



Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN
Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA

Antônio Ramos Cavalcante

Cultivo da pimenta biquinho sob concentração e formas de aplicação de solução
nutritiva e doses de N e P

Campina Grande - Paraíba

Julho de 2022

Antônio Ramos Cavalcante

Cultivo da pimenta biquinho sob concentração e formas de aplicação de solução nutritiva e doses de N e P

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola - Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Orientadora: Prof^a Dra. Lúcia Helena Garófalo Chaves

Campina Grande - Paraíba
Julho de 2022

C377c

Cavalcante, Antônio Ramos.

Cultivo da pimenta biquinho sob concentração e formas de aplicação de solução nutritiva e doses de N e P / Antônio Ramos Cavalcante. – Campina Grande, 2022.

163 f. : il. color.

Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2022.

"Orientação: Profa. Dra. Lúcia Helena Garófalo Chaves".

Referências.

1. Pimenta – Cultivo. 2. Pimenta Biquinho (*Capsicum chinense L.*). 3. Cultivos Hidropônicos. 4. Concentração Nutricional. 5. Fósforo. 6. Nitrogênio. 7. Irrigação e Drenagem. I. Chaves, Lúcia Helena Garófalo. II. Título.

CDU 633.84(043)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
POS-GRADUACAO EM ENGENHARIA AGRICOLA
Rua Aprigio Veloso, 882, - Bairro Universitario, Campina Grande/PB, CEP 58429-900

FOLHA DE ASSINATURA PARA TESES E DISSERTAÇÕES

ANTÔNIO RAMOS CAVALCANTE

Cultivo da pimenta biquinho sob concentrações e formas de aplicação de solução nutritiva e doses de N e P

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola como pré-requisito para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola.

Aprovada em: 15/07/2022

Lucia Helena Garofalo Chaves - Orientador(a)

Ronaldo do Nascimento - Examinador(a) Interno(a) - PPGEA/CTRN/UFCG

Maria Sallydelândia Sobral de Farias - Examinador(a) Interno(a) - PPGEA/CTRN/UFCG

José Amilton Santos Júnior - Examinador(a) Externo(a) - EAA/PPGEA/UFRPE

Rener Luciano de Souza Ferraz - Examinador(a) Externo(a) - UATEC/CDSA/UFCG



Documento assinado eletronicamente por **LUCIA HELENA GAROFALO CHAVES, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 19/07/2022, às 13:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **MARIA SALLYDELANDIA DE FARIAS ARAUJO, PROFESSOR 3 GRAU**, em 19/07/2022, às 14:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **RENER LUCIANO DE SOUZA FERRAZ, PROFESSOR MAGISTERIO SUPERIOR -VISITANTE**, em 19/07/2022, às 16:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **RONALDO DO NASCIMENTO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 19/07/2022, às 16:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **José Amilton Santos Júnior, Usuário Externo**, em 19/12/2022, às 09:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufcg.edu.br/autenticidade>, informando o código verificador 2554223 e o código CRC 00DE21B2.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais (*in memoriam*)

Aluízio Cavalcante Ramos e Maurina Ramos Cavalcante

Ao meu filho, Anthony Gabriel Pereira Cavalcante

“Um sonho sonhado sozinho é um sonho. Um sonho sonhado
com Deus é uma realidade.” -- Yoko Ono

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as graças recebidas, direcionamento, saúde, força pra continuar e nunca desistir do meu sonho.

A minha esposa Patricia Vanessa Alcântara Pereira Ramos, por todo apoio e por ter-me presenteado com o meu filho, Anthony Gabriel Pereira Cavalcante.

À minha irmã, Maria Aparecida Ramos Cavalcante, uma pessoa pela qual tenho grande admiração, que esteve sempre ao meu lado, obrigado Cida.

A todos os meus irmãos, principalmente a Joseano, por sempre me apoiar na busca dos objetivos.

Ao meu primo Moacy, pelos conselhos, apoio e direcionamento, passando toda a sua experiência acadêmica.

Aos meus amigos, Laysa Gabriela e Jean Guimarães por todo apoio neste trabalho de tese e, também, por todas as conversas durante o café, conselhos, sugestões na execução da pesquisa.

A todos os meus amigos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, que contribuíram de forma direta ou indiretamente na construção desse conhecimento.

Aos professores que fizeram parte de toda minha história acadêmica na Univeridade Federal da Paraíba, Universidade Federal de Campina Grande, em especial aos que fazem parte do programa de Pós-Graduação de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande.

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001"

Sumário

Resumo:	I
Abstract	II
Capítulo I - Introdução	16
I.1. Cosiderações iniciais	17
I.2. Hipóteses	19
I.3. Objetivos	19
I.3.1 Geral	19
I.3.2 Específico	19
I.4. Referências Bibliográficas	20
Capítulo II - Revisão Bibliográfica	22
II.1. Cultura da pimenta	23
II.2. Produção de pimenta	24
II.3. Necessidade hídrica da pimenta	25
II.4. Composição e concentração da solução nutritiva	26
II.5. Manejo da solução nutritiva	27
II.6. Cultivos hidropônicos	28
II.7. Sistemas hidropônicos “tipo pirâmide”	29
II.8. Doses de nitrogênio no preparo da solução nutritiva	30
II.9. Doses de fósforo no preparo de solução nutritiva	31
II.10. Referências Bibliográficas	33
Capítulo III - Material e Métodos	39
III.1. Localização da área experimental	40
III.2. Sistema hidropônico “tipo pirâmide”	40
III.3. Solução nutritiva	41
III.4. Manejo da solução nutritiva	41
III.5. Cultura estudada	42
III.6. Delineamento experimental e tratamentos	42
III.6.1 experimento I e II	42
III.7. Variáveis analisadas	43
III.7.1. Variáveis de crescimento	43
III.7.2. Variáveis de fitomassa da planta	43
III.7.3. Variáveis de qualidade do fruto e produção	43
III.7.4. Análise estatística	44
III.7.5. Referências bibliográficas	44
Capítulo IV - Pesquisas realizadas	46
IV.1. Concentração da solução nutritiva e fósforo no crescimento e fitomassa da pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”	47
IV.2. Produção de fitomassa da pimenta biquinho submetido a doses de fósforo e concentração da solução nutritiva	64
IV.3. Produção de pimenta biquinho com doses de fósforo e concentração da solução nutritiva em hidroponia	81
IV.4. Crescimento da pimenta biquinho com doses de nitrogênio e manejo da solução nutritiva	100
IV.5. Produção de fitomassa da pimenta biquinho com doses de nitrogênio e manejo da solução nutritiva	124
IV.6. Produção de pimenta brs moema com doses de nitrogênio e manejo da solução nutritiva em sistema hidropônico	147

Cultivo da pimenta biquinho sob concentração e formas de aplicação de solução nutritiva e doses de N e P

RESUMO: A produção da pimenta biquinho no sistema hidropônico demanda conhecimento da cultura no sistema, definir o manejo mais adequado, concentração da solução nutritiva, exigências nutricionais da planta no ambiente de cultivo. O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o crescimento, a partição de biomassa e a produção de plantas de duas cultivares de pimenta biquinho - cv. Hot Pepper Bico e BRS Moema, quando expostas a níveis de concentração da solução nutritiva e a doses de N e P. Foram realizados dois ciclos sucessivos; no primeiro, as plantas da cv. Hot Pepper Bico foi exposta a três níveis de concentração das soluções nutritivas - 100, 116 e 133%, e quatro doses de P (1,89; dose recomendada - 2,36; 2,86 e 3,30 g 60L⁻¹); no segundo ciclo, as plantas da cv. BRS Moema foram expostas a três níveis de concentração das soluções nutritivas - 100, 50 e 33,0%, e quatro doses de N (6,78; dose recomendada- 8,98 11,18 e 13,38 g 60L⁻¹). Em ambos os experimentos, adotou-se um delineamento em blocos ao acaso, em esquema fatorial 3x4, com três blocos/repetições, totalizando 36 unidades experimentais. As atividades experimentais foram desenvolvidas em ambiente protegido, entre Agosto a novembro/2020 e janeiro a abril/2020 nas condições de Campina Grande-PB. Dentre as principais conclusões do primeiro ciclo menciona-se a maior dose de 3,30 g de fósforo na concentração de 116% da solução nutritiva ocasionou a maior produção de frutos de 186,03 g por planta, e a maior a maior eficiência do uso de água na produção de pimenta biquinho aos 100 dias após o semeio. Dentre as principais conclusões do segundo ciclo pode-se citar o manejo com solução de 100% dos nutrientes sendo oferecido na fase de crescimento com a dose de 13,38g 60L⁻¹, no qual obteve uma produtividade de 11,88 kg m⁻² de massa fresca dos frutos e a maior eficiência de uso de água de 129,62kg m⁻³ com à dose de 6,78g 60L⁻¹

PALAVRA CHAVE: Capsicum chinense L. Cultivos hidropônicos. Concentração nutricional. Fósforo. Nitrogênio

Cultivation of biquinho pepper under concentration and forms of application of nutrient solution and doses of N and P

ABSTRACT: The production of pepper biquinho in the hydroponic system demands knowledge of the culture in the system, defining the most appropriate management, concentration of the nutrient solution, nutritional requirements of the plant in the cultivation environment. The present work was carried out with the objective of evaluating the growth, biomass partition and plant production of two cultivars of biquinho pepper - cv. Hot Pepper Bico and BRS Moema, when exposed to levels of concentration of the nutrient solution and doses of N and P. Two successive cycles were performed; in the first, the plants of cv. Hot Pepper Bico were exposed to three concentration levels of nutrient solutions - 100, 116 and 133%, and four doses of P (1.89; recommended dose - 2.36; 2.86 and 3.30 g 60L⁻¹) ; in the second cycle, the plants of cv. BRS Moema were exposed to three concentration levels of nutrient solutions - 100, 50 and 33.0%, and four doses of N (6.78; recommended dose- 8.98 11.18 and 13.38 g 60L⁻¹) . In both experiments, a randomized block design was adopted, in a 3x4 factorial scheme, with three blocks/repetitions, totaling 36 experimental units. The experimental activities were carried out in a protected environment, between August to November/2020 and January to April/2020 in the conditions of Campina Grande-PB. Among the main conclusions of the first cycle, the highest dose of 3.30 g of phosphorus was mentioned and the concentration of 116% of the nutrient solution caused the highest fruit production of 186.03 g per plant, and the highest the highest efficiency. Of the use of water in the production of biquinho pepper at 100 days after sowing. Among the main conclusions of the second cycle, we can mention the management with a solution of 100% of the nutrients being offered in the growth phase with a dose of 13.38g 60L⁻¹, in which it obtained a productivity of 11.88 kg m⁻² of fresh fruit mass and the highest water use efficiency of 129.62kg m⁻³ with a dose of 6.78g 60L⁻¹

KEYWORD: Capsicum chinense L. Hydroponic crops. Nutritional concentration. Phosphor. Nitrogen

TABELAS

Capítulo III

Tabela 1. Concentração de fertilizantes (q) para o preparo de 60L de solução nutritiva para o cultivo hidropônico de pimenteira ‘Biquinho’, com as respectivas concentrações esperadas de nutrientes Castellane & Araujo (1995)-----	39
---	----

Capítulo IV – subitem IV.1

Tabela 1. O potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva da planta durante o ciclo no cultivo da pimenta biquinho-----	49
---	----

Tabela 2. Resumo da ANOVA para altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar submetido a doses de fósforo, concentração da solução nutritiva no cultivo da pimenta biquinho no sistema hidropônico-----	50
---	----

Capítulo IV – subitem IV.2

Tabela 1. O potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva e o consumo hídrico (CH) da planta durante o ciclo no cultivo da pimenta biquinho-----	65
--	----

Tabela 2. Resumo da ANOVA fitomassa fresca e seca das folhas (FFF e FSF), fitomassa fresca e seca do caule (FFC e FSC) e fitomassa fresca e seca da raiz (FFR e FSR) submetido a doses de fósforo e concentração da solução nutritiva em plantas de pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”-----	67
---	----

Capítulo IV – subitem IV.3

Tabela 1. O potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva da planta durante o ciclo no cultivo da pimenta biquinho-----	82
---	----

Tabela 2. Resumo da ANOVA para número de fruto (NFfrutos), fitomassa fresca do fruto (FFfruto), eficiência no uso de água (EUA), diâmetro transversal do fruto (DT), diâmetro longitudinal do fruto (DL) submetido a doses de fósforo, concentração da solução nutritiva no cultivo da pimenta biquinho-----	84
---	----

Capítulo IV – subitem IV.4

Tabela 1. Resumo da ANOVA para altura de planta (AP), diâmetro caulinar (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), fitomassa fresca da planta (FFP) e fitomassa seca da planta (FSP) submetido a doses de nitrogênio e manejo da solução nutritiva no crescimento da pimenta biquinho cultivar BRS Moema no sistema hidropônico “tipo pirâmide”-----	104
---	-----

Capítulo IV – subitem IV.5

Tabela 1. O potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva da planta durante o ciclo no cultivo da pimenta biquinho-----	126
---	-----

Tabela 2. Resumo da ANOVA para número de fruto (NFfrutos), fitomassa fresca do fruto (FFfruto), eficiência no uso de água (EUA), diâmetro transversal do fruto (DT), diâmetro longitudinal do fruto (DL) submetido a doses de nitrogênio, concentração da solução nutritiva no cultivo da pimenta biquinho-----	127
--	-----

Capítulo IV – subitem IV.5

Tabela 1. O potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva da planta durante o ciclo no cultivo da pimenta biquinho-----	150
---	-----

Tabela 2. Resumo da ANOVA para número de fruto (NFfrutos), fitomassa fresca do fruto (FFfruto), diâmetro transversal do fruto (DT), diâmetro longitudinal do fruto (DL), eficiência no uso de água (EUA) e produtividade, submetido a doses de nitrogênio, em diferentes manejos de solução nutritiva-----	151
---	-----

FIGURAS

CAPITULO III	
Figura 1. Sistema hidropônico “tipo pirâmide”-----	38
Figura 2. Bomba de máquina de lavar (A) time analógico (B)-----	39
Figura 3. Semeio e transplante da pimenta biquinho no sistema hidropônico--	40
CAPITULO IV, Subitem IV.1.	
Figura 1. Desenho esquemático do sistema hidropônico-----	47
Figura 2. Semeio da pimenta biquinho em copos descartáveis (A) estrutura hidropônica (B)-----	48
Figura 3. Altura de planta para doses de fósforo (A) e concentração da solução nutritiva (B) aos 80 DAS, doses de fósforo (C) e concentração da solução nutritiva aos 100 DAS, desdobramento concentração da solução nutritiva vs doses de fósforo (E) e o desdobramento concentração da solução nutritiva vs doses de fósforo (F) aos 120 DAS com a cultura da pimenta biquinho no sistema hidropônico-----	51
Figura 4. Diâmetro caulinar para doses de fósforo (A) e concentração da solução nutritiva (B) aos 80, 100 e 120 DAS, da pimenta biquinho no sistema hidropônico-----	53
Figura 5. Número de folhas para doses de fósforo (A) e concentração da solução nutritiva (B) aos 80 DAS, doses de fósforo (C) e concentração da solução nutritiva (D) aos 100 DAS, desdobramento de doses de fósforo vs concentração da solução nutritiva(E) e concentração da solução nutritiva vs doses de fósforo (F) aos 120 DAS da pimenta biquinho no sistema hidropônico-----	54
Figura 6. Área foliar no desdobramento doses de fósforo vs concentração da solução nutritiva (A, C e E) aos 80, 100 e 120 DAS e desdobramento da concentração da solução nutritiva vs doses de fósforo (B, D e F) aos 80, 100 e 120 DAS, na cultura da pimenta biquinho-----	56
Figura 7. Fitomassa fresca total da pimenta no desdobramento doses de fósforo vs concentração da solução nutritiva (A, C e E) aos 80, 100 e 120 DAS e desdobramento da concentração da solução nutritiva vs doses de fósforo (B, D e F) aos 80, 100 e 120 DAS na cultura da pimenta biquinho-----	57
Figura 8. Fitomassa seca total da pimenta para doses de fosforo (A) e concentração da solução nutritiva aos 80, 100 e 12 DAS da pimenta biquinho no sistema hidropônico.-----	58
CAPITULO IV, Subitem IV.2.	
Figura 1. Fitomassa fresca das folhas da pimenta biquinho, no sistema hidropônico “tipo pirâmide” em função das doses de fósforo (A) e da concentração da solução nutritiva (B) aos 80, 100 e 120 DAS. Letras diferentes nas colunas do mesmo período, 80, 100 e 120 DAS, são usadas para indicar médias que diferem significativamente ($P < 0,05$).-----	68
Figura 2. Fitomassa seca das folhas da pimenta biquinho, no sistema hidropônico “tipo pirâmide” em função das doses de fósforo (A) e da concentração da solução nutritiva (B) aos 80, 100 e 120 DAS. Letras diferentes nas colunas do mesmo período, 80, 100 e 120 DAS, são usadas para indicar médias que diferem significativamente ($P < 0,05$).-----	69
Figura 3. Fitomassa fresca do caule no desdobramento doses de fósforo vs concentração da solução nutritiva (A e C) e o desdobramento de concentração da solução nutritiva vs doses de fósforo (B e D) aos 80, 100 e 120 DAS. Letras	70

diferentes nas colunas de cada dose de fósforo são usadas para indicar médias que diferem significativamente ($P < 0,05$).-----	
Figura 4. Fitomassa seca dos caules da pimenta biquinho, no sistema hidropônico “tipo pirâmide”, em função das doses de fósforo (A) e da concentração da solução nutritiva (B) aos 80, 100 e 120 DAS (B) no sistema hidropônico “tipo pirâmide”. Letras diferentes nas colunas do mesmo período, 80, 100 e 120 DAS, são usadas para indicar médias que diferem significativamente ($P < 0,05$).-----	71
Figura 5. Fitomassa fresca das raízes em função das doses de fósforo aos 80 e 100 DAS (A) e concentração da solução nutritiva aos 80 e 100 DAS (B). Desdobramento doses de fósforo vs concentração da solução nutritiva (C) e o desdobramento de concentração da solução nutritiva vs doses de fósforo (D) aos 120 DAS da pimenta biquinho no sistema hidropônico.-----	72
Figura 6. Fitomassa seca das raízes em função das doses de fósforo (A) e das concentrações da solução nutritiva (B) aos 80, 100 e 120 DAS, da pimenta biquinho no sistema hidropônico.-----	74

CAPITULO IV, Subitem IV.3.

Figura 1. Semeio da pimenta biquinho e estrutura usada no experimento	80
Figura 2. Produção de frutos de pimenta biquinho no sistema hidropônico.----	83
Figura 3. Número de frutos por planta no desdobramento doses de fósforo vs concentração da solução nutritiva ao 80 e 120 DAS (A e E), desdobramento de concentração da solução nutritiva vs doses de fósforo aos 80 e 120 DAS (B e F), doses de fósforo (C), concentração da solução nutritiva (D) da pimenta biquinho.-----	86
Figura 4. Diâmetro transversal para doses de fósforo (A) e concentração da solução nutritiva (B) aos 80 DAS, doses de fósforo ao 100 DAS (C), doses de fósforo (D), e concentração da solução nutritiva (E) aos 120 DAS, diâmetro longitudinal para doses de fósforo (F), concentração da solução nutritiva (G) aos 80 DAS, doses de fósforo aos 100 DAS (H), doses de fósforo (I) e concentração da solução nutritiva (J) aos 120 DAS-----	88
Figura 5. Fitomassa fresca do fruto no desdobramento doses de fósforo vs concentração da solução nutritiva ao 80, 100 e 120 DAS (A, C e E), desdobramento de concentração da solução nutritiva vs doses de fósforo aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F), da pimenta biquinho.-----	90
Figura 6. Eficiência de uso de água no desdobramento doses de fósforo vs concentração da solução nutritiva ao 80, 100 e 120 DAS (A, C e E), desdobramento de concentração da solução nutritiva vs doses de fósforo aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F), da pimenta biquinho.-----	92
Figura 7. Produtividade da pimenta biquinho no desdobramento doses de fósforo vs concentração da solução nutritiva ao 80, 100 e 120 DAS (A, C e E), desdobramento de concentração da solução nutritiva vs doses de fósforo aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F).-----	94

APITULO IV, Subitem IV.4.

Figura 1. Potencial hidrogeniônico no M1 (A) M2 (B), M3 (C) e a condutividade elétrica no M1 (D) M2 (E), M3 (F) da pimenta biquinho durante o período de 91 dias.-----	104
Figura 2. Desdobramento das doses de nitrogênio vs manejo da solução nutritiva para altura de planta aos 80, 100, 120 DAS (A, C e E), desdobramento da manejo da solução nutritiva vs doses de nitrogênio para altura de planta aos 80 , 100 e 120 DAS (B, D e F) para pimenta biquinho no sistema hidropônico.-----	107

Figura 3. Desdobramento de doses de nitrogênio vs manejo da solução nutritiva para diâmetro caulinar aos 80, 100, 120 DAS (A, C e E), desdobramento da manejo da solução nutritiva vs doses de nitrogênio para diâmetro caulinar aos 80 , 100 e 120 DAS (B, D e F) para pimenta biquinho no sistema hidropônico.-----	108
Figura 4. Desdobramento de doses de nitrogênio vs manejo da solução nutritiva para o número de folhas aos 80, 100, 120 DAS (A, C e E), desdobramento da manejo da solução nutritiva vs doses de nitrogênio para o número de folhas aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F) para pimenta biquinho no sistema hidropônico.-----	110
Figura 5. Desdobramento de doses de nitrogênio vs manejo da solução nutritiva para a área foliar aos 80, 100, 120 DAS (A, C e E), desdobramento da manejo da solução nutritiva vs doses de nitrogênio para a área foliar aos 80 , 100 e 120 DAS (B, D e F) para pimenta biquinho no sistema hidropônico.----	112
Figura 6. Desdobramento de doses de nitrogênio vs manejo da solução nutritiva para o comprimento da raiz aos 80 e 120 DAS (A e E), e no fator isolado doses de nitrogênio para comprimento da raiz aos 100 DAS (C), desdobramento da manejo da solução nutritiva vs doses de nitrogênio para o comprimento da raiz aos 80 e 120 DAS (B e D) para pimenta biquinho no sistema hidropônico.-----	114
Figura 7. Desdobramento de doses de nitrogênio vs manejo da solução nutritiva para o número de ramos aos 80, 100, 120 DAS (A, C e E), desdobramento da manejo da solução nutritiva vs doses de nitrogênio para o número de ramos aos 80 , 100 e 120 DAS (B, D e F) para pimenta biquinho no sistema hidropônico.-----	115

CAPITULO IV, Subitem IV.5

Figura 1. Desdobramento da fitomassa fresca das folhas na dose de nitrogênio em relação ao manejo da solução aos 80, 100 e 120 DAS (A, C e E) desdobramento da fitomassa fresca das folhas no manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F) da pimenta biquinho no sistema hidropônico-----	129
Figura 2. Desdobramento da fitomassa seca das folhas na dose de nitrogênio em relação ao manejo da solução aos 80, 100 e 120 DAS (A, C e E) desdobramento da fitomassa seca das folhas no manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F) da pimenta biquinho no sistema hidropônico.-----	131
Figura 3. Desdobramento da fitomassa fresca do caule na dose de nitrogênio em relação ao manejo da solução aos 80, 100 e 120 DAS (A, C e E) desdobramento da fitomassa fresca do caule no manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F) da pimenta biquinho no sistema hidropônico.-----	133
Figura 4. Desdobramento da fitomassa seca do caule na dose de nitrogênio em relação ao manejo da solução aos 80, 100 e 120 DAS (A, C e E) desdobramento da fitomassa seca do caule no manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F) da pimenta biquinho no sistema hidropônico.-----	135
Figura 5. Desdobramento da fitomassa fresca da raiz na dose de nitrogênio em relação ao manejo da solução aos 80, 100 e 120 DAS (A, C e E) desdobramento da fitomassa fresca da raiz no manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F) da pimenta biquinho no sistema hidropônico.-----	137

Figura 6. Desdobramento da fitomassa seca da raiz na dose de nitrogênio em relação ao manejo da solução aos 80, 100 e 120 DAS (A, C e E) desdobramento da fitomassa seca da raiz no manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F) da pimenta biquinho no sistema hidropônico.----- 139

CAPITULO IV, Subitem IV.6

Figura 1. Número de frutos por planta no desdobramento doses de nitrogênio vs manejo da solução nutritiva ao 80 e 120 DAS (A e E), desdobramento do manejo da solução nutritiva vs doses de nitrogênio aos 80 e 120 DAS (B e F), doses de nitrogênio (C) e manejo da solução nutritiva (D) aos 100 DAS, da pimenta biquinho em sistema hidropônico.----- 152

Figura 2. Desdobramento da biomassa fresca do fruto na dose de nitrogênio em relação ao manejo da solução aos 80, 100 e 120 DAS (A, C e E) e o desdobramento da biomassa fresca do fruto no manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F) da pimenta biquinho no sistema hidropônico.----- 154

Figura 3. Diâmetro transversal do fruto para doses de nitrogênio aos 80 e 100 DAS (A), desdobramento doses de nitrogênio vs manejo da solução nutritiva (B) desdobramento manejo da solução nutritiva vs doses de nitrogênio (C), diâmetro longitudinal para doses de nitrogênio aos 80, 100 DAS(D) e para manejo da solução nutritiva aos 80,(E) e 120 DAS (F) para pimenta biquinho.-
----- 155

Figura 4. Desdobramento das doses de nitrogênio vs manejo da solução nutritiva para eficiências de uso de água aos 80, 100 e 120 DAS (A, C e E), desdobramento do manejo da solução nutritiva vs doses de nitrogênio aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F) para cultura da pimenta biquinho no sistema hidropônico.----- 157

Figura 5. Desdobramento das doses de nitrogênio vs manejo da solução nutritiva produtividade aos 80, 100 e 120 DAS (A, C e E), desdobramento do manejo da solução nutritiva vs doses de nitrogênio aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F) para cultura da pimenta biquinho no sistema hidropônico.----- 159

CAPITULO I

INTRODUÇÃO

I.1. COSIDERAÇÕES INICIAIS

As espécies mais cultivadas de pimenta no Brasil são do gênero *Capsicum* e entre elas aparecem *Capsicum chinense*, a pimenta biquinho sendo considerado um grupo relativamente novo desta espécie (Moreira et al., 2006). O aumento no consumo e aceitação pelo comércio está relacionado à sua principal característica, a ausência de pungência nos frutos, o que resulta um sabor marcante. O consumo da pimenta biquinho é na forma in natura ou processada “molho”, conservas, geléias, venda de plantas ornamentais e, também, na fabricação de medicamentos e cosméticos (Ferraz et al., 2016). A pimenta biquinho pertence à família Solanaceae, com grande diversidade genética e possui 32 espécies (Dewitt & Bosland, 2009), com crescimento ereto e sistema radicular pivotante. As folhas variam do verde pálido ao médio, são grandes e enrugadas, chegando a seis centímetros de comprimento e quatro centímetros de largura (Smith & Heiser, 1957). As flores possuem corolas brancas, anteras e são hermafroditas (Casali & Couto, 1984).

O cultivo da pimenta biquinho no sistema hidropônico favorece a maior produtividade e eficiência no uso de água e nutrientes, proporcionando melhor manejo na solução nutritiva, controle de pragas e doenças, e, principalmente, baixo custo, alta produtividade e antecipação no ciclo da pimenta biquinho. De acordo com Bione (2017), o cultivo da pimenta biquinho no sistema hidropônico NFT foi tecnicamente viável com tubos de PVC de diâmetro 0,075 m, obtendo uma eficiência no uso da água de 10,99 kg m⁻³. O rendimento da pimenteira biquinho cultivada em hidroponia NFT sem restrição de salinidade foi de 2,92 kg por planta, correspondente a 46,91 t ha⁻¹ no espaçamento adotado de 0,83 m entre plantas nas calhas, 0,70 m entre calhas e 0,80 m entre calhas dispostas em dupla na concentração de 11,3g de N 60g L⁻¹.

A taxa de absorção de nitrogênio da cultura da pimenta biquinho no início do ciclo é lenta, intensificando-se no período de florescimento e frutificação, em que a planta requer maior concentração de N para emissão de flores e produção de frutos (Fontes & Monnerat, 1984). Conforme Milner (2002), o fornecimento adequado da solução nutritiva pode ocasionar aumento na produção, pois, o nitrogênio e o potássio presentes em sua composição são exigidos em maior quantidade pelas plantas na fase reprodutiva. Conforme Cavalcante (2000), esse aumento da demanda de N é justificado

pelas modificações morfofisiológicas na planta, como o aumento na atividade das raízes, aumentando a absorção iônica dos nutrientes (Marschner, 1995).

O fósforo influencia no crescimento e na formação do sistema radicular, aumentando, assim, a taxa de absorção de nutrientes e a produção de biomassa de frutos de pimenta (Bull et al., 1998), e é considerado um dos principais nutrientes no crescimento da pimenta (Ricci, 2012). A função do fósforo na célula vegetal influencia na utilização dos açúcares e amido, como também no armazenamento de energia, acelera o processo de respiração, com influência diretamente nas trocas gasosas da planta no processo de fotossíntese (Novais & Smyth, 1999). Flores et al. (2012), estudando a omissão de fósforo na solução nutritiva, observaram redução na altura da planta, no diâmetro do colmo, na área foliar, no número de folhas e índice relativo de clorofila na cultura da pimenta malagueta.

I.2. HIPÓTESES

- O aumento de doses de N, em caso de redução da concentração da solução nutritiva até 50%, compensa eventuais danos sobre o crescimento, a produção de biomassa e a produtividade da pimenta biquinho, cv. Hot Pepper Bico;
- O aumento da concentração da solução nutritiva, sobretudo com o incremento de doses de P, potencializa o crescimento, a produção de biomassa e a produtividade da pimenta biquinho, cv. BRS Moema;
- É possível aumentar o número de frutos por planta de pimenta biquinho nos padrões comerciais, aumentando a concentração de nitrogênio e fósforo no sistema hidropônico;
- O fracionamento da solução nutritiva nas fases vegetativa da pimenta biquinho aumenta a produção de frutos por planta;
- A maior produção está relacionada a uma solução com maior concentração nutricional.

I.3. OBJETIVOS

I.3.1 GERAL

Avaliar aspectos do cultivo de plantas de pimenta biquinho, de duas cultivares, sob diferentes níveis de concentração da solução nutritiva e doses de N e P.

I.3.2 ESPECÍFICO

- Avaliar parâmetros do crescimento de plantas de pimenta biquinho, cv. Pepper Bico e BRS Moema, sob diferentes níveis de concentração da solução nutritiva e doses de N e P.
- Quantificar o consumo e a eficiência de uso da água de plantas de pimenta biquinho, cv. Pepper Bico e BRS Moema, sob diferentes níveis de concentração da solução nutritiva e doses de N e P.
- Mensurar a produção e partição de biomassa de raízes, caules e folhas de plantas de pimenta biquinho, cv. Pepper Bico e BRS Moema, sob diferentes níveis de concentração da solução nutritiva e doses de N e P.
- Analisar a produtividade e parâmetros biométricos de frutos de plantas de pimenta biquinho, cv. Pepper Bico e BRS Moema, sob diferentes níveis de concentração da solução nutritiva e doses de N e P.

I.4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIONE, M. A. A. Cultivo hidropônico de pimenteira biquinho com águas salobras. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, 2017. 135f.
- BÜLL, L. T.; FORLI, F.; TECCHIO, M. A.; CORRÊA, J. C. Relações entre fósforo extraído por resina e respostas da cultura do alho vernalizado a adubação fosfatada em cinco solos com e sem adubação orgânica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 22, n.3, p. 459-470, 1998.
- CAVALCANTE, L. F. Sais e seus problemas nos solos irrigados. *Areia: Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal da Paraíba*, 2000. 72 p.
- DEWITT, D.; BOSLAND, P.W. *The Complete Chile Pepper Book – A Gardener’s Guide to Choosing, Growing, Preserving and Cooking*. London: Portland, Timber Press, 2009.
- FERRAZ, R.M.; RAGASSI, C.F.; HEINRICH, A.G; LIMA, M.F; PEIXOTO, J.R; REIFSCHNEIDER, F.R. Caracterização morfo agrônômica preliminar de acessos de pimentas cumari. *Horticultura Brasileira*, v.34, n.4, p.498-506, 2016.
- FLORES, R. A.; DE ALMEIDA, T. B.; POLITI, L. S.; PRADO, M.; BARBOSA, J. C. Crescimento e desordem nutricional em pimenteira malagueta cultivada em soluções nutritivas suprimidas de macronutriente. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.7, n.1, p.104-110, 2012.
- FONTES, P. C. R.; MONNERAT, P. H. Nutrição mineral e adubação das culturas de pimentão e pimenta. *Informe Agropecuário, Belo Horizonte*, v.10, n.113, 25-31 (1984).
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.
- MILNER, L. Manejo de irrigação e fertirrigação em substratos. In: FURLANI, A. M. C.; BATAGLIA, O.C.; ABREU, C.A.; FURLANI, P.R. Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. p. 45-51. (Documentos, 70).
- MOREIRA, G.R.; CALIMAN, F.R.B.; SILVA, D.J.H.; RIBEIRO, C.S.C. Espécies e variedades de pimenta. In: *Cultivo da pimenta*. Belo Horizonte: EPAMIG, v.27, p.16-29, 2006. (Informe Agropecuário).

- NOVAIS, F.R.; SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa: UFV, 1999.
- RICCI, N. Fósforo, Adensamento, Maturação e Repouso Pós-Colheita dos Frutos sobre a Produção e Qualidade das Sementes de Pimenta Jalapenho. (Dissertação de produção vegetal, Universidade do Oeste) p.49, 2012.
- SMITH, P. G.; HEISER JR, C. B. Taxonomy of *Capsicum sinense* Jacq. and the geographic distribution of the cultivated *Capsicum* species. Bulletin of the Torrey Botanical Club, p. 413-420, 1957.

CAPITULO II

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

II.1. A CULTURA DA PIMENTA

As pimentas pertencem à família Solanaceae e ao gênero *Capsicum* originária das Américas, se expandiu para outras regiões do mundo a partir do século XVI, entre as populações europeias e os povos indígenas (Rufino & Pentead, 2006). Segundo Moreira et al. (2006), a pimenta do gênero *Capsicum*, há 32 espécies, no entanto, apenas cinco delas são domesticadas sendo que as demais são silvestres. Das espécies domesticadas podem-se citar as seguintes cultivares: *Capsicum frutescens* (pimenta malagueta, malaguetinha e malaguetão); *C. baccatum* (dedo-de-moça, chifre-de-veado, Cambuci e sertãozinho); *C. praetermissum* (cumari e passarinho); *C. annum* (pimenta-doce e pimenta-verde) e a *Capsicum chinense* (pimenta-bode, pimenta-de-cheiro, murici e biquinho) (Heinrich, 2013)

A pimenta biquinho possui frutos menores com formatos variados, que são utilizados no preparo de diferentes comidas brasileiros, como também na ornamentação, devido ter uma folhagem de cores variadas, do porte anão e dos frutos exibirem diferentes cores no processo de maturação (Moreira et al., 2006). De acordo com Faria et al. (2013), a espécie de pimenta biquinho possui importância na agricultura brasileira, já que seus frutos são muito utilizados para confecção de condimentos, apresenta propriedades farmacêuticas tais como efeito anestésico e anti-inflamatório. Esta espécie é uma das mais utilizadas pela agricultura familiar, como afirma Dedini (2012), devido a sua elevada produtividade, valor gastronômico no comércio, assim possibilitando ao pequeno produtor sua comercialização em forma processada.

Agronomicamente, a pimenta biquinho é uma planta arbustiva medindo em média de 0,6 a 1,5 m de altura e cerca de 1 m de diâmetro, seguindo a média das demais variedades deste grupo. Suas folhas e caules podem ser caracterizados por serem glabros e com rara pubescência. As folhas são ovadas e na maioria delas lisas, medindo de 0,5 a 1,0 cm de comprimento e com tonalidade verde claro até escuro (Reifschneider, 2010). Suas flores possuem corolas brancas, anteras e filamentos púrpuras e são hermafroditas, mas as taxas de polinização cruzada podem variar dentro das espécies de *Capsicum* entre 0,5 a 70%, o que as classifica no grupo intermediário entre alógamas e autógamias (Heinrich, 2013).

Os frutos possuem um formato triangular com ponta bem pontiaguda, formando um biquinho, com aproximadamente 2,5 a 2,8 cm de comprimento e 1,5 cm de largura e

3 mm de espessura de parede. Os frutos obtêm uma coloração verde quando imaturos; alaranjada na fase de maturação intermediária, sendo nesta etapa ricos em β -caroteno e violaxantina, e vermelha quando maduros (um maior percentual dos carotenoides capsantina (23 $\mu\text{g g}^{-1}$) e capsorubina) (Bosland & Votava, 1999; Neitzke et al., 2015;). Além destes compostos citados, a pimenta biquinho também pode apresentar teores de vitaminas C, vitamina E, vitaminas, completo B e compostos fenólicos, que juntos também contribuem com as propriedades antioxidantes e também para saúde humana (Reifschneider, 2000; Neitzke, 2015).

Nas condições de cultivo de campo, a colheita ocorre com 90 dias após o transplantio das mudas e tende a apresentar alta produtividade (Moreira et al., 2006). As plantas normalmente contêm de 2 a 6 frutos por nó, onde os frutos são pendentes e campanulados (Carvalho et al., 2006). Segundo estes autores, um dos problemas no cultivo dessa pimenta é a colheita, que deve ser obrigatoriamente manual, pois a maturação dos frutos não é uniforme, ou seja, em uma mesma planta e em uma mesma época encontram-se frutos em fase de maturação (de coloração alaranjada) e frutos maduros (coloração vermelha). Esta situação faz com que o trabalho seja dificultoso, oneroso e necessitando de cuidados diários, justificando assim, o motivo pelo qual este tipo de pimenta é produzido e comercializado com maior frequência por pequenos produtores pertencentes à agricultura familiar.

II.2. A PRODUÇÃO DE PIMENTA

As potencialidades do mercado de pimentas no Brasil são favoráveis pela versatilidade de suas aplicações culinárias, industriais e também para uso ornamental (EMBRAPA HORTALIÇAS, 2014). E, a comercialização da pimenta varia conforme a destinação, seja in natura, conservas, molhos líquidos ou desidratadas, com grande aplicação na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética, como a utilização ornamental, gerando assim fontes de renda para agricultura familiar, incluído no mercado, desde o pequeno ao grande produtor, colocando a pimenta do gênero *Capsicum chinense* entre as mais comercializadas e consumidas em todo o mundo (Carvalho et al., 2006).

A Empresa Sabor das Índias, especializada em produtos de pimenta, situada no Estado de São Paulo, processou um total de 109 toneladas de pimenta no ano de 2019, contabilizando um aumento 34% em relação a 2018, fechando o ano de 2017p com um aumento de 20% em suas vendas para o mercado exterior. O Estado da Paraíba tem uma

produção de pimenta do reino estimada em 57 toneladas, colhida numa área de 79 hectares, com rendimento de 722 kg por hectare (IBGE, 2018). Nos últimos anos, o consumo da pimenta biquinho tem aumentado, sendo consumida na forma in natura e processada (Ohara & Pinto, 2012).

Conforme Pinto et al. (2013), o consumo da pimenta biquinho, tem crescido devido a sua qualidade, pela ausência de ardor e um sabor suave, sendo sua principal utilização em forma de conserva. As informações da Embrapa ainda apontam um consumo crescente e isso tem aumentado a demanda pelo produto, tornando esse segmento do agronegócio um dos mais importantes do País. No Centro-Oeste do Brasil, a cultivar da pimenta biquinho BRS Moema produz 20 toneladas de frutos maduros por hectare, em seis meses de colheita, utilizando o espaçamento de 1,2 metros entre linhas e 80 centímetros entre plantas, com uma população de aproximadamente 10 mil plantas por hectare (Ribeiro et al., 2008).

II.3. NECESSIDADE HÍDRICA DA PIMENTA

A cultura da pimenta apresenta quatro estádios vegetativos com relação às necessidades hídricas. A duração de cada estágio depende da cultivar, condições edafoclimáticas e sistema de cultivo. Doorenbos & Kassam (2000) afirmam que essa necessidade varia de 500 a 800 mm, sendo a necessidade diária de água, também chamada de evapotranspiração da cultura, engloba a quantidade de água transpirada pelas plantas mais a água evaporada do solo, sendo expressa em mm dia^{-1} , varia de 4 a 10 mm dia^{-1} no pico de demanda da cultura.

A deficiência de água, especialmente durante os estádios de floração e pegamento de frutos, reduz a produtividade em decorrência da queda de flores e abortamento de frutos. A pimenta é altamente sensível à deficiência e ao excesso de água, sendo mais sensível durante o florescimento, a formação e o desenvolvimento dos frutos (Marouelli & Silva, 2012).

A necessidade total de água pela cultura depende essencialmente das condições climáticas, duração do ciclo e dos sistemas de cultivo e de irrigação adotados, variando de 450 mm a 650 mm (Marouelli & Silva, 2012). Em condições de cultivo protegido, a uma evapotranspiração E_{Tc} é de 20% a 30% menor do que em cultivos a campo. No sistema de cultivo hidropônico o consumo é bem abaixo do que no campo, devido ser um sistema fechado, não havendo perda por evaporação, percolação ou infiltração.

Bione (2017), estudando a pimenta biquinho no sistema hidropônico NFT, calculou eficiência no uso de água na produção de 10,99 kg m⁻³.

II.4. COMPOSIÇÃO E CONCENTRAÇÃO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA

Pesquisas foram feitas por Hoagland & Arnon (1950), Sarruge (1975), Sonneveld & Straver (1994), Furlani (1998), com fins de encontrar a solução nutritiva para cada cultura, principalmente as hortaliças fruto, devido ao seu alto consumo, precocidade no ciclo, baixo consumo hídrico e um valor econômico considerável. Com avanço de pesquisas em relação a exigências nutricionais de cada cultura, Castelane & Araujo (1995), desenvolveram uma solução nutritiva completa para o pimentão, obtendo os melhores resultados com relação ao crescimento, desenvolvimento e produção.

A solução nutritiva é composta dos macros e micronutrientes essenciais, para crescimento e desenvolvimento das culturas. Os macros nutrientes utilizados na solução nutritiva são o cálcio que é importante na preservação da capacidade de absorção das raízes mediante a manutenção da integridade da membrana plasmática, bem como na prevenção da perda de solutos para a solução externa, aumentando o acúmulo de nutrientes pela planta (Malavolta, 2006). O potássio tem inúmeras funções na planta, a ativação de vários sistemas enzimáticos, participa nos processos de fotossíntese e respiração (Ernani et al., 2007). Magnésio é essencial na fotossíntese, pois participa dos processos metabólicos como a formação de ATP nos cloroplastos e representa 0,2% da matéria seca dos vegetais (Taiz & Zeiger, 2013). O magnésio também atua na síntese protéica, formação de clorofila, carregamento do floema, separação e utilização de fotoassimilados (Cakmak & Yazici, 2010). O fósforo é o elemento que mais influencia no tamanho dos frutos e sua deficiência causam redução no desenvolvimento do sistema radicular e retardamento no crescimento (Reis et al., 2011). O nitrogênio é um dos principais nutrientes fundamentais no desenvolvimento da planta, que contribui em diversos processos fisiológicos, como a fotossíntese, respiração, diferenciação celular e genética, além de ser um dos principais macronutrientes responsáveis pela formação de flores e frutos, de maior efeito sobre o crescimento e desenvolvimento da planta (Taiz & Zeiger, 2009)

II.5. MANEJO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA

O manejo da solução nutritiva é de suma importância para obter uma produção significativamente rentável para o produtor. A produção de pimentas em sistema hidropônico vem crescendo ao longo dos anos, devido às condições hídricas cada vez mais em situação de escassez, como o caso da região semiárida.

Assim pontos importantes a ser considerar no momento da preparação da solução nutritiva, os limites de pressão osmótica, pH, e a concentração dos nutrientes, para não ocorra precipitação dos sais e, conseqüentemente, interferência negativa na absorção dos nutrientes pelas plantas (Backes et al., 2004). A solução nutritiva, além de contemplar todos os elementos minerais essenciais às plantas, deve ter sua proporção adequada para cada cultura, incluída a pimenta. Outro ponto a se considerar a concentração de íons veiculados pelas águas, que dependendo de sua origem, elas podem apresentar concentrações consideráveis de Na, Ca, Mg, B e Mn.

Segundo Resh (1997), a vida útil de uma solução nutritiva depende principalmente da porcentagem da acumulação de íons não utilizados pelas plantas de forma imediata e também, da origem da água. Portanto, a renovação da solução nutritiva é de vital importância para minimizar os gastos com fertilizante, reduzir o excesso de sais próximo ao sistema radicular, oxigenar todo o sistema, já que é fechado para reduzir a evaporação.

Conforme recomendação de Furlani et al. (1999) para solução nutritiva, atender as necessidades básicas das hortaliças, utilizando apenas uma solução até o consumo final. De acordo com Cavalcante et al. (2016), estudando a cultura do coentro, verificaram que a reposição com água de abastecimento na solução nutritiva controlou a CE e o pH da solução, como também supri a necessidade hídrica e nutricional da cultura. Resh (1997) considera ainda que não deveria utilizar a solução nutritiva por um período superior a três meses, recomendando a renovação completa da mesma após este período. O manejo da solução nutritiva se torna ainda mais complexo quando trabalha com agricultura familiar, que não disponha de equipamento e conhecimento científico para executar o manejo baseado em condutividade elétrica, conforme Santos Júnior et al. (2016).

II.6. CULTIVOS HIDROPÔNICOS

A palavra hidroponia, usada inicialmente nos anos de 1930, de origem grega: *Hydro* = água e *Ponos* = trabalho, cuja junção significa trabalho em água. O sistema hidropônico, conforme Rodrigues (2002), refere-se a uma técnica alternativa de cultivo de plantas com solução nutritiva balanceada na ausência ou na presença de substratos naturais, ou artificiais, em que utiliza pouco espaço e não depende da qualidade dos solos, permite a utilização de água com qualidade inferior no preparo da solução nutritiva, com elevado índice de eficiência do uso da água e nutrientes, e por ser cultivado em ambiente protegido, reduz os riscos de contaminação, ataques de pragas, acometimento por doença, como também controle de ervas daninhas (Santos Júnior, 2013).

O uso do sistema hidropônico para o cultivo de hortaliça fruta requer muitos cuidados, devido sua altura, diâmetro da copa e produção de frutos, que é superior em relação às hortaliças folhosas. No cultivo de hortaliças frutos é necessário o uso de substrato, pois facilita a fixação das plantas, como também é necessário o uso do tutoramento convencional (Furlani et al., 1999). De acordo com Rover (2014) estudando a viabilidade econômica do sistema hidropônico no cultivo da alface, verificou preços de venda 35 a 50% superiores ao sistema convencional. Para Santos (2012), estima que o cultivo no sistema hidropônico tenha economizado de 50 a 70% de água em relação ao cultivo tradicional de hortaliças, devido a suas características próprias com relação às taxas de evaporação, escoamento superficial e percolação são significativamente reduzido, o uso de tanque com solução nutritiva e um sistema de bombeamento onde essa solução passa de forma cíclica pelo perfil, formando uma lâmina de solução, evitando maiores desperdícios.

Os principais sistemas da hidroponia são: Hidroponia de aeração estática (floating), NFT (Nutrient Film Technique), Aeroponia, cultivo com substratos o sistema hidropônico “tipo pirâmide” familiar (Santos Júnior, 2013).

Hidroponia de aeração estática (floating): essa categoria de sistema consiste em manter as plantas com as raízes completamente submersas na solução nutritiva, num reservatório com grande volume de solução nutritiva, utilizando-se usualmente placas de poliestireno (isopor) com furos, para garantir a sustentação das plantas e mantê-las na posição vertical. O Sistema NFT (Nutrient Film Technique): A técnica do filme nutriente ou técnica do fluxo laminar de nutrientes surgiu na Inglaterra em 1965, onde as plantas são cultivadas em perfis específicos, com circulação da solução nutritiva

automática através de bombeamento, composta por água e por nutrientes dissolvidos de forma equilibrada, conforme a necessidade de cada espécie vegetal, no sistema fechado com reaproveitamento da solução nutritiva (Furlani et al., 1999).

Aeroponia: Nesse sistema as plantas em que as raízes ficam suspensas no ar e recebem nebulizações intermitentes de solução nutritiva, ficando a umidade relativa do ar, no ambiente radicular, próxima a 100%. A pulverização de água com nutrientes é feita diretamente no sistema radicular, aumentando o contato da planta com os nutrientes e o oxigênio. Com isso, a aeroponia resulta em um maior e mais rápido desenvolvimento das espécies cultivadas. Este sistema é pouco utilizado comercialmente devido ao custo de implantação e dificuldades operacionais. **O Cultivo com substratos:** neste sistema, as plantas são cultivadas em vasos e utiliza-se um substrato inerte ou pouco ativo quimicamente como fibra de coco, areia lavada e bagaço de cana, para dar sustentação às plantas. É considerado um sistema de cultivo aberto, em que o fornecimento da solução nutritiva pode se dar por capilaridade, gotejamento, inundação e circulação. Os recipientes mais utilizados nessa categoria de cultivo são os vasos, tubos de PVC.

II.7. SISTEMAS HIDROPÔNICOS “TIPO PIRÂMIDE”

O uso da técnica hidropônica na agricultura familiar abrange várias limitações, dentre a principal, o uso da energia elétrica, sendo este sistema dependente, que na maioria das vezes os agricultores não disponham de uma rede elétrica trifásica. Segundo Santos Júnior et al. (2015), em destaque, para regiões semiáridas (Santos Júnior, 2013), desenvolveu um protótipo hidropônico tipo “Pirâmide” constituído de um suporte de madeira impermeabilizada com capacidade de suporte para 12 tubos de PVC de 6 m de comprimento, adaptado as condições das regiões semiáridas, com baixa precipitação e alta volume de água salobra, como também a falta de energia elétrica, que nestas regiões falta com frequência.

