

IMPACTO, EXCELÊNCIA E PRODUTIVIDADE DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS NO BRASIL 3

JÚLIO CÉSAR RIBEIRO
(ORGANIZADOR)



Atena
Editora

Ano 2020

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
134	<p>Impacto, excelência e produtividade das ciências agrárias no Brasil 3 [recurso eletrônico] / Organizador Júlio César Ribeiro. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-049-0 DOI 10.22533/at.ed.490202105</p> <p>1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa agrária – Brasil. I. Ribeiro, Júlio César.</p> <p style="text-align: right;">CDD 630</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br

TEOR NUTRICIONAL NA FOLHA E NO FRUTO DE PIMENTÃO FERTIRRIGADO, EM FUNÇÃO DE TENSÕES DE ÁGUA NO SOLO E DOSES DE NITROGÊNIO

Data de aceite: 12/05/2020

Helane Cristina Aguiar Santos

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Belém - PA.

Joaquim Alves de Lima Júnior

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Belém - PA.

Fábio de Lima Gurgel

Embrapa Amazônia Oriental,
Belém - PA.

William Lee Carrera de Aviz

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Belém - PA.

Valdeides Marques Lima

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Belém - PA.

Deiviane de Souza Barral

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Belém - PA.

Douglas Pimentel da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Capanema, Pará

Rosane Costa Soares

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA,
Capanema - PA.

Jaciara Firmino da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Capanema - PA.

Joycilene Teixeira do Nascimento

Agência de Defesa Agropecuária do Estado do
Pará – ADEPARA,
Rondon do Pará - PA.

RESUMO: Em vista da carência de informações técnicas sobre o cultivo de pimentão fertirrigado na região norte, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as concentrações de macronutrientes e micronutrientes em folhas e frutos de plantas de pimentão submetidas a tensões de água no solo e doses de nitrogênio via fertirrigação. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na fazenda experimental de Igarapé Açu, UFRA. O híbrido utilizado foi o DAHRA RX no espaçamento 1,0 m por 0,50 m, utilizando o delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 5x4, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco tensões de água no solo (15, 25, 35, 45 e 65 kPa) como indicativo do momento de irrigar e por quatro doses de nitrogênio (0, 135, 265 e 395 kg ha⁻¹). O teor de macro e micronutrientes nas folhas e nos frutos foi analisado aos 72, 92 e 112 DAT. Foi coletada a folha fisiologicamente madura entre o florescimento e a metade do ciclo. Para análise, foi coletada folhas das cinco plantas da

área útil de cada tratamento. O material foliar foi seco em estufa a 65°C e enviadas ao laboratório. As concentrações médias de N, P, K, Na, Ca e Mg, foram, nesta ordem, nas folhas e nos frutos, N>Ca>K>Mg>P>Na e N>K>P>Ca>Mg>Na, respectivamente. Já as concentrações médias de Fe, Zn, Cu e Mn, foram, nesta ordem, nas folhas e nos frutos, Fe>Zn>Mn>Cu e Fe>Zn>Cu>Mn, respectivamente. Perante a escassez de informações sobre tensões de água no solo e doses de nitrogênio na cultura do pimentão para a região norte do Brasil, obtêm-se níveis adequados dos macronutrientes (N e Ca) e micronutrientes (Fe e Mn) nas plantas de pimentão. Dessa forma, evitam-se condições de deficiência nutricional, o que pode contribuir para um bom rendimento da cultura.

PALAVRAS-CHAVE: *Capsicum annuum* var. *annuum*, concentração, macronutrientes, micronutrientes.

NUTRITIONAL LEVEL IN LEAF AND FERTIRRIGATED BELL PEPPER FRUIT, AS A RESULT OF WATER TENSIONS IN THE SOIL AND NITROGEN DOSES

ABSTRACT: In view of the lack of technical information on the cultivation of fertigated bell pepper in the northern region, this work evaluated concentrations of macronutrients and micronutrients in leaves and fruits of bell pepper plants subjected to water tensions in the soil and nitrogen doses via fertigation. The experiment was conducted in a greenhouse at School farm of Igarapé-Açu, UFRA. The hybrid used was the DAHRA RX in the spacing 1.0 m by 0.50 m s, using the experimental design of randomized blocks in a 5x4 factorial scheme, with three replications. The treatments consisted of five soil water tensions (15, 25, 35, 45 and 65 kPa) as indicative of the time to irrigate and four nitrogen doses (0, 135, 265 and 395 kg ha⁻¹). The content of macro and micronutrients in leaves and fruits was analyzed at 72, 92 and 112 DAT. The physiologically mature leaf was collected between flowering and half the cycle. For analysis, leaves were collected from the five plants in the useful area of each treatment. The leaf material was dried in an oven at 65 ° C and sent to the laboratory. The average concentrations of N, P, K, Na, Ca and Mg, were, in this order, in leaves and fruits, N> Ca> K> Mg> P> Na and N> K> P> Ca> Mg> Na , respectively. The mean concentrations of Fe, Zn, Cu and Mn, were, in this order, in the leaves and fruits, Fe> Zn> Mn> Cu and Fe> Zn> Cu> Mn, respectively. In view of the scarcity of information on soil water tensions and nitrogen doses in the pepper culture for the northern region of Brazil, adequate levels of macronutrients (N and Ca) and micronutrients (Fe and Mn) are obtained in the plants of bell pepper. In this way, nutritional deficiency conditions are avoided, which can contribute to a good crop yield.

KEYWORDS: *Capsicum annuum* var. *annuum*, concentration, macronutrients, micronutrients.

