saudáveis e com maior peso. A margem de peso de frutos proveniente
 206 da dose 1 g.cova⁻¹ está contida no intervalo de 4 a 7 kg, portanto, se enquadrada no grupo comum segundo
 207 CEAGESP, (2011).

208 O percentual de flores femininas (%FF) aumentou proporcionalmente com o aumento da dose de boro,
 209 sendo a dose máxima apresentando o maior percentual de flores femininas. Contudo, o número total de
 210 frutos comerciais por hectare apresentou uma curva-resposta indicando uma redução no total de frutos com
 211 a dose 2,5 g.cova⁻¹, nota-se que em ambos os casos o fator calagem se sobressaiu apresentando um maior
 212 percentual de flores femininas e de frutos comerciais em relação a produção sem calagem (Figura 3 I).
 213

214 O maior % FF pode ser atribuído a estreita relação do boro com o florescimento, especialmente na
 215 polinização e na formação do tubo polínico, gerando os frutos (Ferreira et al., 2013). Entretanto, como

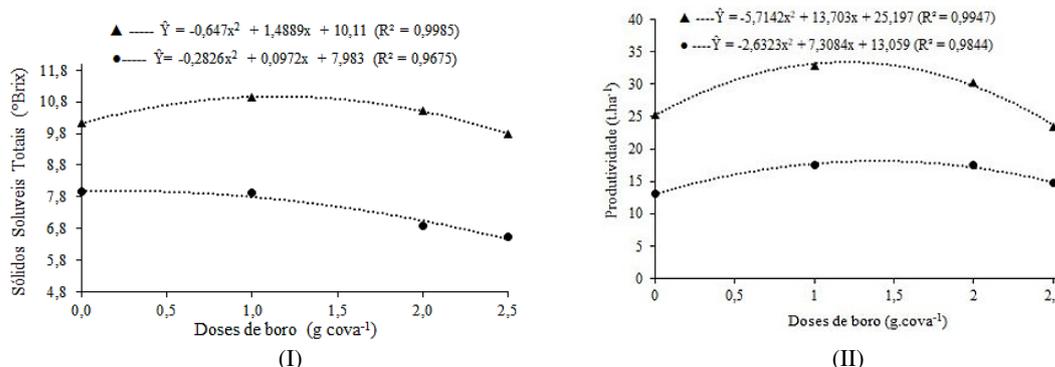
216 destacado anteriormente, há uma redução no número total de frutos por hectare, o que pode ser atribuído a
 217 maior taxa de abortamento das flores, pois estas quando polinizadas podem sofrer impactos no processo de
 218 fecundação ao ponto de não ser consolidado devido a fatores externos como as condições ambientais como
 219 umidade relativa baixa, além disso, o menor número de frutos comerciais por hectare pode ser justificado
 220 ao maior percentual de frutos com podridão apical e frutos não comerciais na dose mínima e máxima (2,5
 221 g.cova⁻¹), devido a impactos relacionados a deficiência de boro na primeira dose e na segunda, pela toxidez
 222 de boro aos frutos e redução de absorção do cálcio pelo antagonismo com o boro, devido ao excesso de
 223 boro na dosagem 2,5 g.cova⁻¹ (Malavolta, 1997; Taiz & Zeiger, 2009; Yamamoto et al., 2011) (Figura 3 II).



224 Figura 3. Influência de doses crescentes de boro sobre o % de flores femininas a (I) e total de frutos
 225 comerciais por hectare (II), sendo: (●) sem calagem e (▲) com calagem.

226 Independente da dose de boro, o uso da calagem proporciona frutos com maior teor de sólidos solúveis
 227 totais ($p \leq 0,01$) (Figura 4 I), em razão das condições mais benéficas para assimilação de nutrientes no solo,
 228 especialmente em virtude da redução de pH e neutralização do alumínio. As variações edafoclimáticas
 229 atuam características no SST dos frutos provocando maior diluição de açúcares na fase final das culturas
 230 (Rocha et al., 2011). No Brasil o valor considerado ideal para comercialização é de 10°BRIX do SST.
 231 Portanto, os frutos do experimento encontram-se dentro do padrão comercial brasileiro.