Trata-se de uma técnica alternativa de cultivo, em que o solo é substituído pela fibra de coco e solução nutritiva, onde estão contidos todos os nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas, definida como o cultivo sem solo. O que diferencia do sistema hidropônico “Tipo pirâmide” em relação aos outros sistemas hidropônicos é lamina que fica no tubo, onde são renovadas todas às vezes que ocorre a circulação da solução nutritiva. Estudo vem sendo desenvolvido por diversos pesquisadores. Segundo (Cavalcante et al., 2016) estudando a cultura do coentro no sistema hidropônico “Tipo

pirâmide” encontraram uma produtividade média de $5,5 \text{ kg m}^{-2}$ de fitomassa fresca da parte aérea de coentro. Conforme estudos desenvolvidos por (Santos Júnior et al., 2016) com a cultura do girassol, concluíram que sistema hidropônico “Tipo Pirâmide” disponibilizou uniformemente água e nutrientes às plantas, as quais produziram flores uniformes e com características similares de pós-colheita. Conforme (Souza et al., 2018) estudando a cultura do pimentão no sistema hidropônico “Tipo pirâmide” observaram o uso de água salina na proporção 30% e 70% de água residual (30/70) com concentração de 80% da solução nutritiva, melhores resultados no desenvolvimento da cultura.

II.8. DOSES DE NITROGÊNIO NO PREPARO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA

O nitrogênio (N) tem uma relação direta com a planta, por alterar e distribuir os assimilados entre a parte vegetativa e reprodutiva e, está presente nas mais importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas e inúmeras enzimas (Mifflin & Lea, 1976). Além disso, pode-se ser um dos nutrientes absorvidos em maior quantidade pela planta, exercendo influência no crescimento e desenvolvimento (Souza et al., 2015), estando presente em diversos processos metabólicos e síntese de moléculas de extrema importância para os vegetais, como a clorofila, responsável por utilizar energia solar na síntese de açúcares e causa da típica pigmentação verde dos vegetais, embasado na constatação de que, durante o rápido crescimento vegetativo, são altas as taxas de redução de nitrato e síntese de aminoácidos nas folhas, utilizando a maioria dos aminoácidos para a síntese de clorofila, rubisco e outras proteínas (Imsande & Touraine, 1994).

O nitrogênio também integra os aminoácidos, conhecidos por formarem as proteínas, que podem estar presentes na estrutura celular ou nas enzimas, e por esse motivo, o nitrogênio é um fator determinante quando o assunto é gerar grãos com altos teores de proteína. No entanto, a quantidade de nitrogênio absorvida varia durante o ciclo de desenvolvimento da planta em função da quantidade de raízes e da taxa de absorção por unidade de peso de raiz ($\text{moles NO}_3^- \text{ ou NH}_4^+ \text{ h}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ raiz}$) (Cregan & Berkum, 1984). Em muitos sistemas de produção, a disponibilidade de nitrogênio é quase sempre um fator limitante, influenciando o crescimento da planta mais do que qualquer outro nutriente (Bredemeier et al., 2000).

Sua deficiência pode ocasionar a redução na capacidade de crescimento das plantas, também pode ocasionar aspecto de murchamento nas folhas jovens e provoca o amarelecimento imaturo das folhas mais velhas e o excesso pode provocar o

alargamento dos entrenós, debilitando a planta provocando abortamento das flores e atraso na maturação, e tornando-a mais susceptível a doenças (Campos et al., 2008). Ao analisar os processos fisiológicos da pimenta, o N tem maior efeito sobre as taxas de crescimento e absorção do elemento sendo, portanto, mais importante o controle da nutrição ótima das culturas (Huett & Dettmann, 1988). Além disso, sua ausência limita o crescimento vegetal e a sua baixa disponibilidade tem sido associada à redução da divisão e expansão celular, da área foliar e da fotossíntese (Chapin, 1980). O sintoma característico da deficiência de N é a clorose generalizada. Inicia-se pelas folhas mais velhas como resultado da alta mobilidade deste nutriente (Taiz & Zeiger, 2004).

A fonte utilizada na formulação da solução nutritiva é na forma de nitrato solúvel, sendo esta a forma que já está nitrificada, estando disponível para absorção da planta, estimulando assim a absorção de cátions (Havlin et al., 1999). As plantas assimilam a maioria do nitrato absorvido por suas raízes em compostos orgânicos nitrogenados (Oaks, 1994). Entre os fatores que regulam a redução do nitrato (RN) nas plantas estão o nitrato, a luz, os carboidratos, que atuam em nível de transcrição e tradução (Taiz & Zeiger, 2004). Portanto, o sistema hidropônico é propício para um maior aproveitamento na absorção do N pelas plantas.

II.9. DOSES DE FÓSFORO NO PREPARO DE SOLUÇÃO NUTRITIVA

O fósforo (P) é um macronutriente essencial no metabolismo vegetal, pois compõe compostos orgânicos e participa diretamente nos processos de transferência de energia na forma de ATP e ADP, síntese de ácidos nucleicos, ativação e desativação de enzimas (Epstein & Bloom, 2004), e o transporte de fosfato ocorre inicialmente pela entrada do elemento, geralmente, pelos espaços intercelulares e passando do córtex ao cilindro central das raízes principalmente pelo simplasto e em seguida é transportado via xilema através da corrente transpiratória até a parte aérea da planta (Taiz & Zeiger, 2009).

O fósforo (P) tem a função de atuar como transferidor de energia, devido a sua participação na molécula de ATP e é encontrado nas formas orgânicas e inorgânicas Faquin (1994). No formato inorgânico, surgem como ortofosfato e em menor concentração como $P_2O_7^{4-}$, e representa uma dimensão alta em relação ao P total no tecido. As formas orgânicas são resultantes da esterificação do ortofosfato em hidroxilas de açúcares e alcoóis, ou pirofosfato ligado a outro grupo fosfato Marschner (1995). Os

ésteres de fosfato e composto fosfatado ricos em energia estão presentes nas moléculas em baixas concentrações, mas representam a maquinaria energética da célula.

A energia capturada na fotossíntese, respiração e outros processos metabólicos e, participa na formação de nucleotídeos (DNA e RNA) e de fosfolipídios presentes nas membranas (Taiz & Zeiger, 2009) sendo utilizada para a síntese de $P_2O_7^{4-}$, com ligações fortes em energias, e pode transportar para outros compostos pelo meio da transferência do grupo fosforil. No metabolismo da planta o fosfato compõe moléculas como o DNA, RNA e fosfolipídios das membranas, participam no processo fotossintético e na respiração, no transporte e transdução de energia química e participa da sinalização celular, como no inositol trifosfato, fazendo parte dos fosfolipídios que associam as membranas vegetais, modificando as proteínas irreversivelmente (Epstein & Bloom, 2004; Taiz & Zeiger, 2009; Sanchez, 2007).

A deficiência de P na planta interfere diretamente no crescimento (Sanchez, 2007), reduzindo a área de transpiração e respiração através da área foliar (Furlani, 2004), interferindo diretamente na produção (Malavolta et al., 1997), interfere diretamente na mudança relacionado a fisiologia da planta, causando efeitos deletérios (danosos), prejudica o enchimento dos aquênios e resultando em menor produção de óleo (Rossi, 1998). Devido à alta mobilidade do P no tecido vegetal, os sintomas de deficiência aparecem nas folhas mais velhas com coloração verde escura (Marschner, 1995), as quais podem encontrar-se mal formadas e conter pequenas manchas de tecido morto (Taiz & Zeiger, 2009).

As plantas nos aspectos morfológicos podem apresentar diferentes exigências nutricionais em relação ao fósforo, tendo em conta o balanço entre os suprimentos interno e externo de adubação e a demanda da planta por nutrientes, principalmente no crescimento da planta (Faquin, 1994). A falta de fósforo também impede processos metabólicos como é o caso da conversão de açúcar em amido e em celulose, e o acúmulo resultante do açúcar leva o desenvolvimento de antocianinas que se espalham como pontos ou raias roxas nas plantas (Troeh & Thompson, 2007). Na alta mobilidade do P no tecido vegetal, os sintomas de deficiência aparecem inicialmente nas folhas mais velhas com coloração verde escura que se desenvolvem para um vermelho arroxeado (Marschner, 1995), as quais podem encontrar-se mal formadas e conter pequenas manchas de tecido morto (Taiz & Zeiger, 2009).

A deficiência de fósforo reduz os aspectos fisiológicos como a respiração e fotossíntese. Porém, se a respiração reduzir mais que a fotossíntese, os carboidratos se

acumulam, deixando as folhas com coloração verde-escura. A deficiência também pode reduzir a síntese de ácido nucléico e de proteína, favorecendo a acumulação de compostos nitrogenados solúveis (N) no tecido. Como resultado, os sintomas de deficiência de P incluem redução na altura da planta, precocidade na emergência das folhas e reduzindo a brotação e desenvolvimento de raízes, na produção de fitomassa seca e na produção de sementes. Nos vegetais a carência de P resulta: em menor desenvolvimento da planta (Taiz & Zeiger, 2009); reduz a área foliar, número de folhas (Furlani, 2004); em retrocesso do florescimento (Malavolta et al., 1997); na senescência antecipada das folhas mais velhas (Marschner, 1995); interferem no enchimento dos aquênios e resultando assim um menor rendimento e teor de óleo (Rossi, 1998).

II.10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACKES, F. A. A. L.; SANTOS, O. S. D.; PILAU, F. G.; BONNECARRÈRE, R. A. G.; MEDEIROS, S. L. P.; FAGAN, E. B. Reposição de nutrientes em solução nutritiva para o cultivo hidropônico de alface. *Ciência Rural*, v. 34, n. 5, p. 1407-1414, 2004.
- BIONE, M. A. A. Cultivo hidropônico de pimenteira ‘Biquinho’ com águas salobras. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, 2017. 135f.
- BOSLAND, P. W.; VOLTAVA, E. J. Peppers: vegetable and spice capsicums. Wallingford: CABI Publishing, p. 204, 1999.
- BREDEMEIER, Christian; MUNDSTOCK, Claudio Mario. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. *Ciência Rural*, v. 30, p. 365-372, 2000.
- CAKMAK, I.; YAZICI, A. M. Magnesium: a forgotten element in crop production. *Better crops*, v. 94, n. 2, p. 23-25, 2010.
- CAMPOS JÚNIOR, J. E.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; MARTINS, J. B.; SILVA, E. F. F.; ALMEIDA, C. D. G. C. Rocket production in a low cost hydroponic system using brackish water. *Revista Caatinga*, v. 31, n. 4, p. 1008 –1016, 2018.
- CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B.; RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A. Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2006. 27p. (Embrapa Hortaliças, Documentos 94). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/779776>. Acesso em: 29 de abril. 2022.

- CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B.; RIBEIRO, S. C.; LOPES, C. A. Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil. Embrapa Hortaliças-Documents (INFOTECA-E), 2006. 27p.
- CASTELANE, P. D; ARAUJO, J. A. C. Cultivo sem solo - Hidroponia. FUNEP, 43p, 1995.
- CAVALCANTE, A. R.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; PAZ, V. P. da S. Produção e composição mineral do coentro em sistema hidropônico de baixo custo. IRRIGA, v. 21, n. 4, p. 685–696, 2016.
- CHAPIN, F. S. III. The mineral nutrition of wild plants. Annual review of ecology and systematics, v. 11, n. 1, p. 233-260, 1980.
- CREGAN, P. B.; BERKUM, P. Genetics of nitrogen metabolism and physiological/biochemical selection for increased grain crop productivity. Theoretical and Applied Genetics, v. 67, n. 2-3, p. 97-111, 1984
- DEDINI, G. F. A. Adubação verde em cultivo consorciado para produção de pimentabiquinho (*Capsicum chinense*) em sistema orgânico. 2012. 80p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Efeito da água nos rendimentos das culturas. Campina Grande: Tradução GHEYI, H. R e outros, UFPB FAO 221p. 2000. e informações de recursos hídricos. Brasília, DF: ANEEL-SRH/MME/MMASRH.
- EMBRAPA HORTALIÇAS. Perspectivas e potencialidade do mercado para pimentas. 2014. Disponível em: <www.emater.go.gov.br/intra/wp-content/uploads/downloads/2011/07/Potencialidade-de-Mercado-Pimenta.pdf>. Acesso em: setembro de 2020.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. 2006. Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas. Londrina: Planta. 403p
- ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. U.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Fertilidade do solo. Viçosa: UFV, 1017p, 2007
- FAQUIN, V. Nutrição mineral de plantas. Lavras: ESAL/FAEPE, 227p, 1994.
- FARIA, P. N.; LAIA, G. A.; CARDOSO, K. A.; FINGER, F. L.; CECON, P. R. Estudo da variabilidade genética de amostras de pimenta (*Capsicum chinense* Jacq.) existentes num banco de germoplasma: um caso de estudo. Revista de Ciências Agrárias, v. 36, n. 1, p. 17-22, 2013.

- FURLANI, A. M. C. Nutrição mineral. In: KERBAUY, G.B. ed. Fisiologia vegetal. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, p. 40-75, 2004.
- FURLANI, P. R. Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia-NFT, 1998. 30p.
- FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. Cultivo hidropônico de plantas. Campinas: Instituto Agronômico, 1999. 52p.
- HAVLIN, J. L.; BEATON, J. D.; TISDALE, S. L.; NELSON, W. L. Soil fertility and fertilizers. Pearson Education India, 499 p, 1999.
- HEINRICH, A. G. Melhoramento genético de pimenta biquinho salmão (*Capsicum chinense* Jacq.): avanço de gerações e caracterização química e morfológica. 2013. 53p. Monografia de Graduação. Brasília: Universidade de Brasília, 2013.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The water culture method for growing plants without soils. Berkeley: California Agricultural Experimental Station, 1950. 347p.
- HUETT, D. O.; DETTMANN, E. B. Effect of nitrogen on growth, fruit quality and nutrient uptake of tomatoes grown in sand culture. Australian Journal of Experimental Agriculture, v. 28, n. 3, p. 391-399, 1988.
- IMSANDE, J.; TOURAINÉ, B. N. Demand and regulation of nitrate uptake. Plant Physiology, v. 105, n. 1, p. 3-7, 1994.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/pesquisa/15/12046>, acessado no dia 13 de setembro de 2020.
- MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. Editora Ceres. 638 p, 2006.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 319p, 1997.
- MARQUELLI, W. A.; SILVA, L. C. W. Irrigação na cultura do pimentão. Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2012. 20p.
- MARSCHNER, H. Marschner's mineral nutrition of higher plants. Academic press, 889p, 1995.
- MIFLIN, B. J.; LEA, P. J. The pathway of nitrogen assimilation in plants. Phytochemistry, v. 15, n. 6, p.873-885, 1976.
- MOREIRA, G. R.; CALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H.; RIBEIRO, C. S. C. Espécies e variedades de pimenta. Informe Agropecuário, v. 27, n. 235, p. 16-29, 2006.

- NEITZKE, R. S.; VASCONCELOS, C. S.; BARBIERI, R. L.; VIZZOTTO, M.; ROSA FETTER, M.; CORBELINI, D. Variabilidade genética para compostos antioxidantes em variedades crioulas de pimentas (*Capsicum baccatum*). Revista Horticultura Brasileira, v.33, n. 4, p. 415-421, 2015.
- OAKS, A. Primary nitrogen assimilation in higher plants and its regulation. Canadian Journal of Botany, v.72, n. 6, p. 739-750, 1994.
- OHARA, R.; PINTO, C. M. F. Mercado de pimentas processadas. Informe Agropecuário, v. 33, n. 267, p. 7-13, 2012.
- PINTO, C. M. F.; PINTO, C. L. O.; DONZELES, S. M. L. Pimenta Capsicum: propriedades químicas, nutricionais, farmacológicas e medicinais e seu potencial para o agronegócio. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, v. 3, n. 2, p. 108-120, 2013.
- REIFSCHNEIDER, F. I. B. Capsicum pimentas e pimentões do Brasil. Brasília: EMPRAPA. Comunicações para Transferência de Tecnologia, 106 p. 2000.
- REIS, T. H. P.; GUIMARÃES, P. T. G.; FURTINI NETO, A. E.; GUERRA, A. F.; CURI, N. Dinâmica do fósforo no solo, disponibilidade e produtividade do cafeeiro irrigado. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.35, p.503-512, 2011.
- RESH, H. M. Cultivos hidropônicos: nuevas técnicas de producción. 4 ed. Madrid: EdicionesMundi-Prensa, 509p, 1997.
- RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Pimentas Capsicum. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008 (eds). 200p.
- RODRIGUES, L. R. F. Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido. Jaboticabal: FUNEP, 762p, 2002.
- ROSSI, R. O. Girassol. Curitiba, Tecnoagro, 1998, 333p.
- ROVER, S. Viabilidade econômica da implantação de um sistema de cultivo de alface hidropônica no município de Tijucas – Santa Catarina. UFSC – 2014
- RUFINO, J. L. S.; PENTEADO, D. C. S. Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta. Informe agropecuário, v. 27, n. 235, p. 7-15, 2006.
- SANCHEZ, C. A. Phosphorus. In: BARKER, A.V.; PILBEAM, D.J. eds. Handbook of plant nutrition. Boca Raton, Taylor & Francis Group, p.51-90, 2007.

- SANTOS JÚNIOR, J. A. Manejo de águas salina e residuária na produção de flores em sistema hidropônico alternativo para regiões semiáridas. 2013. 235p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.
- SANTOS JÚNIOR, J. A. Manejo de águas salinas e residuárias na produção de flores em sistema hidropônico alternativo para regiões semiáridas. 2013. 235p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.
- SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, A. R.; DIAS, N. S.; MEDEIROS, S. S. Produção e pós-colheita de flores de girassóis sob estresse salino em hidroponia de baixo custo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola*, v. 36, n. 3, p. 420-432, 2016.
- SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, A. R.; MEDEIROS, S. de S.; Dias, N. da S.; SANTOS, D. B. Water use efficiency of coriander produced in a low-cost hydroponic system. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 19, n. 12, p. 1152-1158, 2015.
- SANTOS, O. S, dos. (Org.). Cultivo hidropônico. Santa Maria: UFSM: Colégio Politécnico, 2012. 264p.
- SARRUGE, J. R. Soluções nutritivas. *Summa phytopathologica*, v. 1, n. 3, p. 231-233, 1975.
- SONNEVELD, C.; STRAVER, N. Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water or substrates. *Voedingspolossingen glastijnbouw*, v. 8, p. 1-33, 1994.
- SOUZA, F. G.; DE FREITAS FURTADO, G.; CAVALCANTE, A. R.; CHAVES, L. H. G.; FERNANDES, J. D.; JÚNIOR, J. A. S. Growth of pepper under different concentration of the solutions used in the hydroponic system. *Agricultural Sciences*, v. 9, n. 8, p.925-935, 2018.
- SOUZA, M. A. V.; GORGEN, B.R.; LOURENÇO, F.N.S.; OLIVEIRA, N.C.; REGO, C.H.Q ; ALVES, C.Z. Qualidade Fisiológica de Sementes de Capsicum chinense Jacquin em Função de Fontes e Doses de Nitrogênio. XXXV Brasileiro de Ciência do solo, 2015.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 819p. 2009.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.449-484.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, E. Plant Physiology. Fisiologia Vegetal. Editora Artemed:
Porto Alegre, Brazil, 2013.

TROEH, Frederick R.; THOMPSON, Louis M. Solos e fertilidade do solo. Andrei,
2007.

III.1. Localização da área experimental

Os experimentos foram desenvolvidos na Universidade Federal de Campina UFCG, na Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola – UAEEA, situada no município de Campina Grande - PB, cujas coordenadas geográficas são: 7°13'S de latitude, 35°53' W de longitude e altitude de 500 m acima do nível do mar (Oliveira et al., 2013). Conforme a classificação de Köeppen, o clima de Campina Grande é do tipo AWi caracterizado como tropical, com precipitação em torno de 802,7 mm.

III.2. Sistema hidropônico “tipo pirâmide”

O sistema hidropônico “tipo pirâmide” (Figura 1), composto de três suporte de madeira impermeabilizada com tinta a óleo, com dimensões de 2 x 1,40 m, projetado com capacidade de suporte para 12 tubos de PVC de 2 m de comprimento e 100 mm de diâmetro. Nos tubos foram perfuradas “células” circulares de 60 mm de diâmetro, espaçadas 20 cm, de modo equidistante, considerando-se o eixo central de cada célula (Santos Júnior et al., 2013).



Figura 1. Sistema hidropônico

III.3. Solução nutritiva

A solução nutritiva usada foi proposta por Castellane & Araujo (1995), para cultura do pimentão, cujas características químicas estão descritas na Tabela 1. O Mix de micronutrientes, com 1,2% (Mg) Magnésio, 0,85% (B) Boro, 3,4% (Fe) Ferro, 4,2% (Zn) Zinco, 3,2 % (Mn) Manganês, 0,5% (Cu), 0,06% (Mo) Molibdênio e o Mix de ferro Q48, um produto muito estável com garantia de 6% de Fe.

Tabela 1. Concentração de fertilizantes (q) para o preparo de 60L de solução nutritiva para o cultivo hidropônico de pimenteira ‘Biquinho’, com as respectivas concentrações esperadas de nutrientes Castellane & Araujo (1995).

Sal ou nutrientes	g 60 L ⁻¹
Nitrato de cálcio	53,00
MAP – Mono amônio fosfato	03,87
Nitrato de potássio	21,90
Sulfato de magnésio	20,14
Sulfato de potássio	09,40
Mix de micronutrientes	00,18
Mix de ferro Q48	01,20

III.4. Manejo da solução nutritiva

O manejo da solução nutritiva no cultivo da pimenta biquinho se deu através da circulação automaticamente através de times e bombas (modelo BAV1101-05UC) com reciclagem de água e nutrientes, com circulação quatro vezes ao dia, ou seja, as 6, 10, 14, 17 horas, com um volume inicial da solução nutritiva de 7,78 litros por planta.

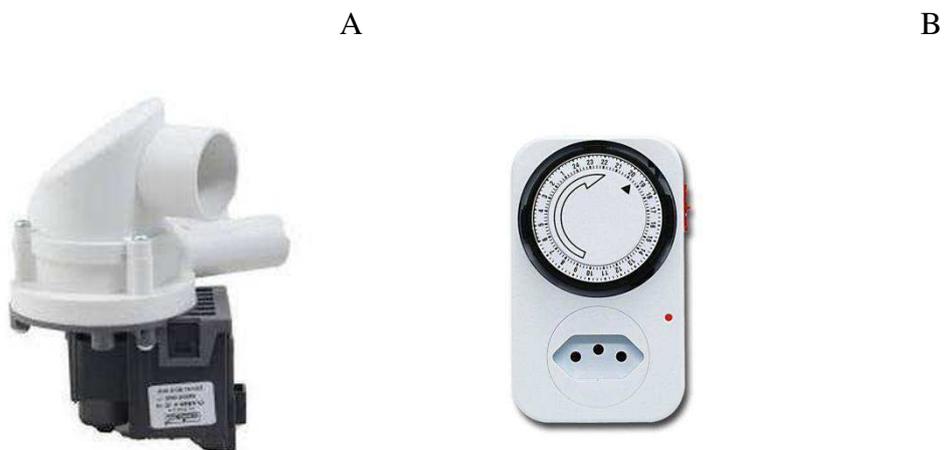


Figura 2. Bomba de máquina de lavar (A), time analógico (B)

III.5. Cultura estudada

A cultura estudada foi a pimenteira *Capsicum chinense* Jacq. do grupo varietal ‘Biquinho’, com frutos de coloração vermelha e formato triangular, com a variedade Hot Pepper Bico e BRS Moema. No primeiro experimento foi a variedade Hot Pepper Bico conduzido no período de agosto a novembro de 2020 e o segundo experimento teve início em dezembro de 2020 a abril de 2021 com a variedade BRS Moema. As mudas foram irrigadas com água de chuva diariamente, pela manhã e à tarde, até os 30 dias após o semeio (DAS). Após este período os copos foram inseridos nos tubos de PVC das estruturas, por meio de aberturas com diâmetro de 60 mm, com espaçamento de 30 cm entre as plantas.



Figura 3. Semeio e transplante da pimenta biquinho no sistema hidropônico

III.6. Delineamento experimental e tratamentos

III.6.1 Experimento I e II

Foram realizados dois experimentos sucessivos; no primeiro, as plantas da cv. Hot Pepper Bico foram expostas a três níveis de concentração das soluções nutritivas - 100, 116 e 133%, e quatro doses de P (1,89; dose recomendada - 2,36; 2,86 e 3,30 g 60L⁻¹); no segundo ciclo, as plantas da cv. BRS Moema foram expostas a três níveis de concentração das soluções nutritivas - 100, 50 e 33,0%, e quatro doses de N (6,78; dose recomendada- 8,98 11,18 e 13,38 g 60L⁻¹). Em ambos os experimentos, adotou-se um delineamento em blocos ao acaso, em esquema fatorial 3x4, com três blocos/repetições, totalizando 36 unidades experimentais. As atividades experimentais foram desenvolvidas em ambiente protegido, entre Agosto a novembro/2020 e janeiro a abril/2020 nas condições de Campina Grande-PB

III.7. Variáveis analisadas

III.7.1. Variáveis de crescimento

Altura da planta (cm): realizadas medições da altura com a utilização de uma régua graduada, desde o colo da planta até a inserção da última folha.

Diâmetro caulinar (mm): a avaliação do diâmetro caulinar foi realizada com o auxílio de um paquímetro digital, verificando-se o diâmetro do caule a 2 cm de altura em relação à fibra de coco.

Número de folhas: contou-se as folhas considerando-se as totalmente expandidas com comprimento mínimo de 3 cm.

A área foliar foi estimada pela fórmula, conforme (equação 1);

$$AF = PF * \frac{AD}{PD} \quad (1)$$

Onde AF é a área foliar estimada pelo método; PF é a massa fresca da folha; AD é a área conhecida do disco retirado da folha (0,00022352 m²) e PD é a massa fresca dos discos (Lucena et al., 2011).

III.7.2. Variáveis de fitomassa da planta

Para a produção de fitomassa, as plantas foram individualmente separadas em caule, folhas e raízes, coletados aos 80, 100 e 120 dias após o semeio (DAS) com análise destrutiva. As plantas foram coletadas e separadas em folhas, caule e raiz, e em seguida sendo pesada em balança de precisão, obtendo assim biomassa da folha, caule e raiz. Após esse procedimento, foram postas em sacos de papel e encaminhadas para secar em estufa de circulação de ar a 65 °C, até atingirem massa constante, posteriormente, todo o material passou por pesagem em balança de precisão de 0,0001 g, obtendo-se: fitomassa seca das folhas – FSF, do caule – FSC - e das raízes - FSR, cujo somatório resultou na fitomassa fresca e seca total das plantas.

III.7.3. Variáveis de qualidade do fruto e produção

As variáveis de produção analisadas por ocasião da colheita dos frutos aos 80, 100 e 120 DAS com análise destrutiva foram: diâmetro longitudinal (Clong) e

transversal do fruto (C_{trans}), feitas com auxílio de um paquímetro digital, em 10 frutos por planta, em seguida calculando a média; número de frutos por planta (NF), considerando todos os frutos por colheita; a biomassa total dos frutos por planta (FFT) foi pesada em balança de precisão.

A eficiência do uso da água (EUA) foi calculada mediante os dados de fitomassa fresca dos frutos (FFF) e consumo hídrico (CH). O consumo hídrico foi calculado semanalmente até o final do ciclo, conforme relação a seguir (Equação. 2).

$$EUA = \frac{FFF}{CH} \quad (2)$$

A produtividade da pimenta biquinho foi calculada, considerando que no sistema hidropônico “tipo pirâmide” o número de 26 plantas m⁻² multiplicado pela biomassa total dos frutos.

III.7.4. Análise estatística

Os dados das variáveis avaliadas em cada experimento foram submetidos à análise de variância, comparando-se por meio de análise de regressão as doses de nitrogênio e fósforo na solução nutritiva (fatores quantitativos) e por meio de teste de médias (Tukey) os manejos da solução nutritiva e as concentrações da solução nutritiva (fatores qualitativos) em nível de 0,05 de probabilidade de erro, utilizando o software para análises estatísticas SISVAR versão 5.6 (Ferreira, 2019).

III.7.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTELLANE, P.D.; ARAÚJO, J.A.C. Cultivo sem solo – Hidroponia FUNED. Jaboticabal, 1995. 43p.

FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs: Sisvar. Brazilian Journal of Biometrics, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

LUCENA, R. R. M.; DE VASCONCELOS BATISTA, T. M.; DOMBROSKI, J. L. D.; LOPES, W. D. A. R.; DE OLIVEIRA RODRIGUES, G. S. Medição de área foliar de aceroleira. Revista Caatinga, v. 24, n. 2, p. 40-45, 2011.

OLIVEIRA, N. M.; AMANCIO, D.; DANTAS, R.T.; FURTADO, D.A. Casa de vegetação para o cultivo de alface. Revista Educação Agrícola Superior, v. 28, n. 2, p. 126-131, 2013.

SANTOS JÚNIOR, J.A. Manejo de águas salinas e residuárias na produção de flores de girassol em sistema hidropônico para regiões semiáridas. 2013. 256 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.

Concentração da solução nutritiva e fósforo no crescimento e fitomassa da pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”

Concentration of nutrient solution and phosphorus on growth and phytomass of pout pepper “pyramid type in the hydroponic system”

IV.1. Concentração da solução nutritiva e fósforo no crescimento e fitomassa da pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”

RESUMO: A pimenta biquinho é considerada de grande importância, nos aspectos ornamental, nutricional e econômico, devido seus frutos não apresentarem uma turgência, com isso, tem-se aumentado o seu consumo. O presente estudo objetivou-se avaliar o manejo da pimenta biquinho em sistema hidropônico “Tipo pirâmide” com doses de fósforo e concentração da solução nutritiva nas variáveis de crescimento e fitomassa total. O trabalho foi realizado na Universidade Federal de Campina Grande – PB em bloco casualizado com quatro doses (1,89; 2,36; 2,86 e 3,30 g60L⁻¹) de fósforo, três concentrações (100, 116 e 133%) da solução nutritiva, totalizando 36 unidades experimentais, avaliadas em três épocas (80, 100 e 120 dias após o semeio) de colheita. Para analisar os efeitos dos tratamentos na pimenta biquinho, foi avaliada a altura de planta, diâmetro caulinar, número de folhas, área foliar, fitomassa fresca e seca total. Concluiu-se que a solução com 3,30g de fósforo ocasionou a maior altura de 55,73 cm, diâmetro do caule 10,23 mm, área foliar 0,304 m², número de folhas de 205,14 f por planta e uma fitomassa fresca e seca de 144,18 e 28,44g por planta, com 133% da carga nutricional da solução nutritiva.

Palavra Chave: Cultivo sem solo, *Capsicum chinense*, Sistema hidropônico.

Concentration of nutrient solution and phosphorus on growth and phytomass of pout pepper “pyramid type in the hydroponic system”

ABSTRACT: The biquinho pepper is of great importance, in the ornamental, nutritional and economic aspects, because its fruits do not present a turgidity, with this, its consumption has increased. The present study aimed to evaluate the management of biquinho pepper in a hydroponic system with doses of phosphorus and concentration of the nutrient solution in the variables of growth and total phytomass. The work was carried out at the Federal University of Campina Grande - PB in a randomized block with four doses (1.89; 2.36; 2.86 and 3.30 g60L⁻¹) of phosphorus, three concentrations (100, 116 and 133%) of the nutrient solution, totaling 36 experimental units, being evaluated at three harvest times (80, 100 and 120 days after sowing). To analyze the effects of treatments on biquinho pepper, plant height, stem diameter, number of leaves, leaf area, fresh and total dry phytomass were evaluated. It was concluded that the

solution with 3.30g of phosphorus caused the greatest height of 55.73 cm, stem diameter 10.23 mm, leaf area 0.304 m², number of leaves of 205.14 f per plant and a fresh phytomass and dry weight of 144, 18 and 28.44g per plant, with 133% of the nutritional load of the nutrient solution. .

Key words: Soilless cultivation, *Capsicum chinense*, Hydroponic system.

INTRODUÇÃO

A pimenta biquinho (*Capsicum chinense*) pertence à família Solanaceae, com grande diversidade genética e possui 32 espécies identificadas, com crescimento lento com duração entre 80 e 120 dias, (Dewitt & Bosland, 2009), podendo atingir entre 0,45 até 2 metros de altura, em climas tropicais. Possuem múltiplos caules e hábito de crescimento ereto e sistema radicular pivotante. As folhas variam do verde pálido ao médio, são grandes e enrugadas, chegando a seis centímetros de comprimento e quatro centímetros de largura (Smith & Heiser, 1957). As flores possuem corolas brancas, anteras e filamentos púrpura e são hermafroditas (Casali & Couto, 1984). As plantas possuem entre 2 a 6 frutos por nó, de cores salmão, laranja, amarela, vermelha, marrom ou branca quando maduros, medindo com 2,5 a 2,8 cm de comprimento e 1,5 cm de largura e formato triangular com ponta bem pontiaguda, considerado pequeno (Carvalho et al., 2003).

A cultura da pimenta biquinho apresenta um crescimento lento, com seu ciclo de 80 a 120 dias; nesse período, as exigências nutricionais podem variar conforme o seu desenvolvimento. O fósforo é considerado um dos principais nutrientes, atuando principalmente na fotossíntese transferência e armazenamento de energia, podendo afetar vários outros como a síntese de proteínas e de ácido nucléico (Malavolta, 2006), e quando este nutriente não está conforme a exigência da planta ocorre deficiência ou excesso, principalmente nos suprimentos interno e externo da planta. O ciclo da pimenta biquinho, inicialmente, as plantas vivem de suas reservas na semente, seguidas a taxa de crescimento é determinada pelo suprimento de nutrientes através de um balanço dinâmico entre fatores internos da planta e suprimento externo (solução) e no final do ciclo, a planta não exige tanto os nutrientes.

As exigências nutricionais da pimenta biquinho com relação à formulação da solução nutritiva, cultivada no sistema hidropônico, variam conforme o estágio de desenvolvimento da planta, no entanto, surge a necessidade de se determinar a quantidade suficiente de nutrientes para completar o ciclo da cultura, ou seja, a

concentração ideal dos nutrientes na solução nutritiva para obtenção de produtos vegetais de alta qualidade (Martinez & Silva Filho, 1997). Conforme Furlani et al. (1999) muitos sistemas de produção hidropônica não obtêm alta produção, principalmente devido a inadequada formulação da solução nutritiva completa desse sistema de produção o qual exige uma solução nutritiva bem formulada e manejo adequados para completar seu ciclo de produção.

No sistema hidropônico, a concentração da solução nutritiva é fundamental para obtenção de alta produção e qualidade dos frutos, porém, são poucas informações relacionada à concentração da solução nutritiva e doses de fósforo na produção de pimenta biquinho, por isso, o presente estudo teve como objetivo estudar a concentração da solução nutritiva e doses de fósforo no crescimento da pimenta biquinho em sistema hidropônico “Tipo pirâmide”.

MATERIAL E METODOS

O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação) no período de agosto a novembro de 2020, na UFCG, Campina Grande – PB 7° 12’ 52’’ de latitude Sul, 35° 54’ 24’’ de longitude oeste com altitude média de 550m), em sistema hidropônico “tipo pirâmide.

O sistema hidropônico “tipo pirâmide” (Figura 1) adotado consistiu no uso de doze tubos de PVC de 100 mm de diâmetro, ao nível, com joelhos nas extremidades, em um deles, instalou-se uma torneira para saída de água, garantindo assim um nível de 0,04 m de solução ao longo do tubo, e os copos com as mudas foram acondicionados em aberturas com diâmetro de 60 mm, espaçadas conforme tratamento. Estes tubos foram alocados em uma estrutura vertical de madeira, em três estruturas de 2m e 1,4 m de largura e 1,8 de altura (Santos Júnior et al., 2016).

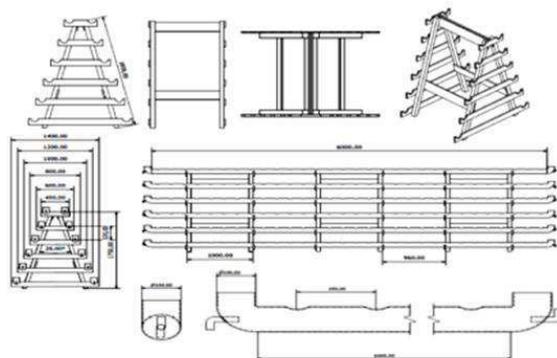


Figura 1. Desenho esquemático do sistema hidropônico

Adotou-se um delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema fatorial 3x4, com três repetições, totalizando 36 unidades experimentais – cada unidade experimental foi constituída por um tubo de 100 mm com seis plantas, sendo as duas centrais as “plantas úteis”. Os tratamentos consistiram por três diferentes concentrações da solução nutritiva baseadas na solução recomendada Castellane & Araujo (1995), com 100% da carga nutricional (100, 116 e 133% desta solução), quatro doses (1,89; 2,36; 2,86 e 3,30 g 60 L⁻¹) de fósforo com três repetições, totalizando 36 unidades experimentais. Em cada uma delas, havia 6 plantas.

O semeio da pimenta biquinho foi realizado em copos plásticos descartáveis com capacidade de 200 mL, perfurados nas laterais e, no fundo, preenchidos com fibra de coco, colocando em cada copo duas sementes da variedade Hot Pepper. As mudas foram irrigadas com água de chuva diariamente, pela manhã e à tarde, até os 30 dias após o semeio (DAS). Após este período os copos foram inseridos nos tubos de PVC das estruturas, por meio de aberturas com diâmetro de 60 mm, com espaçamento de 30 cm entre as plantas.

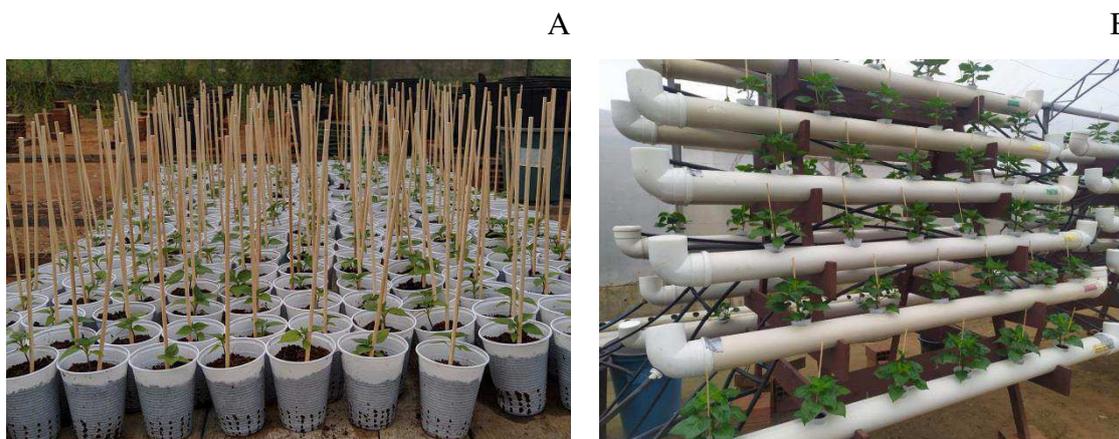


Figura 2. Semeio da pimenta biquinho em copos descartáveis (A) estrutura hidroponica (B)

A água utilizada para o preparo da solução nutritiva foi proveniente de abastecimento do município de Campina Grande – PB, coletada e armazenada em reservatório, com as seguintes características físico-químicas (Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG): pH (7,06), a CE (0,306 dS m⁻¹), o K (8,4 mg L⁻¹), o Na (26,6 mg L⁻¹), o Ca (0,41 meq L⁻¹), Cl (0,54 meq L⁻¹), HCO₃ (2,1 meq L⁻¹), e o Mg (1,91 meq L⁻¹), e a concentração da solução nutritiva utilizada no experimento foi proposto por Castellane & Araujo (1995) com macronutrientes N-NO₃⁻ (13,6 Mmol⁻¹); P-H₂PO₄⁻ (1,25 Mmol⁻¹); K⁺ (6,25 Mmol⁻¹); Ca⁺⁺ (3,96 Mmol⁻¹); Mg⁺⁺ (1,34 Mmol⁻¹); S-SO₄⁻ (1,0 Mmol⁻¹) e de micronutrientes B (25,2 μmol⁻¹); Cu (0,5 μmol⁻¹); Fe (37,0 μmol⁻¹); Mn: (7,6

μmol^{-1}); Mo($0,7 \mu\text{mol}^{-1}$) e Zn($4,0 \mu\text{mol}^{-1}$). As fontes de nutrientes utilizados no preparo da solução nutritiva foram nitrato de cálcio, nitrato de potássio, fosfato monoamônico, sulfato de potássio e sulfato de magnésio.

Foi realizado a mensuração do potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE) aos 30, 80, 100 e 120 dias após o semeio.

Tabela 1. Potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva durante o ciclo no cultivo da pimenta biquinho.

P g 60L^{-1}	CSN %	pH				CE dS m^{-1}			
		30	80	100	120	30	80	100	120
Dias após o semeio (DAS)									
1,89	100	6,10	5,46	6,47	5,81	2,91	3,77	3,54	3,35
1,89	116	6,10	5,64	6,18	5,97	2,51	4,49	4,16	2,45
1,89	133	6,30	5,77	5,82	5,63	2,33	5,01	4,99	5,19
2,36	100	6,00	5,79	6,43	5,95	2,53	4,16	4,04	4,05
2,36	116	6,10	5,69	5,99	5,76	2,70	4,59	4,08	4,10
2,36	133	5,90	5,75	5,73	5,75	1,99	4,96	4,81	4,90
2,83	100	6,00	5,87	5,99	5,65	2,63	4,01	3,84	3,91
2,83	116	5,90	5,93	5,93	5,98	2,79	4,44	4,21	4,15
2,83	133	6,20	5,68	5,83	5,62	1,95	4,52	4,77	4,54
3,30	100	5,90	5,58	6,14	5,68	2,67	3,96	3,72	3,69
3,30	116	5,90	5,80	5,83	5,90	1,85	4,50	4,40	4,54
3,30	133	6,00	5,88	5,88	5,81	1,97	5,10	4,77	4,81

P fósforo, CSN concentração da solução nutritiva, pH potencial hidrogeniônico, CE condutividade elétrica

O manejo da solução nutritiva no cultivo se deu através da circulação automática por times e bombas (modelo BAV1101-05UC) com reciclagem de água e nutrientes, com circulação quatro vezes ao dia, ou seja, as 6, 10, 14, 17 horas, com um volume inicial da solução nutritiva de 7,78 litros por planta.

As variáveis de crescimento analisadas aos 80, 100 e 120 dias após o semeio (DAS) com análise destrutiva foram: altura da planta (AP), diâmetro caulina (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF).

A área foliar foi estimada pela seguinte fórmula, segundo Lucena et al. (2011):

$AF = PF \times AD/PD$, onde: AF é a área foliar estimada; PF é a massa fresca da folha; AD é a área conhecida do disco retirado da folha ($0,00022352 \text{ m}^2$); e PD é a massa fresca dos discos.

A fitomassa fresca total das plantas (FFT) se deu através da coleta das plantas frescas e em seguida pesadas e colocadas em estufa a 60 °C, até peso constante, o que correspondeu a fitomassa seca total (FST).

Os resultados do experimento foram submetidos à análise de variância, comparando-se por meio de análise de regressão as doses de fósforo na solução nutritiva (fatores quantitativos) e por meio de teste de médias (Tukey) concentração da solução nutritiva (fatores quantitativo) nível de 0,05 de probabilidade, utilizando software estatístico SISVAR versão 5.6 (Ferreira et al., 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura da pimenta biquinho, foi influenciada significativamente na solução com concentração de fosforo adubação fosfatada aos 80, 100 e 120 DAS (Tabela 2), com ajustes lineares crescentes (Figuras 3A, 3C e 3D, respectivamente).

Tabela 2. Resumo das análises de variância para altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) da pimenta biquinho submetida a doses de fósforo e concentração da solução nutritiva no cultivo em sistema hidropônico.

FV	GL	Quadrado Médio					
		Altura de planta			Diâmetro caulinar		
		80 DAS	100 AS	120 DAS	80 DAS	100 DAS	120 DAS
Concentração(C)	2	227,73**	335,46**	407,31**	9,89**	3,62**	6,59**
Fósforo (P)	3	115,68**	256,52**	286,43**	4,17**	4,88**	5,02**
Eq. Linear	1	342,79**	760,55**	825,61**	12,49**	12,59**	14,56**
Eq. Quadrática	1	3,73 ^{ns}	0,11 ^{ns}	3,67 ^{ns}	0,031 ^{ns}	2,01 ^{ns}	0,35 ^{ns}
C x P	6	0,81 ^{ns}	7,01 ^{ns}	36,02**	0,14 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,11 ^{ns}
Erro	22	5,82	9,34	5,75	0,47	0,67	0,60
CV	%	6,60	8,32	6,29	8,55	9,62	8,29
FV	GL	Número de folhas			Área foliar		
		80 DAS	100 DAS	120 DAS	80 DAS	100 DAS	120 DAS
Concentração(C)	2	1678,0**	8113,9**	15592,4**	0,0023**	0,044**	0,021**
Fósforo (P)	3	451,1**	3137,1**	7575,0**	0,0042**	0,024**	0,011**
Eq. Linear	1	1344,8**	9388,9**	22266,7**	0,117**	0,070**	0,030**
Eq. Quadrática	1	7,11 ^{ns}	13,4 ^{ns}	4,0 ^{ns}	0,00089*	0,0011 ^{ns}	0,0022*
C x P	6	70,47 ^{ns}	174,4 ^{ns}	475,5**	0,0014**	0,0044**	0,0011**
Erro	22	56,83	330,8	92,80	0,00019	0,00097	0,00027
CV	%	5,35	11,84	6,68	8,25	15,40	9,12
FV	GL	Fitomassa fresca total			Fitomassa seca total		
		80 DAS	100 DAS	120 DAS	80 DAS	100 DAS	120 DAS
Concentração(C)	2	3.497,2**	1.703,8**	5.167,2**	149,1**	238,2**	358,0**
Fósforo (P)	3	1.423,8**	3.051,3**	2.784,0**	82,6**	68,7**	136,6**
Eq. Linear	1	4.250,2**	9.110,5**	7.847,7**	247,2**	204,5**	407,1**
Eq. Quadrática	1	6,8 ^{ns}	14,9 ^{ns}	496,1**	0,07 ^{ns}	0,87 ^{ns}	1,91 ^{ns}
C x P	6	118,8**	109,4*	156,9**	1,57 ^{ns}	1,7 ^{ns}	1,11 ^{ns}

Erro	22	29,4	35,3	19,9	3,6	5,33	3,88
CV	%	5,96	6,07	4,64	9,62	9,81	8,23

^{GL} Grau de liberdade, ^{FV} Fator de variância, ^{***} significativo a 1 e 5% ^{DAS} dias após o semeio

Aos 80 DAS foi constatado um crescimento na altura da planta em torno de 2,76 cm a cada 0,47 gP aplicada, atingindo uma altura máxima da pimenta biquinho de 40,71 cm na dose 3,3g P (Figura 3A). Da mesma forma, aos 100 DAS, foi verificado um acréscimo de 4,11 cm na altura de planta, a cada 0,47g P, obtendo altura máxima de 42,89 aos 3,30 g P (Figura 3A). Com base nestes valores, pôde-se observar que, na maior dose de fósforo, houve um aumento de 2,18 cm na altura das plantas de 80 aos 100 DAS. O aumento na altura das plantas, conforme o acréscimo das doses de fósforo pode estar relacionado com a influência deste nutriente na formação e crescimento da raiz, favorecendo a maior absorção dos nutrientes (Sahin & Atakli, 2019). Portanto, uma planta bem nutrida pode produzir maiores quantidades de fotoassimilados que posteriormente resultam em crescimento em altura (Batista et al., 2015; Almeida et al., 2019).

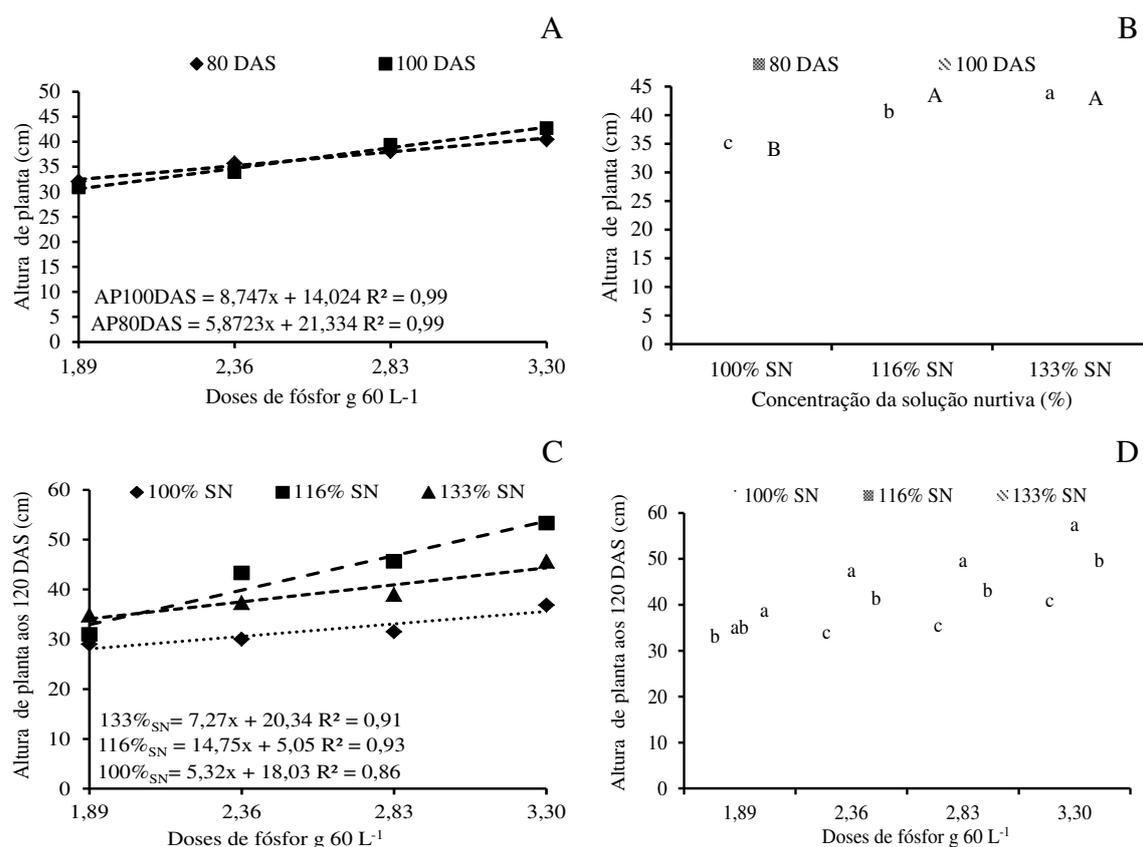


Figura 3. Altura de planta para doses de fósforo (A) e concentração da solução nutritiva (B) aos 80 DAS, doses de fósforo (C) e concentração da solução nutritiva (D) aos 100 DAS, desdobramento concentração da solução nutritiva vs doses de fósforo (E) e o desdobramento concentração da solução nutritiva vs doses de fósforo (F) aos 120 DAS com a cultura da pimenta biquinho no sistema hidropônico.