1 | INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma solanácea cultivada em todo o país, com destaque para a região sudeste (CANTUÁRIO et al., 2014). Esta cultura no Brasil apresenta área plantada de 13 mil hectares e produção próxima a 290 mil toneladas de frutos (MAROUELLI e SILVA, 2012). O Brasil está incluído entre os maiores produtores mundiais, o que eleva a hortaliça ao ranking nacional de maior importância econômica do mercado (ECHER et al., 2002). É uma solanácea perene, tipicamente de origem americana, no entanto é cultivada como planta anual.

Marcussi (2005) afirma que a eficiência de absorção de nutrientes pela planta está relacionada como uma das mais importantes vantagens da fertirrigação, técnica esta que oferece à planta o nutriente prontamente disponível na solução do solo para ser absorvido. Desta forma, há uma necessidade crescente de obter parâmetros de avaliação do estado nutricional da planta a fim de corrigir possíveis deficiências ou toxidez.

De acordo com Filgueira (2003) a demanda nutricional de absorção dos macronutrientes pelo pimentão, segue a ordem decrescente K, Ca, N, Mg, S e P. Segundo Hochmuth (2003), no caso dos micronutrientes onde a exigência é pequena (B, Mn, Cu e Zn), a aplicação em demasia pode ocasionar efeitos tóxicos as plantas. Portanto, existe necessidade de avaliação do estado nutricional da planta, com o intuito de ajustar prováveis deficiências ou toxidez, resultando assim na otimização dos insumos utilizados.

A quantidade dos nutrientes minerais nas partes das plantas tem uma importância fundamental na identificação das necessidades das culturas, o que contribui de certa forma para a estimativa da adubação com base na exportação dos nutrientes minerais (MALAVOLTA, 2006). Dentre os mais importantes fatores de produção de pimentão, destaca-se o adequado manejo nutricional, com maior ênfase na quantidade e forma de aplicação dos nutrientes.

Trabalhos desenvolvidos com a cultura revelam que o potássio e o nitrogênio são os nutrientes mais exportados pelas plantas (FONTES et al., 2005; ALBUQUERQUE et al., 2012; CHARLO et al., 2012), sendo também os elementos que mais afetam o rendimento da cultura.

O nitrogênio está presente em diversos compostos orgânicos como aminoácidos e ácidos nucleicos (DNA e RNA), que segundo Epstein e Bloom (2006) este macronutriente participa de distintos processos fisiológicos que são indispensáveis para o ciclo vital das plantas, tais como: absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular, além da herança genética. Ao ser absorvido pelas raízes este nutriente é transportado via corrente transpiratória para a parte aérea dos vegetais através dos vasos condutores do xilema.

A fertirrigação vem sendo praticada por muitos produtores nas diferentes regiões do país, por permitir um aumento na eficiência de absorção de nutrientes pela planta. A fertirrigação torna os nutrientes prontamente disponíveis na solução do solo e fácil de serem absorvidos, uma vez que permite seu parcelamento de acordo com a marcha de absorção da cultura (MARCUSI, 2005; OLIVEIRA e VILLAS BÔAS, 2008).

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as concentrações de macronutrientes e micronutrientes em folhas e frutos de plantas de pimentão submetidas a tensões de água no solo e doses de nitrogênio via fertirrigação.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em ambiente protegido (16 m de largura e 30 m de comprimento), coberta por filme de plástico de 150 micras e tela de sombreamento de 50 %, localizada na Fazenda Escola de Igarapé-Açu, da Universidade Federal Rural da Amazônia (FEIGA/UFRA), com as coordenadas geográficas de 1° 07' 48,47" S e 47° 36' 45,31" W, elevação 54 m, no município de Igarapé-Açu, nordeste paraense. O solo da região é classificado como Argissolo Amarelo distrófico de textura arenosa média (SOUZA et al., 2011).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 4, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco tensões de água no solo (15, 25, 35, 45 e 65 kPa) como indicativo do momento de irrigar – tensão crítica, e quatro doses de nitrogênio (0; 135, 265 e 395 kg ha⁻¹) baseado na curva de absorção de nutrientes para o pimentão fertirrigado (RINCÓN et al., 1995) (Tabela 1), correspondendo a 0, 45, 90 e 135 % de nitrogênio indicado pelos autores. Para os demais nutrientes que não foram pesquisados, em cada tratamento, foram aplicados 100% da recomendação.

Período dias	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
	Kg ha ⁻¹ dia ⁻¹					Kg ha ⁻¹ período ⁻¹				
0-35	0,05	0,009	0,10	0,06	0,025	2	0	3	2	1
35-55	0,35	0,07	0,80	0,35	0,17	7	1	16	7	3
55-70	1,20	0,23	2,25	0,98	0,45	18	3	34	15	7
70-85	1,30	0,23	2,60	0,98	0,41	20	3	39	15	6
85-100	2,60	0,78	4,82	2,80	1,41	39	12	72	42	21
100-120	2,75	0,57	5,50	1,12	1,16	55	11	110	22	23
120-140	3,75	1,08	4,82	1,40	1,00	75	22	96	28	20
140-165	3,15	0,78	4,80	1,68	1,19	79	19	120	42	30
Total/100t						294	73	491	173	111
Total/t						2,9	0,7	4,9	1,7	1,1

Tabela 1. Curva de absorção de nutrientes utilizada como referência. Fonte: Rincón et al. (1995)

O híbrido DAHRA RX foi desenvolvido pela Sakata®, apresentando frutos lisos, de coloração verde brilhante e parede grossa, com peso médio dos frutos de 290 g. Plantas de alto vigor apresentando alto nível de resistência a PVY (Vírus “Y” da batata), estirpes (P0, P1 e P1,2), ToMV (mosaico do tomateiro), estirpe Tm1 e *Xanthomonas campestris* pv.