232



233 Figura 4. Influência de doses crescentes de boro sobre os sólidos solúveis totais (I) e a produtividade em
 234 t.ha⁻¹ (II), sendo: (●) sem calagem e (▲) com calagem.

235 Houve efeito significativo ($p \leq 0,01$) para o fator calagem em razão de seus benefícios como na melhoria das
 236 propriedades químicas do solo e elevação dos teores de cálcio e magnésio trocável para as plantas. Foi
 237 detectado efeito sobre a produtividade pelas diferentes doses de boro ($p \leq 0,01$), bem como para a interação
 238 ($p \leq 0,05$) entre os fatores, portanto sendo apresentados duas equações distintas (Figura 4). Nota-se um
 239 aumento na produtividade com a aplicação das doses de 1 e 2 g.cova⁻¹ com uma redução na dose 2,5 g.cova⁻¹,
 240 consequência do menor número de frutos comerciais e peso dos frutos (Figura 2 III e IV), em decorrência
 241 dos impactos da toxidez deste micronutriente. Por meio da derivada das equações foi possível obter a dose
 242 ideal de boro, quando realizada a calagem e sem calagem: 1,20 e 1,32 g.cova⁻¹, respectivamente.

243 A análise de correlação linear demonstrou correlações positivas entre o percentual de flores femininas (%FF),
 244 total de frutos comerciais por hectare (TFcom) ($p \leq 0,05$) e com a produtividade (PROD) ($p \leq 0,05$). Vale
 245 destacar também a correlação positiva entre a %Fcom e PROD ($p \leq 0,01$) (Tabela 2). Este resultado evidencia
 246 a estreita relação entre o %FF com o número de frutos comerciais e produtividade, uma vez que as flores
 247 femininas são polinizadas para formação dos frutos. Sendo assim, quanto maior o número de flores
 248 femininas com o processo de fecundação consolidado maior será o número de frutos no stand, e com o

249 maior número de frutos por área, maior será a produtividade da obtida na área. Todavia, é importante
 250 destacar que o excesso de boro pode prejudicar o desenvolvimento da planta, retardando a frutificação e a
 251 capacidade fotoassimilativa da melancieira, em razão das necroses nas folhas podendo chegar na morte da
 252 planta em elevados graus de toxidez (Cardozo et al., 2001; Bhosale et al. 2017; Farag et al., 2017).

253 Tabela 3 - Correlação linear entre o percentual de flores femininas (%FF), total de frutos por hectare
 254 (TF), total de frutos comerciais por hectare (TFcom) e produtividade (PROD).

Itens	% FF	TF	TFcom	PROD
%FF	1,00			
TF	0,56	1,00		
TFC	0,61*	0,88**	1,00	
PROD	0,72*	0,67*	0,95**	1,00

255 **: Significativo ao nível de 1% de probabilidade e *: Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo
 256 teste t.

257 Os tratamentos analisados apresentaram rentabilidade positiva, com maiores valores obtidos nos
 258 tratamentos que recebem calagem e doses de 1 e 2 g.cova⁻¹ de boro, com respectivamente 6.407,49 e
 259 5.901,56 US\$.ha⁻¹. Nota-se que a falta de calagem no cultivo da melancia em solos de cerrado pode
 260 representar, relativamente, a perda de 50% da rentabilidade potencial do hectare. Bem como, que o
 261 investimento de aproximadamente 4,93 dolares.hactare⁻¹ para a Boratagem na dose de 1 g.cova⁻¹ pode
 262 significar um incremento na produtividade e, conseqüentemente na rentabilidade (Tabela 4).