As diferentes concentrações da solução nutritiva também influenciaram de forma significativa na altura da pimenta biquinho (Tabela 2), havendo, aos 80 DAS, diferença significativa nas concentrações de 100, 116 e 133% SN, com a maior altura, 40,55 cm, na solução com 133% da carga nutricional (Figura 3B). Ao avaliar o efeito das concentrações da solução nutritiva no crescimento da pimenta, verificou-se que não houve diferença significativa entre as concentrações de 116 e 133% da carga nutricional, com altura média de 40,04 e 39,5 cm, respectivamente (Figura 3B).

O efeito significativo do fósforo na altura da planta pode estar relacionado à transferência de energia para a emissão de flores e frutos, visto que o fósforo tem a função de armazenar e transferir energia, conforme os compostos de adenosina-difosfato (ADP) e adenosina-trifosfato (ATP). Estes compostos têm a função de servir como o elemento central e fornecem transferência de energia (Marschner, 2012).

O efeito da interação das doses de fósforo com as concentrações da solução nutritiva foi significativo na altura das plantas aos 120 DAS (Tabela 2), período estimado do final do ciclo da pimenta biquinho no sistema hidropônico.

No desdobramento doses de fósforo em relação à concentração da solução nutritiva, constatou-se que a maior altura, 53,73 cm, ocorreu com a dose de fósforo 3,30g P na solução nutritiva de 116% da carga nutricional (Figura 3E). Comparando esta altura com 42,89 cm das plantas aos 100 DAS, com esta mesma dose, pode-se observar que houve um aumento de 10,84 cm entre estas plantas. Na comparação de médias no desdobramento da concentração da solução nutritiva em relação às doses de fósforo, verificou-se que a solução com a concentração de 116% de nutrientes proporcionou a maior altura das plantas, 53,33 cm, na combinação de 3,30g P, de forma significativa em relação às outras concentrações, dentro de cada dose (Figura 3F).

No sistema hidropônico, as plantas ficam limitadas a um determinado espaço, o que isso pode justificar o ciclo da cultura encerrar aos 120 DAS. esses fatores podem influenciar na fase fisiológica da pimenta. Resultados inferiores foram observados por (Furtado et al., 2017) estudando a cultura do pimentão com uma solução nutritiva de condutividade elétrica de $1,7 \text{ dS m}^{-1}$, ou seja, estes autores observaram a maior altura de planta de 34,97 cm na mesma estrutura hidropônica.

O diâmetro caulinar da pimenta biquinho aos 80, 100 e 120 DAS foi influenciado significativamente pelos fatores isolados, doses de fósforo e concentrações da solução nutritiva (Tabela 2). Os dados de diâmetro caulinar, em todos os períodos avaliados, foram ajustados de forma linear crescente, com valores máximos dessa

variável de 8,86; 9,31 e 10,23 mm, com a maior dose de fósforo, aos 80, 100 e 120 DAS, respectivamente (Figuras 4A).

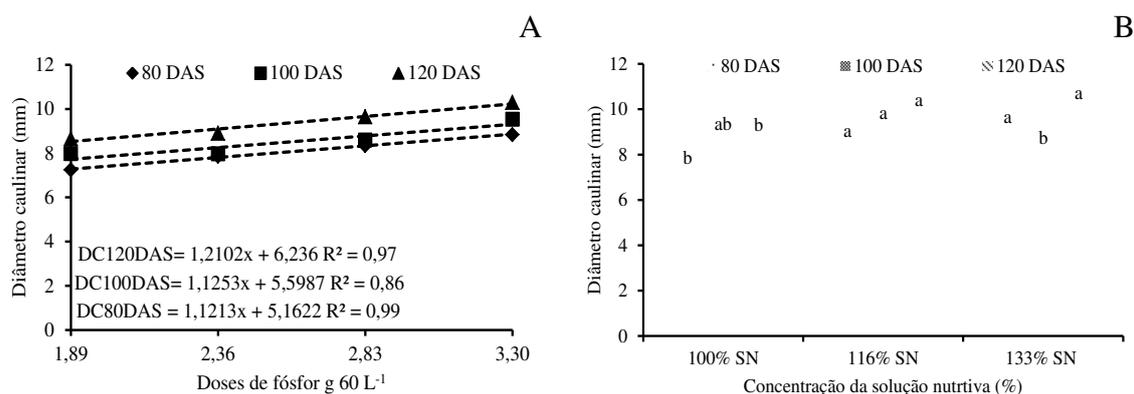


Figura 4. Diâmetro caulinar para doses de fósforo (A) e concentração da solução nutritiva (B) aos 80, 100 e 120 DAS, da pimenta biquinho no sistema hidropônico.

Ao avaliar o diâmetro caulinar em relação às concentrações da solução nutritiva, constatou, pelo teste de média, que aos 80 e 120 DAS não houve diferença significativa nas concentrações de 116 e 133% SN, com médias, aos 80 DAS, 8,26 e 8,87 mm, respectivamente; aos 120 DAS às maiores médias foram 9,62 e 9,96 mm, respectivamente às concentrações 116 e 133% SN. Já aos 100 DAS, não houve diferença estatisticamente no diâmetro da pimenta biquinho das soluções com 100 e 116% da carga nutricional, com o maior diâmetro de 9,04 mm em plantas cultivadas com 116% SN (Figura 4B). Conforme o comportamento da pimenta relacionada à variável diâmetro caulinar, podemos inferir que o fósforo contribuiu inicialmente de forma rápida, na formação do caule, visto que os diâmetros de 80 aos 100 DAS não houve diferença, disponibilizados a energia na formação de folhas, flores e frutos.

Ao avaliar o número de folhas da pimenta biquinho, verifica efeito significativo nas plantas que receberam a solução com doses crescente de fosforo e pelas concentrações das soluções nutritivas, em todos os períodos avaliados (Tabela 2). Com isso pôde-se observar que o número de folhas em função das doses de fósforo foi crescente de forma linear ocasionando aumento de 5,46 folhas plantas⁻¹ a cada acréscimo de 0,47 g P na adubação fosfatada, chegando a uma produção máxima de 149,09 folhas plantas⁻¹, recebendo uma solução com 3,30 g P aos 80 DAS (Figura 5A). Da mesma forma, aos 100 DAS, o número máximo de folhas foi 175,28 folhas plantas⁻¹ com a maior dose de fósforo, com incremento de 14,44 folhas plantas⁻¹, a cada aumento de 0,47g P (Tabela 5A). De modo geral, o aumento de fósforo na cultura, aumentou o número de folhas, indiretamente que, influência na respiração e fotossíntese da pimenta (Pelá et al., 2009).

Em relação à concentração da solução nutritiva, na produção de folhas (Figura 5B) verificam que a solução com 133% da carga nutricional ocasionou o maior número de folhas, 152,17 folhas plantas⁻¹, aos 80 DAS. Aos 100 DAS foi observado 180,75 folhas plantas⁻¹ com 133% da carga nutricional na solução nutritiva (Figura 5B).

Ao avaliar a produção de folhas aos 120 DAS (Figura 5E), verificou-se no desdobramento das doses de fósforo em relação à concentração da solução nutritiva, que as produções máximas de 141,63; 178,70 e 205,14 folhas plantas⁻¹ observadas nas doses 3,30; 3,30 e 3,17 g P e nas concentrações de 100, 116 e 133% da carga nutricional. No desdobramento concentração da solução nutritiva em relação às doses de fósforo na comparação de média (Figura 5F), verificou-se que o maior número de folhas (206 folhas plantas⁻¹) foi observado na combinação de 3,30g P e na solução com 133% da carga nutricional, diferenciando estaticamente dos demais tratamentos, com menores valores. Fato comprovado, com a influência do fósforo na produção de folhas, que ao longo do ciclo, essa variável só aumentou até 120 DAS.

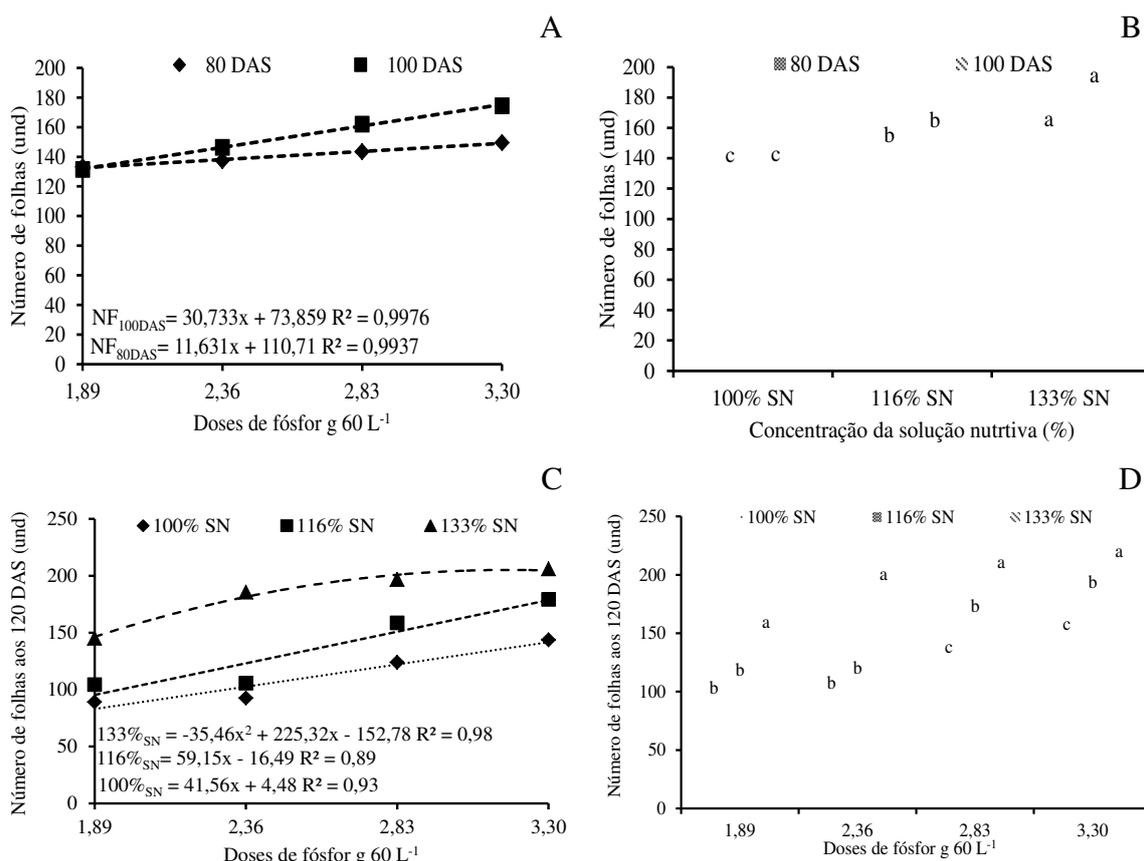
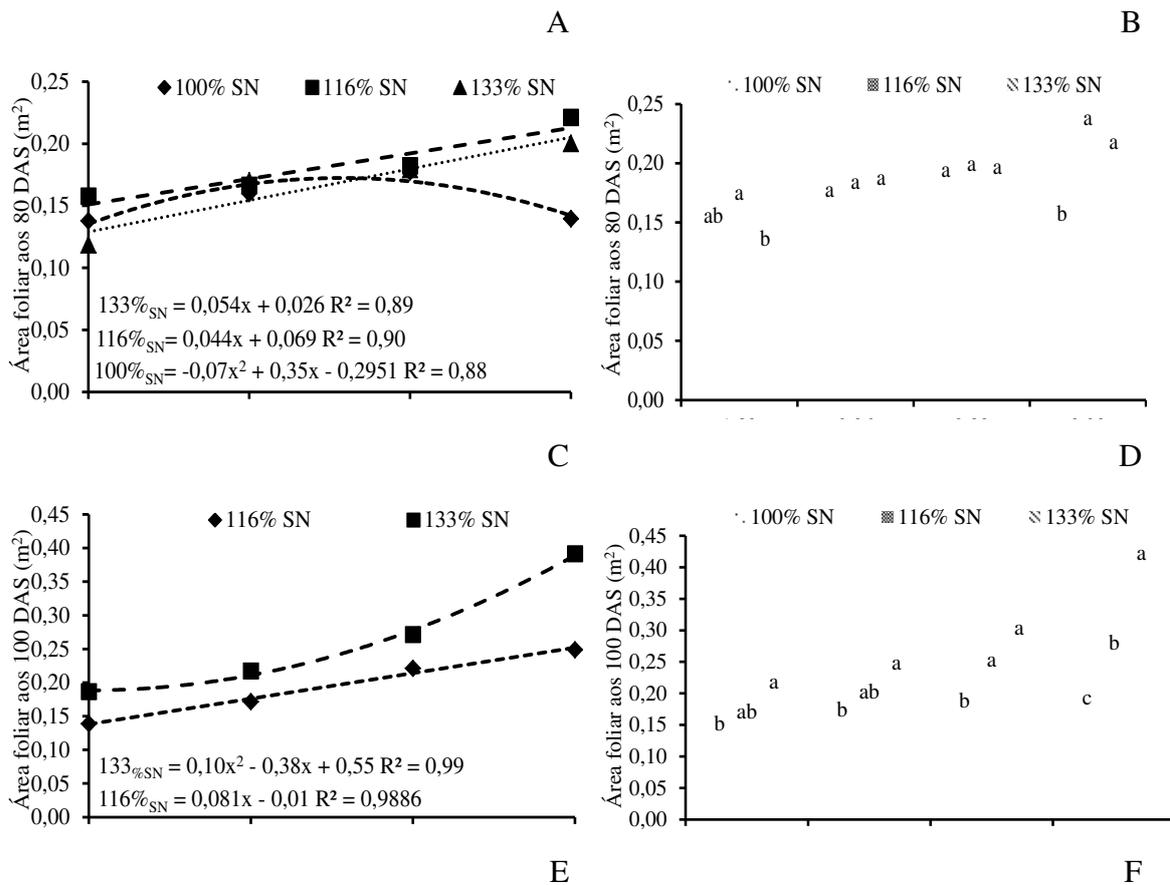


Figura 5. Número de folhas para doses de fósforo (A) e concentração da solução nutritiva (B) aos 80 DAS, doses de fósforo (C) e concentração da solução nutritiva (D) aos 100 DAS, desdobramento de doses de fósforo vs concentração da solução nutritiva (E) e concentração da solução nutritiva vs doses de fósforo (F) aos 120 DAS da pimenta biquinho no sistema hidropônico “Tipo pirâmide”.

Ao se analisar a área foliar no desdobramento doses de fósforo em relação à concentração da solução nutritiva aos 80 DAS (Figura 6A), verifica-se efeito significativo dos dados com a área foliar máxima de 0,17; 0,21 e 0,20 m² nas doses de 2,65; 3,30 e 3,30 g P com a solução 100, 116 e 133% da carga nutricional respectivamente. Ao avaliar o desdobramento concentração da solução nutritiva em relação às doses de fósforo aos 80 DAS (Figura 6B), na comparação de média, constatou diferença significativa com teste de média, com as maiores médias de área foliar de 0,22 e 0,20 m² nas concentrações 116 e 133% SN respectivamente, não diferenciando estatisticamente pelo teste de média, nas plantas adubadas com 100% SN. É possível inferir, o fósforo atuou de forma positiva no aumento da área foliar, devido o aumento na emissão dos ramos, de acordo com Fernandes & Souza. (2006), estudando a cultura do tomate, observaram a influência do fósforo na ação de desenvolvimento de gemas laterais no caule e assim aumentando as ramificações, corroborando com presente estudo, em que a ramificação da pimenta biquinho aumento com o aumento da concentração de fosforo na solução nutritivas.



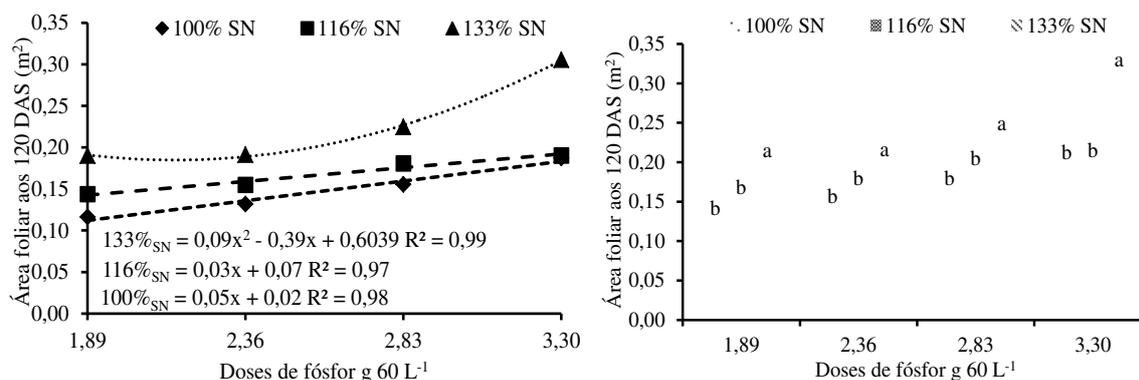


Figura 6. Área foliar no desdobramento doses de fósforo vs concentração da solução nutritiva (A, C e E) aos 80, 100 e 120 DAS e desdobramento da concentração da solução nutritiva vs doses de fósforo (B, D e F) aos 80, 100 e 120 DAS, na cultura da pimenta biquinho.

Aos 100 DAS (Figura 6C), verificou comportamento linear e quadrático dos dados apenas nas concentrações 116 e 133%, com área foliar máxima de 0,25 e 0,39 m² respectivamente, na solução com 3,30 g P. Ao avaliar o comportamento da área foliar no desdobramento concentração da solução nutritiva em relação às doses de fósforo (Figura 6D) na comparação de média, verifica que a maior média foi observada na dose de 3,30g P e com 133% da carga nutricional, com área foliar máxima de 0,39 m², diferenciando estatisticamente das concentrações 100 e 116% SN.

O comportamento da área foliar aos 120 DAS, no desdobramento doses de fósforo em relação às concentrações de 100 e 116% foi linear e quadrática na concentração 133% SN, em função das doses de fósforo (Figura 6E), com a maior carga nutricional (133% da carga nutricional) ocasionou a maior área foliar de 0,304 m² nas plantas com 3,30 g P. Nas plantas que receberam uma solução com 3,30g P e com 133% da carga nutricional (Figura 4F), ocasionou diferença significativa em relação às outras concentrações, com máxima na área foliar de 0,305 m². Corroborando com presente resultado, Vieira et al. (2015), estudando a cultura do tomate sob doses de fósforo, verificaram a participação no desenvolvimento vegetal como fotossíntese, respiração, divisão e crescimento celular, e principalmente, no fomento de energia (ATP), resultando no maior crescimento vegetal.

Ao analisar a fitomassa fresca total da pimenta biquinho, no desdobramento doses de fósforo em relação à concentração da solução da nutritiva aos 80 DAS (Figura 7A), verificou efeito significativo, com massa fresca de 96,91; 98,24 e 118,34 g por planta nas concentrações 100, 116 e 133% da carga nutricional respectivamente, na solução com 3,30g de P. O mesmo comportamento foi observado no desdobramento

concentração da solução nutritiva em relação às doses de fósforo (Figura 7B), com a maior fitomassa fresca total de 118,26 g por planta, quando as plantas receberam uma solução com 133% da carga nutricional e com 3,30 g P, diferenciando estatisticamente ($p>0,001$), quando comparado com as doses 1,89; 2,36 e 2,83 g P, respectivamente aos 80 DAS.

Ao avaliar a fitomassa fresca total da pimenta biquinho aos 100 DAS, verificou que os dados tiveram ajuste linear crescente no desdobramento doses de fósforo em relação à concentração da solução (Figura 7C), com ponto máximo da FFT de 115,54; 109,21 e 132,89 g por planta nas concentrações com 100, 116 e 133% da carga nutricional, na solução com a dose de 3,30 g P. Verificou-se também, que a solução com 133% da carga nutricional (Figura 7D), diferenciou estatisticamente na comparação de média, em relação às concentrações de 100 e 116% SN, com ponto máximo de 132,44g por planta na dose de 3,30g P.

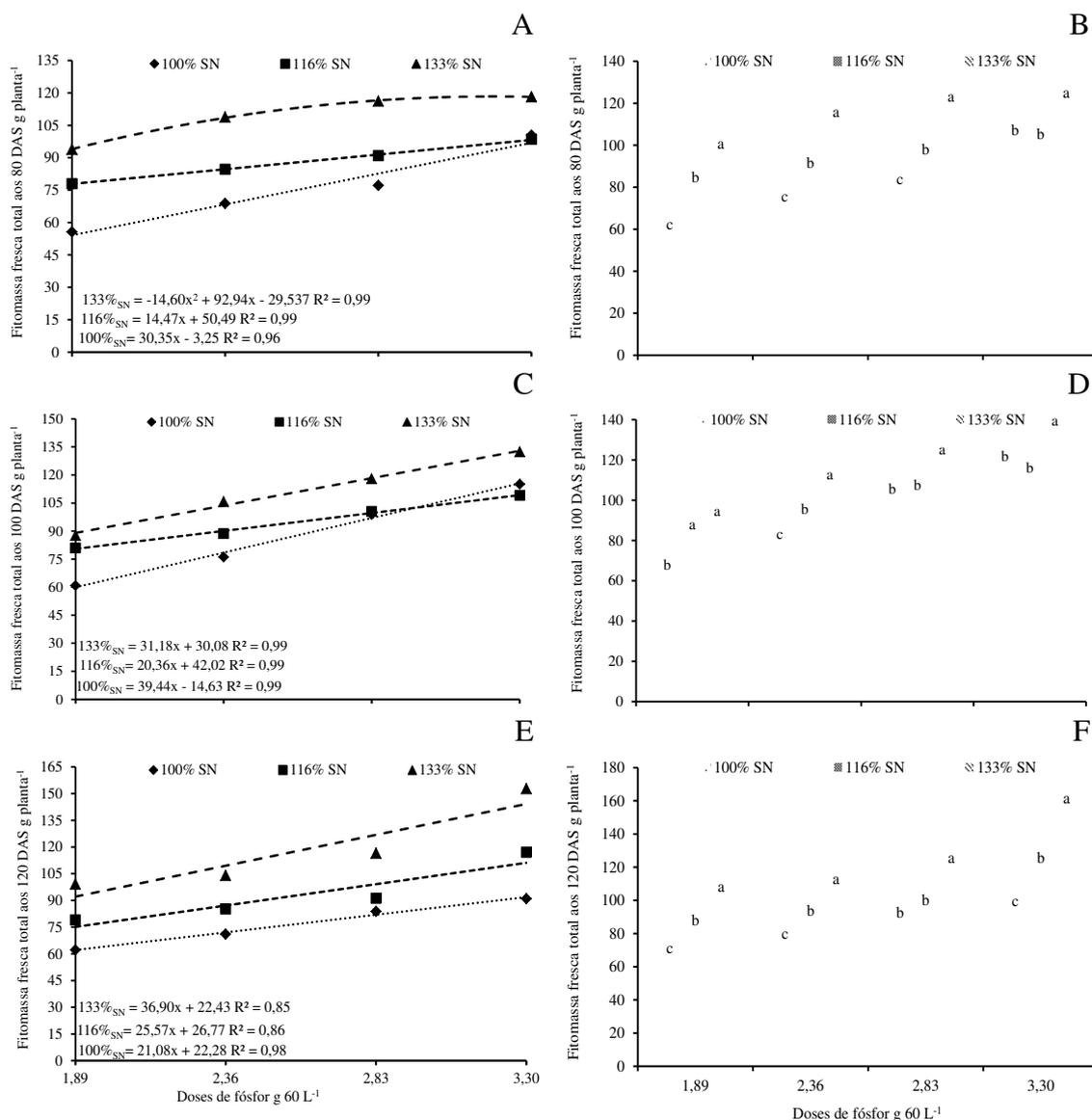


Figura 7. Fitomassa fresca total da pimenta no desdobramento doses de fósforo vs concentração da solução nutritiva (A, C e E) aos 80, 100 e 120 DAS e desdobramento da concentração da solução nutritiva vs doses de fósforo (B, D e F) aos 80, 100 e 120 DAS na cultura da pimenta biquinho

Ao analisar as plantas de pimenta biquinho (Figura 7E), aos 120 DAS, verificou, que houve um incremento de 17,34g por planta no acréscimo de 0,47g de fósforo, com a maior fitomassa fresca total da planta de 144,18 g por planta na solução com a combinação 133% da carga nutricional e 3,30g de fósforo. Ao avaliar o desdobramento concentração da solução nutritiva em relação a doses de fósforo (Figura 7F) na comparação de média, verifica que a solução com 133% da carga nutricional ocasionou diferença significativa em relação a 100 e 116% da carga nutricional, com aumento de 35,78g por planta em comparação a solução com 116% SN, chegando a uma fitomassa fresca total máxima de 152,84 g por planta na dose de 3,30g P aos 120 DAS. A redução na fitomassa fresca total da pimenta biquinho na menor concentração de fósforo, pode ser explicado pela alta partição de fotoassimilados para o sistema radicular em plantas deficientes em fósforo (Marschner, 2012), promovendo o aumento da biomassa radicular (Larigaurderie & Richards, 1994), por outro lado, o desenvolvimento da parte aérea é limitado, foto observado no presente trabalho, em que a fitomassa fresca da planta reduziu na menor dose de fósforo, indicando assim, que a solução nutritiva estava com deficiência de fósforo.

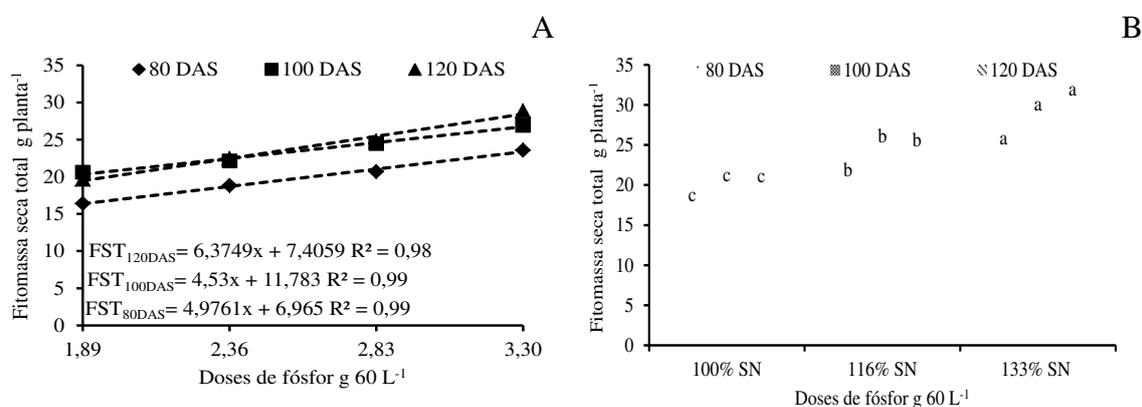


Figura 8. Fitomassa seca total da pimenta para doses de fosforo (A) e concentração da solução nutritiva aos 80, 100 e 120 DAS da pimenta biquinho no sistema hidropônico.

As doses de fósforo ocasionaram aumento na fitomassa seca total (FST) da pimenta biquinho, de forma significativa, aos 80, 100 e 120 DAS (Figuras 8A), com ajuste linear crescente dos dados, apresentando os máximos de fitomassa secas totais de 23,38; 26,73 e 28,44g por planta na solução com 3,30g P, respectivamente. Corroborando com Sousa et al. (2001), estudando os efeitos do fósforo na cultura da pimenta-longa verificaram que o nutriente ocasionou o aumento da produção de matéria

seca de ramos e folhas. Ao analisar a concentração da solução nutritiva na FST (Figuras 8B), verificou que, em todos os períodos analisados, a solução com 133% da carga nutricional, ocasionou diferença significativa na comparação de média, em relação a 100 e 116% SN, com as máximas de 23,52g por planta, 27,83g por planta e 29,68g por planta de pimenta biquinho, respectivamente.

CONCLUSÕES

A solução com 3,30g de fósforo ocasionou o maior acúmulo de fitomassa fresca total da planta de 144,18 g por planta e a maior altura 42,89 cm.

A concentração da solução em 116% ocasionou os melhores resultados de crescimento, com altura de 53,33 cm, associado à dose de 3,30g de fósforo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATISTA, R. O.; FURTINI NETO, A.; DECCETTI, S. F. C. Eficiência nutricional em clones de cedro-australiano. *Scientia Forestalis*, v.43, n.107, p.647-655, 2015.
- CARVALHO S.I.C.; BIANCHETTI L.B.; BUSTAMANTE P.G.; SILVA D.B. Catálogo de Germoplasma de pimentas e pimentões (*Capsicum* spp.) da Embrapa Hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças, (Embrapa Hortaliças, Documentos 49), 2003.
- CASALI, V.W.; COUTO, F.A.A. Origem e botânica de *Capsicum*. Belo Horizonte: Informe Agropecuário, v. 10, n .11, p.8-10. 1984.
- CASTELLANE, P. D.; de ARAUJO, J. A. C. Cultivo sem solo-hidroponia. Funep. (1995)
- DEWITT, D.; BOSLAND, P. W. *The Complete Chile Pepper Book – A Gardener’s Guide to Choosing, Growing, Preserving and Cooking*. London: Portland, Timber Press. 2009.
- FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R. Absorção de nutrientes. In: FERNANDES, M. S. (ed.). *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.115-152.
- FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs: Sisvar. *Brazilian Journal of Biometrics*, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- FURLANI, P. R.; BOLONHEZI, D.; SILVEIRA, L. C. P.; FAQUIN, V. Nutrição mineral de hortaliças, preparo e manejo de soluções nutritivas. Informe Agropecuário, v. 20, n. 200/201, p. 90-98, 1999.
- FURTADO, G. D. F.; CAVALCANTE, A. R.; CHAVES, L. H. G.; JÚNIOR, J. A. S.; GHEYI, H. R. Growth and production of hydroponic pepper under salt stress

- and plant density. American Journal of Plant Sciences, v. 8, n. 09, p. 2255-2267, 2017.
- LARIGAURDERIE, A.; RICHARDS, J.H. Root proliferation characteristics of seven perennial arid-land grasses in nutrient-enriched microsites. Aecologia, v. 99, p.102-111, 1994.
- LUCENA, R. R. M.; DE VASCONCELOS BATISTA, T. M.; DOMBROSKI, J. L. D.; LOPES, W. D. A. R.; DE OLIVEIRA RODRIGUES, G. S. Medição de área foliar de aceroleira. Revista Caatinga, v. 24, n. 2, p. 40-45, 2011.
- MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. Piracicaba: Ceres, 2006. 631 p.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 3.ed. London: Elsevier, 2012. 643p.
- MARTINEZ, H.E.P.; SILVA FILHO, J.B. Introdução ao cultivo hidropônico de plantas. Viçosa: UFV, 1997. 52 p.
- PELÁ, A.; RODRIGUES, M. S.; SANTANA, J. S.; TEIXEIRA, I. R. Fontes de fósforo para adubação foliar na cultura do feijoeiro. Scientia Agrarian, Curitiba, v.10, n.4, p.313-318, July/Aug. 2009.
- ŞAHİN, S.; ATAKLI, S. B. The Effect of Different Phosphorus Doses on the Growth of Pepper Seedling (*Capsicum annuum* L.). Asian Journal of Advances in Agricultural Research, v.11, n.4, p.1-4, 2019.
- SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, HANS R.; CAVALCANTE, A. R.; DIAS, N. S.; MEDEIROS, S. S. Produção e pós-colheita de flores de girassóis sob estresse salino em hidroponia de baixo custo. Engenharia Agrícola (Online), v. 36, p. 420-432, 2016.
- SMITH, P. G.; HEISER JR, C. B. Taxonomy of *Capsicum sinense* Jacq. and the geographic distribution of the cultivated *Capsicum* species. Bulletin of the Torrey Botanical Club, p. 413-420, 1957.
- SOUSA, M. M. M.; LÉDO, F. J. S.; PIMENTEL, F. A. Efeito da adubação e do calcário na produção de matéria seca e de óleo essencial de pimenta-longa. Pesquisa agropecuária brasileira, v. 36, p. 405-409, 2001.
- VIEIRA, C. R.; WEBER, O. L. S; SCARAMUZZA, J. F. Saturação por bases e doses de P no crescimento e nutrição de mudas de cerejeira (Amburana Acreana Ducke). Nativa, Sinop, v. 03, n. 01, p. 01-09, 2015.

Produção de fitomassa da pimenta biquinho submetido a doses de fósforo e
concentração da solução nutritiva

**Biquinho pepper biomass production submitted to phosphorus doses and nutrient
solution concentration**

IV.2. Produção de fitomassa da pimenta biquinho submetido a doses de fósforo e concentração da solução nutritiva

RESUMO: A concentração da solução nutritiva como também o fósforo, desempenham funções importantes na produção de fitomassa fresca e seca da pimenta biquinho, determinante na produtividade de frutos. No presente trabalho avaliaram-se os componentes de fitomassa fresca e seca da pimenta biquinho cultivada no sistema semi-hidropônico com diferentes concentrações da solução nutritiva e doses de fósforo. Os tratamentos consistiram em três concentrações da solução nutritiva, baseado na solução recomendada de 100% da carga nutricional, aumento (100, 116 e 133% da solução nutritiva) e quatro doses (1,89; 2,36; 2,86 e 3,30 g 60L⁻¹) de fósforo com três repetições, totalizando 36 unidades experimentais em bloco casualizado. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, ao nível de 0,05 de probabilidade, e nos casos de significância realizou-se análise de regressão. Concluiu-se que a concentração da solução nutritiva com 133% da carga nutricional e a dose com 3,30g de fósforo, ocasionaram aumento na fitomassa fresca e seca da pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”.

PALAVRA CHAVE: Carga nutricional. Cultivo sem solo. Sistema hidropônico “tipo pirâmide”.

Biquinho pepper biomass production submitted to phosphorus doses and nutrient solution concentration

ABSTRACT: The concentration of the nutrient solution, as well as phosphorus, plays important roles in the production of fresh and dry biomass of biquinho pepper, being decisive in fruit productivity. In the present work, the different components of fresh and dry biomass of biquinho pepper cultivated in the semi-hydroponic system with nutrient solution and doses of phosphorus were evaluated. Treatments consist of solution, three nutritional doses, nutrient solution, solution based on the recommended solution of 100% load (100, 116 e 133% of nutrient solution) and four of 1.89; 2.36; 2.86 e 3.30 g 60L⁻¹) of phosphorus with three units, totaling 36 experiments in a random block. Analyzes of variance analysis were performed, at a probability level of 0.05, and in the

analysis of significance tested. It was concluded that the concentration of the nutrient solution with 133% of the nutritional load and a dose with 3.30g of phosphorus, caused an increase in fresh and dry biomass of biquinho pepper in the semi-hydroponic module.

KEYWORD: Nutritional load. Soilless cultivation. “pyramid type” hydroponic system.

INTRODUÇÃO

A produção de pimenta biquinho vem crescendo ao longo do ano, devido a sua aceitação comercial de frutos in natura ou processados na forma de molhos, conservas, geleias e também como plantas ornamentais e na fabricação de medicamentos e cosméticos (Ferraz et al., 2016), porém, a falta de conhecimento em relação à concentração da solução nutritiva e adubação com fósforo limitam a produção da pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”. A maior produção da pimenta biquinho é no sistema convencional, por pequenos agricultores familiares, com integração na agroindústria conforme Ribeiro et al. (2008), com isso, não existe dados concretos atuais em relação o cultivo da pimenta biquinho no sistema convencional, por ser uma prática ainda informal, e assim não ser feito um levantamento da produção por ano. Segundo Dedini (2012), a pimenta biquinho é umas das mais utilizadas pela agricultura familiar, como afirma por sua elevada produtividade e valor gastronômico possibilitando ao pequeno produtor sua comercialização em forma processada.

A utilização do sistema hidropônico na produção de pimenta de biquinho pode ser considerada uma prática rentável, devido à eficiência no uso de água e nutrientes do sistema, como também o valor agregado da pimenta biquinho, pode ser visto com forma de gerar emprego, renda e o fortalecimento da agricultura familiar no campo. Porém, ainda é necessário definir a concentração adequada da solução nutritiva, um dos principais componentes que influência diretamente na produção no sistema hidropônico “tipo pirâmide”. Conforme Siddiqi et al. (1998) e Chen et al. (1997), citam que pode reduzir a concentração da solução nutritiva em 10%, sem reduzir perda na produção para as culturas da alface e tomate no NFT.

Os adubos minerais solúveis permitem o fornecimento imediato dos nutrientes para as plantas como, por exemplo, o fósforo. Esse elemento é um dos nutrientes fundamentais no crescimento e desenvolvimento das plantas, principalmente no metabolismo, participando da fotossíntese, respiração e essencialmente na formação de raízes. A falta deste nutriente, na fase inicial da pimenta, compromete o ciclo vegetativo

por causar restrições ao seu desenvolvimento (Adami & Hebling, 2005). O fósforo é o elemento que mais influencia no tamanho dos frutos e sua deficiência causam redução no desenvolvimento do sistema radicular e retardamento no crescimento (Reis et al., 2011). No cultivo hidropônico, é essencial o manejo com a solução nutritiva, oferecendo todos os elementos nas fases vegetativas das culturas, devido a exigências de cada planta, que pode apresentar diferentes estádios na nutrição mineral, (Grant et al., 2001). A concentração da solução nutritiva, época de colheita dos frutos e a concentração ideal de fósforo são essenciais para obter qualidade e quantidade de frutos de pimenta no sistema hidropônico “tipo pirâmide”.

Diante do exposto e da falta de informação com relação ao manejo da pimenta biquinho, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a fitomassa fresca e seca da pimenta biquinho, adubada com doses de fósforo, e concentrações da solução nutritiva, em diferentes épocas de colheita.

MATERIAL E METODOS

O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação) no período de agosto a novembro de 2020, na UFCG, Campina Grande – PB (7° 12’ 52” de latitude Sul, 35° 54’ 24” de longitude oeste com altitude média de 550m) foi realizado em sistema hidropônico.

O sistema hidropônico utilizado foi o “tipo pirâmide”, composto de três suporte de madeira, com dimensões de 2 x 1,40 m, projetado com capacidade de suporte para 12 tubos de PVC de 2 m de comprimento e 100 mm de diâmetro. Nos tubos foram perfuradas “células” circulares de 60 mm de diâmetro, espaçadas 20 cm, de modo equidistante, considerando-se o eixo central de cada célula (Santos Júnior et al., 2013).

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizado, com 12 tratamentos, no esquema fatorial de 3x4, com os fatores constituídos por três diferentes concentrações da solução nutritiva baseadas na solução com 100% da carga nutricional na solução recomendada (100, 116 e 133% desta solução), quatro doses (1,89; 2,36; 2,86 e 3,30 g 60 L⁻¹) de fósforo com três repetições, totalizando 36 unidades experimentais. Em cada uma delas, no sistema hidropônico “tipo pirâmide”, havia 6 plantas.

O semeio da pimenta biquinho foi realizado em copos plásticos descartáveis com capacidade de 200 ml, perfurados nas laterais e, no fundo, preenchidos com fibra de coco, colocando em cada copo duas sementes da variedade Hot Pepper. As mudas

foram irrigadas com água de abastecimento, pela manhã e à tarde, até os 30 dias após o semeio (DAS). Após este período os copos foram inseridos nos tubos de PVC das estruturas, por meio de aberturas com diâmetro de 60 mm, com espaçamento de 30 cm entre as plantas.

Foi realizado a mensuração do potencial hidrogeniônico (pH), com phmetro digital, e a condutividade elétrica (CE), com um condutivímetro digital aos 30, 80, 100 e 120 dias após o semeio.

Tabela 1. O potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva e o consumo hídrico (CH) da planta durante o ciclo no cultivo da pimenta biquinho.

P g 60L	CSN %	pH				CE dS m ⁻¹			
		30	80	100	120	30	80	100	120
Dias após o semeio (DAS)									
1,89	100	6,10	5,46	6,47	5,81	2,91	3,77	3,54	3,35
1,89	116	6,10	5,64	6,18	5,97	2,51	4,49	4,16	2,45
1,89	133	6,30	5,77	5,82	5,63	2,33	5,01	4,99	5,19
2,36	100	6,00	5,79	6,43	5,95	2,53	4,16	4,04	4,05
2,36	116	6,10	5,69	5,99	5,76	2,70	4,59	4,08	4,10
2,36	133	5,90	5,75	5,73	5,75	1,99	4,96	4,81	4,90
2,83	100	6,00	5,87	5,99	5,65	2,63	4,01	3,84	3,91
2,83	116	5,90	5,93	5,93	5,98	2,79	4,44	4,21	4,15
2,83	133	6,20	5,68	5,83	5,62	1,95	4,52	4,77	4,54
3,30	100	5,90	5,58	6,14	5,68	2,67	3,96	3,72	3,69
3,30	116	5,90	5,80	5,83	5,90	1,85	4,50	4,40	4,54
3,30	133	6,00	5,88	5,88	5,81	1,97	5,10	4,77	4,81

P fósforo, CSN concentração da solução nutritiva, CH consumo hídrico, pH potencial hidrogeniônico, CE condutividade elétrica

A água utilizada para o preparo da solução nutritiva foi proveniente de abastecimento do município de Campina Grande – PB, coletada e armazenada em reservatório, com as seguintes características físico-químicas (Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG): pH (7,06), a CE (0,306 dS m⁻¹), o K (8,4 mg L⁻¹), o Na (26,6 mg L⁻¹), o Ca (0,41 meq L⁻¹), Cl (0,54 meq L⁻¹), Bicarbonato (2,1 meq L⁻¹), e o Mg (1,91 meq L⁻¹), e a concentração da solução nutritiva utilizada no experimento foi proposto por (Castelane & Araujo, 1995) com macronutrientes N-NO₃⁻: 13,6; P-H₂PO₄⁻: 1,25; K⁺:6,25; Ca⁺⁺:3,96; Mg⁺⁺: 1,34; S-SO₄⁻: 1,0 Mmol⁻¹ e de micronutrientes B: 25,2; Cu:0,5; Fe:37,0; Mn:7,6; Mo:0,7 e Zn:4,0 μmol⁻¹. As fontes de nutrientes utilizados no preparo da solução nutritiva foram nitrato de cálcio, nitrato de potássio, fosfato monoamônico, sulfato de potássio e sulfato de magnésio.

A circulação da solução nutritiva no cultivo se deu através da circulação automaticamente, utilizando times analógicos e bombas (modelo BAV1101-05UC) com reciclagem de água e nutrientes, com circulação quatro vezes ao dia, ou seja, as 6, 10, 14, 17 horas, com um volume inicial da solução nutritiva de 7,78 litros por planta.

Por ocasião da colheita das plantas aos 80, 100 e 120 dias após o semeio (DAS) com análise destrutiva, foram analisadas a fitomassa fresca e seca das folhas (FFF e FSF), fitomassa fresca e seca dos caules (FFC e FSC) e fitomassa fresca e seca das raízes (FFR e FSR).

Os resultados do experimento foram submetidos à análise de variância, comparando-se por meio de análise de regressão as doses de fósforo na solução nutritiva (fatores quantitativos) e por meio de teste de médias (Tukey) concentração da solução nutritiva (fatores quantitativos) nível de 0,05 de probabilidade, utilizando software estatístico SISVAR versão 5.6 (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCURSÃO

A fitomassa fresca das folhas da cultura da pimenta biquinho, cultivada no sistema hidropônico “tipo pirâmide”, foram influenciadas, significativamente, tanto pelas doses de fósforo como pelas diferentes concentrações da solução nutritiva, avaliadas nos três períodos, 80, 100 e 120 DAS (Tabela 2).

Os dados de fitomassa fresca das folhas foram ajustados de forma linear crescente (Figura 1A), indicando que a cada 0,47g P aplicada na solução nutritiva, ocasionou acréscimos de 1,60g por planta, 3,72 g por planta e 2,94 g por planta, coma a produções de folhas frescas de 30,34g por planta, 36,32g por planta e 30,51g por planta nas plantas que receberam a solução com 3,30 g P, aos 80, 100 e 120 DAS respectivamente. O aumento desta fitomassa pode estar relacionado à influência do fósforo na capacidade fotossintética das plantas, uma vez que este elemento atua diretamente na clorofila e indiretamente na fotossíntese (Singh & Reddy, 2015). Verifica-se no presente resultados que após os 100 DAS, uma redução na fitomassa fresca da planta,

Ao avaliar a fitomassa fresca das folhas aos 80 DAS submetidas à variação da concentração da solução (Figura 1B), verificou-se nas plantas que receberam a solução com 133% da carga nutricional, teve um aumento de 8,46 g por planta em relação a 116% da carga nutricional, com uma produção máxima de 34,21 g por planta.

Tabela 2. Resumo da ANOVA fitomassa fresca e seca das folhas (FFF e FSF), fitomassa fresca e seca do caule (FFC e FSC) e fitomassa fresca e seca da raiz (FFR e FSR) submetido a doses de fósforo e concentração da solução nutritiva em plantas de pimenta biquinho no sistema hidropônico.

FV	GL	Quadrado Médio					
		FFF			FSF		
		80 DAS	100 DAS	120 DAS	80 AS	100 DAS	120 DAS
Concentração (C)	2	365,71 ^{**}	531,25 ^{**}	301,45 ^{**}	14,99 ^{**}	12,26 ^{**}	24,57 ^{**}
Fósforo (P)	3	42,58 ^{**}	221,13 ^{**}	144,52 ^{**}	8,06 ^{**}	4,90 ^{**}	13,84 ^{**}
Eq. Linear	1	116,06 ^{**}	622,39 ^{**}	391,35 ^{**}	23,22 ^{**}	14,46 ^{**}	41,26 ^{**}
Eq. Quadrática	1	0,63 ^{ns}	33,00 ^{ns}	41,96 ^{**}	0,08 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,076 ^{ns}
C x P	6	10,39 ^{ns}	28,12 ^{ns}	8,87 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,51 ^{ns}	1,31 ^{ns}
Erro	22	6,41	14,91	4,19	1,08	1,87	0,78
CV	%	9,07	12,44	7,85	16,05	19,42	13,49
FV	GL	FFC			FSC		
		80 DAS	100 DAS	120 DAS	80 DAS	100 DAS	120 DAS
Concentração (C)	2	548,56 ^{**}	502,19 ^{**}	564,02 ^{**}	31,36 ^{**}	31,32 ^{**}	54,79 ^{**}
Fósforo (P)	3	330,44 ^{**}	116,58 ^{**}	447,62 ^{**}	15,28 ^{**}	5,89 ^{**}	19,25 ^{**}
Eq. Linear	1	894,63 ^{**}	328,96 ^{**}	1316,6 ^{**}	45,00 ^{**}	17,33 ^{**}	55,96 ^{**}
Eq. Quadrática	1	75,60 ^{**}	18,32 ^{ns}	18,72 ^{ns}	0,017 ^{ns}	0,017 ^{ns}	1,10 ^{ns}
C x P	6	37,45 ^{**}	7,63 ^{ns}	13,65 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,56 ^{ns}	2,98 ^{ns}
Erro	22	3,77	4,42	6,61	0,96	1,02	1,55
CV	%	5,71	6,48	7,69	13,27	11,54	12,60
FV	GL	FFR			FSR		
		80 DAS	100 DAS	120 DAS	80 DAS	100 DAS	120 DAS
Concentração (C)	2	310,62 ^{**}	329,17 ^{**}	977,76 ^{**}	8,17 ^{**}	44,11 ^{**}	50,08 ^{**}
Fósforo (P)	3	229,23 ^{**}	938,64 ^{**}	421,84 ^{**}	6,16 ^{**}	13,65 ^{**}	13,21 ^{**}
Eq. Linear	1	597,72 ^{**}	2760,1 ^{**}	1007,3 ^{**}	17,32 ^{**}	39,90 ^{**}	38,38 ^{**}
Eq. Quadrática	1	73,53 ^{ns}	0,24 ^{ns}	191,27 ^{**}	0,074 ^{ns}	0,84 ^{ns}	1,22 ^{ns}
C x P	6	43,21 ^{ns}	43,49 ^{ns}	80,32 ^{**}	1,08 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,74 ^{ns}
Erro	22	20,24	19,65	10,87	0,96	1,22	1,27
CV	%	15,54	13,47	9,10	16,38	14,34	15,02

^{GL} Grau de liberdade, ^{FV} Fator de variância, ^{**} significativo a 1 e 5%

Verificou-se também, que a fitomassa fresca das folhas, aos 100 DAS, produzidas com as soluções 116 e 133% da carga nutricional, não diferenciaram significativa pelo teste de média, contudo, a produção máxima de 36,1 g por planta foi nas plantas que receberam 133% da carga nutricional, em que a maior concentração dos nutrientes favorece o maior acúmulo de massa fresca na planta. As plantas em condições favoráveis priorizaram o desenvolvimento vegetativo, pois é a massa vegetativa adquirida que supre a necessidade de fotoassimilados que os frutos demandam quando começam a aparecer (Batista et al., 2015; Almeida et al., 2019), corroborando com a presente teoria, em que a maior fitomassa fresca das folhas foi observada nas plantas que receberam a solução com 133% da carga nutricional.