As mudas foram preparadas em bandejas de polietileno, com 200 células preenchidas com composto orgânico. Aos 30 dias após a semeadura (DAS), com média de 15 cm de altura, variando de cinco a seis folhas, foram transplantadas 420 plantas, em leiras simples. Após o transplântio, as mudas foram irrigadas durante 30 dias, antes da diferenciação dos tratamentos, para ocorrer o melhor ‘pegamento’, totalizando assim uma lâmina de 199,08 mm (6,64 mm dia⁻¹). Decorridos esses 30 dias após o transplântio (DAT), deu-se início a diferenciação dos tratamentos.

O manejo da irrigação foi baseado na curva característica de água no solo obtida no perfil de 0 a 30 cm de profundidade. Os resultados de retenção de água no solo foram obtidos por meio de câmara de pressão de Richards (RICHARDS, 1941). Os mesmos foram ajustados segundo o modelo proposto por Van Genuchten (1980), com o auxílio do software solver no Excel, obtiveram-se os parâmetros da equação de ajuste da curva característica de retenção de água no solo (Figura 1). As irrigações foram efetuadas quando a média dos tensiômetros alcançava a tensão crítica, e sempre buscando elevar o solo a umidade na capacidade de campo, correspondendo a tensão de 10 kPa (0,339 cm³ cm⁻³).

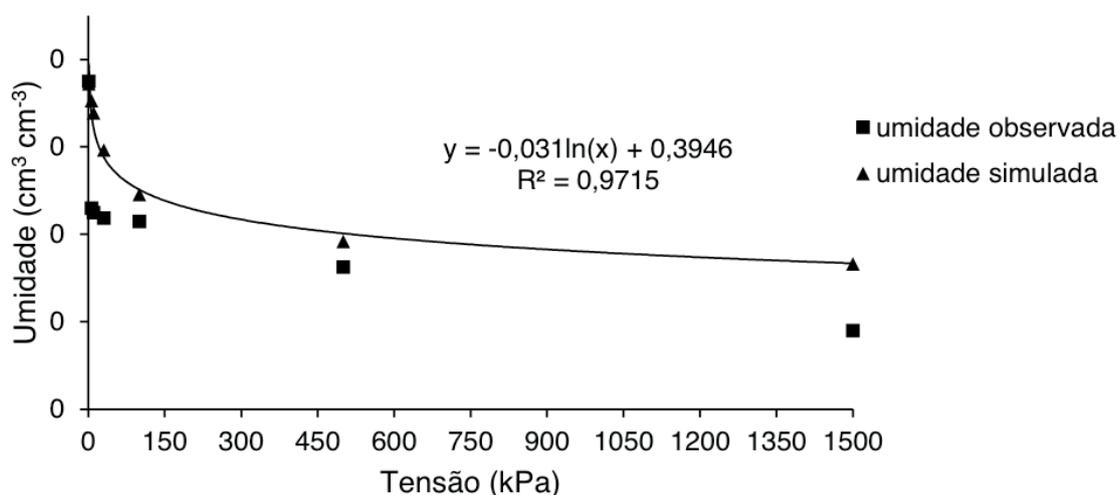


Figura 1. Curva de retenção de água no solo.

Para determinação da tensão crítica, foi instalado um conjunto de dois tensiômetros de punção, instalados a 20 cm, indicando o momento de irrigar, e um a 30 cm de profundidade para verificar se estava ocorrendo perda de água. Os tensiômetros ficaram posicionados no alinhamento da cultura, a 15 cm dos

gotejadores. As leituras nos tensiômetros foram realizadas uma vez ao dia, por volta das 09:00 h, utilizando-se um tensímetro digital de punção.

O sistema de irrigação localizada adotado foi o gotejamento, com vazão de 2,32 L h⁻¹, e emissores espaçados 15 cm entre si. A irrigação foi realizada por meio de mangueiras gotejadoras auto-compensantes de polietileno aditivado, diâmetro nominal de 16 mm, com pressão de serviço de 7,5 mca no final da mangueira, e com emissores do tipo in – line. As mangueiras gotejadoras foram posicionadas dentro da parcela, cada mangueira atendeu uma linha de plantas (3,5 gotejadores/planta). Estas foram conectadas nas linhas de derivação de polietileno (DN 16) e estas aos tubos de PVC (DN 50; PN 40), que estavam conectados à linha principal, por meio de válvulas manuais. Foi utilizada para o sistema de irrigação uma caixa d'água de 3000 L, uma bomba elétrica de 1,5 cv (vazão de 10 m³/h), acionada pelo controlador e um filtro de disco.

Após a instalação do sistema de irrigação, foi realizada avaliação hidráulica para a determinação do desempenho do mesmo, através do Coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD). A análise de uniformidade foi realizada em 30 parcelas, colocados recipientes coletores de 180 ml em baixo de quatro emissores, fazendo a coleta de água por um período de 1 min, sendo duas repetições. De posse das médias das lâminas coletadas foi calculado o CUD. O sistema apresentou classificação excelente (96%) segundo classificação de Mantovani (2001) (Equação 1).

$$CUD = \frac{q_{25}}{q_m} \cdot 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

CUD – Coeficiente de uniformidade de distribuição (%)

q₂₅ – média de 25 % das vazões com menores valores

q_m – média de todas as vazões em L h⁻¹.