263 Tabela 4 -Viabilidade econômica do cultivo da melancia com doses crescentes de boro com ou sem calagem

Fatores		Produtividade (kg.ha ⁻¹)	Valor bruto (US\$)	Custo Calagem e Boratagem (US\$)			Rentabilidade* (US\$.ha ⁻¹)
Calagem	Doses de boro			Calcário ²	Bórax ³	Operacional ⁴	
Com ¹	0 g.cova ⁻¹	25.187,5	5.047,55	70,29	0,00	49,23	4.927,93
	1 g.cova ⁻¹	32.687,5	6.550,55	70,29	4,93	67,83	6.407,49
	2 g.cova ⁻¹	30.187,5	6.049,55	70,29	9,87	67,83	5.901,56
	2,5 g.cova ⁻¹	24.062,5	4.822,10	70,29	12,33	67,83	4.671,65
Sem	0 g.cova ⁻¹	14.875	2.980,94	0,00	0,00	0,00	2.980,94
	1 g.cova ⁻¹	15.500	3.106,19	0,00	4,93	18,50	3.082,76
	2 g.cova ⁻¹	15.600	3.126,23	0,00	9,87	18,50	3.097,86
	2,5 g.cova ⁻¹	14.812,5	2.968,41	0,00	12,33	18,50	2.937,58

264 ¹objetivando elevar a saturação por base a 70%; ²considerando preço local de 18,50 US\$ saca de 60 kg; ³considerando
 265 preço local de 2,47 US\$ o kg e ⁴Custo operacional relacionado a aplicação convertido para 1 hectare. *Rentabilidade
 266 está considerando apenas os custos relacionados a Calagem e Boratagem.

267 4. Conclusão

268 A faixa de doses equivalente a 1 a 2 g.cova⁻¹ de boro com dose específica de 1,2 g.cova⁻¹ (2,4 kg.ha⁻¹),
 269 quando se eleva a saturação de bases para 70%, promove benefícios para a produção de melancia cultivada
 270 em Latossolo amarelo distrófico sob condições do bioma cerrado, tais como o maior percentual de flores
 271 femininas, menor percentual de frutos com podridão apical em baixas concentrações, e quando associada a
 272 calagem resulta em um maior percentual de frutos comerciais, maior produtividade e rentabilidade.

273 5. Referencias

274 Almeida, B. E. I, Corrêa, M. C. de M, Nóbrega, G. N, Pinheiro, E. A. R, Lima, F. F. (2012). Crescimento e
 275 marcha de absorção de macronutrientes para a cultivar de melancia Crimson Sweet. *Revista Agroambiente*
 276 *On-line*. 6, 205-214. Retirado de: <https://revista.ufrb.br/agroambiente/article/view/1344>.

277 Araújo, W. F., Barros, M. M., Medeiros, R. D., Chagas, e. A., Camargo neves, L. T. B. (2011). Crescimento
 278 e produção de melancia submetida a doses de nitrogênio. *Revista Caatinga*, 24, 80-85.Retirado de //
 279 <http://www.redalyc.org/html/2371/237120127013/>.

280 Barros, M. M, Araújo, W. F., Neves L. T. B. C, Campos A. J, Tosin J. M. (2012) Produção e qualidade da
 281 melancia submetida a adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 16,
 282 1078–1084. Retirado de: <http://www.agriambi.com.br/revista/v16n10/v16n10a07.pdf>.