O aumento da fitomassa fresca das folhas está relacionado à alta disponibilidade de água e nutrientes, com doses crescentes de fósforo. Conforme Malavolta (2006), afirma que o fósforo atua no crescimento e produção de fitomassa, como apoio mecânico e órgão de absorção da água e de íons. A solução nutritiva com 133% da carga nutricional, aos 120 DAS, ocasionou a maior fitomassa fresca das folhas de 31,64 g por planta. Comportamento semelhante foi observado por (Bressan et al., 2001) estudando os efeitos da adubação fosfatada na cultura da soja, que favoreceu o aumento linear na fitomassa fresca da parte aérea, com aumento das doses de fósforo.

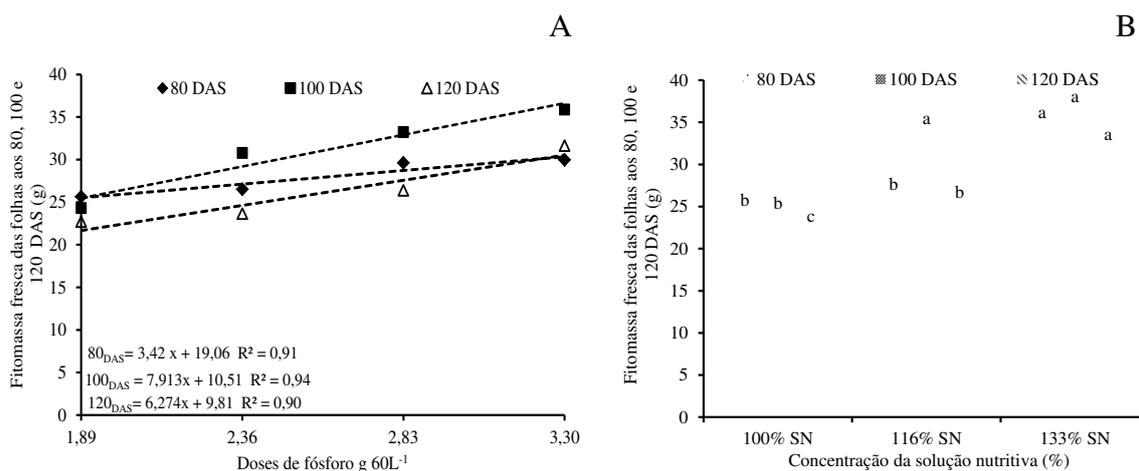


Figura 1. Fitomassa fresca das folhas da pimenta biquinho, no sistema hidropônico “tipo pirâmide” em função das doses de fósforo (A) e da concentração da solução nutritiva (B) aos 80, 100 e 120 DAS. Letras diferentes nas colunas do mesmo período, 80, 100 e 120 DAS, são usadas para indicar médias que diferem significativamente ($P < 0,05$).

A fitomassa seca das folhas aumentou em função das doses de fósforo, de forma linear, (Figura 2A), obtendo os pontos máximos de fitomassa seca das folhas de 7,56, 7,88 e 7,98 g por planta aos 80, 100 e 120 DAS, respectivamente, nas plantas que receberam 3,30g de fósforo. Tais resultados podem ser explicados pela melhor eficiência da liberação do P pelos fertilizantes e melhor absorção do nutriente pela planta, tornando-se uma excelente opção em relação às fontes convencionais comumente adotadas, em que a liberação do fósforo na fonte MAP, favoreceu também o aumento da fitomassa seca das folhas (Macedo et al., 2021).

Conforme o que está sendo apresentadas na Figura 2B, as plantas cultivadas na solução com 133% da carga nutricional, aos 80 e 120 DAS, tiveram uma produção máxima de 7,63g por planta e 8,18 g por planta de fitomassa seca das folhas, respectivamente, diferenciando estatisticamente da solução com 100% e 116% da carga nutricional. Aos 100 DAS, as plantas cultivadas na solução com 100% da carga

nutricional, apresentaram menor valor de fitomassa seca das folhas, diferenciando das plantas cultivadas a 116% e 133% da SN. Entre as concentrações (100, 116 e 133% da solução nutritiva) não houve diferença significativa ($p > 0,05$) na fitomassa seca das folhas, sendo que as plantas, nestas concentrações, apresentaram maiores fitomassa, 7,52 e 7,71g por planta, respectivamente. Em geral, pode-se observar que em todas as épocas, as maiores produções ocorreram com a solução 133% SN, provavelmente, devido ao fornecimento maior de nutrientes para as plantas.

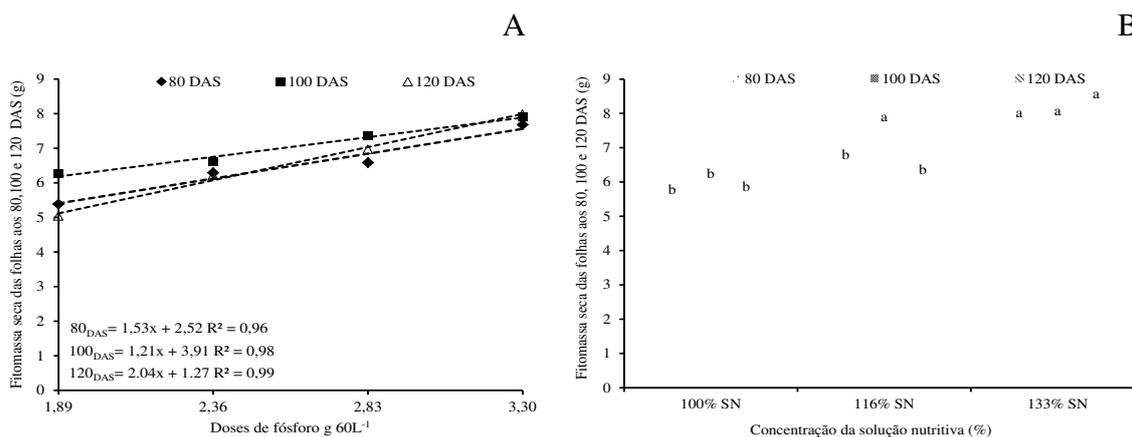


Figura 2. Fitomassa seca das folhas da pimenta biquinho, no sistema hidropônico “tipo pirâmide” em função das doses de fósforo (A) e da concentração da solução nutritiva (B) aos 80, 100 e 120 DAS. Letras diferentes nas colunas do mesmo período, 80, 100 e 120 DAS, são usadas para indicar médias que diferem significativamente ($P < 0,05$).

Ao analisar a fitomassa fresca do caule no desdobramento de fósforo para cada concentração da solução nutritiva (Figura 3A), verificou que, aos 80 DAS, a maior fitomassa foram de 35,53; 37,11 e 49,49g por planta aos 100, 116 e 133% da carga nutricional, respectivamente, com 3,30g de fósforo. Ainda aos 80 DAS, após análise do desdobramento da concentração da solução nutritiva em relação às doses de fósforo (Figura 3B), verifica a maior fitomassa fresca do caule, 47,47g por planta, na combinação de 133% da carga nutricional com a dose 3,30g de fósforo. Essa situação influenciou significativamente na fitomassa do caule, produzindo caules mais fibrosos o que pode estar relacionada também a altura da planta.

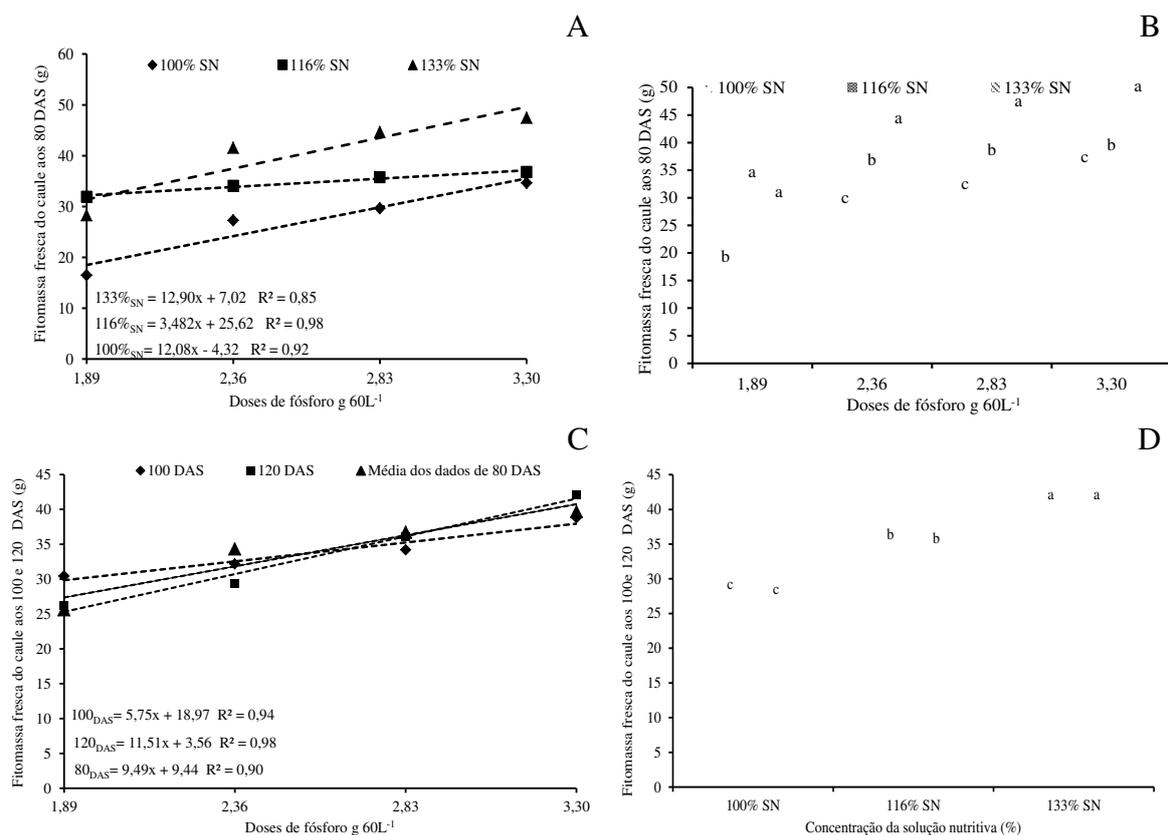


Figura 3. Fitomassa fresca do caule no desdobramento doses de fósforo vs concentração da solução nutritiva (A e C) e o desdobramento de concentração da solução nutritiva vs doses de fósforo (B e D) aos 80, 100 e 120 DAS. Letras diferentes nas colunas de cada dose de fósforo são usadas para indicar médias que diferem significativamente ($P < 0,05$).

Os dados da fitomassa fresca do caule aos 100 e 120 DAS também seguiram o comportamento linear crescente em função das doses de fósforo (Figura 3C), da mesma forma do comportamento dos dados médios aos 80 DAS. Conforme esta figura pode-se notar que os valores da fitomassa fresca do caule para cada dose de fósforo, são semelhantes mostrando que não houve grandes aumentos desta variável à medida que aumentou o tempo de crescimento, ou seja, dos 80 aos 120 DAS. As produções máximas aos 100 e 120 DAS foram observadas de 37,95 e 42,05g por planta nas plantas que receberam 3,30g de fósforo, e a média dos valores aos 80 DAS é 39,64 g por planta, isto está sendo apresentado para mostrar que estes valores praticamente não variaram.

Conforme o que está sendo apresentadas na Figura 3D, as plantas cultivadas na solução com 133% da carga nutricional, aos 100 e 120 DAS, tiveram uma produção maior do que aquelas SN cultivadas com as menores concentrações, diferenciando significativamente ($P < 0,05$) dentre estas três concentrações. No entanto, os dados correspondentes aos 100 DAS são semelhantes aqueles aos 120 DAS, mostrando, da

mesma forma, que não houve grandes diferenças da fitomassa fresca do caule ao longo do tempo.

Verifica-se que a que as doses crescente de fosforo ocasionaram efeitos significativo na fitomassa seca do caule (Figura 4A), com valores máximas de 8,88; 9,71 e 11,56 g por planta na dose de 3,30g de fósforo, aos 80, 100 e 120 DAS, respectivamente, inferindo a esse resultado na função do fosforo, de fortalecimento da parte estrutura dos frutos, que nesse caso é o caule, quando mais fibrose mais resistente.

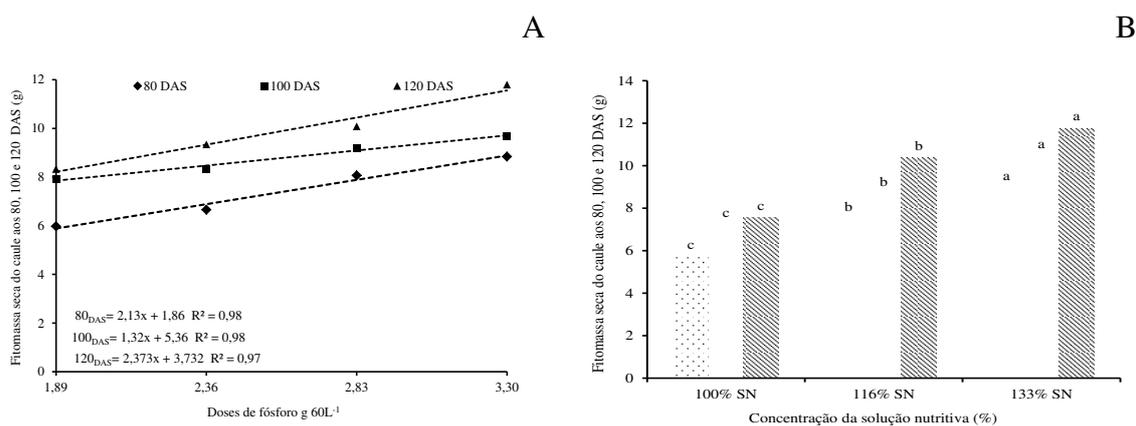


Figura 4. Fitomassa seca dos caules da pimenta biquinho, no sistema hidropônico “tipo pirâmide”, em função das doses de fósforo (A) e da concentração da solução nutritiva (B) aos 80, 100 e 120 DAS (B) no sistema hidropônico “tipo pirâmide”. Letras diferentes nas colunas do mesmo período, 80, 100 e 120 DAS, são usadas para indicar médias que diferem significativamente ($P < 0,05$).

O mesmo comportamento foi observado ao analisar a fitomassa seca do caule, ao analisar os efeitos da concentração da solução nutritiva (Figura 4B), ou seja, o incremento de 133% da carga nutricional favoreceu ao aumento na fitomassa seca do caule da pimenta biquinho aos 80, 100 e 120 DAS, com as máximas produções de 8,95g por planta, 10,45g por planta e 11,75g por planta, respectivamente. De acordo com Macedo et al. (2021) estudando a cultura da pimenta malagueta, verificaram que o fósforo organomineral peletizado e granulado 300 kg ha^{-1} de P_2O_5 promoveram os melhores resultados para os parâmetros massa seca do sistema radicular, que favorece a absorção de fósforo.

O sistema radicular é uma das partes mais importante das plantas, visto que absorvem os nutrientes através da capilaridade da raiz. Dias et al. (2009) observaram que a utilização do P influencia no desenvolvimento das raízes, aumentando assim a eficiência da utilização de água pelas plantas, bem como, a absorção dos demais nutrientes. Esta afirmação pode ser observada no comportamento da raiz quando submetido a doses crescentes de fósforo, ou seja, aos 80 DAS houve um aumento na

fitomassa fresca da raiz em torno de 3,64g por planta a cada acréscimo de 0,47g de fósforo na solução nutritiva, atingindo 34,42 g por planta com a dose 3,3 g de fósforo (Figura 5A). O comportamento da fitomassa fresca da raiz quando submetida à concentração da solução nutritiva foi semelhante ao observado nas doses de fósforo, com a maior fitomassa, 34,57g por planta da raiz nas plantas que receberam a solução com 133% da carga nutricional (Figura 5B). Além de promover o crescimento do sistema radicular, o fósforo também fornece resistência às doenças na raiz (Aisha et al., 2007).

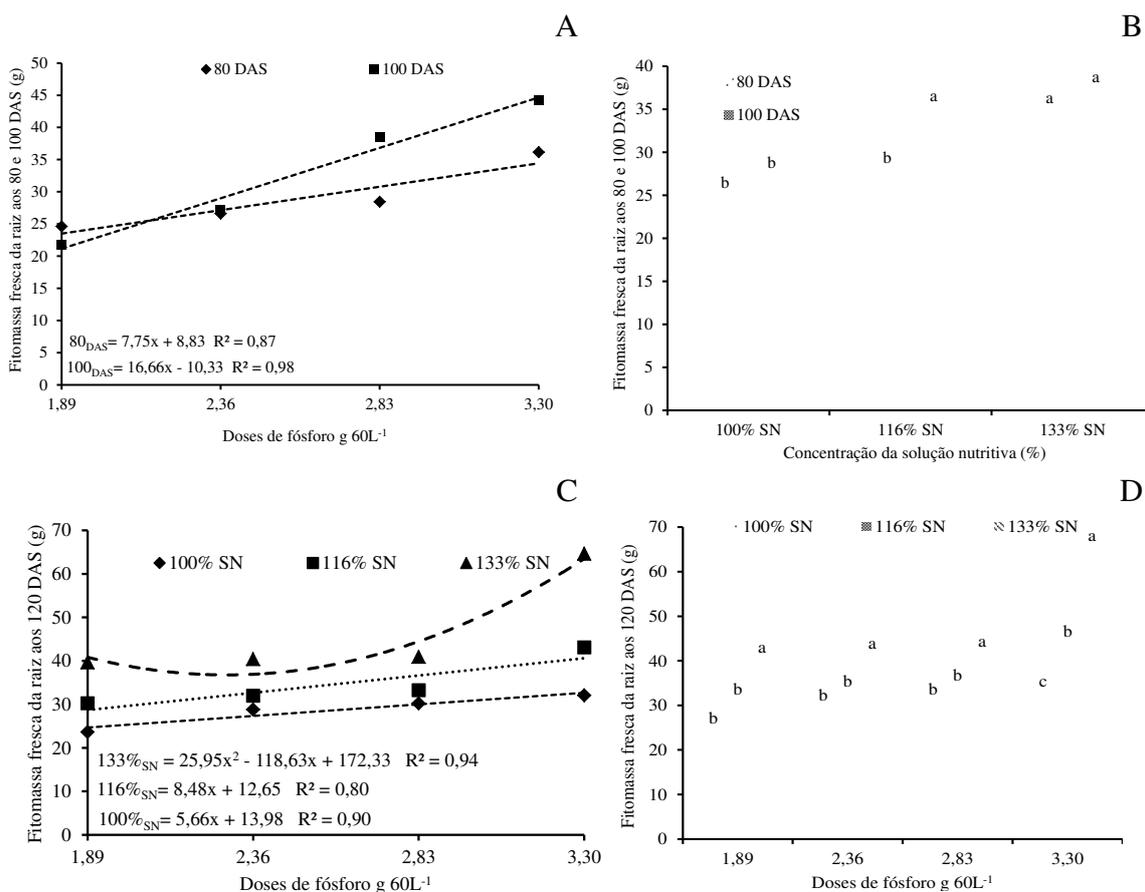


Figura 5. Fitomassa fresca das raízes em função das doses de fósforo aos 80 e 100 DAS (A) e concentração da solução nutritiva aos 80 e 100 DAS (B). Desdobramento doses de fósforo vs concentração da solução nutritiva (C) e o desdobramento de concentração da solução nutritiva vs doses de fósforo (D) aos 120 DAS da pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”.

Aos 100 DAS, o comportamento da fitomassa fresca das raízes foi semelhante aos 80 DAS, ou seja, houve aumento linear em função das doses crescentes de fósforo (Figura 5A), ocasionando acréscimo de 7,83g por planta, com a maior produção de 44,65g por planta, adubadas com 3,30g de fósforo. Ao comparar com a fitomassa aos 80 DAS, na dose 3,30g de fósforo, verificou um aumento de 10,23g por planta, o que pode

estar relacionado ao fósforo, devido ter a função de estimular a produção de raiz, como também à necessidade nutricional da planta. Verificou também que as concentrações 116 e 133% da carga nutricional, não tiveram diferenças estatísticas pelo teste de média, com as maiores produções de fitomassa fresca das raízes de 34,74 e 36,99 g por planta, respectivamente.

Na interação dos fatores também ocasionou efeito significativo na fitomassa fresca da raiz aos 120 DAS. No desdobramento doses de fósforo em relação à concentração da solução nutritiva (Figura 5C), observou que as plantas cultivadas com 3,30g de fósforo e com a concentração de 133% da carga nutricional produziram uma fitomassa de 63,46g por planta. Nesta mesma data, no desdobramento concentração da solução nutritiva em relação às doses de fósforo, verificou efeito significativo pelo teste de média das plantas que receberam a solução com 133% da carga nutricional em todas as doses de fósforo, com a maior produção de fitomassa fresca de raiz de 64,64g por planta na combinação com 133% da carga nutricional da solução com 3,30g de fósforo. De acordo com Dechassa et al. (2003) afirmam que o desenvolvimento da raiz depende da disponibilidade de fósforo, o qual é importante na passagem de energia da célula, na respiração, na fotossíntese, e quando indisponível o fósforo, reduz o acúmulo de fitomassa, afetando o crescimento radicular.

Em relação à fitomassa seca da raiz (Figura 6A), verificou que as doses de fósforo ocasionaram efeito significativo, com aumento da fitomassa de 0,62g por planta com acréscimo de 0,47g de fósforo, ou seja, o fósforo influenciou de forma positiva no crescimento das plantas aos 80 DAS.

Ao analisar a fitomassa secas das raízes aos 100 e 120 DAS (Figura 6A), verificou que as doses de fósforo ocasionaram efeito significativo, com as produções crescentes de forma lineares, muito semelhantes aos dois períodos de crescimento. Assim, as maiores fitomassa com a dose 3,30g de fósforo foram de 9,13 e 8,89 g por planta, respectivamente.

A

B

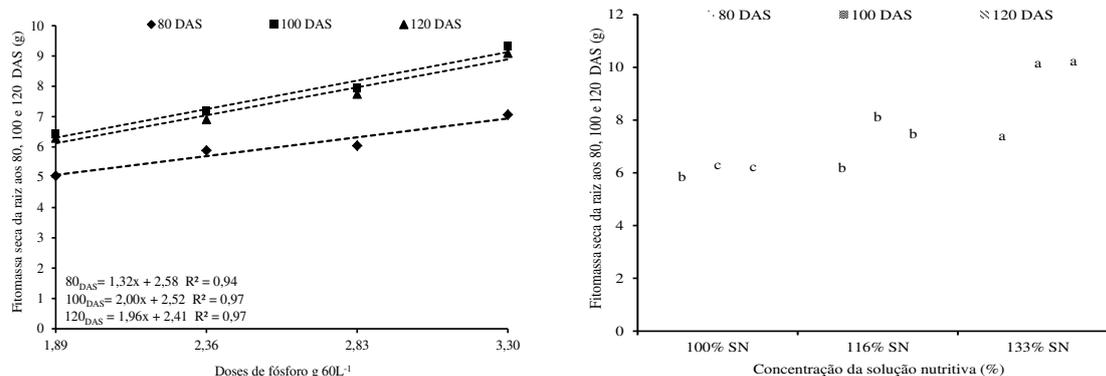


Figura 6. Fitomassa seca das raízes em função das doses de fósforo (A) e das concentrações da solução nutritiva (B) aos 80, 100 e 120 DAS, da pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”.

Verificou que, a concentração da solução com 133% da carga nutricional (Figura 6B) ocasionou diferença significativa ao comparar com as concentrações de 100 e 116% da carga nutricional, com as maiores fitomassa das raízes 6,94 g por planta, 9,67 g por planta e 9,75 g por planta aos 80, 100 e 120 DAS, respectivamente. O aumento do fósforo na solução reflete principalmente na formação adequada do sistema radicular e, na absorção de água e nutrientes, o que conseqüentemente promove maior acúmulo de fitomassa seca da raiz (Macedo et al., 2021).

CONCLUSÕES

A dose com 3,30g de fósforo ocasionou o maior acúmulo de fitomassa fresca e seca da pimenta biquinho, sendo assim uma recomendação para aumento na produção da pimenta biquinho.

Recomenda-se a utilização da solução com 133% da carga nutricional, devido ao aumento significativo na fitomassa da pimenta biquinho.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

ADAMI, C.; HEBLING, S. A. Efeitos de diferentes fontes de fósforo no crescimento inicial de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake. *Natureza online*, v. 3, n. 1, p.13-18, 2005.

- AISHA, A. H.; RIZK, F. A.; SHAHEEN, A. M.; ABDEL-MOUTY, M. M. Onion plant growth, bulbs yield and its physical and chemical properties as affected by organic and natural fertilization. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, v. 3, n. 5, p. 380-388, 2007.
- ALMEIDA, M.J.; SOUSA, C.M.; ROCHA, M. C.; BENITES, V. M.; POLIDORO, J. C. Reposição deficitária de água e adubação com organomineral no crescimento e produção de tomateiro industrial. *Irriga*, v.24, n.1, p.69-85, 2019.
- BATISTA, R. O.; FURTINI NETO, A.; DECCETTI, S. F. C. Eficiência nutricional em clones de cedro-australiano. *Scientia Forestalis*, v.43, n.107, p.647-655, 2015.
- BRESSAN, W.; SIQUEIRA, J. O.; VASCONCELLOS, C. A.; PURCINO, A. A. C. Fungos micorrízicos e fósforo, no crescimento, nos teores de nutrientes e na produção do sorgo e soja consorciados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 36, p. 315-323, 2001.
- CASTELLANE, P. D.; DE ARAUJO, J. A. C. Cultivo sem solo-hidroponia. *Funep*, . 1995.
- CHEN, X.G.; GASTALDI, C.; SIDDIQI, M.Y; GLASS A.D.M. Growth of a lettuce crop at low ambient nutrient concentrations: a strategy designed to limit the potential for eutrophication. *Journal of Plant Nutrition*, v. 20, p. 1403-1417, 1997.
- DECHASSA, N.; SCHENK, M. K.; CLAASSEN, N.; STEINGROBE, B. Phosphorus Efficiency of cabbage (*Brassica oleraceae* L. Var. Capitata), carrot (*Daucuscarota* L.), and potato (*Solanum Tuberosum* L.). *Plant Soil*, v. 250, p. 215-224, 2003.
- DIAS, T. J.; PEREIRA, W. E.; CAVALCANTE, L. F.; RAPOSO, R. W. C.; FREIRE, J. L. O. Desenvolvimento e qualidade nutricional de mudas de mangabeiras cultivadas em substratos contendo fibra de coco e adubação fosfatada. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, SP*, v. 31, n. 2, p. 512-523, 2009.
- FERRAZ, R.M.; RAGASSI. C.F.; HEINRICH, A.G; LIMA, M.F; PEIXOTO, J.R; REIFSCHNEIDER, F.R. Caracterização morfoagronômica preliminar de acessos de pimentas cumari. *Horticultura Brasileira*, v.34, n.4, p.498-506, 2016.
- FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs: *Sisvar. Brazilian Journal of Biometrics*, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. *Informações Agronômicas, Piracicaba*, 95, 2001.
- MACEDO, L. A.; DE OLIVEIRA FERREIRA, B.; FRANÇA, A. C.; SARDINHA, L. T.; LEÃO, A. F.; DE OLIVEIRA, L. L. Influence of the use of slow-release

- phosphate fertilizers on the growth and production of chili peppers. In Colloquium Agrariae, v. 17, n. 2, p. 39-50, 2021.
- MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.
- REIS, T. H. P.; GUIMARÃES, P. T. G.; FURTINI NETO, A. E.; GUERRA, A. F.; CURI, N. Dinâmica do fósforo no solo, disponibilidade e produtividade do cafeeiro irrigado. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.35, p.503-512, 2011.
- RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Pimentas Capsicum. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008 (eds). 200p.
- SIDDIQI MV; KRONZUCKER HJ; BRITTO DT; GLASS DM. Growth of a tomato crop at reduced nutrient concentrations as a strategy to limit eutrophication. Journal of Plant Nutrition, v. 21, p. 1879-1895, 1998.
- SINGH, S.K.; REDDY, V.R. Response of carbon as-similation and chlorophyll fluorescence to soybean leaf phosphorus across CO₂: Alternative electron sink, nutrient efficiency and critical concentration. J. Photochem. Photobiol. B: Biology, v. 151, p.276-284, 2015.
- SANTOS JÚNIOR, J. A. Manejo de águas salinas e residuárias na produção de flores de girassol em sistema hidropônico para regiões semiáridas (2013).
- DEDINI, G. F. A. Adubação verde em cultivo consorciado para produção de pimentabiquinho (*Capsicum chinense*) em sistema orgânico. 2012. 80p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 3.ed. London: Elsevier, 2012. 643p.

Produção de pimenta biquinho com doses de fósforo e concentração da solução nutritiva em hidroponia

Production of biquinho pepper with doses of phosphorus and concentration of the nutrient solution in hydroponics

IV.3. Produção de pimenta biquinho com doses de fósforo e concentração da solução nutritiva em hidroponia

RESUMO: A produção de pimenta biquinho no sistema hidropônico surge como uma alternativa de reduzir os custos e aumentar a produção, devido à alta procura no mercado alimentício, cosmético e ornamentação da pimenta. A presente pesquisa tem como objetivo estudar a produção de pimenta biquinho com doses de fósforo e concentrações da solução nutritiva no sistema hidropônico “tipo pirâmide”. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, localizada na Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, em blocos casualizado, no esquema fatorial triplo de 3x4, sendo os fatores constituídos por três concentrações (100, 116 e 133% da solução nutritiva) da solução nutritiva, quatro doses (1,89; 2,36; 2,86 e 3,30 g 60L⁻¹) de fósforo no sistema hidropônico “tipo pirâmide” sendo avaliadas em três épocas (80, 100 e 120 dias após o semeio) de colheita. Concluiu que os fatores estudados ocasionaram efeito significativo nas variáveis de produção, sendo observada uma eficiência no uso de água de 119,44 kg m⁻³ na concentração de 116% da solução nutritiva quando as plantas foram submetidas a uma adubação com 3,30g de fósforo, e a colheita realizada até os 100 dias após o semeio.

PALAVRA CHAVE: Eficiência do uso de água, Qualidade de frutos, Cultivo sem solo

Production of biquinho pepper with doses of phosphorus and concentration of the nutrient solution in hydroponics

ABSTRACT: The production of “biquinho” pepper in the hydroponic system appears as an alternative to reduce costs and increase production, due to a high demand in the food, cosmetic and ornamentation market. The present research aims to study the production of “biquinho” pepper with doses of phosphorus and concentrations of the nutrient solution in the family hydroponic module. The experiment was carried out in a greenhouse, located at the Federal University of Campina Grande, Paraíba, in

randomized blocks, in a triple factorial scheme of 3x4, with the factors consisting of three concentrations of the nutrient solution (100, 116 and 133% of the nutrient solution), four doses (1.89; 2.36; 2.86 and 3.30 g 60L⁻¹) of phosphorus in the hydroponic module being evaluated at three times (80, 100 and 120 days after sowing) of harvest. It was concluded that the factors studied had a significant effect on the production variables, with an efficiency of 119.44 kg m⁻³ in the use of water at a concentration of 116% of the nutrient solution when the plants were subjected to fertilization with 3.30 g of phosphorus harvested at 100 DAS with a cost related to fertilization of R\$ 20.11 (twenty reais and eleven cents).

KEYWORD: Water use efficiency, Fruit quality, Soilless cultivation.

INTRODUÇÃO

A hidroponia, cultivo de plantas na ausência de solo, foi introduzida no Brasil em 1987 (Furlani, 1999). A partir de então, tem sido utilizada na produção de várias culturas com diferentes sistemas hidropônicos, apresentando, entre várias vantagens, uso de menor área de cultivo, redução do desperdício de fertilizante e maior eficiência do uso da água, principalmente nas regiões semiáridas, em que a produção se limita a disponibilidade hídrica, com precipitação variada durante o ano, como também os custos com adubação, que na maioria das vezes, se tornam inviável produzir, em que a eficiência nos aspectos nutricionais, é de suma importância para a produção agrícola entre os pequenos produtores.

Portanto, a concentração da solução nutritiva, utilizada no sistema hidropônico, é um dos fatores importantes que influencia na produção agrícola, principalmente da pimenta biquinho. Já existe uma solução recomendada para pimenta, indicada por Muckle (1993), citados por Furlani et al. (1999a), no entanto, como esta solução varia de acordo com cada sistema de cultivo, região e manejo, se faz necessário informações sobre a quantidade certa da concentração da solução nutritiva para pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”, no qual ainda é considerado um sistema ainda pouco estudado.

Na composição da solução nutritiva é fundamental a determinação da quantidade certa para todos os nutrientes, entrem eles o fósforo (P), considerado um dos principais nutrientes na formulação, e quando bem balanceado, é de suma importância para crescimento e desenvolvimento e produção da planta (Ricci, 2012). O fósforo tem muitas funções na planta, por exemplo, estimula o crescimento e a formação do sistema

radicular no início do desenvolvimento da planta; na célula vegetal, influência na utilização dos açúcares e amido, como também no armazenamento de energia, acelera o processo de respiração, com influência diretamente nas trocas gasosas da planta (Novais & Smyth, 1999). Em situação de deficiência, verifica-se que as plantas não desenvolvem, apresentam folhas retorcidas e com coloração purpúrea associada ao acúmulo de antocianina, retarda na maturação dos frutos. O excesso de P prejudica a absorção de outros nutrientes, principalmente o zinco, sendo os sintomas assemelhando a deficiência de zinco (Martinez, 1999).

Quando se faz referência à produção de hortaliças frutos em cultivo hidropônico, um dos pontos a citar é antecipação da colheita, devido ao cultivo ser em ambiente protegido e assim, as condições climáticas não limitam a produção. Conforme alguns autores (Cavalcante et al., 2018; Bione, 2017; Cruz et al., 2021; Soares et al., 2020; Souza et al., 2020), a disponibilidade nutricional, influência diretamente na antecipação da colheita. Esses autores desenvolveram trabalhos na produção de pimentão, pimenta, couve-flor, coentro e cebola verde, respectivamente, e verificaram resultados superiores ao cultivo convencional, como também a antecipação da colheita que, influencia diretamente nos custos de produção e, assim, recomenda o cultivo dessas culturas no sistema hidropônico “tipo pirâmide”.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a produção de pimenta biquinho, no sistema hidropônico “tipo pirâmide”, submetida às doses de fósforo e concentração da solução nutritiva.

MATERIAL E METODOS

O experimento, desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação) no período de agosto a novembro de 2020, na UFCG, Campina Grande – PB (7° 12' 52" de latitude Sul, 35° 54' 24" de longitude oeste com altitude média de 550m) foi realizado em sistema hidropônico.

O sistema hidropônico “Tipo pirâmide” consistiu de 3 estruturas formadas, cada uma delas, por 12 tubos de PVC de 100 mm de diâmetro e 2 m de comprimento, dispostas em forma piramidal, ao nível, com joelhos nas extremidades. O semeio da pimenta biquinho foi realizado em copos plásticos descartáveis com capacidade de 200 mL, perfurados nas laterais e, no fundo, preenchidos com fibra de coco, colocando em cada copo duas sementes da variedade Hot Pepper. As mudas foram irrigadas com água

de chuva diariamente, pela manhã e à tarde, até os 30 dias após o semeio (DAS). Após este período os copos foram inseridos nos tubos de PVC das estruturas, através de aberturas com diâmetro de 60 mm, com espaçamento de 30 cm entre as plantas.



Figura 1. Semeio da pimenta biquinho e estrutura usada no experimento

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizado, com 12 tratamentos, no esquema fatorial de 3x4, sendo os fatores constituídos por três diferentes concentrações da solução nutritiva baseadas no 100% da carga nutricional na solução recomendada (100, 116 e 133% desta solução), quatro doses (1,89; 2,36; 2,86 e 3,30 g 60 L⁻¹) de fósforo com três repetições, totalizando 36 unidade experimentais. Em cada uma delas, no sistema hidropônico “tipo pirâmide”, havia 6 plantas.

Foi realizado a mensuração do potencial hidrogeniônico (pH) por um phmetro digital e a condutividade elétrica (CE) com um condutivímetro digital aos 30, 80, 100 e 120 dias após o semeio.

Tabela 1. O potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva da planta durante o ciclo no cultivo da pimenta biquinho.

P g 60L	CSN %	pH				CE dS m ⁻¹			
		30	80	100	120	30	80	100	120
Dias após o semeio (DAS)									
1,89	100	6,10	5,46	6,47	5,81	2,91	3,77	3,54	3,35
1,89	116	6,10	5,64	6,18	5,97	2,51	4,49	4,16	2,45
1,89	133	6,30	5,77	5,82	5,63	2,33	5,01	4,99	5,19
2,36	100	6,00	5,79	6,43	5,95	2,53	4,16	4,04	4,05
2,36	116	6,10	5,69	5,99	5,76	2,70	4,59	4,08	4,10
2,36	133	5,90	5,75	5,73	5,75	1,99	4,96	4,81	4,90
2,83	100	6,00	5,87	5,99	5,65	2,63	4,01	3,84	3,91
2,83	116	5,90	5,93	5,93	5,98	2,79	4,44	4,21	4,15
2,83	133	6,20	5,68	5,83	5,62	1,95	4,52	4,77	4,54
3,30	100	5,90	5,58	6,14	5,68	2,67	3,96	3,72	3,69
3,30	116	5,90	5,80	5,83	5,90	1,85	4,50	4,40	4,54
3,30	133	6,00	5,88	5,88	5,81	1,97	5,10	4,77	4,81

P fósforo, CSN concentração da solução nutritiva, pH potencial hidrogeniônico, CE condutividade elétrica

A água utilizada para o preparo da solução nutritiva foi proveniente de abastecimento do município de Campina Grande – PB, coletada e armazenada em reservatório, com as seguintes características físico-químicas (Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG): pH (7,06), a CE (0,306 dS m⁻¹), o K (8,4 mg L⁻¹), o Na (26,6 mg L⁻¹), o Ca (0,41 meq L⁻¹), Cl (0,54 meq L⁻¹), Bicarbonato (2,1 meq L⁻¹), e o Mg (1,91 meq L⁻¹), e a concentração da solução nutritiva utilizada no experimento foi proposto por Castelane & Araujo (1995) com macronutriente N-NO₃⁻: 13,6; P-H₂PO₄⁻: 1,25; K⁺:6,25; Ca⁺⁺:3,96; Mg⁺⁺: 1,34; S-SO₄⁻: 1,0 Mmol⁻¹ e de micronutrientes B: 25,2; Cu:0,5; Fe:37,0; Mn:7,6; Mo:0,7 e Zn:4,0 μmol⁻¹. As fontes de nutrientes utilizados no preparo da solução nutritiva foram nitrato de cálcio, nitrato de potássio, fosfato monoamônico, sulfato de potássio e sulfato de magnésio.

O manejo da solução nutritiva no cultivo se deu através da circulação automaticamente, por times e bombas (modelo BAV1101-05UC) com reciclagem de água e nutrientes, com circulação quatro vezes ao dia, ou seja, as 6, 10, 14, 17 horas, com um volume inicial da solução nutritiva de 7,78 litros por planta.

As variáveis de produção analisadas por ocasião da colheita dos frutos aos 80, 100 e 120 DAS com análise destrutiva foram: diâmetro longitudinal (Clong) e transversal do fruto (Ctrans), realizado com um paquímetro digital, em 10 frutos por plantas; número de frutos por planta (NF); fitomassa fresca total dos frutos por planta (FFT) foi pesada em balança de precisão; eficiência do uso da água EUA foi calculado dividindo a fitomassa fresca dos frutos pelo consumo hídrico (EUA=FFT/consumo hídrico).



Figura 2. Produção de frutos de pimenta biquinho no sistema hidropônico.

Os resultados do experimento foram submetidos à análise de variância, comparando-se por meio de análise de regressão as doses de fósforo na solução nutritiva (fatores quantitativos) e por meio de teste de médias (Tukey) concentração da solução nutritiva (fatores quantitativos) nível de 0,05 de probabilidade, utilizando software estatístico SISVAR versão 5.6 (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCURSÕES

O número de frutos por planta da pimenta biquinho, no desdobramento doses de fósforo para cada concentração da solução nutritiva, foi significativo ($p < 0,05$) com ajuste linear (Tabela 2), apresentando os máximos de 97,37; 102,67 e 115,299 de frutos por planta nas concentrações de 100, 116 e 133% SN na dose de 3,3 g aos 80, DAS respectivamente (Figura 3A). Também no desdobramento das concentrações da solução nutritiva em relação às doses de fósforo (Figura 3B), ocasionou efeito significativo na solução com 133% SN em relação a 100 e 116% SN com número máximo de frutos de 105, 106, 113 e 115 frutos por planta, nas doses de 1,89; 2,36; 2,83 e 3,30 g respectivamente com a solução 133% da carga nutricional. Os resultados obtidos no presente estudo estar relacionados à carga nutricional da solução, que favorece o aumento no número de frutos, como também a eficiência no uso de fosforo, visto que o fósforo é um nutriente de grande importância para a fixação dos frutos na planta (Macedo et al., 2021).

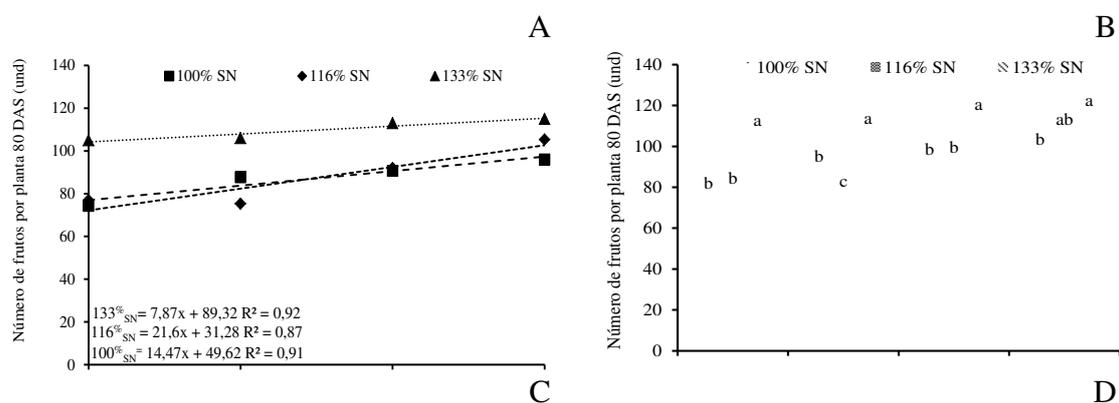
Tabela 2. Resumo da ANOVA para número de fruto (NFfrutos), fitomassa fresca do fruto (FFfruto), eficiência no uso de água (EUA), diâmetro transversal do fruto (DT), diâmetro longitudinal do fruto (DL) submetido a doses de fósforo, concentração da solução nutritiva no cultivo da pimenta biquinho.

FV	GL	Quadrado Médio					
		NFfrutos			FFfruto		
		80 DAS	100 AS	120 DAS	80 DAS	100 DAS	120 DAS
Concentração(C)	2	2017,7 ^{**}	4706,4 ^{**}	5466,6 ^{**}	5781,4 ^{**}	642,32 ^{**}	3073,65 ^{**}
Fósforo (P)	3	723,85 ^{**}	9337,5 ^{**}	6492,7 ^{**}	3304,7 ^{**}	8853,3 ^{**}	16788,2 ^{**}
Eq. Linear	1	2135,5 ^{**}	27700 ^{**}	18301,2 ^{**}	9893,9 ^{**}	26354,0 ^{**}	49114,7 ^{**}
Eq. Quadrática	1	16,00 ^{ns}	279,4 ^{ns}	173,4 ^{ns}	12,6 ^{ns}	51,67 ^{ns}	1166,0 ^{**}
C x P	6	101,32 ^{**}	268,2 ^{ns}	629,1 [*]	1149,5 ^{**}	942,1 ^{**}	304,3 ^{**}
Erro	22	31,25	110,7	233,9	36,4	52,7	38,1
CV	%	5,90	9,66	10,36	6,72	6,30	5,08
FV	GL	Diâmetro transversal (mm)			Diâmetro longitudinal (mm)		
		80 DAS	100 DAS	120 DAS	80 DAS	100 DAS	120 DAS
Concentração(C)	2	13,67 ^{**}	0,82 ^{ns}	4,91 ^{**}	47,53 ^{**}	0,54 ^{ns}	17,84 ^{**}

Fósforo (P)	3	22,93 ^{**}	9,31 ^{**}	14,16 ^{**}	56,31 ^{**}	68,73 ^{**}	12,31 ^{**}
Eq. Linear	1	68,30 ^{**}	21,58 ^{**}	41,92 ^{**}	166,2 ^{**}	200,7 ^{**}	36,75 ^{**}
Eq. Quadrática	1	0,21 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,22 ^{ns}	2,47 ^{ns}	3,41 ^{ns}	0,036 ^{ns}
C x P	6	0,94 ^{ns}	1,99 ^{ns}	1,56 ^{ns}	5,72 ^{ns}	2,28 ^{ns}	0,34 ^{ns}
Erro	22	1,02	1,58	0,66	3,45	1,47	1,76
CV		7,81	9,94	6,68	7,66	5,45	6,56
FV	GL	EUA g L ⁻¹			Produtividade m ²		
		80 DAS	100 DAS	120 DAS	80 DAS	100 DAS	120 DAS
Concentração(C)	2	4681,2 ^{**}	324,6 ^{**}	1897,6 ^{**}	3,90 ^{**}	0,43 ^{**}	2,07 ^{**}
Fósforo (P)	3	1524,4 ^{**}	2895,4 ^{**}	4250,7 ^{**}	2,23 ^{**}	5,98 ^{**}	11,34 ^{**}
Eq. Linear	1	4422,1 ^{**}	8187,1 ^{**}	12676,3 ^{**}	6,68 ^{**}	17,81 ^{**}	32,20 ^{**}
Eq. Quadrática	1	150,8 ^{ns}	407,0 ^{**}	50,8 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,034 ^{ns}	0,78 ^{**}
C x P	6	1583,0 ^{**}	287,8 ^{**}	186,3 ^{**}	0,77 ^{**}	0,63 ^{**}	0,205 ^{**}
Erro	22	39,1	25,1	19,7	0,024	0,035	0,025
CV	%	6,75	5,54	5,57	6,75	6,30	5,08

^{GL} Grau de liberdade, ^{FV} Fator de variância, ^{**} significativo a 1 e 5%

Aos 100 DAS, o número de frutos foi influenciado pelas doses de fósforo (Figura 3C), ajustando-se de forma linear, com número máximo de frutos de 146,02 por planta, adubadas com 3,30g de fósforo 60 L⁻¹. Da mesma forma verifica que, o número de frutos foi influenciado pelas concentrações das soluções nutritivas ocorrendo diferença significativa apenas entre a concentração 100% com as demais concentrações, ou seja, 116 e 133% SN (Figura 3D) com as quais foram produzidas, em média, de 121,83 e 118,92 frutos por plantas, respectivamente. De acordo com Macedo et al. (2021) afirmam que o fósforo é um nutriente de grande importância para emissão das flores e fixação dos frutos na planta, corroborando com presente resultado, em que a maior concentração de fósforo influenciou no maior número de frutos, com o número máximo de 271,75 frutos por planta.