As lâminas de água aplicadas na diferenciação dos tratamentos e o tempo de funcionamento do sistema de irrigação foram calculados segundo Cabello (1996), considerando-se a profundidade efetiva do sistema radicular, igual a 20 cm, pois é nessa profundidade que se concentra cerca de 80 % das raízes da cultura (MAROUELLI, 2008) e a eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação por gotejamento, igual a 95%, proposta por Silva et al. (2002).

Na injeção dos fertilizantes foi adotado o sistema de bomba injetora, a solução fertilizante contida no reservatório aberto, era introduzida ao sistema de irrigação, com pressão 10% superior que à da água de irrigação, em concentração constante,

por meio da bomba elétrica de 1 cv (9,8 m³/h), acionada pelo controlador. Foi inserido, após o filtro de disco, um manômetro para melhor controlar a pressão de serviço do sistema.

Também, antes da injeção, era checada a condutividade elétrica da solução nutritiva (dS m⁻¹) concentrada. Logo, a demanda de cada tratamento era pesada, identificada, diluída em água (atentando à solubilidade e compatibilidade).

O teor de macro e micronutrientes nas folhas e nos frutos foi analisado aos 72, 92 e 112 DAT. Foi coletada a folha fisiologicamente madura entre o florescimento e a metade do ciclo (MALAVOLTA et al., 1997; TRANI, 2014).

Para análise, foi coletada folhas das cinco plantas da área útil de cada tratamento. O material foliar foi seco em estufa a 65°C e enviadas ao laboratório. As determinações dos teores nutricionais foram feitas de acordo com a Embrapa (2009). Para a análise nos frutos, seguiu-se a mesma metodologia que das folhas, porém apenas para as duas primeiras colheitas.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 2, 3 e 4 apresentam as análises do teor de macronutrientes na folha e nos frutos de pimentão realizadas aos 72 e 92 DAT, respectivamente. Aos 112 DAT o teor de macronutrientes foi realizado somente nas folhas. Observa-se que há uma tendência de maior acúmulo de nutrientes nas folhas e nos frutos com o aumento das doses de nitrogênio.

Tratamentos	Análise foliar					
	Macronutrientes					
	N	P	K	Na	Ca	Mg
----- g kg ⁻¹ -----						
T15N0	43,9	1,46	15,99	0,37	21,07	8,96
T25N0	47,0	0,93	12,52	0,82	22,70	10,15
T35N0	51,0	0,99	9,75	1,00	20,39	7,38
T45N0	52,0	1,03	18,76	1,20	19,02	7,78
T65N0	47,0	1,08	15,11	0,83	20,77	8,47
T15N135	48,3	1,30	14,45	1,28	21,84	8,67
T25N135	45,2	1,24	7,76	0,99	23,68	10,96
T35N135	49,5	1,25	17,26	0,99	23,53	9,86
T45N135	49,4	1,01	16,26	0,79	18,63	7,36
T65N135	49,0	0,55	7,35	0,87	20,52	7,30
T15N265	49,5	1,06	11,37	1,20	16,74	6,26
T25N265	44,0	1,23	20,26	0,72	23,69	12,01
T35N265	48,8	1,16	15,66	1,32	21,71	9,56
T45N265	52,6	1,21	13,01	0,66	21,06	10,34
T65N265	55,9	0,77	15,85	0,96	17,19	7,53

T15N395	45,8	0,93	12,58	0,84	23,09	8,35
T25N395	48,4	1,15	13,92	0,42	23,32	11,32
T35N395	47,1	1,10	17,69	1,39	23,27	11,18
T45N395	45,8	1,05	18,58	0,94	21,90	8,26
T65N395	49,5	1,10	16,61	0,77	21,97	8,13
T15N0	21,4	2,01	16,46	0,24	1,53	1,82
T25N0	19,0	1,83	13,55	0,23	0,90	1,32
T35N0	17,0	1,96	10,80	0,26	1,42	1,11
T45N0	25,0	1,72	15,19	0,26	1,30	1,53
T65N0	22,0	1,55	19,50	0,34	1,27	1,49
T15N135	17,7	1,66	16,22	0,30	1,34	1,52
T25N135	18,2	1,73	12,79	0,29	1,19	1,37
T35N135	20,3	1,37	14,55	0,28	1,82	1,31
T45N135	23,1	1,99	19,42	0,27	1,00	1,45
T65N135	21,0	1,37	19,58	0,43	0,73	1,22
T15N265	20,4	2,46	15,27	0,23	0,89	1,43
T25N265	19,7	1,62	18,86	0,26	1,02	1,47
T35N265	17,7	1,60	12,58	0,28	1,77	1,28
T45N265	23,0	1,56	14,78	0,32	1,16	1,50
T65N265	22,2	1,68	12,34	0,28	1,09	1,33
T15N395	20,3	1,43	14,02	0,33	1,62	1,26
T25N395	15,7	1,71	11,47	0,23	1,20	1,27
T35N395	21,0	1,09	8,66	0,24	2,02	1,02
T45N395	25,1	1,50	9,20	0,33	1,36	1,32
T65N395	17,7	1,33	11,66	0,26	0,83	1,18

Tabela 2. Teor de macronutrientes nas folhas e nos frutos de pimentão aos 72 DAT.