- 283 Bhosale, Ar, Puranik, U., Kapse, V. D., Dodake, S. B., Kasture, M. C; Gangavane, S. B. (2017). Effect of
284 graded levels of nitrogen and potassium on yield and nutrient content of watermelon in lateritic soils of
285 Konkan. *International Journal of Chemical Studies*. 5, 467-470. Retirado de //
286 <http://www.chemijournal.com/archives/2017/vol5issue2/PartG/5-2-12-775.pdf>.
- 287 Cardoso, M. O., Antônio, I. C., Moura, M. F., Gonçalves, J. R. P., Pamplona, A.M. S. R. (2010). Índices
288 produtivos de melancia com uso de calagem e irrigação. *Horticultura Brasileira* 28, 1639-1644. Retirado
289 de //<C:/Users/Raquel/Downloads/A2554-T4011-Comp.pdf>.
- 290 Cardozo, V. P. Pizetta, N.V., Teixeira, N. T. (2001). Adubação foliar com cálcio e boro na cultura do tomate
291 (*Lycopersicum esculentum* Mill) Cv. Débora max. *Revista Ecosystema*. 26, 39-39. Retirado de //
292 <http://ferramentas.unipinhal.edu.br/ecossistema/include/getdoc.php?id=33&article=9&mode=pdf>.
- 293 Carmo, S. I. L. G., Silva, E. S., Neto, J. L. L. M., Trassato, L. B., Medeiros, R. D. de., Porto, D. S. (2015).
294 Desempenho agrônômico de cultivares de melancia no cerrado de Boa Vista, Roraima. *Revista*
295 *Agroambiente*. 9, 268-274. DOI:10.18227/1982-8470.
- 296 CFSEMG - COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. 1999. Lavras,
297 MG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: (5ª aproximação)**.
298 Viçosa: UFV. 359p.
- 299 Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo - CEAGESP Normas de Classificação /
300 CEAGESP - São Paulo: CEAGESP, 2011. 6p.
- 301 Farag, M. N. U., Yang, J., Hu, Z., Ming, F. Z.(2017). Nitric oxide protects carbon assimilation process of
302 watermelon from boron-induced oxidative injury. *Plant Physiology and Biochemistry*. 111, 166-
303 173. DOI://10.1016/j.plaphy.2016.11.024.
- 304 Ferreira, L. V., Cocco, C, Gonçalves, M.A., Carvalho, S. F., Picolotto, L., Monte, F., Antunes, L. E. C.,
305 Cantillano, R. F.F. (2013). Efeito da aplicação de cálcio e boro em pré-colheita na qualidade póscolheita
306 de amoreira-preta ‘tupy’. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*,14, 53-58. Retirado de://
307 <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81327871010>
- 308 Goldbach, H.E.; Yu, Q., Wingender, R., Schulz, M., Wimmer, M.; Findekle, P., Baluska, R (2001). Rapid
309 response reactions of roots to boron deprivation. *J. Plant Nut. Soil Sci.*, 164:173-181.
- 310 Júnior, A. S.J.,Sebastião, J., Bezerra, N. E., Paes, B. L., Keren, r., Bingham, F. T., Rhoades, J. D (1985)
311 Effect of clay mineral content in soil on boron uptake and yield of wheat. *Soil Science Society of America*
312 *Journal*, 49, 1466-1470.
- 313 Köppen, W. 1948. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Econômica.
314 México. 479.
- 315 Malavolta, E. (1980). Manual de química agrícola: adubos e adubação. 3. São Paulo: Ceres.
- 316 Malavolta, E., Vitti, G. C., Oliveira, S. A (1997). Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e
317 aplicações. 2. Piracicaba: POTAFOS, 319 p.
- 318 Marschner, H. 2012. Marschner’s mineral nutrition of higher plants. Ed. P. Marschner. Vol. 89. Academic
319 press, 233-242. DOI: 10.1080/01904167.2015.1105263.
- 320 Oliveira, P. G. F., Moreira, O. C., Branco, L. M. C., Costa, R. N. T., Dias, C. N. (2012). Eficiência de uso
321 dos fatores de produção água e potássio na cultura da melancia irrigada
322 com água de reuso. *Revista Brasileira de Engenharia*
323 *Agrícola e Ambiental*, 16, 153-158. DOI.org/10.1590/S1415-43662012000200004.
- 324 Pereira, G. J. M. (2012) Produção, trocas gasosas e estado nutricional da melancia, submetida a diferentes
325 lâminas de irrigação e doses de boro. Retirado de: <http://repositorio.ufc.br/ri/handle/riufc/9047>.