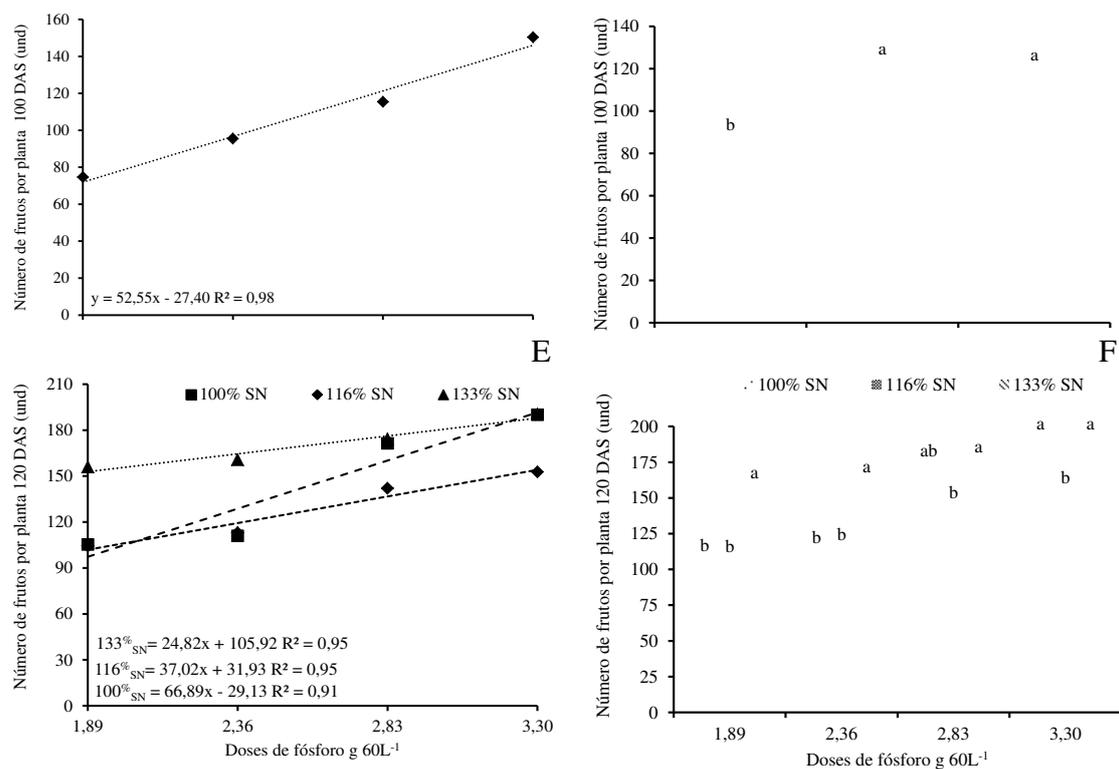


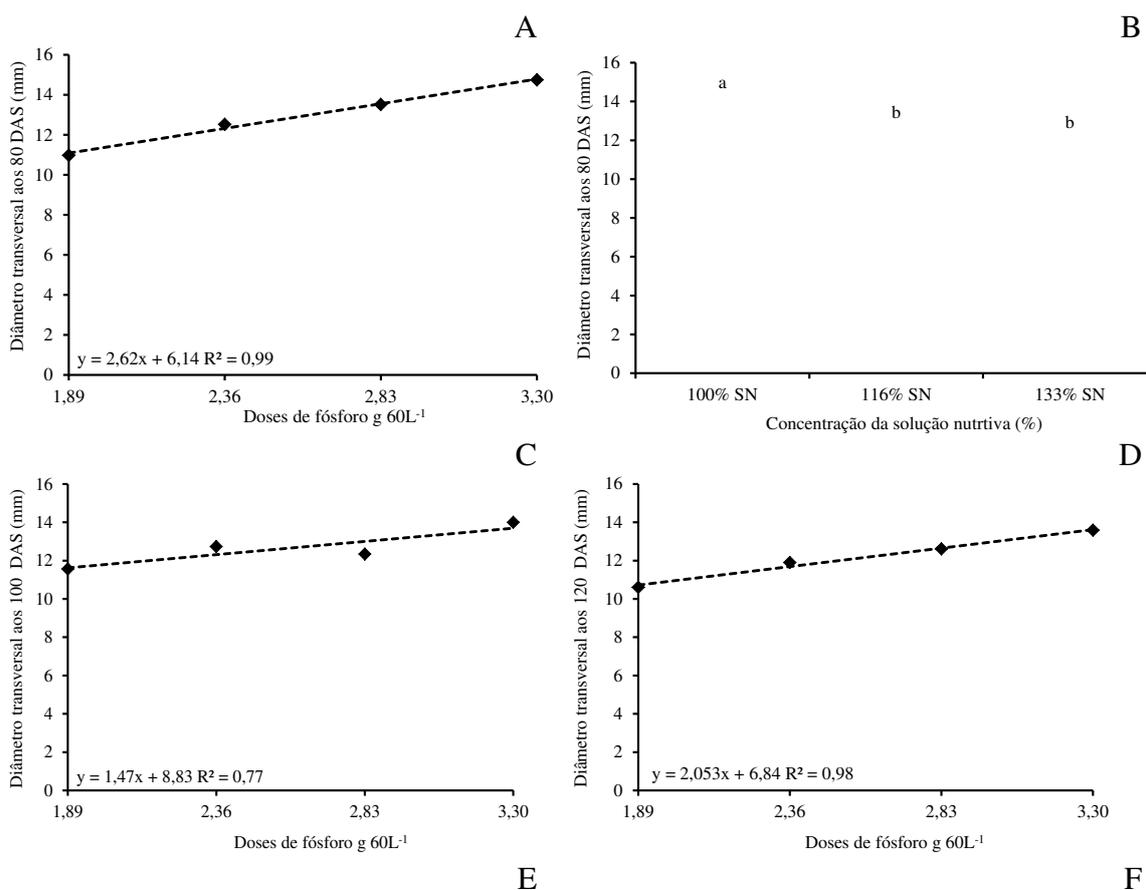
Figura 3. Número de frutos por planta no desdobramento doses de fósforo vs concentração da solução nutritiva ao 80 e 120 DAS (A e E), desdobramento de concentração da solução nutritiva vs doses de fósforo aos 80 e 120 DAS (B e F), doses de fósforo (C), concentração da solução nutritiva (D) da pimenta biquinho.

O comportamento das plantas aos 120 DAS foi semelhante ao comportamento aos 80 DAS, ou seja, o número de frutos aumentou de forma linear em função das doses de fósforo, com os números máximos de 191,56; 154,09 e 187,83 por planta nas concentrações de 100, 116 e 133% SN, respectivamente, na dose de 3,3g de fósforo 60 L⁻¹ (Figura 3E). Esses dados foram maiores que foi observado por (Barbosa et al., 2011), ou seja, 64,56 frutos por planta da pimenta bico na concentração de 150% da solução nutritiva cultivado em vasos com substrato, com período de colheita aos 113,5 dias, com ciclo médio de produção.

Observou-se no desdobramento das concentrações da solução nutritiva em relação às doses de fósforo, efeito significativo (Figura 3F), em que o número máximo de frutos de 190 e 190,33 foi nas concentrações de 100 e 133% NS, respectivamente, não diferenciando estatisticamente pelo teste de média. Conforme Flores et al. (2012), estudando os efeitos da omissão de fósforo na solução nutritiva na pimenta malagueta, observaram que a omissão de fósforo na solução nutritiva, ocasiona redução no crescimento da planta. Corroborando com o presente estudo, ao analisar o comportamento nos resultados está coerente, devido o número de frutos ter aumentando com acréscimo de fósforo na solução nutritiva.

O diâmetro transversal da pimenta biquinho aos 80 DAS (Figura 4A) teve comportamento linear crescente, com valor máximo de 14,79 mm na dose de 3,30g P e 14,14 mm na concentração da solução nutritiva com 100% da carga nutricional, diferenciando estatisticamente das concentrações 116 e 133% SN (Figura 4B). Aos 100 e 120 DAS os diâmetros transversais (Figuras 4C e 4D) foram influenciados significativamente no fator doses de fósforo, com os valores máximos de 13,69 mm e 13,61 mm, respectivamente, na dose de 3,30g P. Estes diâmetros foram aproximados a $15,78 \text{ mm} \pm 2,1$, observado por (Carvalho et al., 2014), comprovando a eficiência do sistema hidropônico.

Ao analisar a concentração da solução nutritiva no diâmetro transversal do fruto (Figura 4E), o maior diâmetro de 12,73 mm foi obtido na concentração de 100% SN, porém, não diferenciou estatisticamente das pimentas cultivadas na solução com 133% SN. Conforme esses resultados pode-se inferir que, relacionando aos aspectos fisiológicos da planta, as plantas não absorveram mais os nutrientes com o aumento da concentração.



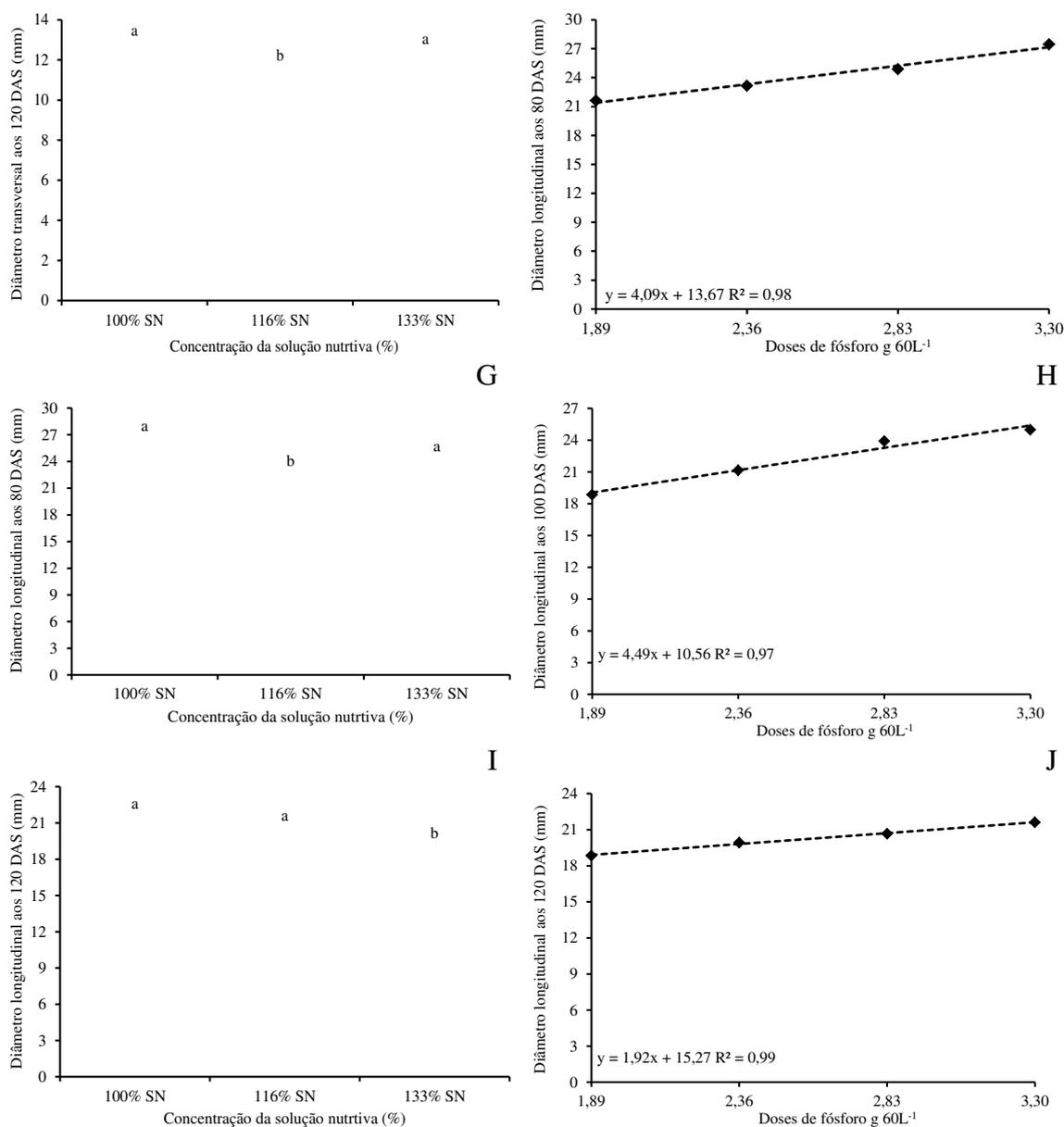


Figura 4. Diâmetro transversal para doses de fósforo (A) e concentração da solução nutritiva (B) aos 80 DAS, doses de fósforo ao 100 DAS (C), doses de fósforo (D), e concentração da solução nutritiva (E) aos 120 DAS, diâmetro longitudinal para doses de fósforo (F), concentração da solução nutritiva (G) aos 80 DAS, doses de fósforo aos 100 DAS (H), doses de fósforo (I) e concentração da solução nutritiva (J) aos 120 DAS

Aos 80, 100 e 120 DAS, os diâmetros longitudinais dos frutos aumentaram de forma linear em função das doses de fósforo, apresentando 27,16 mm, 25,39 mm e 21,61 mm, respectivamente, com a maior dose, 3,30g P (Figuras 4F, 4H e 4I). No entanto, pode-se observar que estes dados diminuiram conforme o aumento dos dias de colheita, ou seja, de 80 à 100 DAS o diâmetro longitudinal dos frutos diminuiu 1,77 mm, correspondente a 6,51%; de 100 à 120 DAS houve uma diminuição em torno de 3,78mm, correspondente a 14,89%. Isto pode estar relacionado ao aumento do número

de frutos ao longo do tempo, havendo uma redistribuição dos nutrientes para os novos frutos que iriam surgindo.

Aos 80 DAS, o maior diâmetro longitudinal dos frutos, em relação às concentrações da solução nutritiva, foi 26,37 mm correspondente a 100% SN (Figura 4G), contudo não houve diferença estatística pelo teste de média nas plantas com a concentração de 133% SN. Esse comportamento foi semelhante aos 120 DAS (Figura 4J), cujo maior diâmetro longitudinal também foi obtido na solução com 100% da carga nutricional, 21,40 mm, no entanto, não diferenciou estatisticamente das plantas cultivadas na solução com 116% SN.

De acordo com Carvalho et al. (2014) a pimenta biquinho apresenta comprimento de fruto de 18,67 mm \pm 3, verificando no presente trabalho, resultados superiores.

No desdobramento doses de fósforo em relação à concentração da solução nutritiva, verificou, aos 80 DAS (Figura 5A), efeito significativo na fitomassa fresca dos frutos, com os maiores valores de 146,75; 71,43 e 120,22g por planta nas concentrações de 100, 116 e 133% SN, adubadas com 3,30g.

No desdobramento concentração da solução nutritiva em relação às doses de fósforo, verifica efeito significativo na comparação de médio, com a maior FFfruto de 143,26g na solução com 100% da concentração de nutrientes, na dose de 3,3g P, diferenciando dos demais das concentrações de 116 e 133% da solução nutritiva (Figura 5B). Conforme os resultados obtidos no presente estudo, implicam que o fornecimento de doses adequadas de fósforo, desde o início do desenvolvimento, é importante para a formação dos primórdios das partes reprodutivas, é essencial para a boa formação de frutos e, em geral, incrementa a produção nas culturas (Raij, 1991), visto que a dose de 3,33g P ocasionou a maior FFfruto da pimenta biquinho. Segundo (Marschner. 2012), quando as plantas atingem o estágio de frutificação, os carboidratos e outros fotoassimilados são translocados das folhas para os frutos, em que podemos verificar no presente estudo, em que a maior FFfruto foi obtida na maior concentração da solução nutritiva.

A

B

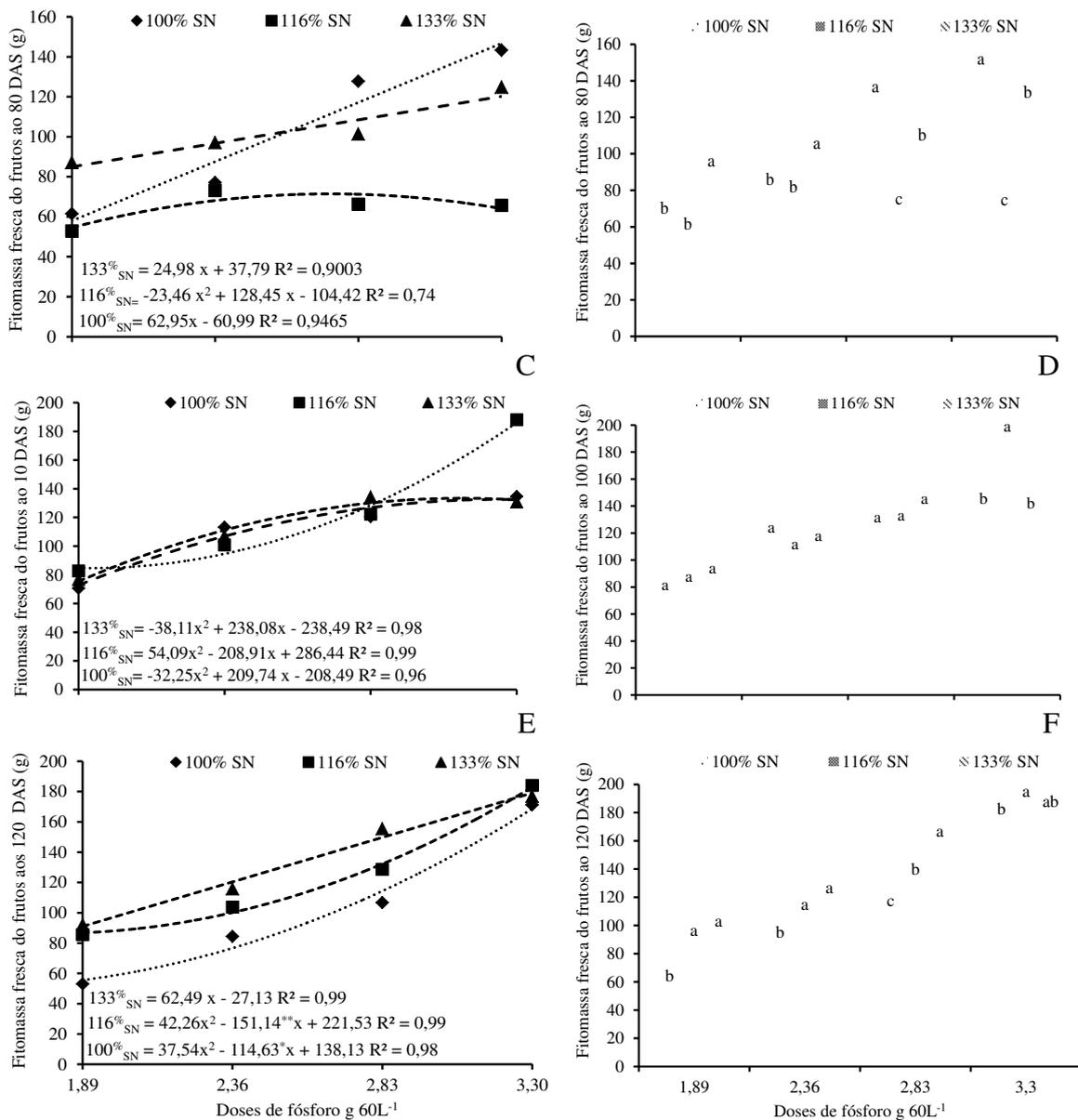


Figura 5. Fitomassa fresca do fruto no desdobramento doses de fósforo vs concentração da solução nutritiva ao 80, 100 e 120 DAS (A, C e E), desdobramento de concentração da solução nutritiva vs doses de fósforo aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F), da pimenta biquinho.

Aos 100 DAS (Figura 5C) a maior produção de FFfrutos (186,03 g por planta) foi obtida nas plantas quando receberam a solução com 116% SN com 3,30g P; ao analisar o desdobramento concentração da solução nutritiva em relação a cada dose de fósforo (Figura 5D), houve efeito significativo na comparação de média, sendo que os frutos na solução de 116%SN com a doses 3,3g P, diferenciaram estatisticamente das concentrações de 100 e 133%SN, com a maior FFfrutos de 188,07g por planta. Os resultados obtidos no presente estudo mostraram que aumento das doses de P ocasionou acréscimo na FFfruto, corroborando (Bull et al., 1998), que relatam que o fósforo estimula o crescimento e a formação do sistema radicular, assim aumentando a absorção

de nutrientes, concomitante aumentando na produção de fitomassa fresca de frutos de pimenta.

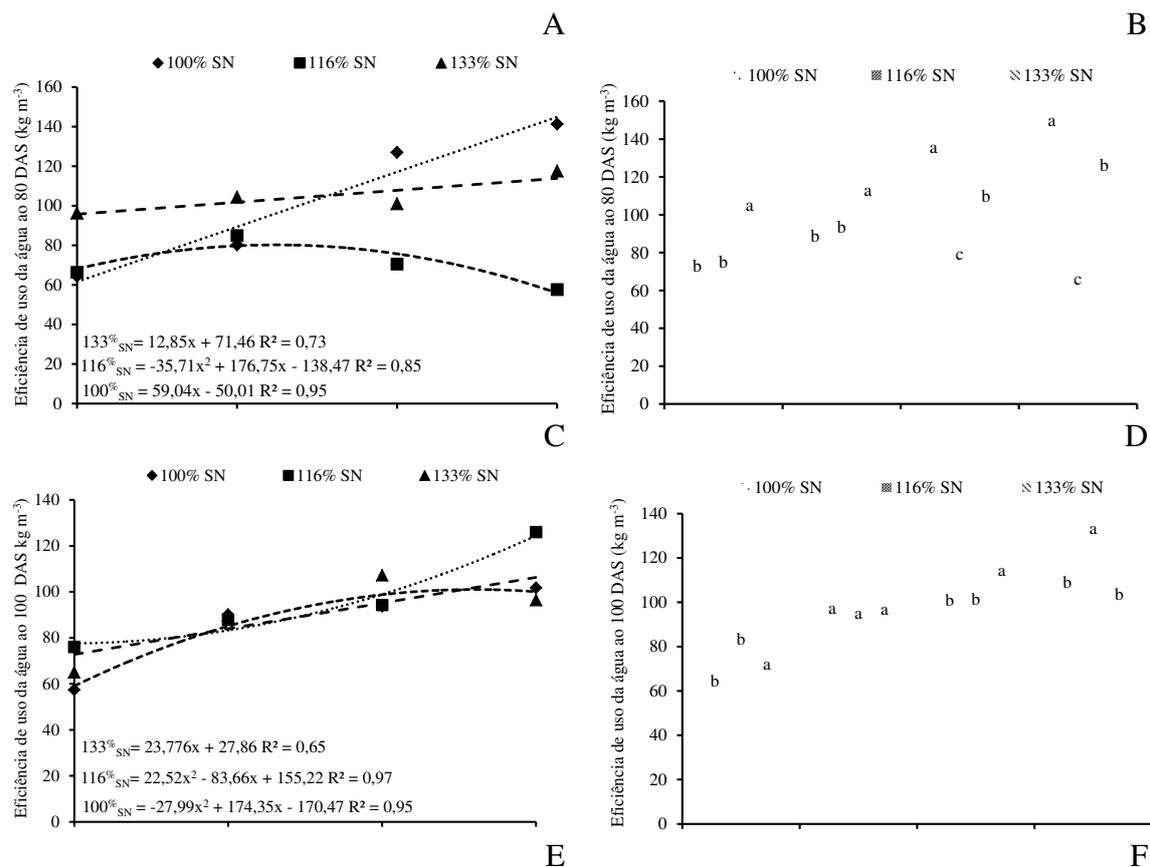
Com a colheita dos frutos realizada aos 120 DAS (Figura 5E), verifica a maior produção de FFrtuos (182,93g por planta), no desdobramento de fósforo em relação às concentrações da solução nutritiva, foi obtida nas plantas quando receberam 116% SN na dose de 3,30 g. Ao analisar o desdobramento da concentração da solução nutritiva em relação às doses de fósforo (Figura 5F), verificou que a maior FFfrutos (184,13 g por planta) foi obtida nas plantas que receberam uma solução com a concentração de 116% SN, porém não diferenciou estatisticamente em relação a 133% SN. Ao calcular a produtividade no presente estudo por metro quadrado, uma produção de 4,79 kg m⁻², no sistema hidropônico “tipo pirâmide”. Ao comparar com resultados encontrados por (Bione et al., 2020), estudando a pimenta biquinho no sistema hidropônico NFT, verifica uma produção de 4,62 kg m⁻², bem próximo do obtido no presente estudo.

No desdobramento doses de fósforo em relação à concentração da solução nutritiva para EUA, aos 80 DAS (Figura 6A), verificou efeito significativo, sendo observada uma EUA de 144,8 kg m⁻³, quando as plantas receberam 100% SN com a dose de 3,30g P. Ao analisar a EUA no desdobramento concentração da solução nutritiva em relação às doses de P (Figura 6B), verificou efeito significativo com EUA de 141,28 kg m⁻³ nas plantas que receberam 3,3 g P e uma solução com 100% da carga nutricional. A eficiência do uso de água é a relação entre a quantidade de produção agrícola obtida, área e o consumo hídrico, no entanto, assim para alcançar o seu máximo, deve-se reduzir o consumo hídrico, que nesse caso o sistema hidropônico favoreceu essa redução, como também aumentou a produtividade por área utilizando a mesma quantidade de água (Campagnol et al., 2014).

Com a colheita dos frutos aos 100 DAS, a eficiência do uso de água foi de 124,44 kg m⁻³ com a solução nutritiva 116% da carga nutricional, e dose de 3,30g P (Figura 5C). Quanto a EUA no desdobramento concentração da solução nutritiva em relação às doses de fósforo (Figura 6D), verificou diferença significativa na comparação de média, com a maior EUA de 125,97 kg m⁻³ na concentração de 116% SN com a dose de 3,30g P, diferenciando estatisticamente da concentração de 100 e 133% SN. Verifica-se que o período da colheita feita aos 100 DAS, ocasionou redução na eficiência, devido o consumo hídrico da pimenta ter aumentado, ocasionando essa redução.

No estágio final do desenvolvimento da pimenta biquinho, aos 120 DAS (Figura 6E), verificou-se que a maior eficiência ($114,54 \text{ kg m}^{-3}$) foi observada nas plantas quando receberam uma solução nutritiva com 133% da carga nutricional, com a dose de 3,30g P. Ao analisar o desdobramento concentração da solução nutritiva em relação a doses de fósforo aos 120 DAS (Figura 6F) na dose de 3,3g P, verificou-se que não houve diferença significativa na comparação de média, sendo recomendada a solução com 100% SN, devido à quantidade de nutrientes ser menor em relação às outras concentrações.

Ao comparar os dados da EUA obtidos no presente estudo, com os dos autores Ahmed et al. (2014), trabalhando em ambiente protegido na China, com substrato com a cultivar de pimenta ‘Battle’ a eficiência variou de $17,85$ à $20,24 \text{ kg m}^{-3}$ para cultivar ‘Battle’ e (López-López et al., 2015), trabalhando com a irrigação da cultivar de C. chinense ‘Habanero’ no México em solos argilosos obteve uma EUA de $6,51 \text{ kg m}^{-3}$. Essa diferença se dá devido ao número de plantas por m^2 que é bem maior na hidropônica do que no cultivo convencional, como também a alta eficiência no uso de água do sistema hidropônico.



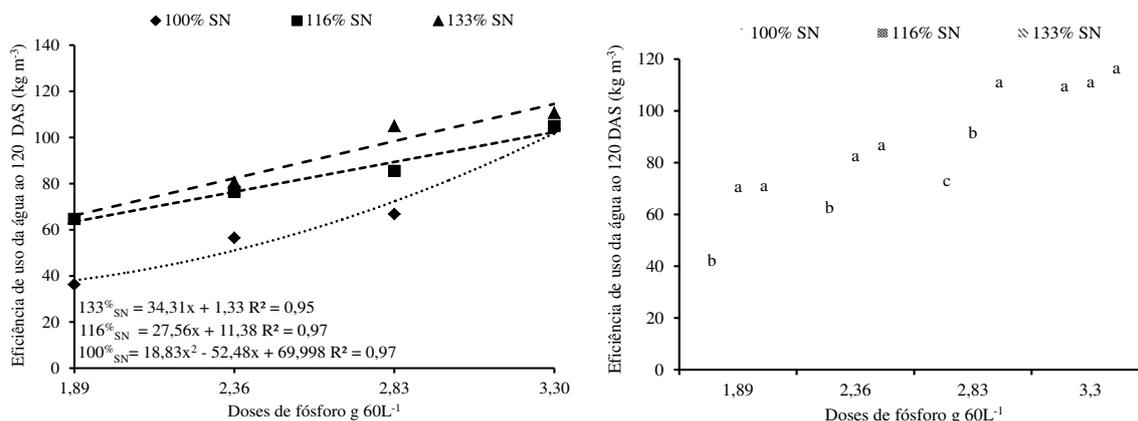


Figura 6. Eficiência de uso de água no desdobramento doses de fósforo vs concentração da solução nutritiva ao 80, 100 e 120 DAS (A, C e E), desdobramento de concentração da solução nutritiva vs doses de fósforo aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F), da pimenta biquinho.

As plantas cultivadas, aos 80DAS, na dose 3,3g P houve uma produtividade de 3,81 kg m², recebendo uma solução de 100% SN (Figura 7A), e em plantas cultivadas na mesma dose, porém, nas concentrações de 116% e 133% SN, houve uma redução de uma de 51,33 e 18,08% respectivamente. Resultados similares foram observados ao analisar o desdobramento concentração da solução nutritiva em relação às doses de P na comparação de médio (Figura 7B), onde a maior produtividade de 3,35 kg m², foi na dose de 3,30g P, na concentração de 100% da solução nutritiva.

A maior produtividade (5,82 kg m²), feita até os 100 dias, verificou na dose 3,3g P (Figura 7C), com a concentração de 116% SN. Ao comparar a produtividade obtida na concentração 116% SN em relação a 100 e 133% SN, verifica uma redução de 40,89 e 40,37% respectivamente. Verificou resultados similares na produtividade (Figura 7D) ao analisar o desdobramento concentração da solução nutritiva em relação às doses de P, que a maior produtividade de 4,88 kg m² verifica na concentração de 116%SN e na dose de 3,3g P. Conforme Filgueira (2008) estudando a cultura do tomate no sistema hidropônico, concluiu que o fósforo aumentou a produtividade e a qualidade do tomateiro, principalmente porque seu fornecimento beneficia o desenvolvimento vegetativo, a floração e a frutificação. Esse aumento da produtividade de 2,01 kg m² aos 80 aos 100DAS, nas concentrações de 100% SN em relação a 116% pode estar relacionado à exigência nutricional da pimenta biquinho que aumentou, sendo a solução com a carga nutricional de 116% influenciando na produtividade.

A

B

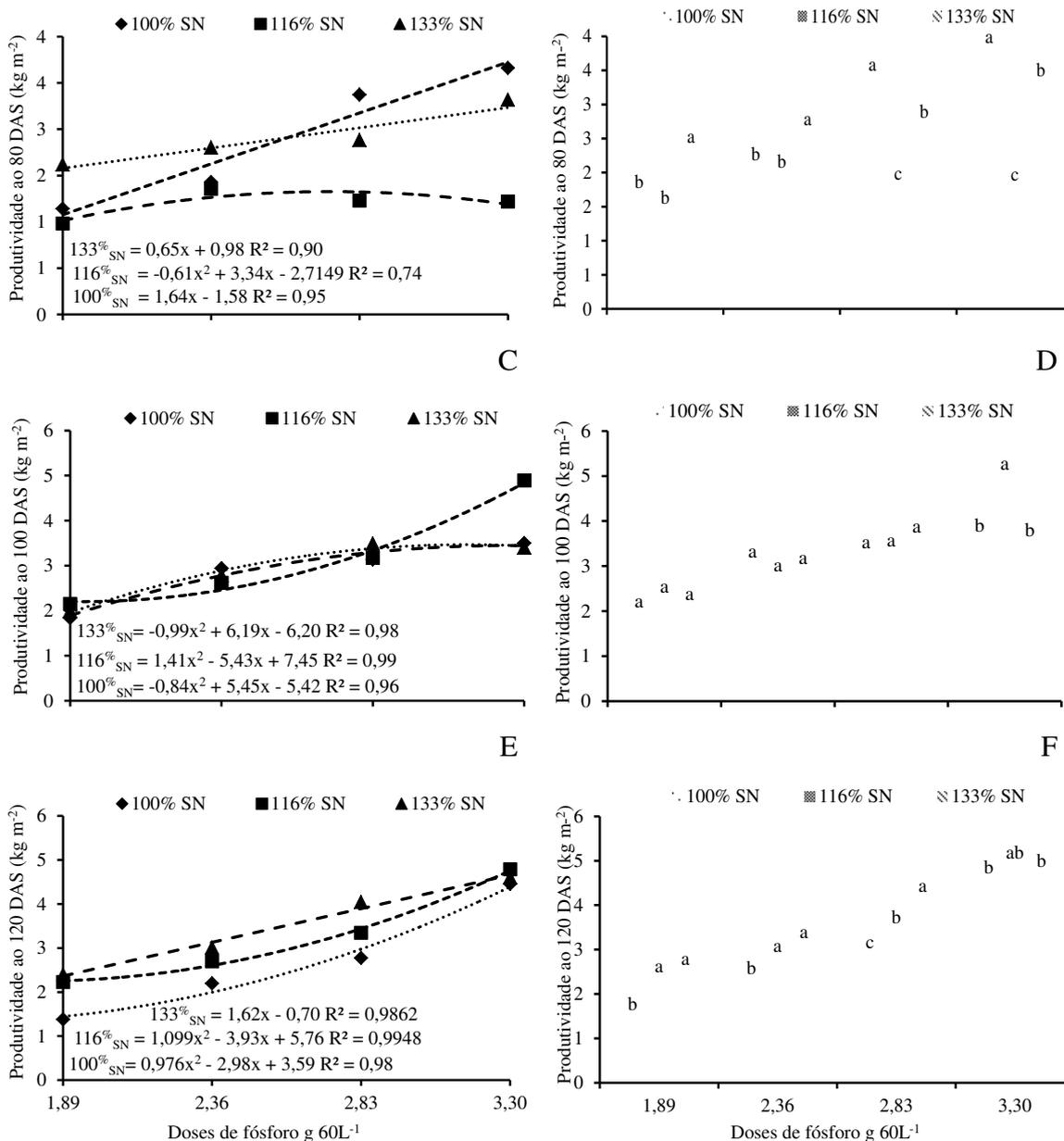


Figura 7. Produtividade da pimenta biquinho no desdobramento doses de fósforo vs concentração da solução nutritiva ao 80, 100 e 120 DAS (A, C e E), desdobramento de concentração da solução nutritiva vs doses de fósforo aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F).

Ao analisar a viabilidade da colheita até os 120 DAS (Figura 7E), verificou que a maior produtividade (4,75 kg m⁻²) foi obtida nas plantas que receberam 3,3g P com uma solução nutritiva de 116% SN da carga nutricional. Ao comparar a produtividade nas plantas obtidas com a solução de 116% SN em relação 100 e 133% SN, respectivamente, verificou redução de 7,79 e 2,10% na produtividade. Verificou também o comportamento no desdobramento da concentração da solução nutritiva em relação a doses de fósforo (Figura 7F), que as plantas que receberam 3,30g P e uma solução nutritiva com 116% da carga nutricional tiveram uma produtividade de 4,78 kg m², não diferenciando estatisticamente pelo teste de média com as plantas que

receberam 133% SN. A redução na produção dos 100 a 122 DAS de 1,07 kg m⁻² na produtividade, pode estar relacionada ao final do ciclo fisiológico, que as plantas reduzem absorção de nutrientes e assim reduz a produção.

CONCLUSÃO

A dose de 3,30 g de fósforo foi a que ocasionou a maior produção de frutos de 186,03 g por planta, o equivalente a 4,84 kg por m² e 3.797 frutos m⁻² na concentração de 116% da solução nutritiva com a colheita aos 100 DAS.

Em relação à maior eficiência do uso de água na produção de pimenta biquinho, foi encontrado com período de colheita aos 100 DAS na concentração de 116% SN com eficiência de 124,44 kg m⁻³ na dose de 3,30g de fósforo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMED, A.F.; YU, H.; YANG, X.; JIANG, W. Deficit irrigation affects growth, yield, vitamin C content, and irrigation water use efficiency of hot pepper grown in soilless culture. *HortScience*, v.49, p.722-728, 2014.
- BARBOSA, J. G.; MUNIZ, M. A.; MESQUITA, D. Z.; COTA, F. O.; BARBOSA, J. M.; MAPELI, A. M.; FINGER, F. L. Doses de solução nutritiva para fertirrigação de pimentas ornamentais cultivadas em vasos. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, v.17, n.1, p.29-36, 2011.
- BIONE, M. A. A. Cultivo hidropônico de pimenteira 'Biquinho' com águas salobras. Tese (Doutorado) o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia 2017.
- BIONE, M. A. A.; SOARES, T. M.; COVA, A. M. W.; DA SILVA PAZ, V. P.; GHEYI, H. R.; RAFAEL, M. R. S.; DAS NEVES, B. S. L. Hydroponic production of 'Biquinho' pepper with brackish water. *Agricultural Water Management*, 245, 106607, 2021.
- CAMPAGNOL, R.; ABRAHÃO, C. MELLO, S. C.; OVIEDO, V. R. S. C.; MINAMI, K. Impactos do nível de irrigação e da cobertura do solo na cultura do tomateiro. *Irriga*, v. 19, n.3, p. 345-357, 2014.
- CARVALHO, A. V.; MACIEL, R. D. A.; BECKMAN, J. C.; POLTRONIERI, M. C. Caracterização de genótipos de pimentas *Capsicum* spp. durante a maturação. *Embrapa Amazônia Oriental-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)*. 2014.

- CASTELLANE, P. D.; DE ARAUJO, J. A. C. Cultivo sem solo-hidroponia. Funep. 1995.
- CAVALCANTE, A. R. Aspectos fisiológicos e produtivos do pimentão sob estresse salino e densidade de plantas em hidroponia de baixo custo Dissertação (mestrado) em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande – Paraíba . 2018.
- CRUZ, R. I.; SILVA, G. F. D.; SILVA, Ê. F. D. F.; SOARES, H. R.; SANTOS, J. A.; SANTOS, H. R. Water yield and consumption of cauliflower plants grown in a hydroponic system using brackish waters and different flow rates1. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 25, p. 422-428, 2021.
- FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs: Sisvar. *Brazilian Journal of Biometrics*, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa, MG: Ed. Universidade Federal de Viçosa, 2008. 421 p
- FLORES, R. A.; DE ALMEIDA, T. B.; POLITI, L. S.; PRADO, M.; BARBOSA, J. C. Crescimento e desordem nutricional em pimenteira malagueta cultivada em soluções nutritivas suprimidas de macronutrientes. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.7, n.1, p.104-110, 2012.
- FURLANI, P.R. Hydroponic vegetable production in Brazil. Campinas: Instituto Agrônômico, 1999. 2p.
- FURLANI, P.R.; BOLONHEZI, D.; SILVEIRA, L.C.P.; FAQUIN, V. Nutrição mineral de hortaliças, preparo e manejo de soluções nutritivas. In: Cultivo protegido de hortaliças em solo e hidroponia. Belo Horizonte: EPAMIG, v.20, p.90-98, 1999a. (Informe Agropecuário)
- LÓPEZ-LÓPEZ, R.; INZUNZA-IBARRA, M.A.; SÁNCHEZ-COHEN, I.; FIERROÁLVAREZ, A.; SIFUENTES-IBARRA, E. Water use efficiency and productivity of habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) based on two transplanting dates. *Water Science and Technology*, v.71, p.885-891, 2015.
- MARTINEZ, H.E.P. O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisas. UFV, 1999.
- NOVAIS, F.R.; SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa: UFV, 1999.
- RAIJ, B.V. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres/Potafos, 1991. 343 p.
- RICCI, N. "Fósforo, Adensamento, Maturação e Repouso Pós-Colheita dos Frutos sobre a Produção e Qualidade das Sementes de Pimenta Jalapenho." (Dissertação de produção vegetal, Universidade do Oeste) p.49, 2012.
- SOARES, H. R.; SILVA, Ê. F. D. F.; SILVA, G. F. D.; CRUZ, A. F. D. S.; SANTOS, J. A.; ROLIM, M. M. Salinity and flow rates of nutrient solution on cauliflower biometrics in NFT hydroponic system. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 24, p. 258-265, 2020.
- SOUZA, C. D. D. S.; Silva, G. F. D.; Menezes, S. M. D.; Morais, J. E. F. D.; Santos, J. A.; Silva, A. O. D. Nutrient and inorganic solute (Na⁺ and Cl⁻) content in green

onion plants under hydroponic cultivation using brackish water. *Ciência e Agrotecnologia*, 44, e013320, p. 1-12 2020.

MACEDO, L. A.; OLIVEIRA FERREIRA, B.; FRANÇA, A. C.; SARDINHA, L. T.; LEÃO, A. F.; OLIVEIRA, L. L. Influence of the use of slow-release phosphate fertilizers on the growth and production of chili peppers. In *Colloquium Agrariae* .Vol. 17, No. 2, 2021.

MUCKLE, M. E. *Hydroponic nutrients*. Growers Press Inc, 1993. 154p.

**IV.4. Crescimento da pimenta biquinho com doses de nitrogênio e manejo da
solução nutritiva**

**Growth of biquinho pepper with nitrogen doses and nutrient solution
management**

IV.4. Crescimento da pimenta biquinho com doses de nitrogênio e manejo da solução nutritiva

RESUMO: O bom desenvolvimento da pimenta biquinho em sistema hidropônico refere-se principalmente ao manejo da solução nutritiva, devido ser a única fonte de nutrientes que as plantas receberam, no entanto a carga nutricional de todos os nutrientes deverão esta bem balanceada, e o nitrogênio por ser o elemento mais absorvido pelas as plantas, requer maior atenção. O presente estudo tem como objetivo avaliar a influência do manejo da solução nutritiva no desenvolvimento da pimenta biquinho (BRS Moema) e das doses de nitrogênio no sistema hidropônico “tipo pirâmide”. O experimento foi realizado na Universidade Federal de Campina Grande – PB, num delineamento em bloco casualizado com quatro doses (6,78; 8,98; 11,18 e 13,38 $60L^{-1}$) de nitrogênio e três manejos da solução (manejo 1: 100% da solução nutritiva na fase de crescimento, manejo 2: 50% na fase de crescimento e 50% na fase de floração e manejo 3: 33,33% na fase de crescimento, floração e frutificação) no arranjo fatorial de 4 x 3, com três repetições, totalizando 36 unidades experimentais. As variáveis analisadas foram altura de planta, diâmetro caulinar, número de folhas, área foliar, comprimento da raiz e número de ramos aos 80, 100 e 120 dias após o semeio. Conclui-se que o manejo da solução nutritiva na fase de crescimento ocasionou a maior desenvolvimento da pimenta biquinho, cultivar “BRS Moema” na combinação com 13,38g 60^{-1} de nitrogênio, nas variáveis de crescimento.

PALAVRA CHAVE: Capsicum chinense, cultivo sem solo, sistema hidropônico

Growth of biquinho pepper with nitrogen doses and nutrient solution management

Abstrac: The good development of the biquinho pepper in a hydroponic system refers mainly to the management of the nutrient solution, due to being the only source of nutrients that the plants received, however the nutritional load of all the nutrients must be well balanced, and the nitrogen for being the element most absorbed by the plants, requires greater attention. The present study aims to evaluate the influence of nutrient solution management on the development of biquinho pepper (BRS Moema) and nitrogen doses in the family hydroponic module. The experiment was carried out at the

Federal University of Campina Grande - PB, in a randomized block design with four doses (6.78; 8.98; 11.18 and 13.38 60L-1) of nitrogen and three managements of the solution (management 1: 100% of the nutrient solution in the growth phase, Management 2: 50% in the growth phase and 50% in the flowering and management phase 3: 33.33% in the growth, flowering and fruiting phase) in the factorial arrangement of 4 x 3, with three repetitions, totaling 36 experimental units. The variables analyzed were plant height, stem diameter, number of leaves, leaf area, root length and number of branches at 80, 100 and 120 days after sowing. It is concluded that the management of the nutrient solution in the growth phase caused a greater development of the biquinho pepper cultivar “BRS Moema” in combination with 13.38g 60-1 of nitrogen, in the growth variables.

Key word: Capsicum chinense, cultivo sem solo, sistema hidropônico

INTRODUÇÃO

O consumo de pimenta biquinho vem crescendo temporariamente, devido o fruto não apresentar ardências em sua composição, como também está sendo utilizada pela agroindústria, cosmético e culinário, assim aumentado a demanda pelo mercado, então, se faz necessário à utilização de um sistema, que seja mais eficiente e produtivo na produção de hortaliças frutos. Para isso, tem-se estudado o sistema conhecido como a hidroponia, cultivo sem solo, utilizada por diversos pesquisadores, estudando as principais hortaliças, tais como alface, coentro, pimentão, salsinha e cebolinha e girassol (Cavalcante et al., 2018; Freitas et al., 2017; Santos et al., 2016; Cruz et al., 2021) respectivamente, no entanto, a respeito da cultura da pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”, ainda são poucas informações relacionadas ao manejo nutricional da solução nutritiva e a exigência nutricional da adubação nitrogenada.

No sistema hidropônico “tipo pirâmide” é fundamental e determinante uma formulação de solução, que favorece o crescimento, desenvolvimento e produção das plantas, em que a concentração da solução nutritiva, como também o manejo desta solução no cultivo de hortaliças, favoreça o desenvolvimento de plantas no sistema. O manejo com a solução nutritiva, requer alguns cuidados, principalmente a respeito do acúmulo de nitrato nas plantas, pois, o consumo deste elemento em excesso pode ser prejudicial à saúde, podendo levar à formação de nitrito e causar inibição do transporte de oxigênio no sangue (Fine et al., 1977). Conforme Sheng Minghzu (1982), a maior

quantidade de nitrato consumido pela população provém do consumo de hortaliças, representando 72 a 94% do total ingerido.

A alta concentração de nutrientes na solução nutritiva, principalmente o nitrogênio, podem ocasionar muitos problemas, conforme o desenvolvimento da planta, as exigências nutricionais e hídricas, ocasionando redução no crescimento de plantas, principalmente com aumento na condutividade elétrica que pode estar alta e assim reduzir a produção. Então, se faz necessário de estratégia para reduzir a concentração dos nutrientes, já que as plantas consomem mais água do que nutrientes, tais como; aumento da intensidade luminosa, que influencia na absorção de nitrogênio, colher durante ou logo após um período de alta luminosidade, atrasar a época de colheita, utilizar cultivares com menor capacidade para acumular nitrato, reduzir as doses de nitrato aplicadas durante o ciclo ou no final do ciclo, colocar parte da adubação como amônio (Van der Boon et al., 1990; Fernandes et al., 2002), são estratégias que favorece para obter qualidade e quantidade de produção no sistema.

O nitrogênio é o nutriente mais significativo para as plantas, principalmente para cultura da pimenta biquinho, pois influencia no crescimento, desenvolvimento e produção das plantas, participando dos componentes aminoácidos e proteínas, assumindo a função estrutural e regulador osmótico no vacúolo, fazendo parte de diversos compostos orgânicos vitais para o vegetal (Blom-Zandstra, 1989). O nitrogênio é absorvido principalmente como nitrato e em menor proporção como amônio (Blom-Zandstra, 1989), e o período de alta luminosidade, como na primavera e no verão, reduz a quantidade de nitrato pela incorporação em aminoácidos e proteínas e no inverno, o nitrato se acumula no vacúolo da célula e pode atingir níveis elevados (Blom-Zandstra & Lampe, 1985).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o crescimento da pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”, com diferentes manejos da solução nutritiva e doses de nitrogênio em ambiente protegido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento, desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação) no período de agosto a novembro de 2020, na UFCG, Campina Grande – PB (7° 12' 52" de latitude Sul, 35° 54' 24" de longitude oeste com altitude média de 550m) foi realizado em sistema hidropônico. O sistema consisti de 3 estruturas formadas, cada uma delas,

por 12 tubos de PVC de 100 mm de diâmetro, 2 m de comprimento, 1,4 m de largura e 1,8 m de altura, dispostas em forma piramidal, ao nível, com joelhos nas extremidades.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizado, com 12 tratamentos, no esquema fatorial de 3x4, sendo os fatores constituídos por três manejos da solução nutritiva (Manejo 1: 100% da solução nutritiva na fase de crescimento, Manejo 2: 50% na fase de crescimento e 50% na fase de floração e Manejo 3: 33,33% na fase de crescimento, floração e frutificação respectivamente), e quatro doses (6,78; 8,98 – dose recomendada; 11,18 e 13,38 g 60L⁻¹) de nitrogênio com três repetições, totalizando 36 unidades experimentais. Em cada uma delas, no sistema hidropônico “tipo pirâmide”, havia 6 plantas.

O semeio da pimenta biquinho foi realizado em copos plásticos descartáveis com capacidade de 200 ml, perfurados nas laterais e, no fundo, preenchidos com fibra de coco, colocando em cada copo duas sementes da cultivar BRS Moema. As mudas foram irrigadas com água de chuva diariamente, pela manhã e à tarde, até os 8 dias após o semeio (DAS). Após este período os copos foram inseridos nos tubos de PVC das estruturas, por meio de aberturas com diâmetro de 60 mm, espaçadas entre planta com 30 cm entre as plantas.

A água utilizada para o preparo da solução nutritiva foi proveniente de abastecimento do município de Campina Grande – PB, coletada e armazenada em reservatório, com as seguintes características físico-químicas (Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG): pH (7,06), a CE (0,306 dS m⁻¹), o K (8,4 mg L⁻¹), o Na (26,6 mg L⁻¹), o Ca (0,41 meq L⁻¹), Cl (0,54 meq L⁻¹), HCO₃ (2,1 meq L⁻¹), e o Mg (1,91 meq L⁻¹), e a concentração da solução nutritiva utilizada no experimento foi proposto por Castellane & Araujo (1995) com macronutrientes N-NO₃⁻: 13,6; P-H₂PO₄⁻: 1,25; K⁺:6,25; Ca⁺⁺:3,96; Mg⁺⁺: 1,34; S-SO₄⁻: 1,0 Mmol L⁻¹ e de micronutrientes B: 25,2; Cu:0,5; Fe:37,0; Mn:7,6; Mo:0,7 e Zn:4,0 μmol L⁻¹.

As fontes de nutrientes utilizados no preparo da solução nutritiva foram nitrato de cálcio, nitrato de potássio, fosfato monoamônico, sulfato de potássio e sulfato de magnésio. Foi usado um Mix de micronutrientes, com 1,2% (Mg) Magnésio, 0,85 % (B) Boro, 3,4% (Fe) Ferro, 4,2% (Zn) Zinco, 3,2 % (Mn) Manganês, 0,5% (Cu), 0,06% (Mo) Molibdênio e o Mix de ferro Q48, um produto muito estável com garantia de 6% de Fe. A formulação da solução nutritiva foi baseada conforme Castellane e Araújo. (1995) para cultura da pimenta.

O manejo da solução nutritiva no cultivo da pimenta biquinho se deu através da circulação automática através de times e bombas (modelo BAV1101-05UC) com reciclagem de água e nutrientes, circulando quatro vezes ao dia, ou seja, as 6, 10, 14, 17 horas, totalizando 60 minutos por dia, com um volume inicial da solução nutritiva de 7,78 litros por planta.

Para aumentar a produção e obtenção de frutos maiores, foi realizado a poda das plantas de acordo com a recomendação de Finger et al. (2005) para a cultura do pimentão. A operação constituiu-se no corte dos ramos rentes à axila da bifurcação com o auxílio de uma tesoura. Esse procedimento foi realizado constantemente conforme o desenvolvimento das plantas certificando-se que a poda fosse realizada sempre na haste com vigor reduzida, para aumentar a disponibilidade de fotoassimilados aos frutos podendo ocasionar o incremento no tamanho e proporcionar melhora no sabor (Andriolo et al., 2000).