Tratamentos	Análise foliar					
	Macronutrientes					
	N	P	K	Na	Ca	Mg
	----- g kg ⁻¹ -----					
T15N0	47,89	2,45	11,70	0,81	23,60	19,41
T25N0	43,26	2,08	15,41	0,51	24,78	15,83
T35N0	45,41	2,55	16,03	0,44	23,73	11,11
T45N0	51,34	2,05	16,61	0,79	19,64	8,85
T65N0	44,88	2,32	21,17	0,81	21,85	11,98
T15N135	43,15	2,65	9,71	0,49	24,88	14,45
T25N135	44,27	2,79	19,15	0,58	22,54	12,00
T35N135	44,30	2,33	18,63	0,45	24,39	12,35
T45N135	43,44	1,96	26,51	0,95	22,12	11,42
T65N135	43,52	2,20	22,61	0,67	20,03	11,61
T15N265	45,85	2,32	11,99	0,85	22,28	10,64
T25N265	43,95	2,01	18,50	0,44	26,83	14,91
T35N265	43,99	2,69	21,92	0,48	22,77	12,78
T45N265	45,12	2,15	21,82	0,85	24,54	12,19
T65N265	44,66	2,35	22,44	0,99	16,24	9,26
T15N395	45,53	2,17	13,91	0,56	22,85	13,89
T25N395	40,99	2,54	21,04	0,55	23,62	17,86
T35N395	41,33	2,25	18,99	0,42	27,39	15,39

T45N395	44,73	2,01	18,86	0,80	22,99	12,02
T65N395	43,78	2,18	19,35	0,63	24,51	12,00
T15N0	23,74	2,37	14,51	0,37	0,96	1,17
T25N0	25,34	2,46	10,88	0,37	1,14	1,26
T35N0	25,00	2,73	10,67	0,51	0,65	0,85
T45N0	28,30	2,22	14,35	0,34	1,11	1,31
T65N0	25,70	2,83	11,97	0,54	1,85	1,51
T15N135	24,89	2,46	17,94	0,47	1,21	1,52
T25N135	26,45	2,72	14,37	0,44	1,24	1,31
T35N135	26,62	2,82	10,04	0,41	0,96	1,35
T45N135	30,69	3,00	19,21	0,31	1,04	1,68
T65N135	26,86	3,24	15,80	0,28	1,06	1,61
T15N265	22,49	2,31	9,71	0,34	1,33	1,45
T25N265	26,71	2,68	11,08	0,50	1,05	1,48
T35N265	24,82	2,42	14,61	0,28	1,31	1,30
T45N265	24,74	2,38	12,99	0,30	1,08	1,40
T65N265	25,42	2,37	11,78	0,36	0,93	1,23
T15N395	26,66	2,14	16,11	0,38	0,74	1,18
T25N395	28,18	3,24	20,28	0,42	1,20	1,69
T35N395	23,64	2,50	11,66	0,38	1,15	1,45
T45N395	26,31	2,87	13,20	0,45	0,95	1,35
T65N395	29,99	2,78	12,27	0,58	0,99	1,37

Tabela 3. Teor de macronutrientes nas folhas e nos frutos de pimentão aos 92 DAT.

Tratamentos	Análise foliar					
	Macronutrientes					
	N	P	K	Na	Ca	Mg
	----- g kg ⁻¹ -----					
T15N0	38,41	2,67	20,65	0,51	29,12	15,81
T25N0	39,71	2,29	10,75	0,36	25,81	14,08
T35N0	16,99	3,54	21,99	0,44	20,37	13,18
T45N0	17,43	2,03	23,45	0,39	19,88	10,67
T65N0	16,61	2,14	24,50	0,39	22,61	12,70
T15N135	38,86	2,84	22,28	0,66	19,21	11,85
T25N135	37,04	2,88	13,97	0,37	19,35	14,84
T35N135	15,76	3,05	13,29	0,49	22,68	12,69
T45N135	16,30	2,14	21,56	0,52	22,17	12,26
T65N135	17,62	2,61	27,39	0,49	20,86	12,88
T15N265	41,01	2,06	23,00	0,43	18,54	10,55
T25N265	39,05	2,43	19,51	0,47	23,44	13,40
T35N265	15,80	2,18	23,19	0,36	20,49	10,65
T45N265	16,52	2,79	12,38	0,53	26,75	14,98
T65N265	16,46	2,12	23,75	0,54	19,56	11,94
T15N395	43,45	2,16	19,48	0,40	22,33	13,25
T25N395	37,59	2,75	15,90	0,54	24,55	14,70
T35N395	15,75	2,81	16,32	0,36	22,44	15,32
T45N395	16,67	2,47	19,64	0,55	21,41	11,66
T65N395	16,17	2,80	22,48	0,43	21,61	12,40

Tabela 4. Teor de macronutrientes nas folhas de pimentão aos 112 DAT.

Observa-se que, independente da tensão de água no solo, com o passar dos dias após o transplante o teor de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) nas folhas tendem a aumentar, enquanto que nitrogênio (N) e sódio (Na) tendem a diminuir, pois com o ciclo produtivo esses nutrientes tendem a se acumular nos frutos.

Segundo Trani (2014) a faixa ideal de teores adequados de nitrogênio nas folhas de pimentão é de 30 a 60 g kg⁻¹, entre o período de florescimento à metade do ciclo. Os teores de nitrogênio encontrados nas folhas de pimentão, neste trabalho, encontram-se dentro da faixa adequada para a cultura, com exceção aos 112 DAT, os tratamentos apresentaram médias inferiores aos adequados para a cultura.