- 326 Prado, Mello. R. de; Gondim, A. R. de O; Júnior, J. P. de S. (2013). Resposta da cultura da melancia à
327 aplicação de calcário. *Revista Acadêmica Ciências Agrárias Ambientais*. 11, 75-82. DOI:
328 10.7213/academica.10.S02.AO09.
- 329 Queiroga, M. de F, Junior N.J; Costa, S. Â. D; Filho, F.de S. O; Pereira, F. H. F; Filho, A. L. de S; Maracaja,
330 P. B. (2013). Produção e qualidade de frutos de melão Harper em função de doses de boro. *Revista*
331 *agropecuária científica no semiárido*. 9, 87-93. Retirado de
332 [//http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/377](http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/377).
- 333 Rocha, R. da Marta, Eltz, F. L. F; Santos, M. S; Rocha, P. V; Goulart, R. Z. (2011). Produtividade, qualidade
334 dos frutos e distribuição do sistema radicular da melancia em diferentes sistemas de
335 cultivo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 35, 1377-1386. DOI: 10.1590/S0100-
336 06832011000400032.
- 337 Passos, M. L. V., Zambrzycki, G. C., Pereira, R. S. (2016). Balanço hídrico e classificação climática para
338 uma determinada região de Chapadinha- Ma. *Revista Brasileira de agricultura irrigada*. 10, 785-766.
- 339 Santos, H. G.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C.; Oliveira, V. A.; Lumbreras, J. F.; Coelho, M. R.;
340 Almeida, J. A.; Cunha, T. J. F. E Oliveira, J. B.(2013). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 3. ed.
341 Rio de Janeiro, EMBRAPA, 353p.
- 342 SAS INSTITUTE. SAS systems for windows. Version 9. Cary, 2002.
- 343 Schiavon júnior, A. A., Grangeiro L. C., Sousa V. F. L., Silva, A. R. C. Lucena, R. R. M. (2017). Nutrient
344 accumulation on seedless watermelon. *Científica*. 45, 325-332. DOI: // 10.15361/1984-5529.
- 345 Siqueira, C. J., Sakomura N. K., Nascimento D. C. N., Fernandes J. B. K. (2009). Modelos matemáticos
346 para estimar as exigências de lisina digestível para aves de corte ISA Label. *Revista Brasileira de Zootecnia*.
347 38 ,1732-1737. DOI: 10.1590/S1516-35982009000900013.
- 348 Taiz, L.; Zeiger, E. Fisiologia vegetal. 3. ed. Porto Alegre: Artmed 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848.
- 349 Vilela, R. L. (2011). Podridão apical e produtividade do tomateiro em função dos teores de cálcio e amônio.
350 *Revista Caatinga*. 24, 20-26.
- 351 Yamamoto, Lopes M.E, Ferreira, R. M. A; Fernandes, P. L. de O; Albuquerque, L. B; Alves, E. O. (2011).
352 Função do cálcio na degradação da parede celular vegetal de frutos. *Revista verde de agroecologia e*
353 *desenvolvimento sustentável*. 6, 49 – 55. Retirado de
354 [//http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/789/715](http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/789/715).
- 355 Zeist, A. R; Zeist, R. A; Giacobbo, C. L. (2016). Produtividade de tomateiro pulverizado com cálcio e boro
356 e em função do número de hastes. *Scientific Electronic Archives*. Retirado de
357 [//http://www.seasinop.com.br/revista/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=2](http://www.seasinop.com.br/revista/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=241&path%5B%5D=pdf)
358 [41&path%5B%5D=pdf](http://www.seasinop.com.br/revista/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=241&path%5B%5D=pdf).