As variáveis de crescimento analisadas aos 80, 100 e 120 DAS, altura de plantas e comprimento da raiz foram obtidas com o auxílio de uma régua graduada; número de folhas e número de ramos foram contadas manualmente; diâmetro de caule foi obtido com o uso de um paquímetro digital. A área foliar foi estimada pela fórmula $AF = PF \times AD/PD$, onde AF é a área foliar estimada pelo método; PF é a massa fresca da folha; AD é a área conhecida do disco retirado da folha ($0,00022352 \text{ m}^2$) e PD é a massa fresca dos discos (Lucena et al., 2011).

Os resultados do experimento foram submetidos à análise de variância, comparando-se por meio de análise de regressão as doses de nitrogênio na solução nutritiva (fatores quantitativos) e por meio de teste de médias (Tukey) manejo da solução nutritiva (fatores qualitativos) ao nível de 0,05 de probabilidade, utilizando software estatístico SISVAR versão 5.6 (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica da solução nutritiva, são os principais parâmetros para analisar a qualidade da solução nutritiva, e assim, ter alta produtividade na cultura. O pH da solução durante o período de cultivo, conforme o manejo da solução e as doses de nitrogênio, se manteve, em média, no recomendado por Furlani (1997) e Fernandes et al. (2018), que indicam uma faixa de pH variando de 5,5 a 6,5. Em relação à condutividade elétrica da solução nutritiva, manteve uma faixa

próxima da CE limiar da pimenta biquinho, conforme Bione (2017), de $2,2 \text{ dS m}^{-1}$, mantenho o nível máximo da produção no sistema hidropônico.

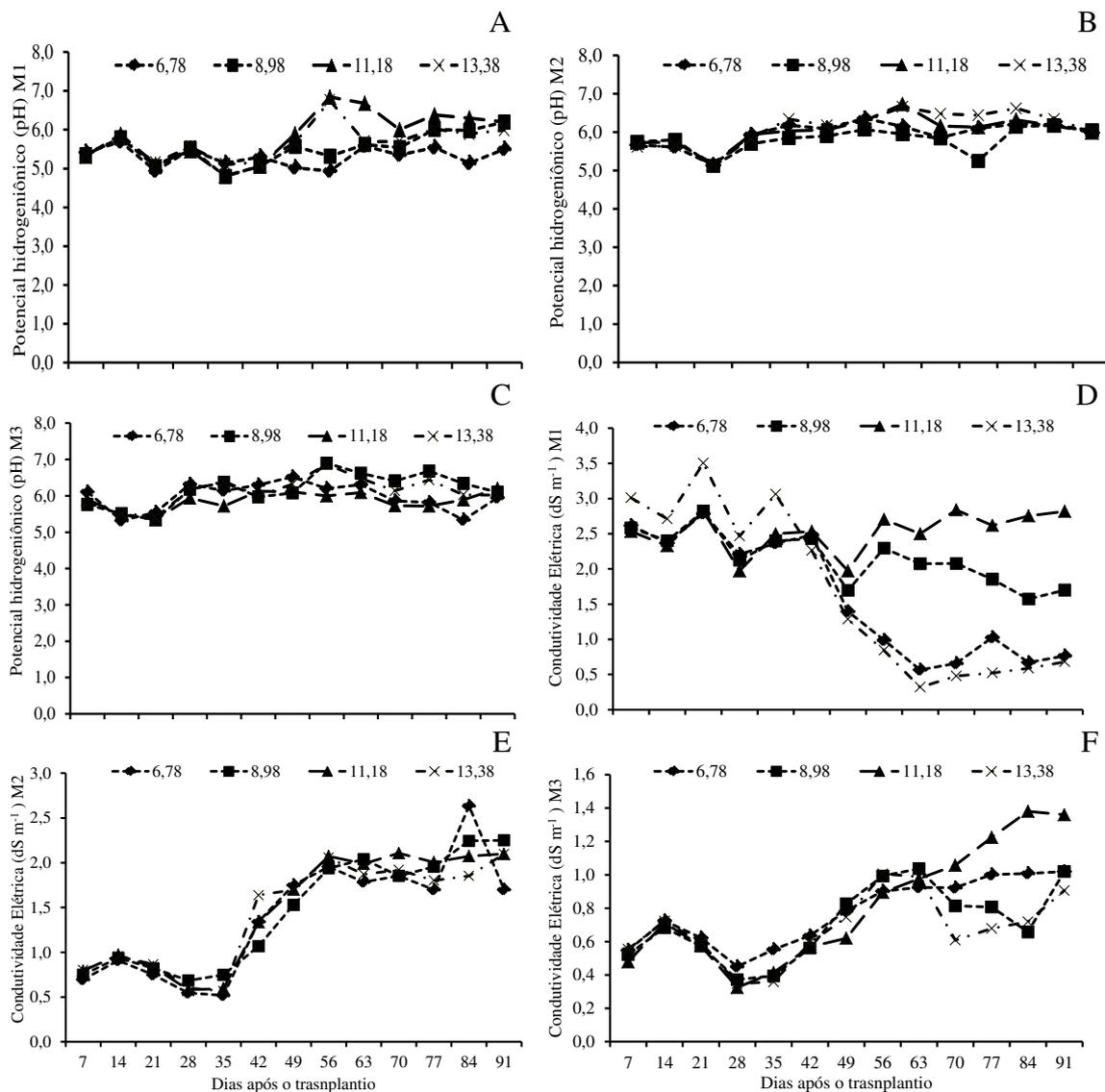


Figura 1. Potencial hidrogeniônico no M1 (A) M2 (B), M3 (C) e a condutividade elétrica no M1 (D) M2 (E), M3 (F) da pimenta biquinho durante o período de 91 dias.

Conforme análise de variância, os fatores testados ocasionaram efeito significativo ($p < 0,05$) em todas as variáveis analisadas, com exceção do efeito do manejo da solução nutritiva e do desdobramento dos fatores no comprimento das raízes aos 100 DAS (Tabela 2).

No desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva, aos 80 DAS, a altura das plantas de pimenta biquinho aumentou linearmente em função das doses de nitrogênio, atingindo a altura máxima de 87,80 cm no M1 associado à dose de $13,38 \text{ g } 60\text{L}^{-1}$. Praticamente a cada dose de nitrogênio utilizada, aumentou 7,28 cm na altura das plantas (Figura 2A). No desdobramento manejo da solução nutritiva em relação a doses de nitrogênio (Figura 2B), houve diferença

significativa pelo teste de média, com diferença do M1 em relação ao M2 e M3 em todas as doses de nitrogênio.

Tabela 1. Resumo da ANOVA para altura de planta (AP), diâmetro caulinar (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), fitomassa fresca da planta (FFP) e fitomassa seca da planta (FSP) submetido a doses de nitrogênio e manejo da solução nutritiva no crescimento da pimenta biquinho cultivar BRS Moema no sistema hidropônico “tipo pirâmide”.

FV	GL	Quadrado Médio					
		Altura da planta (cm)			Diâmetro caulinar (mm)		
		80 DAS	100 AS	120 DAS	80 DAS	100 DAS	120 DAS
Manejo (M)	2	3226,7**	2305,2**	3094,1**	18,16**	7,19**	75,9**
Nitrogênio (N)	3	1135,1**	1292,1**	2641,2**	56,28**	51,1**	52,4**
Eq. Linear	1	3303,9**	3767,5**	7778,3**	163,7**	144,0**	154,9**
Eq. Quadrática	1	15,78 ^{ns}	100,1**	108,1**	5,1**	5,78*	1,79 ^{ns}
M x N	6	44,57**	26,57*	27,47*	12,25**	7,44**	7,13**
Erro	22	8,05	8,43	8,69	0,36	0,81	0,80
CV	%	4,88	4,94	4,81	7,13	9,91	8,47
FV	GL	Número de folhas (unidade)			Área foliar (cm ²)		
		80 DAS	100 DAS	120 DAS	80 DAS	100 DAS	120 DAS
		(Manejo (M)	2	34972,2**	13456,8**	73321,7**	0,18**
Nitrogênio (N)	3	31373,5**	63232,4**	72899,3**	0,50**	1,86**	2,71**
Eq. Linear	1	91756,1**	187727,6**	217152,8**	1,45**	5,07**	7,03**
Eq. Quadrática	1	1178,8**	42,2 ^{ns}	400,0**	0,054**	0,50**	0,99**
M x N	6	9689,3**	2382,8**	8833,5**	0,028**	0,13**	0,14**
Erro	22	57,7	288,5	40,7	0,001	0,009	0,024
CV	%	4,47	8,05	2,94	8,09	16,99	23,51
FV	GL	Comprimento da raiz (cm)			Número de ramos (Unidade)		
		80 DAS	100 DAS	120 DAS	80 DAS	100 DAS	120 DAS
		Manejo (M)	2	73,09**	14,44 ^{ns}	220,28**	499,53**
Nitrogênio (N)	3	1603,7**	962,7**	2752,94**	2023,74**	1816,69**	3073,36**
Eq. Linear	1	4639,7**	2520,76**	7948,21**	5205,7**	5412,05**	129,97**
Eq. Quadrática	1	156,4**	317,07**	241,33**	693,4**	3,36 ^{ns}	530,11**
M x N	6	54,06**	24,09 ^{ns}	116,94**	262,04**	213,22**	312,38**
Erro	22	9,46	22,83	15,54	6,95	13,02	18,35
CV	%	9,04	13,77	9,10	7,12	8,13	7,09

^{GL} Grau de liberdade, ^{FV} Fator de variância, **, * significativo a 1 e 5%

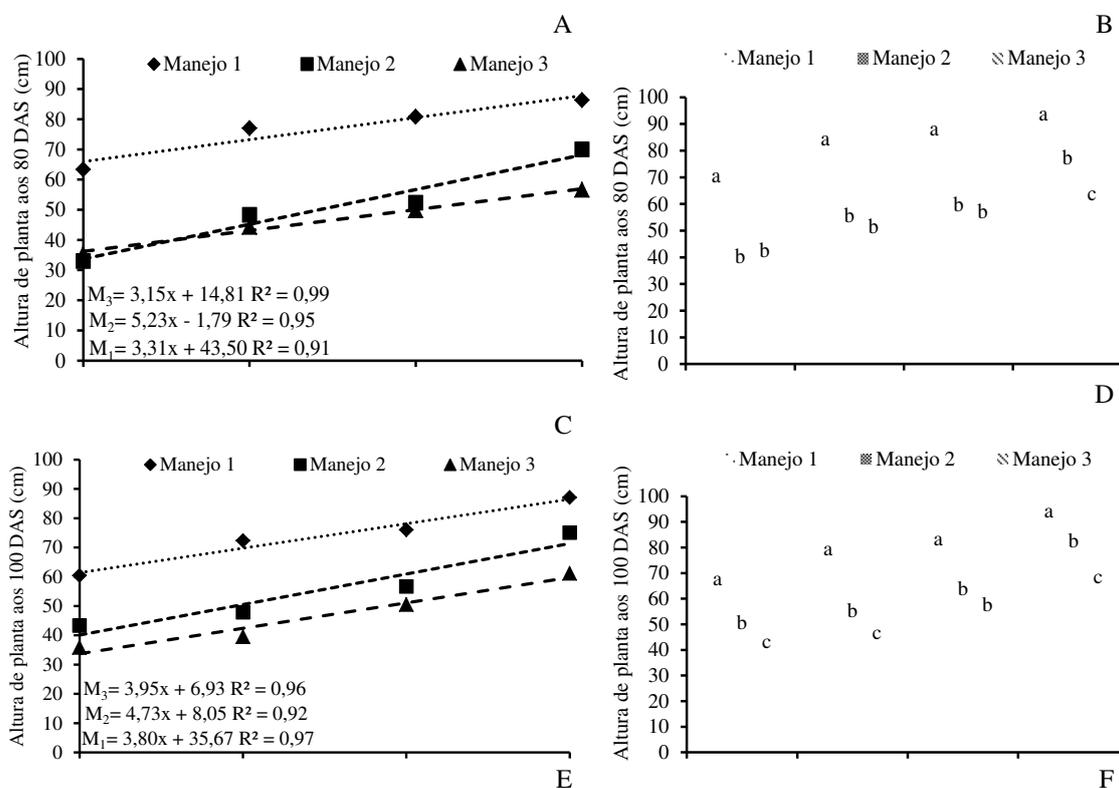
O nitrogênio também é responsável nos aspectos fisiológicos, tais como fotossíntese, respiração, desenvolvimento e atividade das raízes, que são fatores responsáveis pelo desenvolvimento da pimenta biquinho (Taiz & Zeiger, 2004), como pode ser observado no presente trabalho que a interação dos tratamentos estudados aumento na concentração de nitrogênio, ocasionou os melhores resultados na altura das plantas.

Os efeitos do nitrogênio também foram observados aos 100 DAS (Figura 2C) na altura das plantas, em que o suprimento total do nitrogênio aumentou

significativamente, conforme o desdobramento de doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução, atingindo a altura máxima de 86,48 cm, na combinação M1 e 13,38g 60L⁻¹.

Ao analisar a altura da planta no desdobramento manejo da solução nutritiva em relação a doses de nitrogênio (Figura 2D), constatou-se a maior influência de N, com altura máxima na combina de M1 e 13,38g 60L⁻¹, diferenciando estatisticamente pelo teste de média em comparação ao M2 e M3. Conforme Embrapa (2012), as plantas de pimenta biquinho (BRS Moema) apresentam altura de 60 cm a 1 m de altura, corresponde com o presente estudo.

Assim, fica estabelecido que a diferenciação na altura da planta aos 120 DAS (Figura 2E) é fortemente favorecido pelo N total na fase de crescimento, ao analisar a altura de planta no desdobramento, verificando altura máxima de 97,03 cm, na combinação M1 e doses de 13,38g 60L⁻¹, com valores abaixo para o M2 e M3. Ao analisar o desdobramento do manejo da solução nutritiva em relação a doses de nitrogênio (Figura 2F), verificou resultados superiores para altura de planta de 96,05; 81,51 e 61,83 cm, para o M1, M2 e M3, diferenciando estatisticamente pelo teste de média entre o manejo na dose com 13,38g 60L⁻¹. De acordo Silva et al. (2016) estudando a pimenta biquinho em capacidade de campo, encontrou uma altura máxima de 23 cm da pimenta.



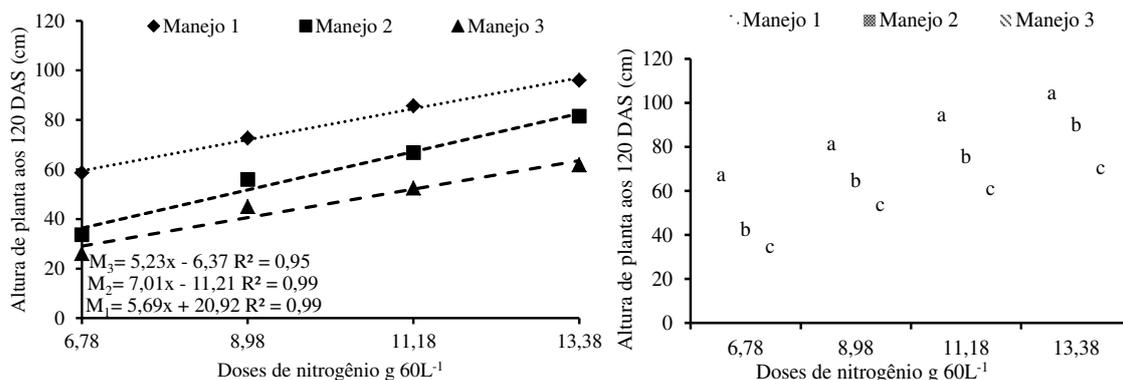


Figura 2. Desdobramento das doses de nitrogênio vs manejo da solução nutritiva para altura de planta aos 80, 100, 120 DAS (A, C e E), desdobramento da manejo da solução nutritiva vs doses de nitrogênio para altura de planta aos 80 , 100 e 120 DAS (B, D e F) para pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”

O nitrogênio foi oferecido às plantas de pimenta biquinho na forma de nitrato, ou seja, a forma mais rápida de ser absorvida pelas plantas, o qual favorece a rápida absorção de N, como também o aumento nas variáveis de crescimento. A respeito do desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva, aos 80 DAS, o maior diâmetro caulinar, 15,06mm, foi observado no manejo M1, ou seja, na fase de crescimento das plantas, com o uso de 13,38g 60L⁻¹ de N (Figura 3A). Conforme a Figura 3B, os manejos utilizados no plantio da pimenta biquinho não influenciaram no diâmetro caulinar das plantas com a aplicação de 6,78 e 8,98g 60L⁻¹, no entanto, o M1 foi superior em relação M2 e M3 no diâmetro caulinar com diferença significativa pelo teste de média.

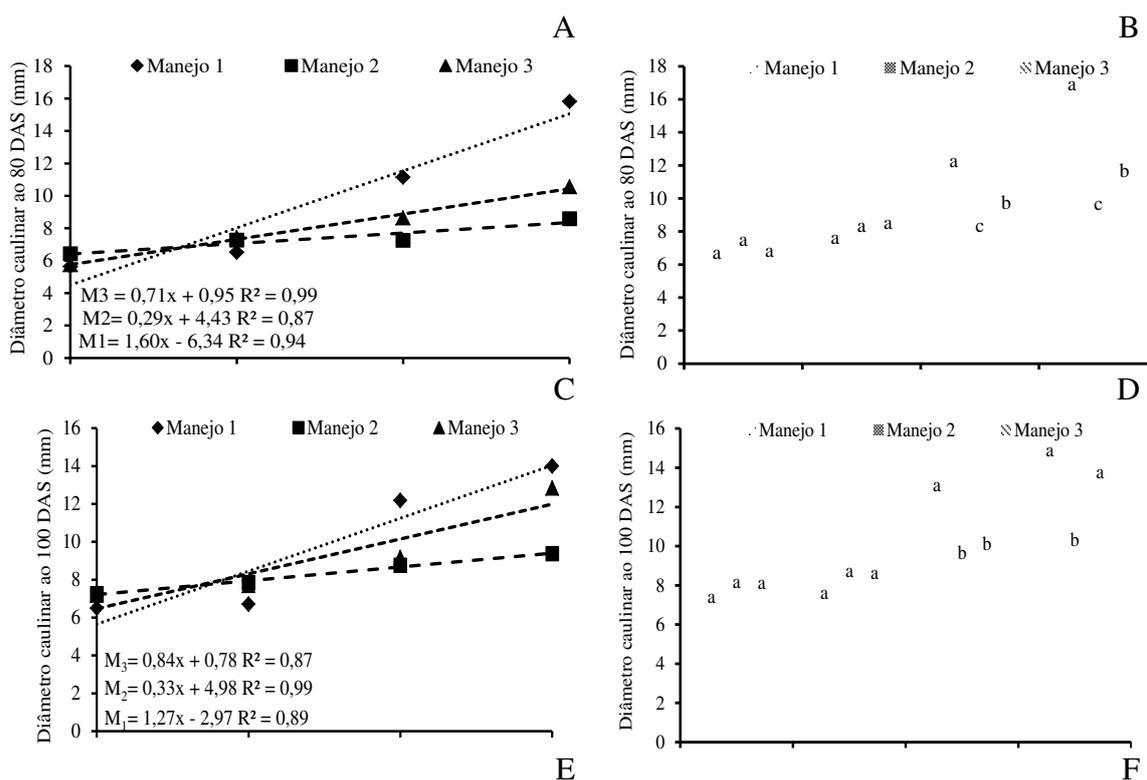
De acordo com Santos (2020), estudando a cultura da pimenta biquinho em vasos, com doses de nitrogênio, verificou que o aumento na concentração de nitrogênio no solo, ocasionou o aumento no diâmetro do caule, com o máximo 11 mm, ficando bem abaixo do encontrado no presente estudo.

Comportamento similar foi observado nas plantas de pimenta biquinho aos 100 DAS (Figura 3C), ou seja, o diâmetro caulinar destas plantas aumentou de forma crescente atingindo o maior valor de 14,04 mm na combinação de M1 e 13,38g 60L⁻¹. Ao analisar o diâmetro caulinar (Figura 3D) no desdobramento manejo da solução nutritiva em relação a doses de nitrogênio, verificou que houve diferença significativa entre os manejos apenas com as doses 11,18 e 13,38 g 60L⁻¹, apresentando o maior diâmetro de 13,99 mm no M1 com 13,38 g 60L⁻¹, não diferenciando estatisticamente do M2 e M3. Conforme Silva et al. (2016), estudando a pimenta biquinho em capacidade de campo, verificou um diâmetro de 7 mm.

Dentre as funções do nitrogênio, uma das mais importantes é a absorção iônica de outros nutrientes, como o K, o elemento mais requerido pela planta, conforme Marschner. (1995).

Aos 120 DAS, o diâmetro caulinar aumentou significativamente de forma linear no desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva (Figura 3E), com diâmetro máximo de 18,14 mm, na combina de M1 com 13,38g 60L⁻¹, solução com a maior concentração de nitrogênio.

Verificou-se também, efeito significativo no desdobramento manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio (Figura 3F) na comparação de média, com valor máximo de 17,42 mm, na combinação de M1 com 13,38g 60L⁻¹ no diâmetro do caule, diferenciando estatisticamente pelo teste de média com M2 e M3. De acordo com Fontes & Silva. (2002), concluíram que altas dosagens na aplicação de N no cultivo do tomateiro podem acarretar um aumento no estágio vegetativo da cultura, principalmente nas variáveis de crescimento.



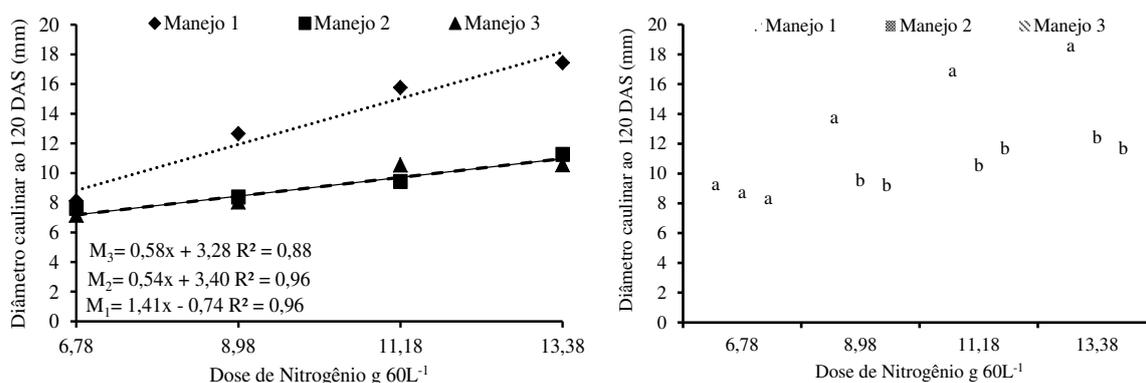


Figura 3. Desdobramento de doses de nitrogênio vs manejo da solução nutritiva para diâmetro caulinar aos 80, 100, 120 DAS (A, C e E), desdobramento da manejo da solução nutritiva vs doses de nitrogênio para diâmetro caulinar aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F) para pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”

Em relação ao efeito das doses de nitrogênio sobre o número de folhas da pimenta biquinho (Figura 4A) aos 80 DAS, foi significativo, com ajuste quadrático dos dados no desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva, com o número máximo de folha 369,57 por planta, no tratamento com M1 e a doses de 13,38g 60L⁻¹. Verifica-se também, resultados superiores no desdobramento manejo da solução em relação às doses de nitrogênio (Figura 4B), com diferença significativa no teste de média do M1 em relação a M2 e M3, com o maior número de folhas 357,67 por planta no M1 e 13,38g 60L⁻¹. Conforme Bione (2017), estudando a cultura da pimenta biquinho na dose de 11,298g 60L⁻¹ de N, verificou um número máximo de folhas de 135,68 por planta aos 30 dias após o transplântio.

Conforme Marengo & Lopes (2005), a maior concentração de N nas folhas encontra-se nos cloroplastos (70%), sendo este elemento facilmente translocado para a planta, em que favorece o desenvolvimento na planta. Verificou no desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva, com ajuste linear crescente dos dados (Figura 4C), em que o maior número de folhas de 346,66 por planta, foi observado na combinação entre os tratamentos M1 e 13,38g 60L⁻¹, com maior concentração de nitrogênio, aos 100 DAS. O efeito da maior concentração de N, na solução nutritiva foi verificado também no desdobramento do manejo da solução nutritiva em relação a doses de nitrogênio (Figura 4D), com o maior número de folhas de 341, 33 por planta no M1 e na solução com 13,38g 60L⁻¹. Conforme Wamser (2014), estudando a cultura do pimentão, com doses crescentes de N, verificou o efeito maior e mais expressivo na fase de crescimento das plantas.

Normalmente, o nitrogênio é absorvido pelas plantas na forma de íons de nitrato (NO₃⁻), a forma mais importante e abundante em torno da raiz, favorecendo todo

processo de absorção, fato este, observado no desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva (Figura 4E), em que o maior número de folhas 466,11 por planta foi observado na solução com maior teor de nitrogênio.

O efeito da concentração de N foi observado também no desdobramento manejo da solução nutritiva em relação a doses de nitrogênio (Figura 4F), em que a maior concentração de nitrogênio (M1), produziu um número máximo de folhas de 488,33 por planta. Ao fracionar a adubação da solução nutritiva, conforme as fases vegetativas da pimenta verificou redução de 61,4 e 34,35% no número de folhas por planta nos tratamentos M2 e M3, respectivamente, em comparação com M1 o que pode estar relacionada com a deficiência de nitrogênio que tem influência negativa e imediata no metabolismo de uma planta. (Castro et al., 2005).

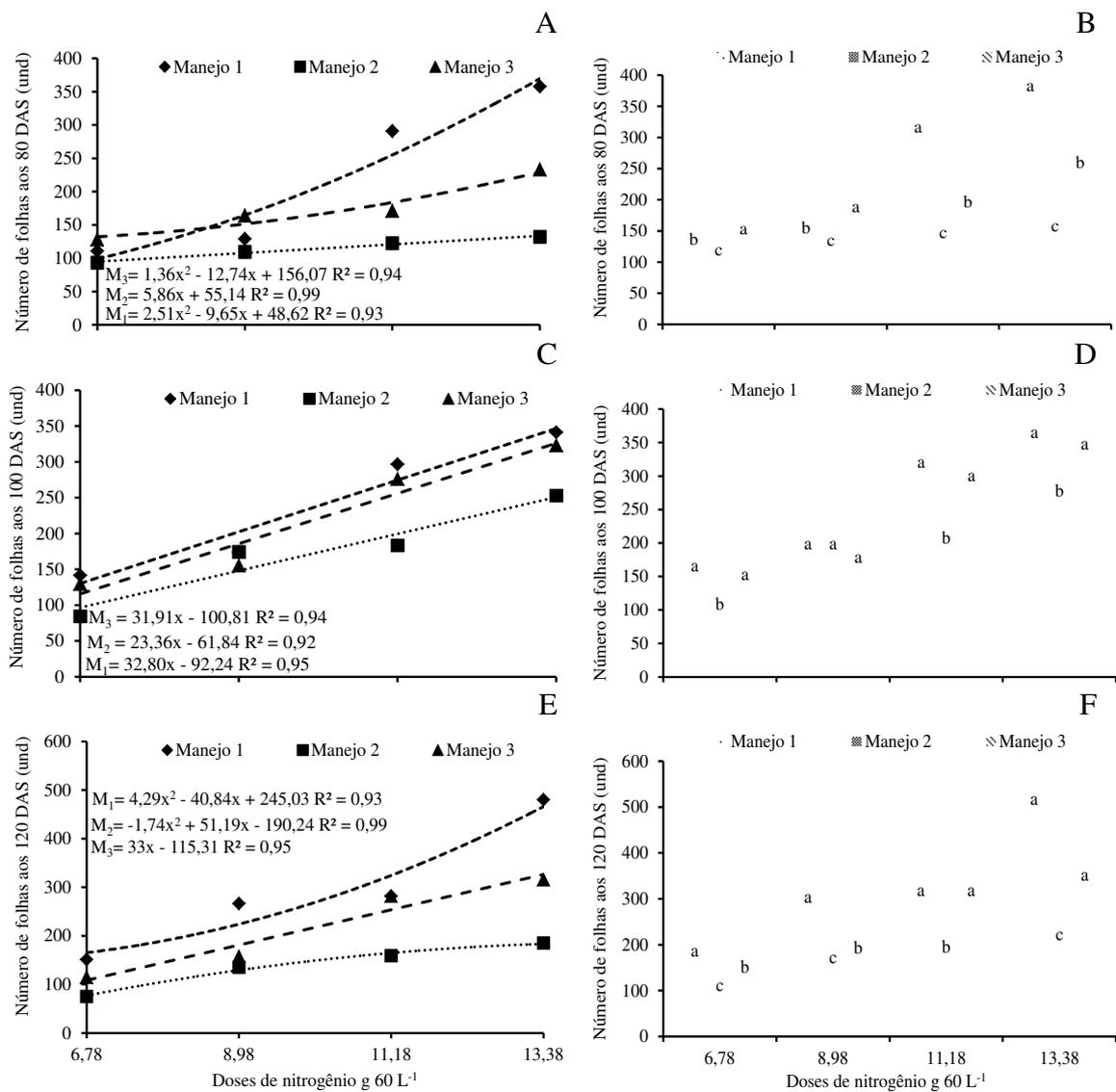


Figura 4. Desdobramento de doses de nitrogênio vs manejo da solução nutritiva para o número de folhas aos 80, 100, 120 DAS (A, C e E), desdobramento da manejo da solução nutritiva vs doses de nitrogênio para o número de folhas aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F) para pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”

O nitrogênio é um macronutriente que participa da molécula de clorofila e influencia diretamente na sua biossíntese, aumentando a eficiência do aparelho fotossintético (Taiz et al., 2017), ou seja, aumentando a área de fotossíntese das folhas. Corroborando com a presente afirmação, verificou no desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva (Figura 5A), que a maior área foliar de 0,92 m² por planta, foi verificada na solução com maior concentração de nitrogênio (M1), em que a solução foi disponibilizada em 100% no início do ciclo. O fracionamento da solução nutritiva reduziu a área foliar de 43,36 e 38,94% no M2 e M3 em comparação ao M1. Ao avaliar o desdobramento manejo da solução nutritiva em relação a doses de nitrogênio (Figura 5B), houve diferença significativa na comparação de média, em que o M1 foi superior com a maior área foliar de 0,93 m² por planta, indicando que a cultura da pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”, requer a maior concentração de nitrogênio no início do ciclo, ou seja, na fase de crescimento. Conforme Sangoi et al. (2016), a aplicação de nitrogênio deve ser feita na fase de crescimento, fase esta que a planta mais necessita deste nutriente.

Verificou na área foliar aos 100 DAS (Figura 5C), que o fracionamento da solução nutritiva em 50% na fase de crescimento e 50% na floração (M2), ocasionou a maior área foliar de 1,543 m² por planta, ocasionando uma redução de 42,77 e 29,49% no M1 e M3, em comparação ao M1. Ao observar a área foliar no desdobramento manejo da solução nutritiva em relação a doses de nitrogênio (Figura 5D), verificou-se que as plantas submetidas ao M2 e a doses de 13,38g 60L⁻¹ apresentaram uma área foliar equivalente a 1,52 m².

A redução na área foliar no M1 pode estar relacionada ao pico máximo da pimenta biquinho no sistema hidropônico, como também a disponibilidade de nutrientes para produção de frutos. Segundo Silva et al. (2019), o aumento das doses de nitrogênio em planta de pimenta biquinho, promove o aumento na alocação relativa de massa seca das folhas, e a deficiência de nitrogênio afeta a massa seca das folhas (Scheible, 2004).

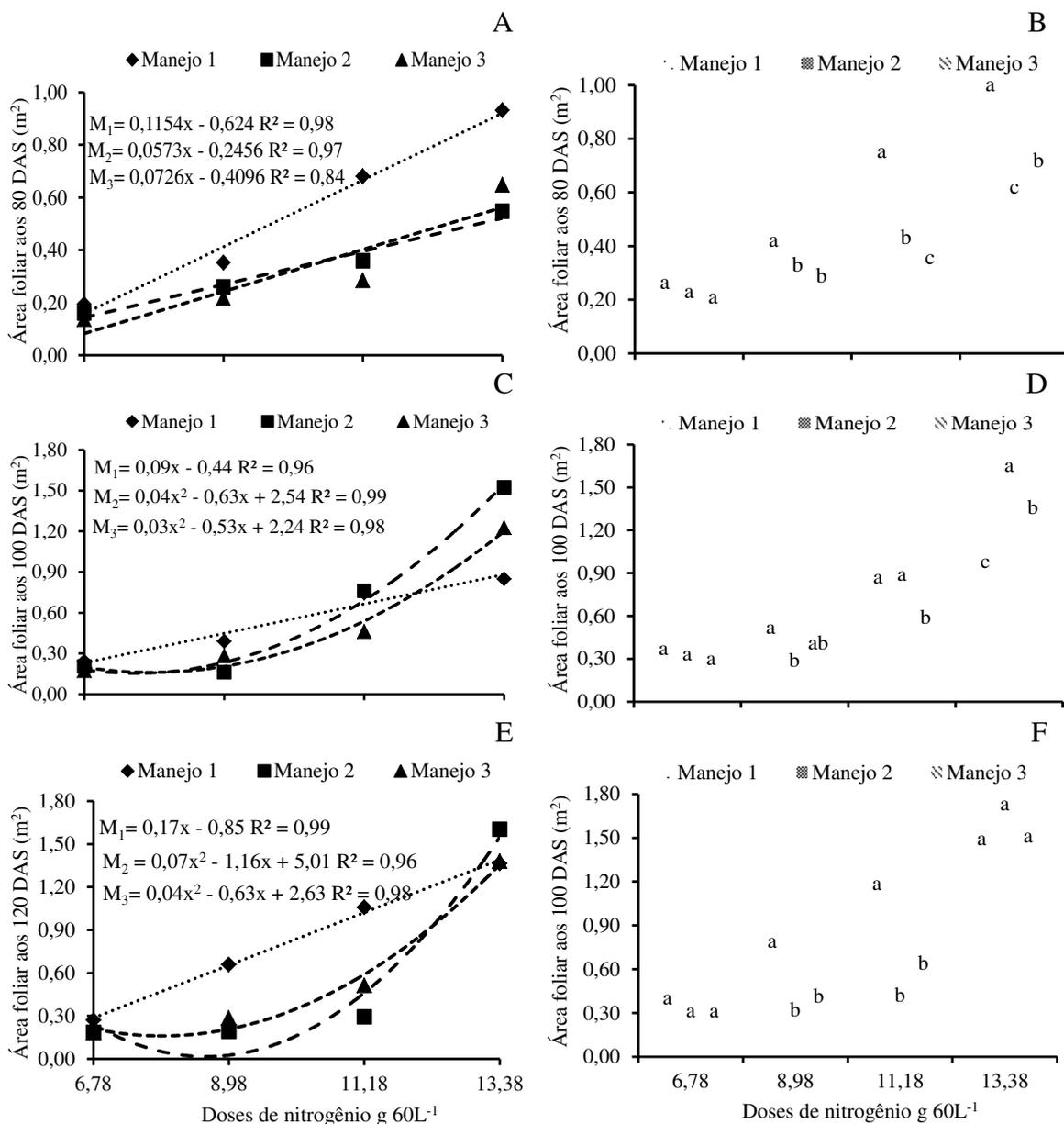


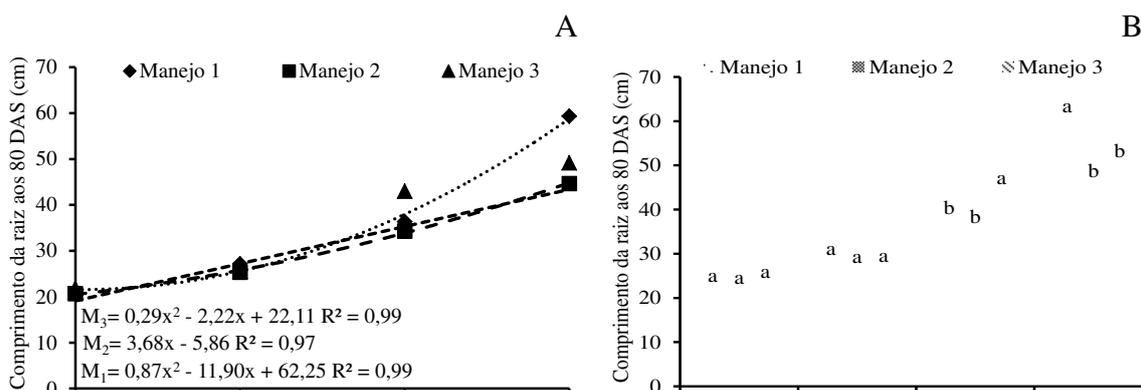
Figura 5. Desdobramento de doses de nitrogênio vs manejo da solução nutritiva para a área foliar aos 80, 100, 120 DAS (A, C e E), desdobramento da manejo da solução nutritiva vs doses de nitrogênio para a área foliar aos 80 , 100 e 120 DAS (B, D e F) para pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”.

A redução na área foliar também foi observada aos 120 DAS (Figura 5E) em que a maior área foliar de 1,541 m² por planta, foi verificada no M2 e na dose com 13,38g 60L⁻¹, ocorrendo a redução na área foliar nos tratamentos M1 e M3. Neste contexto, verificou que a redução à área foliar no tratamento M1, pode estar relacionada ao maior crescimento vegetativo da pimenta biquinho durante o ciclo, com uma área foliar de 1,36 m² e o M2 com uma área foliar de 1,60 m², não ocorrendo diferença estatística pelo teste de média (Figura 5F) entre o manejo da solução nutritiva.

Silva et al. (2019), citam que doses crescentes de nitrogênio aumentam o sistema radicular. Corroborando com a afirmação, observou nos resultados do desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva (Figura 6A) em que o maior comprimento radicular da pimenta biquinho, foi na maior concentração de nitrogênio, com o comprimento da raiz de 58,77 cm por planta. E para os M2 e M3 verificou o comprimento da raiz de 43,39 e 44,81 cm por planta, respectivamente, nas plantas que receberam 13,38g 60L⁻¹. Verificou que a influência maior no sistema radicular está no manejo da solução nutritiva, em que a alta disponibilidade de nutrientes no início do ciclo, ocasionou o aumento no sistema radicular.

No desdobramento manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio aos 80 DAS (Figura 6B), verificou que a solução nutritiva com 100% da carga nutricional na fase de crescimento (M1), ocasionou o maior comprimento sistema radicular de 59,33 cm por planta, com diferença significativa pelo teste de média em comparação ao fracionamento no M2 e M3, com valores para comprimento da raiz de 44,66 e 49,17 cm por planta. Para analisar os efeitos positivos do nitrogênio no fator isolado, para o comprimento da raiz aos 100 DAS (Figura 6C), verificou que o comprimento máximo da raiz de 48,89 cm, foi observado nas plantas que receberam uma dose de 13,38g 60L⁻¹. Conforme Majdi et al. (2012), estudando a pimentão verde no sistema hidropônico, verificaram um comprimento de 33,96 cm da raiz.

No desdobramento manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio, verificou diferença significativa pelo teste de média com valores médios no comprimento da raiz de 78,83 cm no M3. Ao analisar o comprimento da raiz aos 120 DAS (Figura 6E) no desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva, verificou que o fracionamento em 50% na fase de crescimento e floração (M2) ocasionou comprimento máximo de 77,82 cm por planta na solução com 13,38g 60L⁻¹, com redução no M1 e M3.



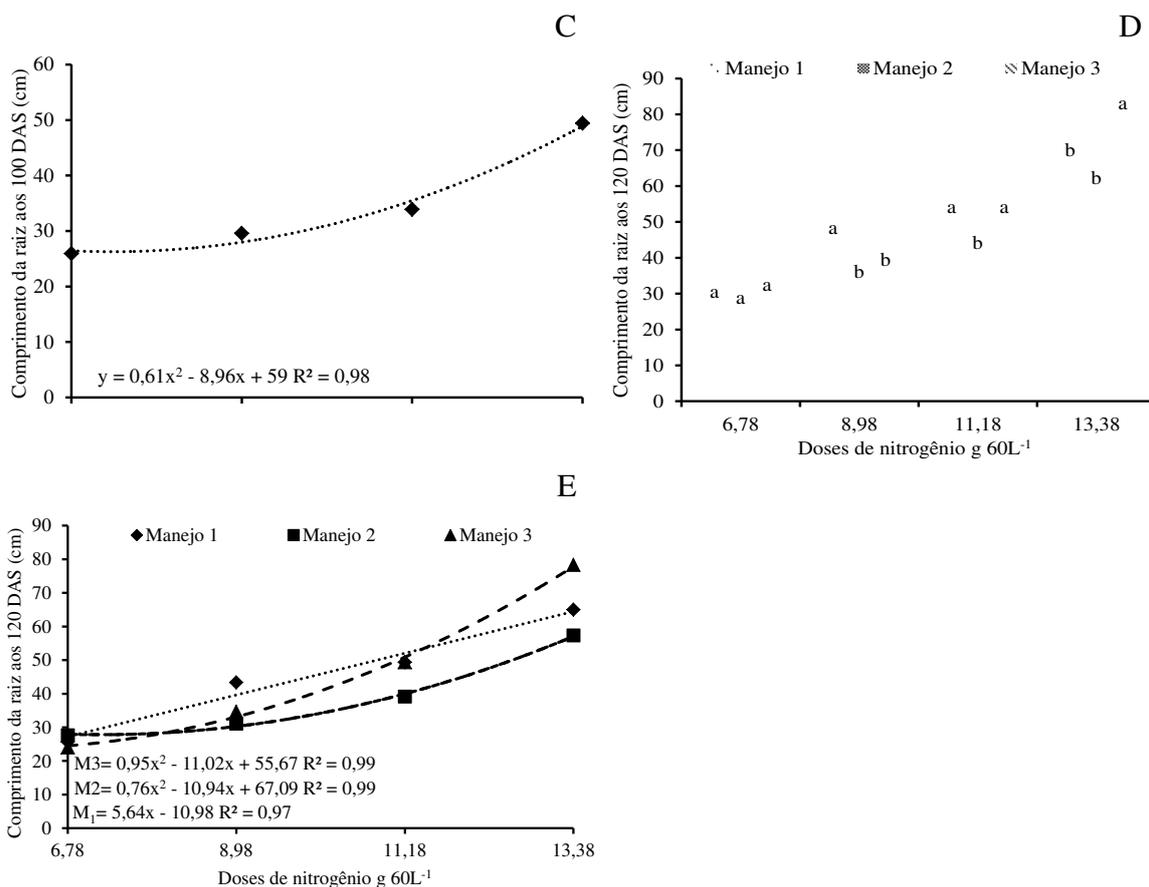


Figura 6. Desdobramento de doses de nitrogênio vs manejo da solução nutritiva para o comprimento da raiz aos 80 e 120 DAS (A e E), e no fator isolado doses de nitrogênio para comprimento da raiz aos 100 DAS (C), desdobramento da manejo da solução nutritiva vs doses de nitrogênio para o comprimento da raiz aos 80 e 120 DAS (B e D) para pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”.

A poda nos ramos da pimenta biquinho é um dos principais manejos para o aumento na produção de frutos, e deixar apenas os mais vegetativos e reprodutivos, que assim produz mais flores e frutos por ramos (Sediyama et al., 2009). Resultado este verificado no presente estudo, ao avaliar o número de ramos no desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva (Figura 7A), em que o maior número de ramos produtivos de 74,64 por planta, foi observado no tratamento M1 e 13,38g 60L⁻¹, teoricamente, será a planta com o maior número de frutos. Observou também, efeito significativo no desdobramento manejo da solução com doses de nitrogênio (Figura 7B) para o M1 em comparação ao M2 e M3, com número máximo de ramos produtivo de 77 ramos por planta. A poda visa aperfeiçoar as condições de cultivo e obtenção de maior qualidade comercial, estimulando a formação de ramos novos, assegurando, também, uma boa distribuição das gemas (Ikinci et al., 2014). A maior concentração de nitrogênio estimulou a maior ramificação, influenciando diretamente na produção de frutos, corroborando Sediyama et al. (2009), que o manejo

da planta com maior número de ramos pode levar à produção de maior quantidade de frutos.

No desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução para o número de ramos, aos 100 DAS (Figura 7C), foi observado valores máximos de 80,26 ramos por planta, indicando assim um aumento na produção, que, cada ramo é composto por cachos de frutos de pimenta, e a redução no número de ramos no M2 e M3, também ocorreu redução na produção final. Efeito significativo foi verificado no desdobramento manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio (Figura 7D), em que o número máximo de ramos de 86,66 ramos por planta, se deu através da maior concentração de nitrogênio na solução nutritiva.

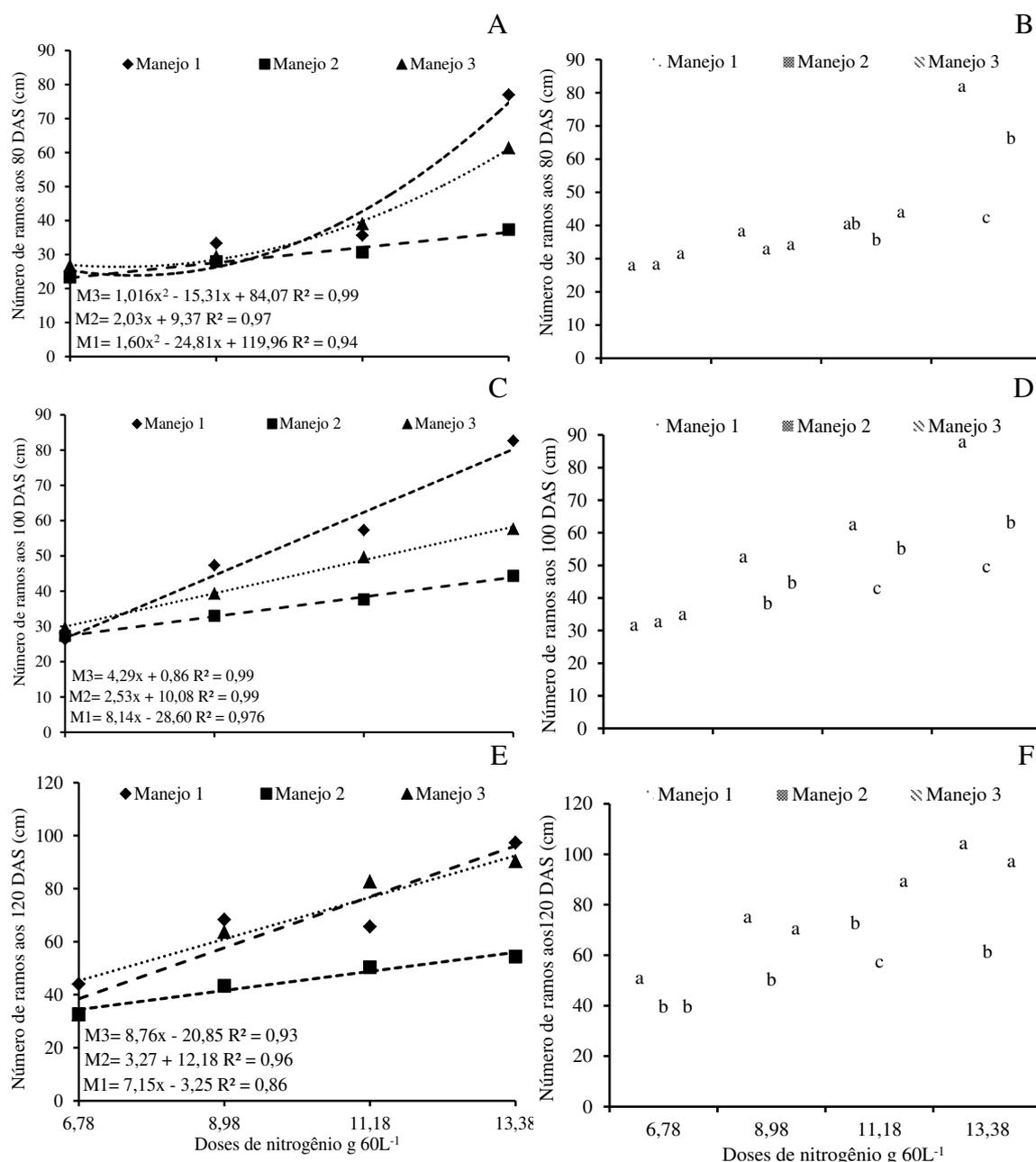


Figura 7. Desdobramento de doses de nitrogênio vs manejo da solução nutritiva para o

número de ramos aos 80, 100, 120 DAS (A, C e E), desdobramento da manejo da solução nutritiva vs doses de nitrogênio para o número de ramos aos 80 , 100 e 120 DAS (B, D e F) para pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”.

Comportamento similar também ocorreu no número de ramos aos 120 DAS (Figura 8E), com as doses crescentes de nitrogênio que ocasionaram um aumento de 13,17% no número de ramos, ao comparar ao 100DAS, com o máximo de ramos de 92,43 por planta na combinação M1 e a doses de 13,38g 60L⁻¹. Essa combinação é confirmada ao analisar também o desdobramento manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio (Figura 8F), com o número máximo de ramos 97,33 ramos por planta no M1 e dose de 13,38g 60L⁻¹, não diferenciando estatisticamente pelo teste de média do M3. O número de ramos esta diretamente ligada à produção conforme Carvalho & Bianchetti (2008) em que um ramo jovem sempre termina em uma ou várias flores.