As concentrações médias de P, K e Mg (aos 72 DAT) encontraram-se fora da faixa adequada para o pimentão conforme Cavalcanti (2008) e Trani (2014), com exceção do Ca que se encontrou na faixa adequada para a cultura. Inferindo-se na discussão de que a curva de absorção dos nutrientes (P, K e Mg) para o pimentão fertirrigado indicada por Rincón et al. (1995) (Tabela 1) não é a mais indicada, necessitando-se de mais pesquisas relacionadas a nutrição da cultura para nossa região.

As concentrações médias de N, P, K, Na, Ca e Mg, foram, nesta ordem, nas folhas e nos frutos, N>Ca>K>Mg>P>Na e N>K>P>Ca>Mg>Na, respectivamente. Sendo assim, as ordens de concentração de nutrientes nas folhas e nos frutos do pimentão fertirrigado não segue a ordem mencionada por Albuquerque et al. (2012).

O teor de Ca, P e Mg nos tecidos de plantas de pimentão neste estudo foram inferiores aos encontrados por Marcussi (2005) e Albuquerque et al. (2012), quando determinaram as concentrações dos macronutrientes nas folhas e nos frutos dos híbridos de pimentão Elisa e Maximos F1 (EliSem, Clause Vegetable Seeds), respectivamente.

Com os picos de temperatura acima de 30°C, observou-se deficiência de cálcio (Ca) em todos os tratamentos, com destaque para os tratamentos com maiores tensões, pois a baixa umidade no solo, maior intensidade de transpiração foliar e desequilíbrio nutricional, influenciam na absorção, translocação e acúmulo de Ca nas plantas, causando podridão apical nos frutos (CANTUÁRIO et al., 2014) (Figura 2). Este fato foi verificado nas tabelas 2 e 3 com teores baixos de Ca nos frutos.

Na primeira análise de incremento da concentração de nitrogênio nas folhas de pimentão constatou-se percentual de 70,9% para as doses de nitrogênio na dose 395 kg ha⁻¹. Esses resultados foram superiores aos obtidos por Fontes et al. (2005) que obtiveram um acúmulo de N na parte aérea de 193 kg ha⁻¹, dos quais 40,5% foram retidos pelos frutos, que de acordo com Freitas (2009), as diferenças ambientais e genotípicas explicam as diferenças observadas no acúmulo de N total, na parte vegetativa e nos frutos em diferentes condições de cultivo.



Figura 2. Deficiência de cálcio nos frutos de pimentão. Fonte: Santos (2019).

As plantas de pimentão apresentaram maiores porcentagens de acúmulos de nitrogênio nas folhas do que nos frutos, porém com tendência ao longo das colheitas, os frutos armazenarem mais nitrogênio do que nas folhas. Uma vez que, os frutos são os mais importantes drenos na planta e conforme Marcussi et al. (2004) os nutrientes são translocados para o fruto, mesmo que órgãos como folha e caule apresentem deficiências dos mesmos. Visto que, os níveis de nitrogênio nas folhas maduras são bastante estáveis, indicando que pelo menos parte do excesso de nitrogênio que chega continuamente, via xilema, é redistribuído pelo floema para frutos ou folhas mais jovens (TAIZ e ZEIGER, 2013).

As Tabelas 5, 6 e 7 apresentam as análises do teor de micronutrientes na folha e nos frutos de pimentão realizadas aos 72 e 92 DAT, respectivamente. Aos 112 DAT o teor de micronutrientes foi realizado somente nas folhas. Observa-se que há uma tendência de maior acúmulo de nutrientes nas folhas e nos frutos com o aumento das doses de nitrogênio.

Tratamentos	Análise foliar			
	Micronutrientes			
	Fe	Zn	Cu	Mn
	----- mg kg ⁻¹ -----			
T15N0	330,81	95,46	55,65	123,37
T25N0	664,52	305,44	97,08	149,74
T35N0	414,65	71,88	106,95	134,36
T45N0	248,10	112,75	52,94	225,03
T65N0	239,55	44,33	43,53	104,94
T15N135	270,38	52,38	44,03	88,62
T25N135	275,64	69,71	233,74	130,84
T35N135	333,66	62,39	106,22	125,68
T45N135	972,85	66,13	76,57	151,57
T65N135	238,79	82,84	65,83	184,33
T15N265	259,09	84,81	37,94	187,78
T25N265	280,50	80,01	211,30	139,55
T35N265	244,12	68,42	127,04	130,51
T45N265	317,19	77,85	54,36	97,56
T65N265	237,78	82,42	41,92	188,11

T15N395	966,03	87,06	54,20	170,25
T25N395	557,07	45,37	104,09	97,68
T35N395	241,50	49,30	50,87	88,68
T45N395	275,46	100,26	40,49	103,55
T65N395	627,89	61,47	52,69	114,58
T15N0	100,86	44,99	14,16	12,56
T25N0	100,02	53,44	11,56	13,80
T35N0	214,11	44,42	14,30	20,49
T45N0	115,52	34,15	16,40	20,54
T65N0	148,36	79,31	21,18	17,80
T15N135	114,53	21,13	14,55	12,16
T25N135	99,39	29,73	14,88	17,69
T35N135	190,29	27,21	15,27	14,56
T45N135	268,95	57,31	15,83	18,53
T65N135	84,67	19,71	11,75	10,31
T15N265	155,73	23,69	19,17	18,34
T25N265	178,98	24,02	12,16	12,67
T35N265	200,55	26,79	15,81	15,83
T45N265	110,68	69,86	14,13	13,13
T65N265	78,05	15,87	13,20	12,76
T15N395	118,62	29,33	15,25	13,68
T25N395	115,00	12,71	18,29	10,82
T35N395	241,07	19,84	13,69	12,57
T45N395	111,88	34,07	12,77	15,60
T65N395	120,18	18,94	12,02	12,64

Tabela 5. Teor de macronutrientes nas folhas de pimentão aos 72 DAT.