CONCLUSÃO

A combinação de 13,38g 60L⁻¹ com o manejo da solução com 100% da carga nutricional no início do ciclo obteve uma altura máxima de 97,08 cm, diâmetro do caule de 18,14 mm, área foliar de 1,54m², número de folhas de 466,1 por planta e o número de ramos de 92,46 por planta, concluído que essa combinação de tratamento o recomendado para o cultivo da pimenta biquinho no sistema hidropônico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRIOLO J. L.; FALCÃO L. L. Efeito da poda de folhas sobre a acumulação de matéria seca e sua repartição para os frutos do tomateiro cultivado em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria v. 8, p. 75-83, 2000.
- BIONE, M. A. A. Cultivo hidropônico de pimenteira ‘Biquinho’ com águas salobras. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia 135f. 2017
- BLOM-ZANDSTRA M. Nitrate accumulation in vegetable its relationship to quality. *Annals of Applied Biology*, v. 115, p. 553- 561, 1989.
- CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B. Botânica e recursos genéticos. In: RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C. de; HENZ, G. P.;

- REIFSCHNEIDER, F. J. B. Pimentas Capsicum. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. Cap 5. p. 39-54.
- CASTRO, P. R. C.; KLUGE, A.; PERES, L. E. P. Manual de fisiologia vegetal. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 2005. 650 p.
- CAVALCANTE, A. R.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; FURTADO, G. F. ; CHAVES, L. H. G. . Gas exchanges and photochemical efficiency of hydroponic bell pepper under salinity and plant density. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 23, p. 3-8-8, 2018.
- CRUZ, RUANA I. F.; SILVA, GERÔNIMO F. DA; SILVA, ÊNIO F. DE F. E ; SOARES, HAMMADY R. E ; SANTOS JÚNIOR, JOSÉ A.; SANTOS, HUGO R. B. . Water yield and consumption of cauliflower plants grown in a hydroponic system using brackish waters and different flow rates. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 25, p. 422-428, 2021.
- EMBRAPA, agência de informação da Embrapa. Pré-produção, característica, cultivares Capsicum chinesa, 2012. Disponível em <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/pimenta/arvore/CONT000gn0frh1202wx5ok0liq1mqt5bf5ht.html>. Acesso em; 18 de Março de 2022.
- FERNANDES, A. A.; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, P. R. G.; FONSECA, M. C. M. Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface em hidroponia, em função de fontes de nutrientes. Horticultura Brasileira, v. 2, p. 195-200, 2002.
- FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R. de.; SANTOS, L. A. Nutrição Mineral de Plantas. 2. Ed, 670 p. Viçosa, MG: UFV, 2018.
- FINE, D.H.; ROSS, D.; ROUNBEHLER; D.P.; SILVERGLEID, A.; SONG, L. Formation in vivo of volatil N-nitrosamines in man after ingestion of cooked bacon and spinach. Nature, v. 265, p. 753-755, 1977.
- FINGER, F. L.; SILVA, D. J. H. Cultura de pimentas e pimentões. In: FONTES, P. C. R. (Org). Olericultura: teoria e prática. Viçosa: UFV, 2005. 43p.
- FURLANI, P. R. Instruções para Cultivo de Hortaliças de Folhas pela técnica de hidroponia NFT. Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, n.168, 30p. 1997.
- HORTICERES SEMENTES. Pimenta Biquinho. Disponível em: <http://www.horticeres.com.br/produtos/solanaceas/pimenta/pimenta-biquinho>. Acesso em 07 de abril de 2021.

- IKINCI, A.; KUDEN, A.; BEKIR, E. A. Effects of summer and dormant pruning time on the vegetative growth, yield, fruit quality and carbohydrate contents of two peach cultivars. *African Journal of Biotechnology, Kenya*, v. 13, n.1, p. 84-90, 2014.
- LUCENA, R. R. M.; DE VASCONCELOS BATISTA, T. M.; DOMBROSKI, J. L. D.; LOPES, W. D. A. R.; DE OLIVEIRA RODRIGUES, G. S. Medição de área foliar de aceroleira. *Revista Caatinga*, v. 24, n. 2, p.40-45, 2011.
- MAJDI, Y.; AHMADIZADEH, M.; EBRAHIMI, R. Effect of different substrates on growth indices and yield of green peppers at hydroponic cultivate. *Current Research Journal of Biological Sciences*, v. 4, n. 4, p.496-499, 2012
- MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. *Fisiologia Vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral*. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005, 451 p.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. London: Ed. Academic Press. (2° ed.), 1995. 674p.
- SANGOI, L.; SILVA, P.R.F.; PAGLIARINI, N.H.F. *Estratégias de manejo da adubação nitrogenada em milho na região sul do Brasil*. Lages-SC: Graphel; 2016.
- SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, HANS R.; CAVALCANTE, A. R.; DIAS, N. S.; MEDEIROS, S. S. Produção e pós-colheita de flores de girassóis sob estresse salino em hidroponia de baixo custo. *Engenharia Agrícola (Online)*, v. 36, p. 420-432, 2016.
- SANTOS, C. L. M. *Crescimento e produção da pimenta biquinho submetida a doses de nitrogênio e conteúdos de água do solo*. Tese (Doutorado) no programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, na Universidade Federal de Campina Grande – Paraíba, 55f , 2020.
- SCHEIBLE, W. R.; MORCUENDE, R.; CZECHOWSKI, T.; FRITZ, C.; OSUNA, D.; PALACIOS-ROJAS, N.; STITT, M. Genome-wide reprogramming of primary and secondary metabolism, protein synthesis, cellular growth processes, and the regulatory infrastructure of *Arabidopsis* in response to nitrogen. *Plant physiology*, v. 136, n. 1, p. 2483-2499, 2004.
- SEDIYAMA, M. A. N.; VIDIGAL, S. M.; SALGADO, L. T. *Rendimento de pimentão em função de adubação orgânica e mineral*. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 27, n.3, p. 294-299, 2009.
- SEDIYAMA, T. (Org.). *Tecnologias de produção e usos da soja*. Londrina, Paraná: Mecenias, 2009. 314 p.

- SHENG MINGZHU. Study of the accumulation and content of nitrate in vegetable crops. *Sica Horticulture* 11: 257-262, 1982.
- SILVA, L.A.; CONDORI-APFATA, J.A.; MARCELINO, M.M.; TAVARES, A.C.A.; RAIMUNDI, S.C.J.; MARTINO, P.B.; ARAÚJO, W.L.; ZSÖGÖN, A.; SULPICE, R.; NUNES-NESE, A. Nitrogen differentially modulates photosynthesis, carbon allocation and yield related traits in two contrasting *Capsicum chinense* cultivars. *Plant Science*, v.283, n. 1, p. 224-237, 2019.
- SILVA, V. F.; DE LIMA, V. L. A.; NASCIMENTO, E. C.; DE ANDRADE, L. O.; OLIVEIRA, H.; FERREIRA, A. C. Effect of different irrigation levels with different qualities of water and organic substrates on cultivation of pepper. *African Journal of Agricultural Research*, v. 11, n. 15, p.1373-1380, 2016.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, p.719.2004.
- VAN DER BOON, J.; STEENHUIZEN, J.W.; STEINGROVER, E.G. Growth and nitrate concentration of lettuce as affected by chloride concentration, NH_4/NO_3 rate and temperature of the recirculating nutrient solution. *Journal of Horticultural Science*, v. 65, p. 309-321, 1990.
- WAMSER, A. F. Concentrações de nitrogênio e potássio na solução nutritiva do pimentão cultivado em substrato sem drenagem. Tese (doutorado) em ciências agrárias Jaboticabal, 82f, 2014.

**Produção de fitomassa da pimenta biquinho com doses de nitrogênio
e manejo da solução nutritiva**

**Phytomass production of biquinho pepper with nitrogen doses and nutrient
solution management**

IV.5. Produção de fitomassa da pimenta biquinho com doses de nitrogênio e manejo da solução nutritiva

RESUMO: O cultivo hidropônico, é uma técnica no qual pode-se obter a maior produtividade e melhoria no controle de diversos fatores durante o ciclo produtivo, principalmente no manejo da solução nutritiva e na adubação nitrogenada, sendo esses dois fatores primordiais na produção de fitomassa da pimenta biquinho. Nesse sentido, objetivou-se avaliar as influências da adubação nitrogenada e manejo da solução nutritiva nas diferentes fases da pimenta biquinho na produção de fitomassa seca e fresca da planta no sistema hidropônico. O experimento foi realizado na Universidade Federal de Campina Grande – PB, num delineamento em bloco casualizado com quatro doses (6,78; 8,98; 11,18 e 13,38 $60L^{-1}$) de nitrogênio e três manejos da solução (manejo 1: 100% da solução nutritiva na fase de crescimento, Manejo 2: 50% na fase de crescimento e 50% na fase de floração e manejo 3: 33,33% na fase de crescimento, floração e frutificação) no arranjo fatorial de 4 x 3, com três repetições, totalizando 36 unidades experimentais. As variáveis analisadas foram fitomassa fresca e seca do caule, raiz e folhas aos 80, 100 e 120 dias após o semeio. Conclui-se que o manejo da solução nutritiva nas três fases da pimenta biquinho, crescimento, floração e frutificação, ocasionou a maior produção de fitomassa seca e fresca nas plantas de pimenta biquinho variedade “BRS Moema” na combinação com 13,38g 60^{-1} de nitrogênio. A redução na fitomassa seca e fresca da pimenta biquinho aos 120 dias após o semeio, está relacionado ao final do ciclo, no qual as plantas direcionam todos seus nutrientes para produção de frutos.

PALAVRA CHAVE: Carga nutricional, *Capsicum chinense*, sistema hidropônico “tipo pirâmide”.

Phytomass production of biquinho pepper with nitrogen doses and nutrient solution management

ABSTRAC: Hydroponic cultivation is a technique in which greater productivity and improvement in the control of several factors during the production cycle can be obtained, especially in the management of the nutrient solution and nitrogen

fertilization, these two factors being essential in the production of pepper phytomass. In this sense, the objective was to evaluate the influences of nitrogen fertilization and nutrient solution management in the different phases of biquinho pepper on the production of dry and fresh phytomass of the plant in the hydroponic system. The experiment was carried out at the Federal University of Campina Grande - PB, in a randomized block design with four doses (6.78; 8.98; 11.18 and 13.38 $60L^{-1}$) of nitrogen and three managements of the solution (management 1: 100% of the nutrient solution in the growth phase, Management 2: 50% in the growth phase and 50% in the flowering and management phase 3: 33.33% in the growth, flowering and fruiting phase) in the factorial arrangement of 4 x 3, with three repetitions, totaling 36 experimental units. The variables analyzed were fresh and dry phytomass of stem, root and leaves at 80, 100 and 120 days after sowing. It is concluded that the management of the nutrient solution in the three phases of biquinho pepper, growth, flowering and fruiting, caused the highest production of dry and fresh phytomass in plants of biquinho pepper variety "BRS Moema" in combination with 13.38g 60^{-1} of nitrogen. The reduction in dry and fresh phytomass of biquinho pepper at 120 days after sowing is related to the end of the cycle, in which the plant directs all its nutrients to fruit production.

KEY WORD: Nutritional load, Chinese capsicum, "pyramid-like" hydroponic system.

INTRODUÇÃO

O cultivo da pimenta biquinho no sistema hidropônico (*Capsicum chinense*) é uma alternativa de grande importância sócio econômica para os pequenos produtores, que buscam elevada produtividade, aceitação pelo mercado, bom retorno financeiro e com baixo custo no investimento, e para isso o sistema hidropônico favorece, devido as suas vantagens em comparação ao cultivo convencional, em que a produção em pequenas áreas, uso eficiência de água e nutrientes (Rufino & Penteado, 2006; Caixeta et al., 2014, Alves et al., 2016). A cultura da pimenta biquinho de acordo com Lopes & Stripari (1998) é muito sensível à irregularidade das chuvas, altas temperaturas, e assim, é fundamental a utilização do cultivo em ambiente, como também do sistema hidropônico, que já está consolidada com alta eficiência, baixo consumo hídrico e nutricional, fácil o controle de pragas, doenças e plantas daninhas, reduzindo assim os custos com manejo da cultura no sistema. Porém, ainda não existem

recomendações para a cultura da pimenta biquinho em relação ao manejo da solução nutritiva e adubação nitrogenada no sistema hidropônico.

Pimenta biquinho (*Capsicum chinense*) possuem hábito de crescimento ereto (vertical), e sistema radicular pivotante. As folhas podem chegar a 6 centímetros de comprimento e 4 centímetros de largura, com altura das plantas podendo atingir entre 0,45 a 0,76 metros de altura, dependendo das condições ambientais de cultivo (Dewitt & Bosland, 2009). A planta possui flores que contém corolas brancas, e são hermafroditas, conforme Heinrich (2013) e os frutos obtêm uma coloração verde quando imaturos, e de cores salmão, laranja, amarela, vermelha, marrom ou branca quando maduros, apresentando de 2 a 6 frutos por nó (Casali & Couto, 1984).

Então, o manejo da cultura no sistema, seja com a solução nutritiva e/ou com adubação nitrogenada é de suma importância; devido os elementos da solução nutritiva, principalmente o nitrogênio está diretamente ligado a fitomassa fresca da planta, por alterar a distribuição dos assimilados entre a parte vegetativa e reprodutiva, além disso, é um dos nutrientes mais absorvido pela planta, influenciando no crescimento e desenvolvimento da planta (Souza et al., 2015). A deficiência de nitrogênio pode ocasionar a redução na capacidade de desenvolvimento e fitomassa fresca das plantas, murchamento nas folhas jovens e provocar o amarelecimento imaturo das folhas mais velhas e o excesso provoca abortamento das flores e atraso na maturação (Campos et al., 2008).

O manejo com a solução nutritiva é de fundamental para o crescimento das plantas; se manuseada de forma errada ocasiona redução na produção de fitomassa fresca da planta, desta forma, muitos cultivos hidropônico são submetidos à perda excessiva na produção ocasionando, na maioria das vezes, ao fracasso, devido ao desconhecimento com o manejo na solução nutritiva (Furlani et al., 1999). A maioria das plantas se adapta a diferentes soluções, já que a absorção ocorre através sistema radicular é seletiva. No entanto, alguns pontos devem ser considerados para a solução, como a condutividade elétrica e pH, para não influenciar na absorção. Por isso estes fatores devem ser monitorados diariamente (Martinez, 2002) com reposição de água de abastecimento quando necessário o ajuste da condutividade elétrica e pH da solução nutritiva. Outro fator importante é a quantidade de nutrientes que compõe a solução nutritiva, para evitar a precipitações de compostos insolúveis. Assim, com essas observações, pode-se obter alta produtividade das culturas, com baixo custo e um maior aproveitamento nos aspectos nutricionais e hídricos (Santos Júnior et al., 2015)

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência do manejo da solução nutritiva no ciclo da pimenta biquinho e doses de nitrogênio na produção de fitomassa fresca e seca da planta em ambiente protegido no sistema hidropônico “tipo pirâmide”.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento, desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação) no período de agosto a novembro de 2020, na UFCG, Campina Grande – PB (7° 12' 52" de latitude Sul, 35° 54' 24" de longitude oeste com altitude média de 550m) foi realizado em sistema hidropônico. Este sistema consistiu de 3 estruturas formadas, cada uma delas, por 12 tubos de PVC de 100 mm de diâmetro, 2 m de comprimento, 1,4 m de largura e 1,8 m de altura, dispostas em forma piramidal, ao nível, com joelhos nas extremidades.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizado, com 12 tratamentos, no esquema fatorial de 3x4, sendo os fatores constituídos por três manejos da solução nutritiva (Manejo 1: 100% da solução nutritiva na fase de crescimento, Manejo 2: 50% na fase de crescimento e 50% na fase de floração e Manejo 3: 33,33% na fase de crescimento, floração e frutificação respectivamente), e quatro doses (6,78; 8,98; 11,18 e 13,38 $60L^{-1}$) de nitrogênio com três repetições, totalizando 36 unidades experimentais. Em cada uma delas, no sistema hidropônico “tipo pirâmide”, havia 6 plantas.

O semeio da pimenta biquinho foi realizado em copos plásticos descartáveis com capacidade de 200 mL, perfurados nas laterais e, no fundo, preenchidos com fibra de coco, colocando em cada copo duas sementes da cultivar BRS Moema. As mudas foram irrigadas com água de chuva diariamente, pela manhã e à tarde, até os 8 dias após o semeio (DAS). Após este período os copos foram inseridos nos tubos de PVC das estruturas, através da abertura com diâmetro de 60 mm, espaçadas entre planta com 30 cm entre as plantas.

A mensuração do potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE) foram realizados aos 30, 80, 100 e 120 dias após o semeio da planta aos 80, 100 e 120 DAS.

Tabela 1. O potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva da planta durante o ciclo no cultivo da pimenta biquinho.

N	CSN	CE				pH				
		g 60L	%	30	80	100	120	30	80	100
Dias após o semeio (DAS)										
6,7	M1	2,533	2,703	2,618	2,664	5,420	4,940	5,540	5,570	
6,7	M2	0,695	1,955	1,700	1,749	5,670	6,150	6,210	5,880	
6,7	M3	0,479	0,894	1,224	1,358	6,110	6,200	5,820	6,100	
8,99	M1	2,584	2,295	1,853	1,697	5,360	5,320	6,010	6,100	
8,99	M2	0,750	1,938	1,955	2,287	5,750	5,950	6,140	6,100	
8,99	M3	0,522	0,993	0,808	0,850	5,760	6,900	6,680	6,020	
11,18	M1	2,618	0,989	1,027	0,850	5,320	6,840	6,380	6,100	
11,18	M2	0,695	1,955	1,700	1,749	5,730	6,730	6,320	6,020	
11,18	M3	0,549	0,903	1,001	1,017	5,900	6,000	5,720	6,000	
13,4	M1	3,009	0,843	5,219	0,765	5,350	6,750	6,020	6,020	
13,4	M2	0,802	2,057	1,802	1,909	5,620	6,660	6,620	6,010	
13,4	M3	0,554	1,006	0,678	0,830	5,800	6,870	6,440	6,010	

P fósforo, CSN concentração da solução nutritiva, pH potencial hidrogeniônico, CE condutividade elétrica

A água utilizada para o preparo da solução nutritiva foi proveniente de abastecimento do município de Campina Grande – PB, coletada e armazenada em reservatório, com as seguintes características físico-químicas (Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG): pH (7,06), a CE (0,306 dS m⁻¹), o K (8,4 mg L⁻¹), o Na (26,6 mg L⁻¹), o Ca (0,41 meq L⁻¹), Cl (0,54 meq L⁻¹), Bicarbonato (2,1 meq L⁻¹), e o Mg (1,91 meq L⁻¹), e a concentração da solução nutritiva utilizada no experimento foi proposto por Castelane & Araujo (1995) com macronutrientes N-NO₃⁻: 13,6; P-H₂PO₄⁻: 1,25; K⁺:6,25; Ca⁺⁺:3,96; Mg⁺⁺: 1,34; S-SO₄⁻: 1,0 Mmol⁻¹ e de micronutrientes B: 25,2; Cu:0,5; Fe:37,0; Mn:7,6; Mo:0,7 e Zn:4,0 μmol⁻¹. As fontes de nutrientes utilizados no preparo da solução nutritiva foram nitrato de cálcio, nitrato de potássio, fosfato monoamônico, sulfato de potássio e sulfato de magnésio. Foi usado um Mix de micronutrientes, com 1,2% (Mg) Magnésio, 0,85 % (B) Boro, 3,4% (Fe) Ferro, 4,2% (Zn) Zinco, 3,2 % (Mn) Manganês, 0,5% (Cu), 0,06% (Mo) Molibdênio e o Mix de ferro Q48 é um produto muito estável com garantia de 6% de Fe. A formulação da solução nutritiva foi baseada conforme Benoit, citado por (Castellane e Araújo, 1995) para cultura do pimentão.

O manejo da solução nutritiva no cultivo se deu através da circulação automática, por times e bombas (modelo BAV1101-05UC) com reciclagem de água e nutrientes, circulação quatro vezes ao dia, ou seja, as 6, 10, 14, 17 horas, com um volume inicial da solução nutritiva de 7,78 litros por planta.

As variáveis analisadas de produção de fitomassa por ocasião da colheita das plantas aos 80, 100 e 120 dias após o semeio com análise destrutiva: fitomassa fresca e seca das folhas, caule e raiz. Após a coleta das plantas foi separado em folhas, caule e raiz e coletado o peso fresco, em seguida, em seguida, levada a estufa a 60° C com temperatura constante para secagem do material e em seguida pesado numa balança de precisão com quadro casas decimal.

Os resultados do experimento foram submetidos à análise de variância, comparando-se, através de análise de regressão as doses de nitrogênio na solução nutritiva (fatores quantitativos) e por meio de teste de médias (Tukey) manejo da solução nutritiva (fatores qualitativos) ao nível de 0,05 de probabilidade, utilizando software estatístico SISVAR versão 5.6 (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCURSSÃO

De acordo com o quadrado médio, verifica efeito significativo para os fatores isolados, nitrogênio e manejo da solução nutritiva, como na interação doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva em todas as fases de crescimento da pimenta biquinho (BRS Moema), conforme análise de variância (Tabela 2).

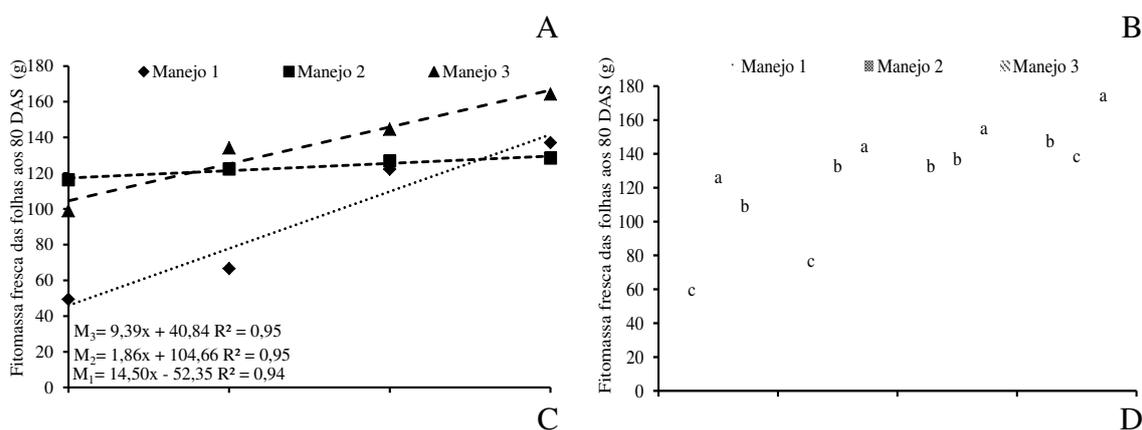
Tabela 2. Resumo da ANOVA para fitomassa fresca das folhas (FFF), fitomassa seca das folhas (FSF), fitomassa fresca do caule (FFC), fitomassa seca do caule (FSC), fitomassa fresca da raiz (FFR) fitomassa seca da raiz (FSR) submetido a doses de nitrogênio, concentração da solução nutritiva no cultivo da pimenta biquinho.

FV	GL	Quadrado Médio					
		Fitomassa fresca das folhas (g)			Fitomassa seca das folhas (g)		
		80 DAS	100 DAS	120 DAS	80 DAS	100 DAS	120 DAS
Manejo (M)	2	5527,4**	1461,2**	6324,7**	35,4**	65,1**	143,4**
Nitrogênio (N)	3	5426,8**	13297,6**	7321,3**	82,9**	93,1**	84,5**
Eq. Linear	1	16048,0**	39135,6**	20845,3**	239,3**	276,9**	252,1**
Eq. Quadrática	1	122,2**	279,2**	106,4*	8,4**	2,3 ^{ns}	1,12 ^{ns}
M x N	6	1157,5**	3294,3**	378,9**	12,8**	1,4**	19,7**
Erro	22	5,78	14,8	15,9	0,9	1,38	3,2
CV	%	2,05	2,79	2,78	6,87	7,46	10,36
FV	GL	Fitomassa fresca do caule (g)			Fitomassa seca do caule (g)		
		80 DAS	100 DAS	120 DAS	80 DAS	100 DAS	120 DAS
		Manejo (M)	2	55,57 ^{ns}	315,4**	76,77*	248,2**
Nitrogênio (N)	3	3320,2**	6657,1**	11740,6**	148,4**	246,3**	308,3**
Eq. Linear	1	557,8**	546,7**	32352,4**	440,2**	732,8**	918,4**
Eq. Quadrática	1	1165,7**	0,27 ^{ns}	1614,3**	1,1 ^{ns}	4,4 ^{ns}	6,1*
M x N	6	117,3**	263,6**	38,5 ^{ns}	22,1**	40,6**	43,0**
Erro	22	23,2	35,4	21,6	0,74	1,5	1,1

CV	%	4,49	5,04	3,46	7,48	8,82	6,05
FV	GL	Fitomassa fresca da raiz (g)			Fitomassa seca da raiz (g)		
		80 DAS	100 DAS	120 DAS	80 DAS	100 DAS	120 DAS
Manejo (M)	2	1464,5**	2750,2**	6019,7**	113,9**	305,3**	1744,6**
Nitrogênio (N)	3	4951,0**	7496,9**	9775,9**	156,2**	296,1**	648,2**
Eq. Linear	1	14680,8**	22122,5**	28071,8**	449,4**	829,1**	1912,0**
Eq. Quadrática	1	48,6*	136,2**	518,5**	6,11 ^{ns}	3,89 ^{ns}	6,0 ^{ns}
C x P	6	225,2**	496,9**	1270,6**	28,4**	63,9**	275,2**
Erro	22	7,3	6,7	6,8	1,65	3,1	2,6
CV	%	2,39	2,10	1,92	16,05	17,43	10,82

GL Grau de liberdade, FV Fator de variância, ** significativo a 1 e 5%

No desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva, a fitomassa máxima das folhas frescas foi de 166,46g por planta, na dose de 13,38g 60L⁻¹, associado ao manejo da solução nutritiva nas três fases da pimenta biquinho, crescimento, floração e frutificação (M3). O mesmo comportamento foi verificado no desdobramento manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio (Figura 1B), com diferença significativa pelo teste de média, do M3 em relação ao M1 e M2, com fitomassa fresca das folhas de 164,31g por planta na dose de 13,38g 60L⁻¹. De acordo com Campos et al. (2008), o nitrogênio induz o rápido desenvolvimento de plantas e influência na produção de fitomassa da planta. Segundo Castro et al. (2005), as plantas absorvem o N e armazena nas folhas e ocorre a redistribuição para a planta, o que justificaria o aumento na fitomassa fresca das folhas da pimenta.



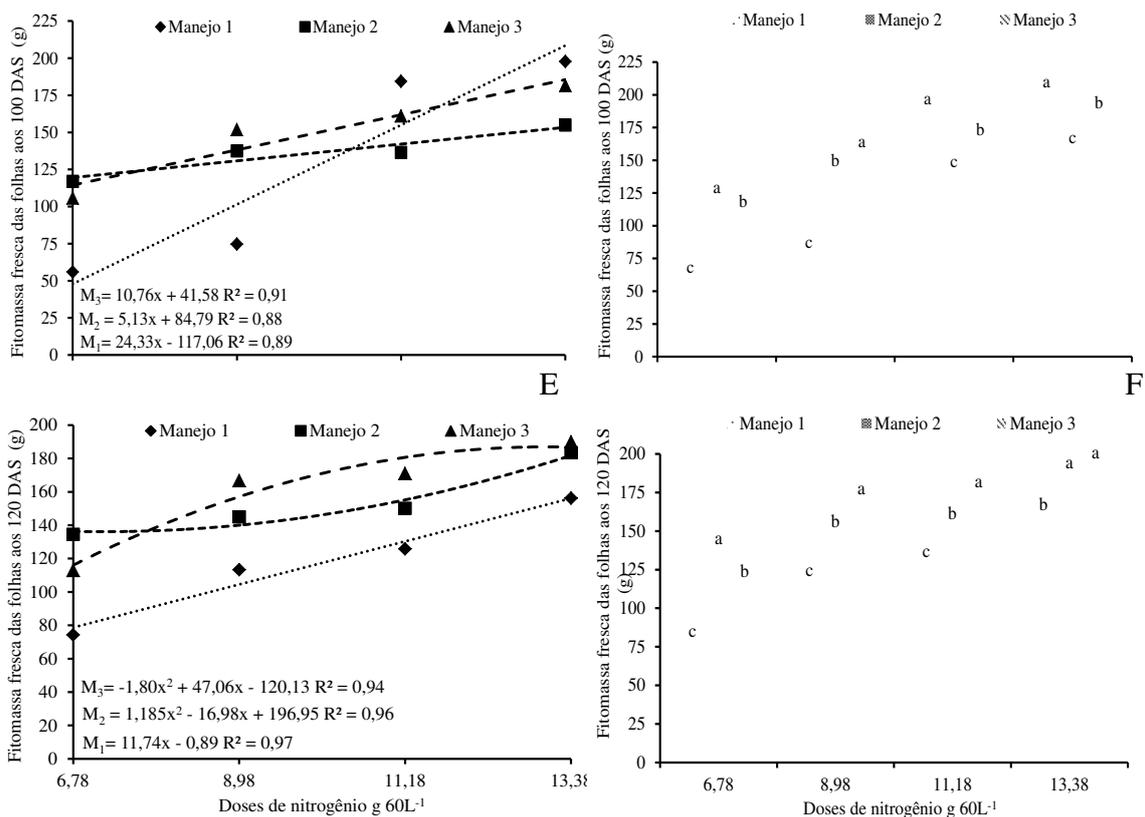


Figura 1. Desdobramento da fitomassa fresca das folhas na dose de nitrogênio em relação ao manejo da solução aos 80, 100 e 120 DAS (A, C e E) desdobramento da fitomassa fresca das folhas no manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F) da pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”.

Ao avaliar a fitomassa fresca das folhas ao 100DAS (Figura 1C), verificou comportamento linear crescente dos dados, no desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva, em que a solução nutritiva adicionada no início do ciclo M1, ocasionou um aumento de 25,67% na fitomassa fresca das folhas, no acréscimo de 2,20g 60L⁻¹ de nitrogênio, com a maior fitomassa fresca das folhas 208,46g por planta, quando receberam 13,38g 60L⁻¹ na solução nutritiva. No desdobramento manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio (Figura 1D), verificou diferença significativa pelo teste de média, ao comparar o M1 com M2 e M3, com a maior fitomassa fresca das folhas 197,75g por planta, recebendo a concentração de nitrogênio na fase de crescimento (M1) dose de 13,38g 60L⁻¹. Em que podemos verificar no presente estudo, que a solução nutritiva com maior concentração de nitrogênio, favoreceu o aumento no acúmulo de fitomassa fresca das folhas, na fase de frutificação, em que as plantas necessitam de mais nutrientes na formação dos frutos.

Os efeitos do nitrogênio podem ser observados aos 120 DAS (Figura 1E), no desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva, em que a

maior concentração de nitrogênio (M1 e a dose de 13,38g 60L⁻¹) na solução nutritiva, ocasionou a menor fitomassa fresca das folhas de 156,05g por planta, uma redução de 52,41g em comparação a fitomassa fresca das folhas aos 100DAS. A maior fitomassa fresca das folhas 186,95g por planta de pimenta biquinho foi verificada no M3, associada à dose de nitrogênio de 13,38g 60L⁻¹. No desdobramento manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio (Figura 1F), verifica diferença significativa na comparação de média de M2 e M3 em relação ao manejo M1, com maior fitomassa fresca das folhas de pimenta de 156,19 g por planta no M3, não ocorrendo diferença significativa com o M2.

Ao avaliar as plantas de pimenta biquinho aos 80 DAS (Figura 2A), verificou que a maior fitomassa seca das folhas de 21,48g por planta foi observada na solução com maior concentração de nitrogênio. O mesmo comportamento foi observado no desdobramento manejo da solução nutritiva em relação a doses de nitrogênio (Figura 2B), com a maior fitomassa seca das folhas de 22,01g por planta no M1, ocorrendo diferença significativa do M2 e M3, seguindo o padrão na altura da planta, como também no número de folhas, que ocorreu acréscimo, conforme o aumento nas doses de nitrogênio.

O incremento da fitomassa seca das folhas (Figura 2C), da pimenta biquinho ocorreu principalmente no início da frutificação, devido à emissão intensa de ramos, conforme resultados observados no presente estudo na fitomassa fresca das folhas, em que a maior fitomassa seca das folhas de 23,94g por planta, ocorreu na maior concentração de nitrogênio M1 com 13,38g 60L⁻¹, verificado aos 100 DAS, em que ocorre a maior produção de frutos da pimenta biquinho.

O mesmo comportamento foi verificado no desdobramento manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio (Figura 2D), em que a maior fitomassa seca das folhas de 24,81 g por planta foi observado no M1, diferenciando estatisticamente na comparação de média com M2 e M3, em que o fracionamento da carga nutricional ocasionou redução de 23,65 e 50,65% do M2 e M3, comparando com M1. Resultado diferente foi observado por Claussen (2002), trabalhando com tomate, observou que variando de 1 a 5 vezes a concentração da solução nutritiva original, ou utilizando até 25% do nitrogênio na forma amoniacal, não houve alteração tanto no crescimento vegetativo quanto no reprodutivo, em que no presente estudo, verificamos a redução na fitomassa seca das folhas com a redução no fracionamento da solução nutritiva.

O fracionamento no fornecimento da solução nutritiva na fase de crescimento ocasionou redução na fitomassa seca das folhas, discordando de Feitosa et al. (2001) que, verificaram redução de 50% na concentração de nitrogênio (Figura 2E), não afetou seus conteúdos nas folhas e nem influenciou o número de frutos de pimentão. Em que no presente trabalho verificou redução de 61,7 e 60% no M1 e M2 em comparação ao M3, da solução nutritiva respectivamente, com a maior fitomassa seca das folhas 28,14g por planta no fornecimento de 100% do nitrogênio na fase de crescimento. Ao analisar o desdobramento manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio (Figura 2F), verificou diferença significativa pelo teste de média, com a maior fitomassa seca das folhas de 28,5g por planta no M1 e a dose de 13,38 60L⁻¹. A redução na fitomassa seca das folhas está relacionada à produção de frutos, em que nesse período as plantas direcionam todos nutrientes para produção máxima de frutos.

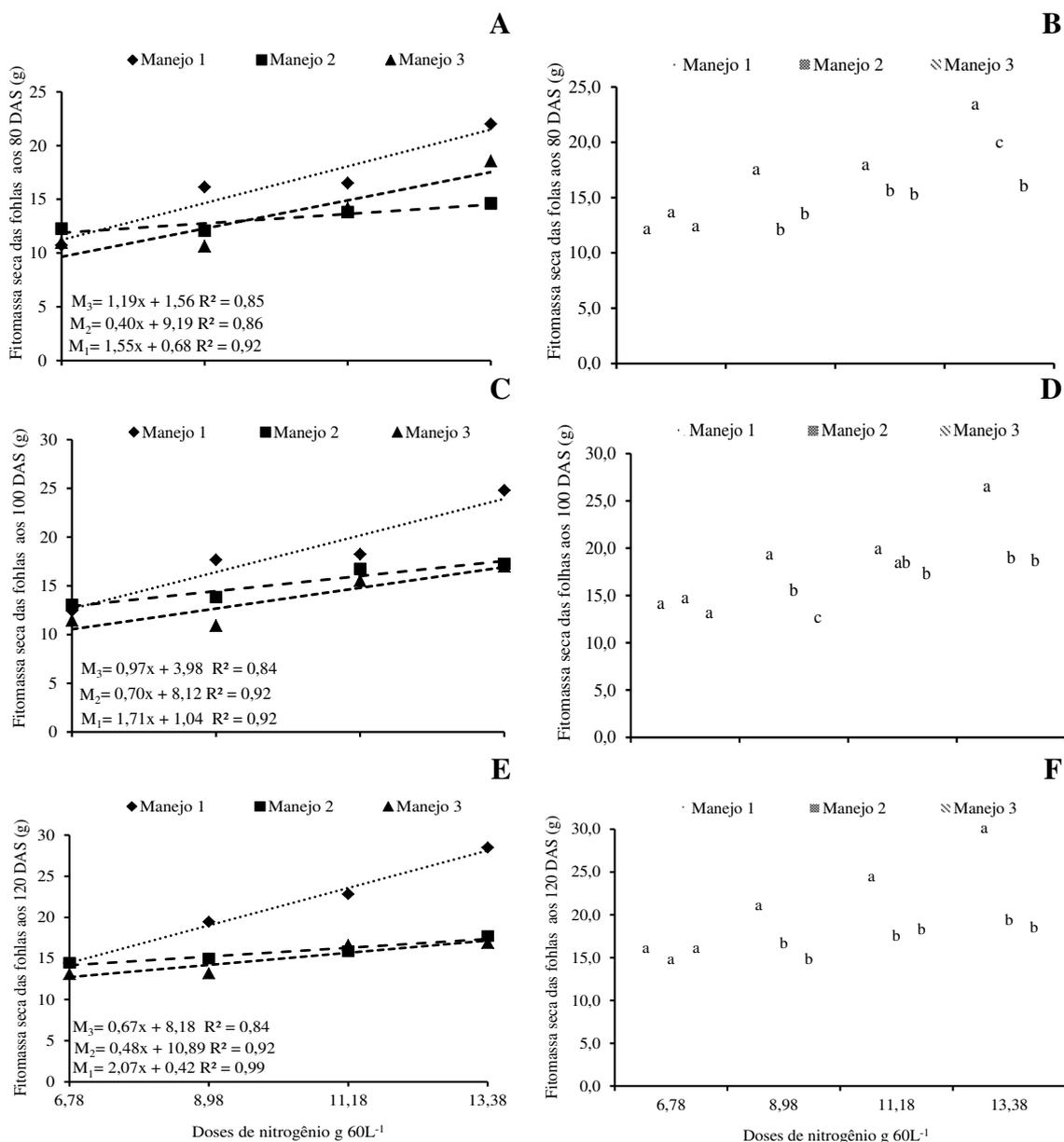


Figura 2. Desdobramento da fitomassa seca das folhas na dose de nitrogênio em relação ao manejo da solução aos 80, 100 e 120 DAS (A, C e E) desdobramento da fitomassa seca das folhas no manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F) da pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”.

Ao analisar a fitomassa fresca do caule (Figura 3A), no fracionamento da solução nutritiva nas três fases vegetativas da pimenta (M3) verifica a maior fitomassa fresca do caule de 132,89g por planta, com redução de 2,45 e 5,63% ao comparar com M1 e M2, respectivamente, no desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva. No desdobramento manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio (Figura 3B), verificou na maior concentração de nitrogênio, que os manejos adotados não ocasionaram diferença significativa pelo teste de média. Segundo Fontes & Monnerat (1984), a taxa de absorção de nitrogênio pela pimenta é lenta na fase inicial, intensificando-se no período de florescimento e frutificação.

A variação na concentração da solução nutritiva, de acordo com ciclo vegetativo da pimenta biquinho aos 100 DAS, afetou significativamente na fitomassa fresca do caule, conforme o desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva (Figura 3C), em que o M3 ocasionou a maior fitomassa fresca de 165,52g por planta no caule da pimenta biquinho, associado à dose de 13,38g 60L⁻¹. Esse manejo corresponde com Furlani, et al. (2004), os quais recomendam a diminuição da concentração de nitrogênio na solução nutritiva na fase reprodutiva, o que pôde ser observado no desdobramento manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio (Figura 3D). Neste caso houve efeito significativo pelo teste de média, com a fitomassa fresca do caule de 171,82g por planta no M3 com a dose 13,38g 60 L⁻¹ quando a solução foi fracionada e aplicada conforme as fases da pimenta biquinho. Comparando os dados de M3 com os dados de M1 e M2, verificou-se redução na ordem de 17,04 e 20,1% respectivamente.

De acordo com Sousa et al. (2020), a absorção de água pelas culturas no cultivo hidropônico é proporcional à concentração de nutrientes da solução, o que pôde ser analisado no presente estudo, com a cultura da pimenta biquinho ao 120 DAS. Ao avaliar os efeitos crescentes do nitrogênio na fitomassa fresca do caule, ocasionou assim aumento de 15,36% com acréscimo de 16,44% de nitrogênio na solução nutritiva (Figura 3E). Ao avaliar o manejo da solução nutritiva (Figura 3F), verificou diferença significativa pelo teste de média do M1 em relação aos M2, porém, não houve diferença significativa em comparação ao M3.

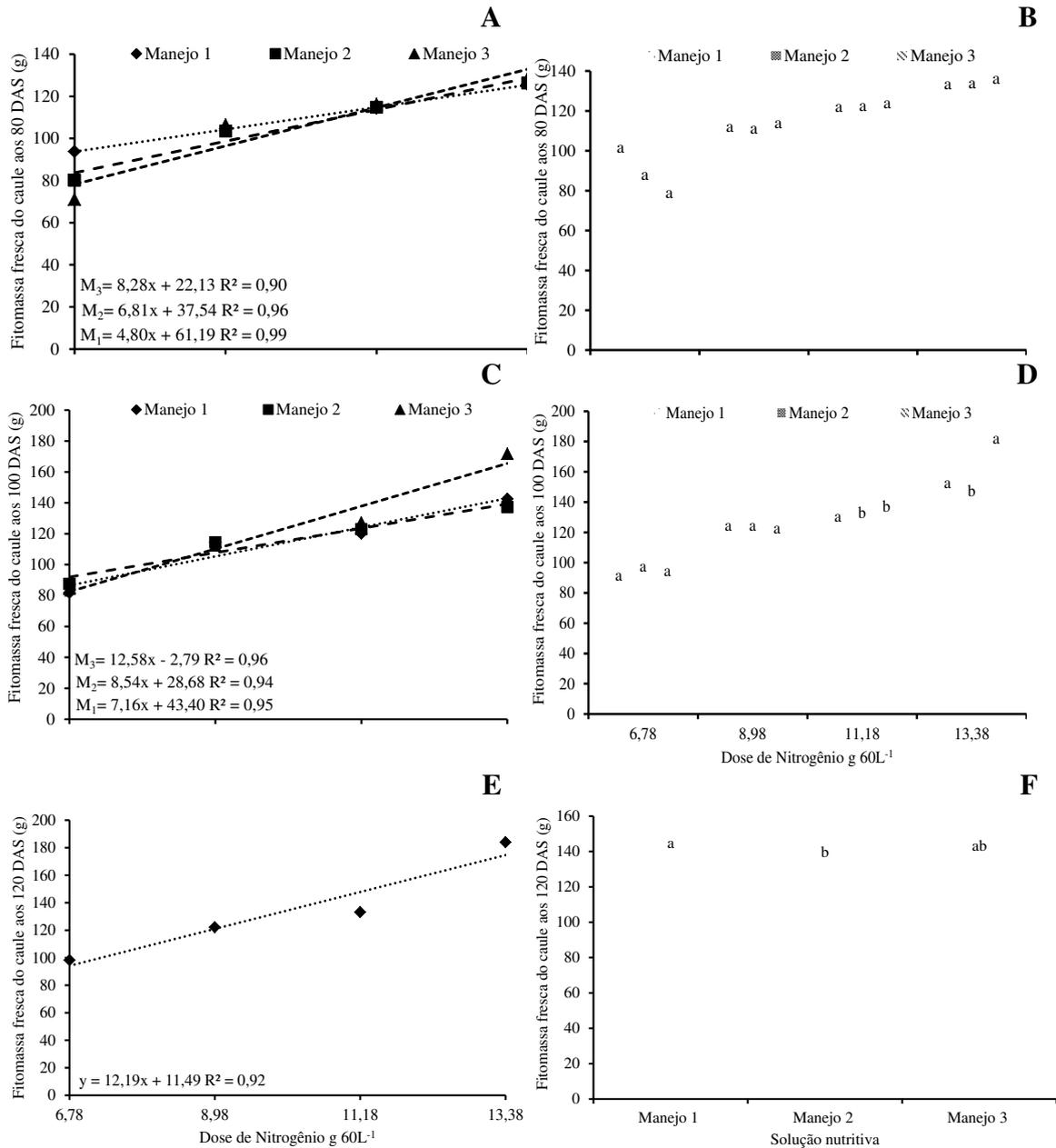


Figura 3. Desdobramento da fitomassa fresca do caule na dose de nitrogênio em relação ao manejo da solução aos 80, 100 e 120 DAS (A, C e E) desdobramento da fitomassa fresca do caule no manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F) da pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”.

O cultivo de pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide” preconiza um manejo da solução nutritiva, conforme a fase vegetativa, no que exige maior eficiência no fornecimento dos nutrientes, de modo a não haver deficiência ou excesso, conforme verificado no presente trabalho, em que o fracionamento na solução nutritiva, ocasionou redução de 19,34 e 64,81% para M2 e M3, respectivamente em relação ao M1 (Figura 4A), em que o M1, com o maior suprimento de nitrogênio na fase de crescimento, ocasionou a maior fitomassa seca do caule de 22,60g nas plantas, na dose

de 13,38g 60L⁻¹. O mesmo comportamento foi observado no desdobramento manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio (Figura 4B), em que a maior fitomassa verificada foi no M1 associada a doses de 13,38g 60L⁻¹ de 23,60g de fitomassa seca do caule em plantas. Conforme Milner (2002), o fornecimento adequado da solução nutritiva pode ocasionar aumento na produção e que o nitrogênio e potássio, são exigidos em maior quantidade pelas plantas (Cavalcante, 2000).

O aumento na fitomassa seca do caule implica no desenvolvimento da planta, em que necessita de um caule forte e fibroso e bem nutrido, no que podemos verificar ao analisar o desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva (Figura 4C). Nas plantas de pimenta biquinho ao receberam a maior concentração de nitrogênio, houve um aumento de 21,79; 14,11 e 20,76% no M1, M2 e M3 respectivamente, com a maior fitomassa seca do caule de 30,22 g por planta no M1. Verificou no desdobramento manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio (Figura 4D), que a maior fitomassa seca do caule 31,60g por planta foi verificada no M1 e a dose 13,38g 60L⁻¹, em que a maior concentração de nitrogênio fornecida na fase de crescimento ocasionou aumento na fitomassa seca do caule da pimenta biquinho. Conforme estudo desenvolvido por Barbosa et al. (2011), o uso de solução nutritiva mais concentrada proporciona melhor desenvolvimento das plantas de pimenta biquinho ornamental.

Verificou-se assim, o comportamento similar aos 120 DAS (Figura 4E) com ajuste linear crescente, indicando que o acréscimo de 16,44% de N, ocasionou um aumento de 18,90% na fitomassa seca do caule. Conforme o desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva (Figura 4F) houve a maior fitomassa seca de 37,32g por planta do caule no M1 e a doses de 13,38g 60L⁻¹. No desdobramento manejo da solução nutritiva em relação, verificou diferença significativa pelo teste de média. Conforme Larcher (2006), a produção e acúmulo de fitomassa são consequência da capacidade de assimilação de nutrientes por parte da planta, no período disponível para esta assimilação e da influência dos fatores ambientais, no que podem favorecer ou prejudicar este desempenho, em comparação aos resultados obtidos no presente trabalho, que a alta concentração de nitrogênio favoreceu no desenvolvimento inicial da pimenta biquinho.

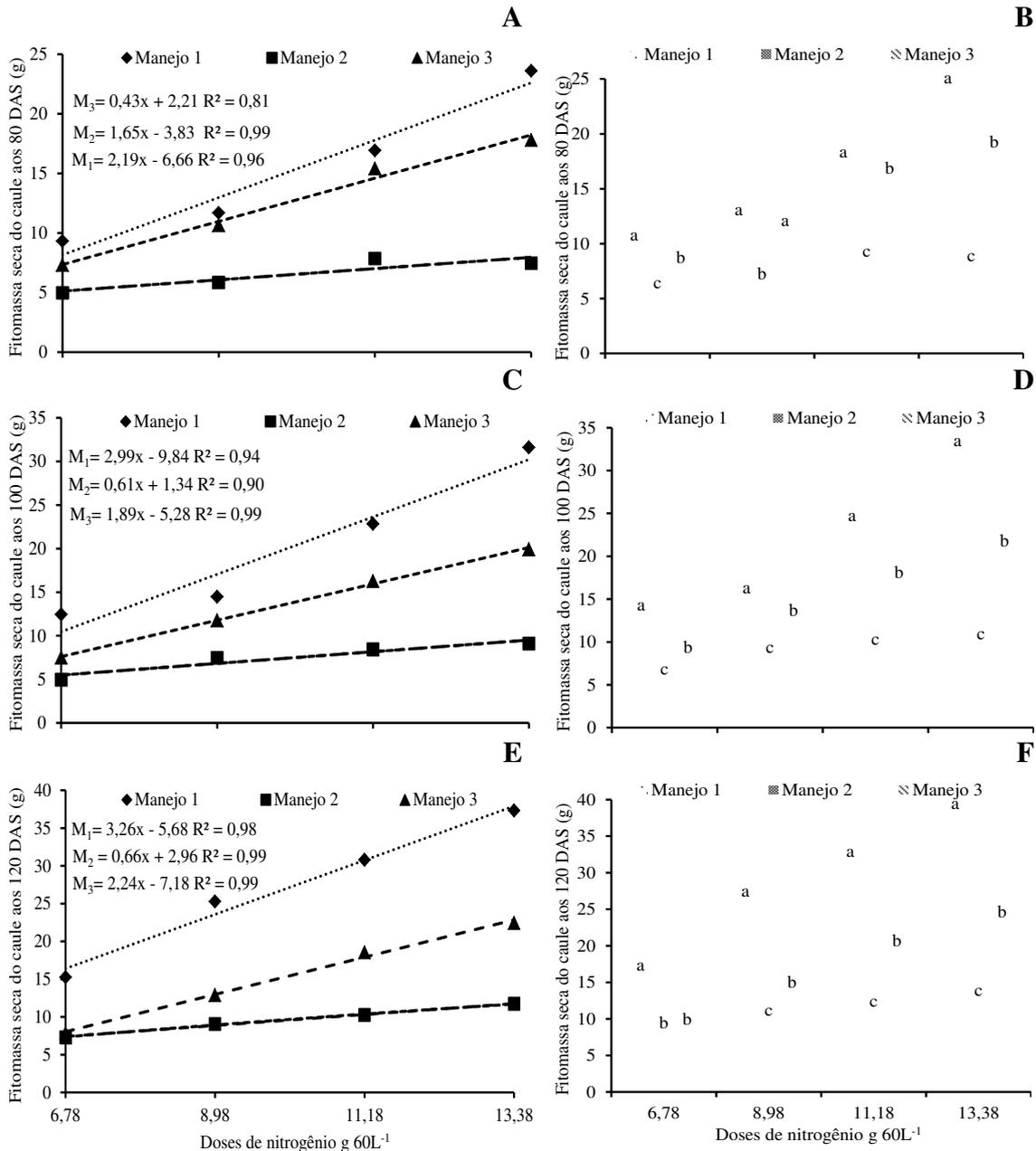


Figura 4. Desdobramento da fitomassa seca do caule na dose de nitrogênio em relação ao manejo da solução aos 80, 100 e 120 DAS (A, C e E) desdobramento da fitomassa seca do caule no manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F) da pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”.