Tratamentos	Análise foliar			
	Micronutrientes			
	Fe	Zn	Cu	Mn
	----- mg kg ⁻¹ -----			
T15N0	199,28	75,38	168,14	101,92
T25N0	179,54	91,98	139,43	182,31
T35N0	203,96	122,36	88,96	215,49
T45N0	170,63	116,13	119,32	238,53
T65N0	162,23	63,24	72,6	129,87
T15N135	212,1	76,29	134,13	104,83
T25N135	234,1	109,14	154,43	216,55
T35N135	190,06	78,67	147,39	222,43
T45N135	228,11	89,06	78,46	230,64
T65N135	171,05	105,91	91,41	224,12
T15N265	273,72	138,92	124,26	240,87
T25N265	206,14	84,02	124,39	140,95
T35N265	237,72	133,51	146,73	180,99
T45N265	204,56	60,93	64,16	116,79
T65N265	194,52	99,39	80,67	230,49
T15N395	173,51	88,59	149,84	202,52
T25N395	148,31	64,32	100,58	115,95
T35N395	228,75	67,64	95,39	88,58

T45N395	191,82	88,85	79,59	135,16
T65N395	255,78	59,79	154,17	131,39
T15N0	89,77	40,6	54,74	12,76
T25N0	134,55	41,62	20,76	15,79
T35N0	38,04	21,11	13,1	11,88
T45N0	176,97	47,62	23,62	17,71
T65N0	233	49,38	23,53	18,44
T15N135	87,05	38,8	37,59	16,83
T25N135	341,26	44,54	27,19	18,44
T35N135	80,54	39,66	17,71	16,82
T45N135	60,71	36,08	21,05	18,6
T65N135	83,75	40,13	14,84	15,93
T15N265	81,84	36,06	34,78	19,45
T25N265	72,5	38,91	19,3	14,92
T35N265	204,39	43,1	20,97	18,08
T45N265	261,2	40,57	17,19	14,22
T65N265	72,01	46	22,2	18,32
T15N395	103,75	27,89	26,43	13,06
T25N395	84,02	37,89	18,82	14,54
T35N395	147,27	35,27	21,37	13,81
T45N395	73,25	31,21	15,95	14,81
T65N395	316,02	45,53	16,59	20,71

Tabela 6. Teor de macronutrientes nas folhas de pimentão aos 92 DAT.

Tratamentos	Análise foliar			
	Micronutrientes			
	Fe	Zn	Cu	Mn
	----- mg kg ⁻¹ -----			
T15N0	183,85	85,59	56,31	165,60
T25N0	217,73	89,67	224,76	181,94
T35N0	180,51	124,92	75,92	260,17
T45N0	170,13	132,06	91,71	266,49
T65N0	179,25	71,39	122,98	132,35
T15N135	172,19	66,98	44,38	120,60
T25N135	170,10	119,96	55,92	188,48
T35N135	194,03	71,72	96,72	177,50
T45N135	172,22	82,34	66,91	223,50
T65N135	165,37	95,97	115,22	210,09
T15N265	222,74	131,39	166,46	211,63
T25N265	162,95	83,55	78,84	161,16
T35N265	176,39	91,33	62,17	154,31
T45N265	227,48	112,77	85,74	115,72
T65N265	149,51	102,39	87,98	264,33
T15N395	231,37	90,70	58,64	273,43
T25N395	208,06	52,03	55,30	110,56
T35N395	222,36	104,08	92,62	130,25
T45N395	163,92	94,92	51,74	141,37
T65N395	203,65	88,00	109,86	135,36

Tabela 7. Teor de macronutrientes nas folhas de pimentão aos 112 DAT.

Observa-se que, independente da tensão de água no solo, com o passar dos dias após o transplante o teor de cobre (Cu) e manganês (Mn) nas folhas e nos frutos tendem a aumentar, enquanto que ferro (Fe) e zinco (Zn) tendem a diminuir.

Segundo Trani (2014) a faixa ideal de teores adequados de Fe, Zn, Cu e Mn nas folhas de pimentão é de 50-300, 30-100, 8-20 e 30-250 mg kg⁻¹ respectivamente, entre o período de florescimento à metade do ciclo. Neste trabalho, o Fe e o Mn encontram-se dentro da faixa adequada para a cultura, contudo observa-se que os teores de Cu, em todos os tratamentos, estão acima da faixa adequada.

A quantidade dos nutrientes minerais nas partes das plantas tem uma importância fundamental na identificação das necessidades das culturas, o que contribui de certa forma para a estimativa da adubação com base na exportação dos nutrientes minerais (MALAVOLTA, 2006).

Marcussi (2005) afirma que a eficiência de absorção de nutrientes pela planta está relacionada como uma das mais importantes vantagens da fertirrigação, técnica esta que oferece à planta o nutriente prontamente disponível na solução do solo para ser absorvido. Desta forma, há uma necessidade crescente de obter parâmetros de avaliação do estado nutricional da planta a fim de corrigir possíveis deficiências ou toxidez.

As concentrações médias de Fe, Zn, Cu e Mn, foram, nesta ordem, nas folhas e nos frutos, Fe>Zn>Mn>Cu e Fe>Zn>Cu>Mn, respectivamente, tornando-se importantíssimo por não se encontrar dados referenciais de teores de micronutrientes para a cultura do pimentão. Além disso, verificou-se também uma faixa média de concentração desses teores para os frutos: Fe (72-342 mg kg⁻¹), Zn (12-80 mg kg⁻¹), Cu (12-55 mg kg⁻¹) e Mn (12-21 mg kg⁻¹).

Ressalta-se que além da adubação, a quantidade de nutrientes extraída do solo ou exportada pelas culturas varia de forma bastante ampla, influenciada por uma série de fatores, dentre os quais: cultivar empregado, condições do solo, variações climáticas, disponibilidade de água, produtividade obtida e ciclo da cultura (FILGUEIRA, 2003).

Diante do exposto, os resultados desse trabalho demonstram que, por se tratar de um trabalho inicial na região norte do Brasil, ainda há necessidade de mais ensaios nesta linha de pesquisa a fim de se obter dados mais sólidos para a cultura em questão.

4 | CONCLUSÕES

Diante dos resultados, é possível inferir que, de maneira geral, perante a escassez de informações sobre tensões de água no solo e doses de nitrogênio na cultura do pimentão para a região norte do Brasil, obtêm-se níveis adequados dos

macronutrientes (N e Ca) e micronutrientes (Fe e Mn) nas plantas de pimentão. Dessa forma, evitam-se condições de deficiência nutricional, o que pode contribuir para um bom rendimento da cultura, além de minimizar a perda de nutrientes devido a aplicações excessivas de água e fertilizantes.

AGRADECIMENTOS

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão da Bolsa de Mestrado; a Universidade Federal Rural da Amazônia pela ajuda à publicação desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, F. S.; SILVA, E. F. F.; BEZERRA NETO E.; SOUZA E. R. A.; SANTOS A. N. **Nutrientes minerais em pimentão fertirrigado sob lâminas de irrigação e doses de potássio.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 30, n. 4, p.681-687, 2012.
- CABELLO, F.P. **Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF) goteo, microaspersión, exudación.** 3ª ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1996. 511 p.
- CANTUÁRIO, F. S.; LUZ, J. M. Q.; PEREIRA, A. I. A.; SALOMÃO, L. C.; REBOUÇAS, T. N. H. **Podridão apical e escaudadura em frutos de pimentão submetidos a estresse hídrico e doses de sílicio.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 32, n. 2, p.215-219, 2014.
- CAVALCANTI, F. S. A. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco.** 2ª aproximação. Recife: Instituto Agronômico de Pernambuco, 2008. 212p.
- FONTES, P. C. R.; DIAS, E. N.; GRAÇA, R. N. **Acúmulo de nutrientes e método para estimar doses de nitrogênio e de potássio na fertirrigação do pimentão.** Horticultura Brasileira, Brasília, v.23, n.2, p.275-280, 2005.
- FREITAS, K. K. C. **Produção, qualidade de acúmulo de macronutrientes em pimentão cultivado sob arranjos espaciais e espaçamentos na fileira.** 2009.113f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Mossoró, 2009.
- MALAVOLTA E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Ed. Ceres. 2006. 630p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 201 p.
- MANTOVANI, E. C. AVALIA: **Programa de Avaliação da Irrigação por Aspersão e Localizada.** Viçosa, MG: UFV, 2001.
- MARCUSSI, F. F. N. **Uso da fertirrigação e teores de macronutrientes em plantas de pimentão.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p.642-650, 2005.
- MARCUSSI, F. F. N.; GODOY, L. J. G. VILLAS BOAS, R. L. **Fertirrigação nitrogenada e potássica na cultura do pimentão baseado no acúmulo de N e K pela planta.** Irriga, Botucatu, v. 9, n. 1, p.41-51, 2004.
- MARQUELLI, W. A. **Tensiômetros para o controle de irrigação em hortaliças.** Brasília: Embrapa

Hortaliças. Circular técnica, n. 57, 2008. 15p.

RICHARDS, L.A. **A pressure membrane extraction apparatus for soil solution.** Soil Science, Baltimore, v. 51, p.377-386, 1941.

RINCON, L.; SAEZ, J.; BALSALOBRE, E.; PELLICER, C. **Crecimiento y absorción de nutrientes del pimiento grueso bajo invernadero.** Investigación Agraria, v. 10, n. 1, p.47-59, 1995.

SCHOLANDER, P. F.; HAMMEL, H. T.; BRADSTREET E. D.; HEMMINGSEN, E. A. **Sap pressure in vascular plants.** Science, Washington, v. 148, p.339-346, 1965.

SILVA, E. M.; AZEVEDO, J. A.; LIMA, J. E. F. W. **Análise de desempenho da irrigação.** Planatina: Embrapa Cerrados, 2002. 84p. (Documentos, n. 70).

SOUZA, C. M. A; FREITAS, F. S.; CARVALHO, C. J. R.; VASCONCELOS, S. S; KATO, O. R. (2011) **Atributos físicos do solo em sistemas agroflorestais sequenciais no município de Igarapé Açu, Pará.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS. Belém, Brasil.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** 5 eds. Porto Alegre: Artmed, 2013. 819 p.

TRANI, P. E. **Calagem e adubação para hortaliças sob cultivo protegido.** 1.^a ed. rev. atual. Campinas: Instituto Agrônômico, 2014. 25p. (Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 196)

VAN GENUCHTEN, M. Th. **A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils.** Soil Science Society of America Journal, Madison, v. 44, n. 5, p.892-898, 1980.