A fitomassa fresca da raiz da pimenta biquinho constitui uma das principais características de qualidade da planta no sistema hidropônico. Em relação a esse parâmetro as doses de nitrogênio promoveram diferença significativa no manejo da solução nutritiva, com a maior concentração de nitrogênio M1 e a doses de 13,38g 60L⁻¹, o que causaram o aumento na fitomassa fresca da raiz, com a máxima fitomassa de 148,75g de raiz por planta (Figura 5A). O mesmo comportamento foi observado no desdobramento manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio (Figura

5B), ocasionando diferença significativa. Comparando todos os manejos, pode se perceber que a solução disponibilizada na fase de crescimento estimulou a produção de fitomassa, seja do caule, raiz ou folha, identificando que a maior concentração de nitrogênio no início do ciclo, é o recomendado para o cultivo da pimenta biquinho no sistema hidropônico. Corroborando com resultados de Marschner (1995), em que o nitrogênio promove maiores modificações morfofisiológico na planta, como o aumento na atividade das raízes, aumentando a absorção iônica de outros nutrientes.

Ao avaliar o fracionamento nas doses de nitrogênio conforme a fase vegetativa da pimenta biquinho (Figura 5C) aos 100 DAS, constatou-se redução de 11,77%, na fitomassa fresca da raiz. Também foi verificado a menor fitomassa fresca da raiz no tratamento com menor concentração do nitrogênio (Figura 5D), aplicada na fase de crescimento, em que diferencia estatisticamente pelo teste de média do M2 e M3, nas plantas que receberam $13,38\text{g } 60\text{L}^{-1}$. A redução do nitrogênio na fase de crescimento acarretou incapacidade da planta se desenvolver e conseqüentemente a redução no desenvolvimento da planta, conforme Larcher (2006).

De acordo com Furtado (2019), estudando a cultura do pimentão no sistema hidropônico com concentração nutricional na solução nutritiva, em que a maior fitomassa fresca observada, foi nas plantas que receberam o maior aporte de nutrientes fornecidos pela solução que utilizou toda a recomendação de adubação de Furlani et al. (1999). Corroborando com presente resultado (Figura 5E), verificou que o ponto máximo de fitomassa fresca da raiz de 216,26 g por planta, foi observada nas plantas que receberam a maior concentração de nitrogênio M1 e a dose de $13,38\text{g } 60\text{L}^{-1}$ aos 120 DAS. Ao analisar desdobramento manejo da solução nutritiva em relação a doses de nitrogênio (Figura 5F), verificou que o M1 ocasionou diferença significativa em relação ao M2 e M3, na dose de $13,38\text{g } 60\text{L}^{-1}$ de nitrogênio. Resultados semelhantes foram obtidos por Luz et al. (2012), os quais observaram maior acúmulo de fitomassa em plantas de salsa crespa e coentro sob cultivo com 100% da concentração da solução nutritiva de Furlani et al. (1999).

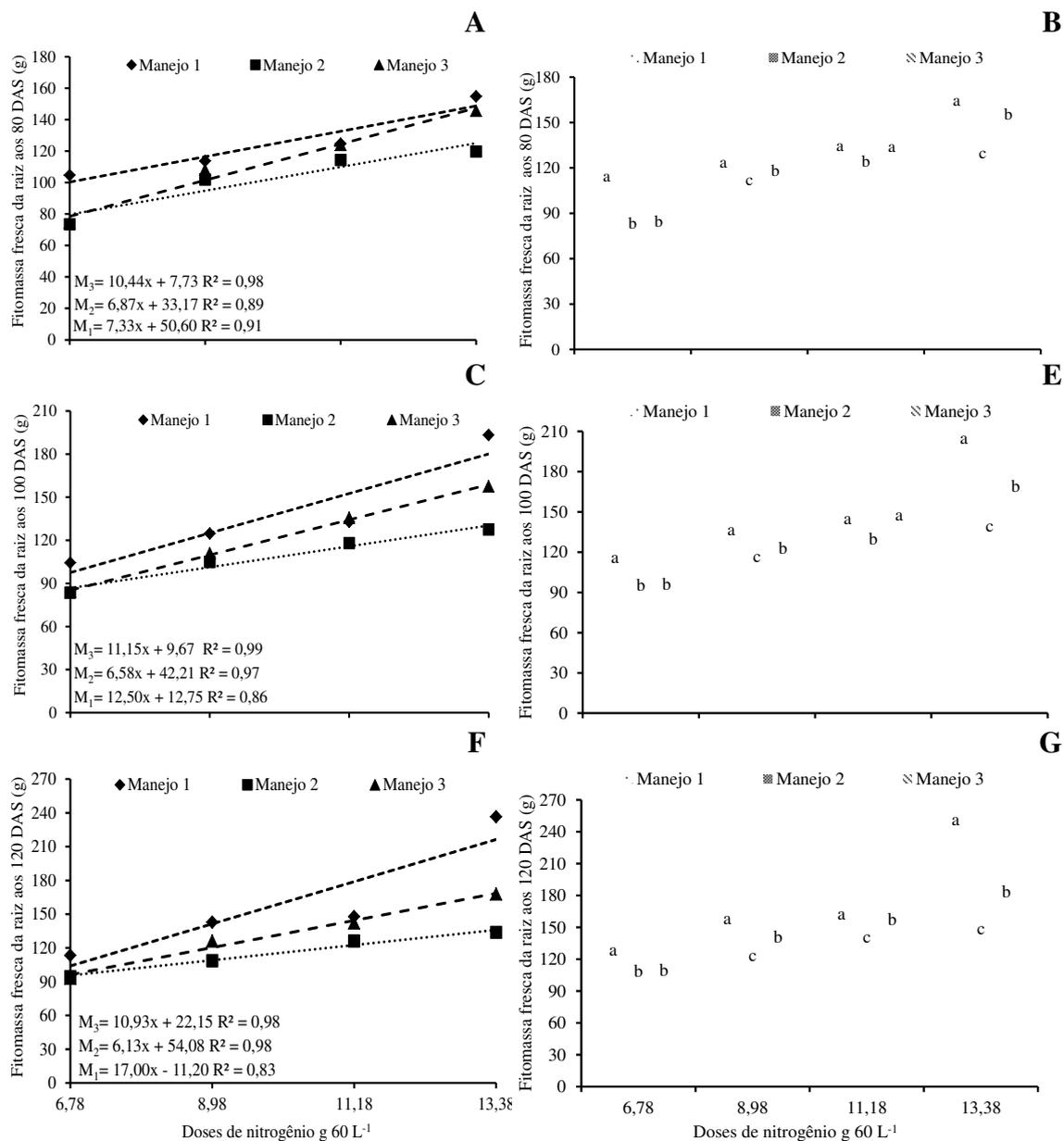
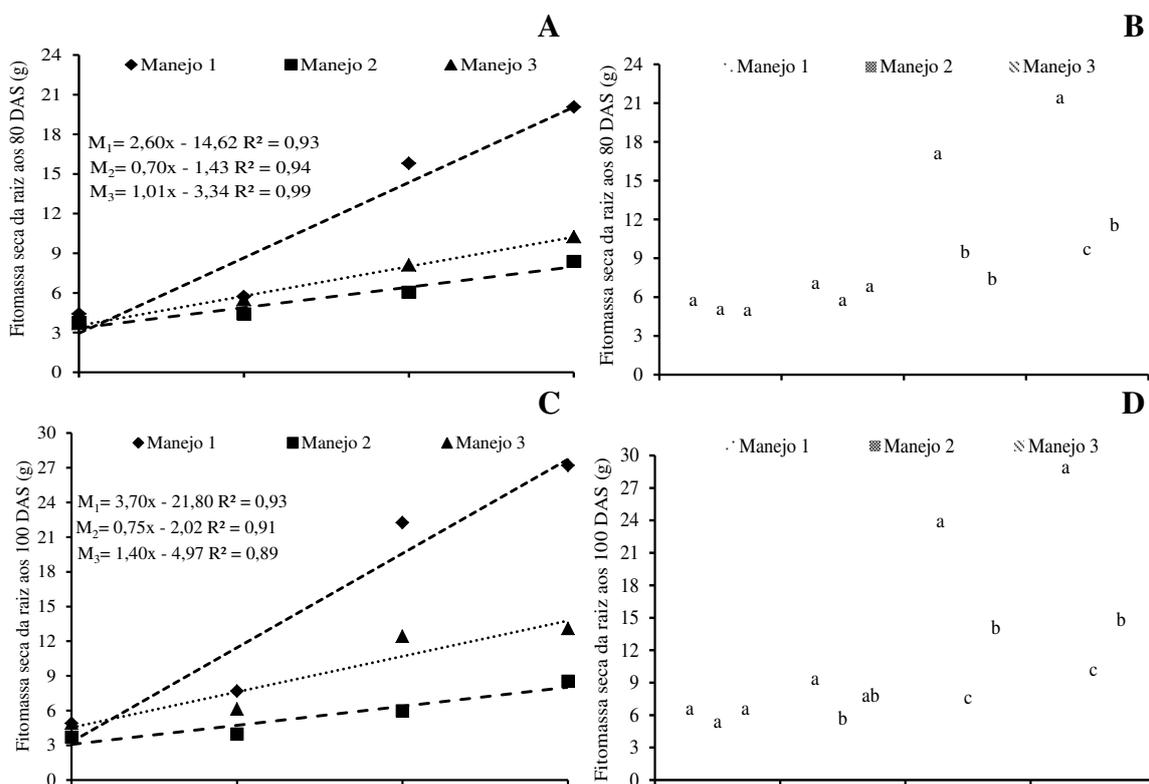


Figura 5. Desdobramento da fitomassa fresca da raiz na dose de nitrogênio em relação ao manejo da solução aos 80, 100 e 120 DAS (A, C e E) desdobramento da fitomassa fresca da raiz no manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F) da pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”.

Conforme Helbel Júnior et al. (2008) estudando a cultura da alface em solução nutritiva em concentração iônica e vazão de soluções nutritivas verificaram que, a menor concentração de nutrientes na solução nutritiva pode ter sido insuficiente, principalmente em nitrogênio na forma nítrica (Figura 6A), pois esse nutriente desempenha papel importante, como soluto osmoticamente ativo, no processo de alongamento celular, que influencia a vascularização das plantas e, conseqüentemente a fitomassa fresca. Corroborando com essa afirmação, verifica no presente trabalho,

redução na fitomassa fresca da raiz da ordem de 39,58 e 50,98% no M2 e M3 em comparação a maior concentração de nitrogênio (M1) com fitomassa seca da raiz de 20,06 g por planta. Ao avaliar o desdobramento manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio (Figura 6B), verifica diferença significativa na comparação de média, em que a máxima fitomassa seca da raiz de 20,06g, foi verificada no M1, submetido a dose de 13,38g 60L⁻¹, indicando assim que o nitrogênio influenciou positivamente na absorção de todos nutritiva com acréscimo no sistema radicular.

Verificou ao 100DAS na fitomassa seca da raiz, efeito significativo, com ajuste linear dos dados (Figura 6C), em que o ponto máximo de fitomassa seca da raiz foi de 27,73g, nas plantas que receberam 100% da solução nutritional na fase de crescimento e com a dose de 13,38g 60L⁻¹, verificando assim o efeito positivo do nitrogênio no desenvolvimento das raízes, influenciando diretamente na absorção de outros nutrientes. Corroborou Cometti et al. (2008) utilizando solução nutritiva proposta por Furlani (1997) em alface cultivar “Vera” em cultivo hidropônico; estes autores verificaram que a maior massa seca foi obtida com a solução inicial de 100% da concentração de nutrientes. Corroborando com resultados do desdobramento manejo da solução nutritiva em relação ao manejo da solução nutritiva (Figura 6D), em que a maior fitomassa seca foi obtida com a maior concentração de nitrogênio (M1), diferenciando estatisticamente do M2 e M3, em que o nitrogênio e a solução nutritiva foram fracionados conforme o ciclo vegetativo da pimenta biquinho.



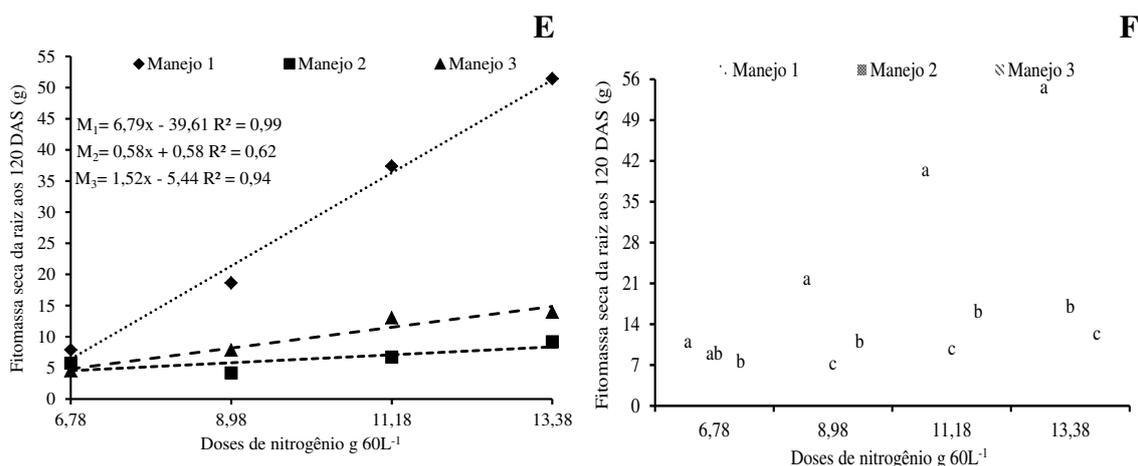


Figura 6. Desdobramento da fitomassa seca da raiz na dose de nitrogênio em relação ao manejo da solução aos 80, 100 e 120 DAS (A, C e E) desdobramento da fitomassa seca da raiz no manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F) da pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”.

Considerando as características da raiz, a fitomassa seca está diretamente relacionada com a disponibilidade de nitrogênio, conforme Marschner (1995), ao verificar o aumento na atividade das raízes, com absorção de nutrientes, principalmente o potássio, o segundo nutrientes mais absorvidos pelas plantas e, que o nitrogênio influencia em sua absorção. Assim, observou-se no desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva (Figura 6E), diferença significativa e ajuste linear dos dados, indicando que o aumento nas doses de nitrogênio ocasionou aumento de 29,15% na fitomassa seca da raiz, com o acréscimo de 16,44% de nitrogênio na solução nutritiva, adicionado na fase de crescimento (M1), estimulando o crescimento da raiz e absorção de nutrientes. Verificou ainda, que o manejo da solução nutritiva no início do ciclo (M1) associado às doses de 13,38g 60L⁻¹ ocasionou diferença significativa na comparação de média (Figura 6F) para o M2 e M3, indicando assim, que para o cultivo da pimenta biquinho, é de suma importância à aplicação de 100% de nitrogênio na fase inicial da planta.

CONCLUSÃO

A dose com 13,38g 60L⁻¹ de nitrogênio na solução nutritiva produziu o maior acúmulo maior de fitomassa fresca de 208,46g das folhas aos 100 dias após o semeio e seca das folhas de 28,14g aos 120 dias após o semeio com a concentração de 100% dos nutrientes adicionado na fase de crescimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A. N.; DAMASCENO, K. A.; RIBEIRO, L. M. P.; CUNHA, M. F.; GONÇALVES, R. M. S.; GONÇALVES, C. A. A. Antepasto de pimenta biquinho. Uberaba: Boletim Cartilha Técnica, 2016. n. 2, p. 06-09.
- BARBOSA, J. G.; MUNIZ, M. A.; MESQUITA, D.Z.; COTA, F.O.; BARBOSA, J. M.; MAPELI, A. M.; FINGER, F. L. Doses de solução nutritiva para fertirrigação de pimentas ornamentais cultivadas em vasos. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental, v. 17, n.1, p. 29-36, 2011.
- CAIXETA, F.; VON PINHO, E. V. R.; GUIMARÃES, R. M.; PEREIRA, P. H. A. R.; CATÃO, C.R.M. Physiological and biochemical alterations during germination and storage of habanero pepper seeds. African Journal of Agricultural Research, v. 9, n. 6, p.627-635, 2014
- CAMPOS, V.B.; OLIVEIRA, A.; CAVALCANTE, L.F.; PRAZERES, S. Rendimento do pimentão submetido ao nitrogênio aplicado via água de irrigação em ambiente protegido. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v. 8, n. 2, p. 72-79, 2008.
- CASALI, V.W.; COUTO, F.A.A. Origem e botânica de Capsicum. Belo Horizonte: Informe Agropecuário, v. 10, n .11, p.8-10. 1984.
- CASTELLANE, P.D.; ARAÚJO, J.A.C. Cultivo sem solo – Hidroponia FUNED. Jaboticabal, 1995. 43p.
- CASTRO, P. R. C.; KLUGE, A.; PERES, L. E. P. Manual de fisiologia vegetal. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 2005. 650 p.
- CAVALCANTE, L. F. Sais e seus problemas nos solos irrigados. Areia: Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal da Paraíba, 2000. 72 p.
- CLAUSSEN, W. Growth, water use efficiency, and proline content of hydroponically grown tomato plants as affected by nitrogen source and nutrient concentration. Plant and Soil, Dordrecht, v. 247, n. 1, p. 199-209, 2002.
- COMETTI, N. N.; MATIAS, G. C. S.; ZONTA, E.; MARY, W.; FERNANDES, M. S. Efeito da concentração da solução nutritiva no crescimento da alface em cultivo hidropônico-sistema NFT. Horticultura Brasileira, v. 26, n. 2, p. 252-257, 2008.

- DEWITT, D.; BOSLAND, P.W. The Complete Chile Pepper Book – A Gardener's Guide to Choosing, Growing, Preserving and Cooking. London: Portland, Timber Press. 2009.
- FEITOSA, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; LOPES, W. F. Estudos de doses de nitrogênio e potássio aplicadas no pimentão por fertirrigação em comparação a adubação convencional. In: Artigos científicos do II Workshop de fertirrigação – Piracicaba: LER/ESALQ/USP, 2001. 254 p.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FILGUEIRA, F.A.R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 412p.
- FONTES, P. C. R.; MONNERAT, P. H. Nutrição mineral e adubação das culturas de pimentão e pimenta. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 10, n. 113, p. 25-31, 1984.
- FURLANI, P. R.; BOLONHEZI, D.; SILVEIRA, L. C. P.; FAQUIN, V. Nutrição mineral de hortaliças, preparo e manejo de soluções nutritivas. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.20, n.200/201, p.90-98, 1999.
- FURLANI, P. R.; FAQUIN, V.; ALVARENGA, M. A. R. Produção em hidroponia. In: ALVARENGA, M. A. R. (Ed.). *Tomate: Produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia*. Lavras: Editora UFLA, 2004. p.191-212.
- FURTADO, G. D. F. Cultivo de pimentão hidropônico utilizando água com diferentes qualidades: salobra, residuária e de chuva. Tese (Doutorado) Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande – Paraíba, p. 142, 2019.
- HEINRICH, A.G. Avanço de gerações e caracterização química e morfológica. 53 Monografia de Graduação – Universidade de Brasília Faculdade de Agronomia e Medicina/ Veterinária. Brasília – DF, 2013.
- HELBEL JÚNIOR, C.; REZENDE, R.; FREITAS, P. S. L. D.; GONÇALVES, A. C. A.; FRIZZONE, J. A. Influência da condutividade elétrica, concentração iônica e vazão de soluções nutritivas na produção de alface hidropônica. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, p. 1142-1147, 2008.
- LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima artes e textos, 2006. 531 p

- LOPES M. C.; STRIPARI P. C. A cultura do tomateiro, In: GOTO R; TIVELLI S. W. (ed). Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais. São Paulo: UNESP, 1998, p. 257-319.
- LUZ, J.M.; ANDRADE, L.V.; DIAS, F.F.; SILVA, M.A.D.; HABER, L.L.; OLIVEIRA, R.C. Produção hidropônica de coentro e salsa crespa sob concentrações de solução nutritiva e posições das plantas nos perfis hidropônicos. Bioscience Journal, v.28, n.4, p.589-597, 2012.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.
- MARTINEZ, H.E.P. O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa. Viçosa : UFV, 2002. 61p. Caderno Didático, n.1.
- MILNER, L. Manejo de irrigação e fertirrigação em substratos. In: FURLANI, A. M. C., BATAGLIA, O.C., ABREU, C.A., FURLANI, P.R. Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. p. 45-51. (Documentos, 70).
- RUFINO, J. L. S.; PENTEADO, D. C. S. Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta. Informe Agropecuário, v. 27, n. 235, p. 7-15, 2006
- SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H.R.; CAVALCANTE, A.R.; MEDEIROS, S.S.; DIAS, N.S. ; SANTOS, D.B. Water use efficiency of coriander produced in a low-cost hydroponic system. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Online), v. 19, p. 1152-1158, 2015.
- SILVA, E. R.; PINHEIRO, M. G.; CARRARO, J. C.; DA SILVA BINOTTI, F. F.; BURIN, C. C.; OLIVEIRA, J. N.; COSTA, E. Cumulative applications of paclobutrazol with leaf nitrogen in Biquinho pepper. Journal of Experimental Agriculture International, v. 42, n. 5, p. 64-71, 2020.
- SOUSA, J. Í.; DE FREITAS, C. A. S.; DOS SANTOS, F. G. B.; SARAIVA, K. R.; DE CARVALHO, C. M.; DE SOUZA CUNHA, L.; DE FREITAS, R. M. O. Utilização de diferentes concentrações salinas da solução nutritiva na produção de cultivares de alface em cultivo hidropônico. Research, Society and Development, v. 9, n. 10, p.1-17, 2020.
- SOUZA, M.A.V.; GORGEN, B.R.; LOURENÇO, F.M.S.; OLIVEIRA, N.C.; REGO, C.H.Q.; ALVES, C.Z. Qualidade fisiológica de sementes de capsicum chinense

jacquin em função de fontes e doses de nitrogênio. XXXV Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, 2015.

Produção de pimenta BRS Moema com doses de nitrogênio e manejo da solução nutritiva em sistema hidropônico

Production of BRS Moema pepper with nitrogen doses and management of the nutritional solution in hydroponic system

IV.6. Produção de pimenta BRS Moema com doses de nitrogênio e manejo da solução nutritiva em sistema hidropônico

RESUMO: A pimenta biquinho é cultivada em todas as regiões brasileiras no sistema convencional, porém, o sistema hidropônico vem sendo usado com objetivo de aumentar a produção e reduzir os custos, com alta eficiência na absorção nutricional e hídrica, mas que requer cuidado na formulação da solução nutritiva, principalmente em relação ao manejo da solução nutritiva e o nitrogênio. Objetivou-se com presente estudo, avaliar o manejo com a solução nutritiva na fase de crescimento, floração e frutificação da pimenta biquinho com adubação nitrogenada, na produção da pimenta biquinho variedade BRS Moema, no sistema hidropônico “tipo pirâmide”. O experimento foi realizado na Universidade Federal de Campina Grande – PB, num delineamento em bloco casualizado com quatro doses (6,78; 8,98; 11,18 e 13,38 60L⁻¹) de nitrogênio e três manejos da solução (manejo 1: 100% da solução nutritiva na fase de crescimento, manejo 2: 50% na fase de crescimento e 50% na fase de floração e manejo 3: 33,33% na fase de crescimento, floração e frutificação) no arranjo fatorial de 4 x 3, com três repetições, totalizando 36 unidades experimentais. As variáveis analisadas foram; produção de frutos, números de frutos, eficiência no uso da água e produtividade da pimenta biquinho. Os resultados obtidos permitiram concluir que a pimenta biquinho variedade BRS Moema, quando manejada a solução nutritiva na fase de crescimento e na dose de 13,38g obteve a fitomassa fresca de 456,93g, número de 363,47 frutos por planta, eficiência no uso de água de 97,46 62 kg m⁻³ e uma produtividade de 11,88 kg m⁻², em que o aumento na concentração de nitrogênio ocasionou efeito positivo na produção da pimenta biquinho.

PALAVRA CHAVE: Adubação química, cultivo de sem solo, fase vegetativa da pimenta.

Production of BRS Moema pepper with nitrogen doses and management of the nutritional solution in hydroponic system

ABSTRACT: Biquinho pepper is grown in all Brazilian regions in the conventional system, however, the hydroponic system has been used with the objective of increasing production and reducing costs, with high efficiency in nutritional and water absorption, but which requires care in the formulation of the solution. Nutritive mainly in relation to nitrogen, since it is supplied in the form of nitrate. The objective of this study was to

evaluate the management with the nutrient solution in the growth, flowering and fruiting phase of the biquinho pepper with nitrogen fertilization, in the production of the biquinho pepper variety BRS Moema, in the hydroponic module. The experiment was carried out at the Federal University of Campina Grande - PB, in a randomized block design with four doses (6.78; 8.98; 11.18 and 13.38 $60L^{-1}$) of nitrogen and three managements of the solution (management 1: 100% of the nutrient solution in the growth phase, Management 2: 50% in the growth phase and 50% in the flowering and management phase 3: 33.33% in the growth, flowering and fruiting phase) in a factorial arrangement of 4 x 3, with three repetitions, totaling 36 experimental units. The analyzed variables of fruit production, number of fruits, efficiency in water use and productivity of biquinho pepper. The results obtained allowed us to conclude that the biquinho pepper variety BRS Moema, when managed with the nutrient solution in the growth phase and at a dose of 13.38g, obtained a fresh phytomass of 456.93g, number of 363.47 fruits per plant, efficiency in use of water of 97.46 62 kg m^{-3} and a productivity of 11.88 kg m^{-2} , in which the increase in nitrogen concentration had a positive effect on the production of biquinho pepper.

KEY WORD: Chemical fertilization, soilless cultivation, pepper vegetative phase.

INTRODUÇÃO

A pimenta biquinho vem se destacando no mercado de pimentas, devido a sua principal característica, a ausência de pungência nas frutas, resultando um sabor marcante, (Ribeiro et al., 2008) que favorece um uso diferenciado dos frutos em diversas linhas de produtos na indústria alimentícia Bosland & Votava. (2000); Vieira et al., 2015). A pimenta BRS Moema (*Capsicum chinense*), lançada pela Embrapa Hortaliças em 2009, uma cultivar nacional de pimenta sem pungência (ardor) (Embrapa, 2009), é uma opção que pode proporcionar ao agricultor, uma boa renda em uma pequena área de plantio (Carvalho et al., 2008; Serenini & Malysz, 2014).

Em relação à solução nutritiva para as culturas, ocorre adaptação a diferentes manejos, porém, alguns aspectos deve-se analisar, que os limites de pH, pressão osmótica e proporção entre nutrientes, para que um não interfira na absorção de outros nutrientes, e não ocorram precipitações de compostos insolúveis (Backes et al., 2004). Assim, o manejo da solução nutritiva deve considerar a fase vegetativa da cultura, o

qual determinará a adição de sais, ajuste de pH e substituição periódica de toda a solução (Martinez, 2002).

O nitrogênio é um dos principais nutrientes fundamentais no desenvolvimento da planta, que contribui em diversos processos fisiológicos, como a fotossíntese, respiração, diferenciação celular e genética, além de ser um dos principais macronutrientes responsáveis pela formação de flores e frutos, de maior efeito sobre o crescimento e desenvolvimento da planta (Taiz & Zeiger, 2009). Em excesso, o nitrogênio pode ser maléfico e provocar desequilíbrios entre o crescimento da parte aérea em relação o sistema radicular, chegando a induzir, nos períodos mais quentes, o aparecimento de podridões apicais nos frutos, induzir abortos de flores e alongar o ciclo vegetativo, podendo deixar as plantas mais sensíveis a doenças (Pinto et al., 2006).

Para assegurar a regularidade na produção de pimenta biquinho, é necessário passar por mudanças no sistema de cultivo, adotando a técnica hidropônica, visando principalmente, a otimização do uso da água, manejo da solução nutritiva, manejo da planta no sistema e o uso e eficiência dos nutrientes, para garantir a qualidade na produção. De acordo com Bione et al. (2021), estudando a cultura da pimenta biquinho no sistema hidropônico NFT, obteve uma produção de 2,57 kg por planta, numa área de 0,6225 m² e uma produtividade de 4,61kg m², bem acima ao comparar com cultivo no campo. Contudo, ainda são escassas informações com relação ao manejo da solução nutritiva e a exigência nutricional da pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”.

Devido à carência de comprovação da eficiência dos diversos métodos em relação à produção e a resposta das plantas cultivadas em solução nutritiva sem reposição, no sistema hidropônico “tipo pirâmide”, da mesma forma em relação à adubação nitrogenada, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o manejo com solução nutritiva nas fases da pimenta biquinho e adubação nitrogenada na produção da pimenta biquinho cultivar BRS Moema, no sistema hidropônico “tipo pirâmide” em ambiente protegido.

MATERIAL E METODOS

O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação) no período de agosto a novembro de 2020, na UFCG, Campina Grande – PB (7° 12' 52" de latitude Sul, 35° 54' 24" de longitude oeste com altitude média de 550m) foi realizado

em sistema hidropônico. Este sistema consistiu de 3 estruturas formadas, cada uma delas, por 12 tubos de PVC de 100 mm de diâmetro, 2 m de comprimento, 1,4 m de largura e 1,8 m de altura, dispostas em forma piramidal, em nível, com joelhos nas extremidades.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizado, com 12 tratamentos, no esquema fatorial de 3x4, sendo os fatores constituídos por três manejos da solução nutritiva (Manejo 1: 100% da solução nutritiva na fase de crescimento, Manejo 2: 50% na fase de crescimento e 50% na fase de floração e Manejo 3: 33,33% na fase de crescimento, floração e frutificação respectivamente), e quatro doses (6,78; 8,98; 11,18 e 13,38 $60L^{-1}$) de nitrogênio com três repetições, totalizando 36 unidade experimentais. Em cada uma delas, no sistema hidropônico “tipo pirâmide”, havia 6 plantas.

O semeio da pimenta biquinho foi realizado em copos plásticos descartáveis com capacidade de 200 ml, perfurados nas laterais e no fundo, preenchidos com fibra de coco, colocando em cada copo duas sementes da cultivar BRS Moema. As mudas foram irrigadas com água de chuva diariamente, pela manhã e à tarde, até os 8 dias após o semeio (DAS). Após este período os copos foram inseridos nos tubos de PVC das estruturas, por meio de aberturas com diâmetro de 60 mm, espaçadas entre planta com 30 cm entre as plantas.

A água utilizada para o preparo da solução nutritiva foi proveniente de abastecimento do município de Campina Grande – PB, coletada e armazenada em reservatório, com as seguintes características físico-químicas (Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG): pH (7,06), a CE (0,306 dS m^{-1}), o K (8,4 mg L^{-1}), o Na (26,6 mg L^{-1}), o Ca (0,41 meq L^{-1}), Cl (0,54 meq L^{-1}), Bicarbonato (2,1 meq L^{-1}), e o Mg (1,91 meq L^{-1}), e a concentração da solução nutritiva utilizada no experimento foi proposto por Castellane & Araujo (1995) com macronutrientes N- NO_3^- : 13,6; P- $H_2PO_4^-$: 1,25; K^+ :6,25; Ca^{++} :3,96; Mg^{++} : 1,34; S- SO_4^{--} : 1,0 Mmol L^{-1} e de micronutrientes B: 25,2; Cu:0,5; Fe:37,0; Mn:7,6; Mo:0,7 e Zn:4,0 $\mu mol L^{-1}$. As fontes de nutrientes utilizados no preparo da solução nutritiva foram nitrato de cálcio, nitrato de potássio, fosfato monoamônico, sulfato de potássio e sulfato de magnésio. Foi usado um Mix de micronutrientes, com 1,2% (Mg) Magnésio, 0,85 % (B) Boro, 3,4% (Fe) Ferro, 4,2% (Zn) Zinco, 3,2 % (Mn) Manganês, 0,5% (Cu), 0,06% (Mo) Molibdênio e o Mix de ferro Q48, um produto muito estável com garantia de 6% de Fe. A formulação da

solução nutritiva foi baseada conforme Castellane & Araújo (1995) para cultura do pimentão.

O manejo da solução nutritiva no cultivo da pimenta biquinho se deu através da circulação automática, através de times e bombas (modelo BAV1101-05UC) com reciclagem de água e nutrientes, circulando quatro vezes ao dia, ou seja, as 6, 10, 14, 17 horas, com um volume inicial da solução nutritiva de 7,78 litros por planta. Foi feito o monitoramento do potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE) e do consumo hídrico (CH), com Phmetro e condutivímetro digital. O consumo hídrico foi mensurado a cada oito dias, adicionando água de abastecimento no volume que a planta consumiu, e assim era calculado o volume adicionado que a planta consumiu no período de oito dias e dividido por planta.

As variáveis de produção analisadas por ocasião da colheita dos frutos aos 80, 100 e 120 DAS com análise destrutiva foram: diâmetro longitudinal (Clong) e transversal do fruto (Ctrans), realizado com um paquímetro digital, em 10 frutos por plantas; número de frutos por planta (NF); fitomassa fresca total dos frutos por planta (FFT) foi pesada em balança de precisão; eficiência do uso da água EUA ($EUA=FFT/\text{consumo hídrico}$) e produtividade, produção de 1 planta * número de planta m^2 .

Os resultados do experimento foram submetidos à análise de variância, comparando-se por meio de análise de regressão as doses de nitrogênio na solução nutritiva (fatores quantitativos) e por meio de teste de médias (Tukey) manejo da solução nutritiva (fatores qualitativo) em nível de 0,05 de probabilidade, utilizando software estatístico SISVAR versão 5.6 (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao avaliar o pH e CE da solução nutritiva, com reposição de água de abastecimento, verifica o controle do pH e da condutividade elétrica da solução nutritiva considerado ideal para o sistema hidropônico, conforme recomendado por Furlani (1998) (Tabela 1). Com apenas a reposição de água, pode ter favorecido o aproveitamento máximo dos nutrientes preparados no início do ciclo. Assim, tornando mais econômico e viável o cultivo da pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”. Corroborando com os resultados obtidos por (Santos Júnior et al., 2015) estudando a cultura do coentro usando apenas água de abastecimento na reposição conseguiu um controle do pH e CE .

Tabela 1. O potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva da planta durante o ciclo no cultivo da pimenta biquinho.

N g 60L	CSN %	CE				pH			
		30	80	100	120	30	80	100	120
Dias após o semeio (DAS)									
6,78	M1	2,533	2,703	2,618	2,664	5,420	4,940	5,540	5,570
6,78	M2	0,695	1,955	1,700	1,749	5,670	6,150	6,210	5,880
6,78	M3	0,479	0,894	1,224	1,358	6,110	6,200	5,820	6,100
8,98	M1	2,584	2,295	1,853	1,697	5,360	5,320	6,010	6,100
8,98	M2	0,750	1,938	1,955	2,287	5,750	5,950	6,140	6,100
8,98	M3	0,522	0,993	0,808	0,850	5,760	6,900	6,680	6,020
11,18	M1	2,618	0,989	1,027	0,850	5,320	6,840	6,380	6,100
11,18	M2	0,695	1,955	1,700	1,749	5,730	6,730	6,320	6,020
11,18	M3	0,549	0,903	1,001	1,017	5,900	6,000	5,720	6,000
13,38	M1	3,009	0,843	0,819	0,765	5,350	6,750	6,020	6,020
13,38	M2	0,802	2,057	1,802	1,909	5,620	6,660	6,620	6,010
13,38	M3	0,554	1,006	0,678	0,830	5,800	6,870	6,440	6,010

N nitrogênio, CSN concentração da solução nutritiva, pH potencial hidrogeniônico, CE condutividade elétrica

Os fatores de variação isolados, nitrogênio e manejo da solução nutritiva, da mesma forma que a interação entre os dois, ocasionaram de modo geral, efeitos significativos em todas as variáveis de produção da pimenta biquinho analisadas (Tabela 2).

Aos 80 DAS, nos três diferentes manejos, o número de frutos aumentou de forma linear em função das doses de nitrogênio, com o número máximo de frutos 324,19; 253,91 e 184,80 por planta, obtido com adubação de 13,38 g 60L⁻¹ no M1, M2 e M3, respectivamente (Figura 1A). Em relação ao comportamento no desdobramento manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio (Figura 1B), verificou-se diferença significativa na comparação de média, com maior número de frutos de 325 por planta com adubação de 13,38g 60L⁻¹ de nitrogênio associado ao M1, diferenciando estatisticamente pelo teste de médio com M2 e M3. Em trabalho de campo, Beltrão et al. (2021) verificaram número máximo de frutos 319 por planta.

Tabela 2. Resumo da ANOVA para número de fruto (NFrutos), fitomassa fresca do fruto (FFfruto), diâmetro transversal do fruto (DT), diâmetro longitudinal do fruto (DL), eficiência no uso de água (EUA) e produtividade, submetido a doses de nitrogênio, em diferentes manejos de solução nutritiva

FV	GL	Quadrado Médio					
		NFrutos (unid)			FFfruto (g)		
		80 DAS	100 AS	120 DAS	80 DAS	100 DAS	120 DAS
Nitrogênio (N)	2	27541,9 ^{**}	30190,6 ^{**}	39606,4 ^{**}	6339,5 ^{**}	55265,8 ^{**}	98771,2 ^{**}
Eq. Linear	3	82475,6 ^{**}	85761,3 ^{**}	110608,0 ^{**}	18944,3 ^{**}	163317,9 ^{**}	276260,5 ^{**}
Eq. Quadrática	1	148,0 ^{ns}	240,2 ^{ns}	6615,1 ^{**}	1,2 ^{ns}	2477,7 ^{**}	16904,8 ^{**}
Manejo (M)	1	14397,2 ^{**}	9302,2 ^{**}	26026,6 ^{**}	1442,5 ^{**}	17766,4 ^{**}	25545,3 ^{**}
M x N	6	3334,32 ^{**}	388,2 ^{ns}	4653,8 ^{**}	956,7 ^{**}	3225,3 ^{**}	4795,5 ^{**}
Erro	22	34,05	602,7	68,3	7,54	19,65	475,8
CV	%	3,07	12,51	4,27	2,32	2,14	8,98
FV	GL	Diâmetro transversal (mm)			Diâmetro longitudinal (mm)		
		80 DAS	100 DAS	120 DAS	80DAS	100 DAS	120 DAS
		Nitrogênio (N)	2	31,06 ^{**}	26,34 ^{**}	13,19 ^{**}	74,15 ^{**}
Eq. Linear	3	87,43 ^{**}	77,60 ^{**}	34,65 ^{**}	220,86 ^{**}	204,94 ^{**}	68,62 ^{**}
Eq. Quadrática	1	0,007 ^{ns}	1,43 ^{ns}	4,16 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	4,77 ^{ns}	0,023 ^{ns}
Manejo (M)	1	0,89 ^{ns}	0,38 ^{ns}	14,52 ^{**}	26,88 [*]	13,24 ^{ns}	16,35 [*]
M x N	6	2,77 ^{ns}	4,61 ^{ns}	3,42 [*]	6,49 ^{ns}	6,31 ^{ns}	3,51 ^{ns}
Erro	22	5,37	1,64	1,10	6,44	5,47	3,12
CV	%	18,01	9,41	6,86	10,87	9,45	6,38
FV	GL	EUA g L ⁻¹			Produtividade m ²		
		80 DAS	100 DAS	120 DAS	80 DAS	100 DAS	120 DAS
		Nitrogênio (N)	2	2393,4 ^{**}	2821,2 ^{**}	1902,6 ^{**}	4,28 ^{**}
Eq. Linear	3	6477,7 ^{**}	7886,6 ^{**}	4901,6 ^{**}	12,80 ^{**}	110,39 ^{**}	38,82 ^{**}
Eq. Quadrática	1	249,0 ^{**}	573,1 ^{**}	798,8 ^{**}	0,0008 ^{ns}	1,67 ^{**}	16,52 ^{**}
Manejo (M)	1	1415,1 ^{**}	8463,4 ^{**}	9390,2 ^{**}	0,97 ^{**}	12,01 ^{**}	17,27 ^{**}
M x N	6	533,2 ^{**}	1267,4 ^{**}	507,7 ^{**}	0,64 ^{**}	2,18 ^{**}	3,24 ^{**}
Erro	22	0,39	8,94	23,2	0,005	0,013	0,32
CV	%	3,50	3,63	5,81	2,32	2,14	8,98

GL Grau de liberdade, FV Fator de variância, ^{**} significativo a 1 e 5%

Ao analisar o número de frutos aos 100 DAS, verificou-se efeito significativo no fator isolado (Figura 1C), nas doses de nitrogênio, com o número máximo de frutos de 261,67 por planta, recebendo 13,38g 60L⁻¹ de nitrogênio. No manejo da solução nutritiva (Figura 1D), verificou diferença significativa na comparação de média, com número máximo de frutos de 226,67 por plantas no M2.

Ao final do cultivo aos 120 DAS, no desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva (Figura 1E), verificou o número máximo de frutos 363,47 por plantas no M1, ocasionando redução de 35,85 e 43,04% de frutos quando a carga nutricional foi fracionada em duas e três vezes no M2 e M3, conforme o ciclo vegetativo da pimenta biquinho, com a combinação de 13,38g 60L⁻¹. No

desdobramento manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio (Figura 1F), verificou resultados para número máximo de frutos na ordem de 360,66; 251,33 e 223,33 nas plantas que receberam M1, M2 e M3 respectivamente na dose de 13,8g 60L⁻¹. Conforme Malavolta (2006) o nitrogênio é dos fatores mais importantes para o desenvolvimento da planta, então a doses 13,8g 60L⁻¹, combinada com o M1, influenciou no crescimento inicial que favoreceu a maior produção de frutos por planta.

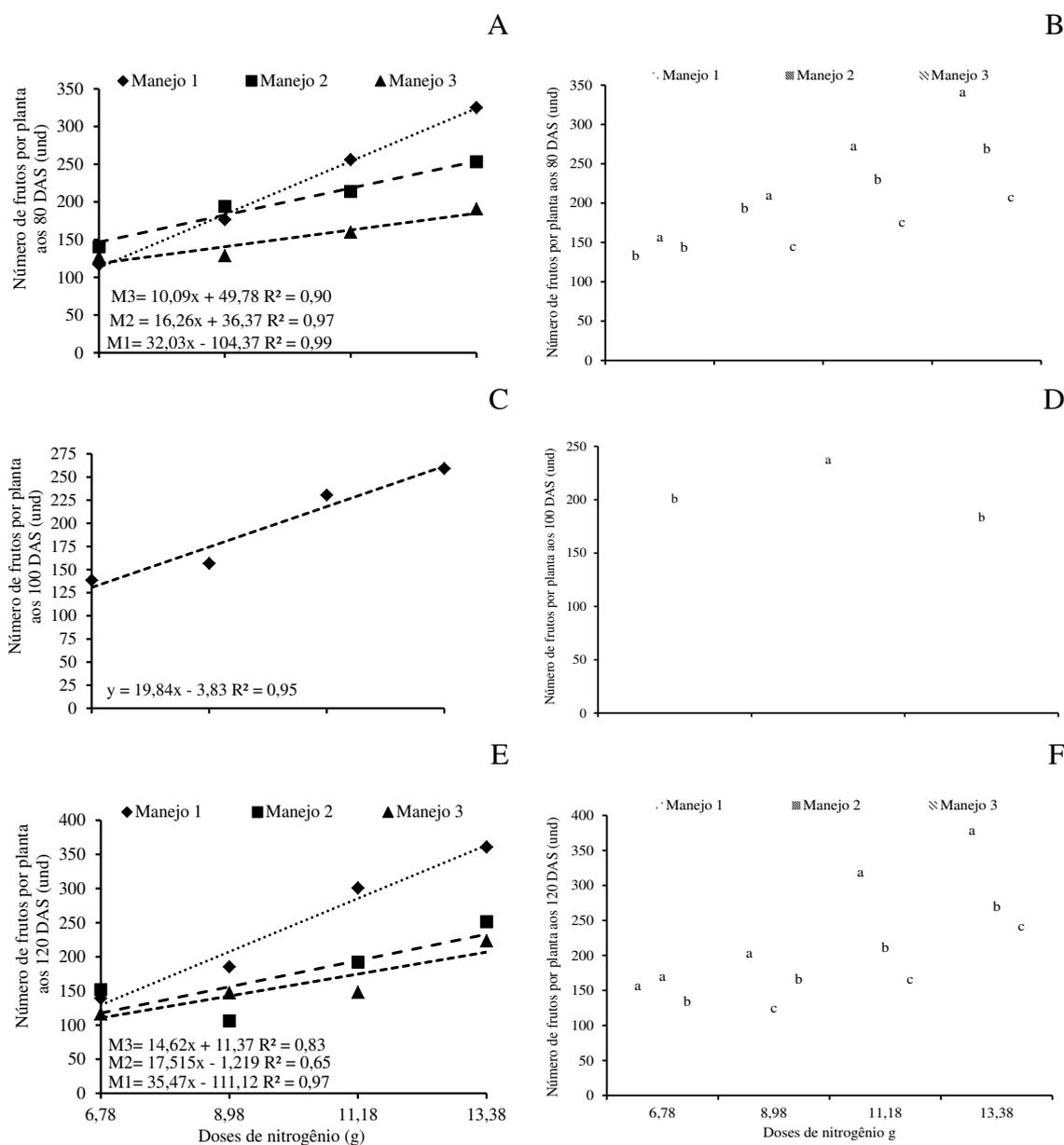


Figura 1. Número de frutos por planta no desdobramento doses de nitrogênio vs manejo da solução nutritiva ao 80 e 120 DAS (A e E), desdobramento do manejo da solução nutritiva vs doses de nitrogênio aos 80 e 120 DAS (B e F), doses de nitrogênio (C) e manejo da solução nutritiva (D) aos 100 DAS, da pimenta biquinho em sistema hidropônico “tipo pirâmide”

No início da produção dos frutos aos 80 DAS (Figura 2A), a fitomassa fresca dos frutos aumentou de forma linear em função das doses de nitrogênio, com produção de 181,08g por planta para M1, adubado com 13,38 g 60L⁻¹ de nitrogênio na fase de crescimento. Ao fracionar a solução na fase de crescimento, floração e frutificação, houve uma redução de 30,14 e 22,83% nos M2 e M3 em relação à M1, respectivamente. No desdobramento manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio (Figura 2B) a maior produção de fitomassa fresca da pimenta de 184,29g por planta foi obtida na combinação da solução com M1 na fase de crescimento e a doses de 13,38g 60L⁻¹.

Aos 100 DAS (Figura 2C), no desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva, o comportamento da produção de fitomassa fresca dos frutos foi semelhante ao encontrado, nas datas anteriores, ou seja, houve um aumento crescente com acréscimo de 16,44% de nitrogênio. Isto ocasionou aumento na produção de 17,49% ao compara a produção na dose de 11,18g 60L⁻¹ em relação à dose de 13,38g 60L⁻¹, com uma produção máxima de fitomassa fresca de 335,69g por planta. O fracionamento da solução no M2, M3, reduziu a fitomassa fresca dos frutos de 31,25 e 2,79%, respectivamente, em relação à produção com M1, adubada com 13,38g 60L⁻¹ de nitrogênio. Ao analisar o comportamento no desdobramento manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio (Figura 2D), a maior produção 355,36g por planta de fitomassa fresca do frutos foi observada nas plantas que receberam 13,38g 60L⁻¹ com a solução nutritiva M1. Corroborando com o presente trabalho Yasuor et al. (2017) verificaram aumento na biomassa fresca dos frutos de pimenta biquinho com aumento nas doses de nitrogênio. De acordo com Silva et al. (2020), a aplicação de nitrogênio aumentou tanto a clorofila-a quanto clorofila-b, que influência diretamente na produção e conforme Taiz et al. (2017) o nitrogênio é um nutriente essencial para se obter aumento de produtividade.

A fitomassa fresca dos frutos aos 120 DAS (Figura 2E) aumentou com as doses de nitrogênio, com a maior produção de 456,93g por planta, com a combinação de 13,18g 60L⁻¹ de nitrogênio com o M1 da solução nutritiva. Ao avaliar o M2 e M3, houve redução na fitomassa de 31,55 e 31,71% respectivamente, em comparação ao M1. No desdobramento manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio aos 120 DAS (Figura 2F), a maior produção de fitomassa fresca foi 459,77g por planta na dose de 13,18g60L⁻¹ N, no M1, verificando também que não houve diferença significativa entre o M2 e M3. Resultados inferiores foram encontrados por Bione et al.

(2021), estudando a cultura da pimenta biquinho usando uma dose de 11,298g 60L de N, obtendo uma produção de 2,57 kg por planta no sistema hidropônico NFT, numa área de 0,6225 m² por planta. Ao comparar com o presente estudo, considerando a mesma área, verifica uma produção de 7,39 kg, na dose de 13,38g 60L de N, com aumento de 65,22% em comparação ao trabalho anterior. Ao comparar com a produção na dose de 11,18 g 60L⁻¹ verifica redução de 31,52% em relação à produção na dose de 13,38g 60L⁻¹.

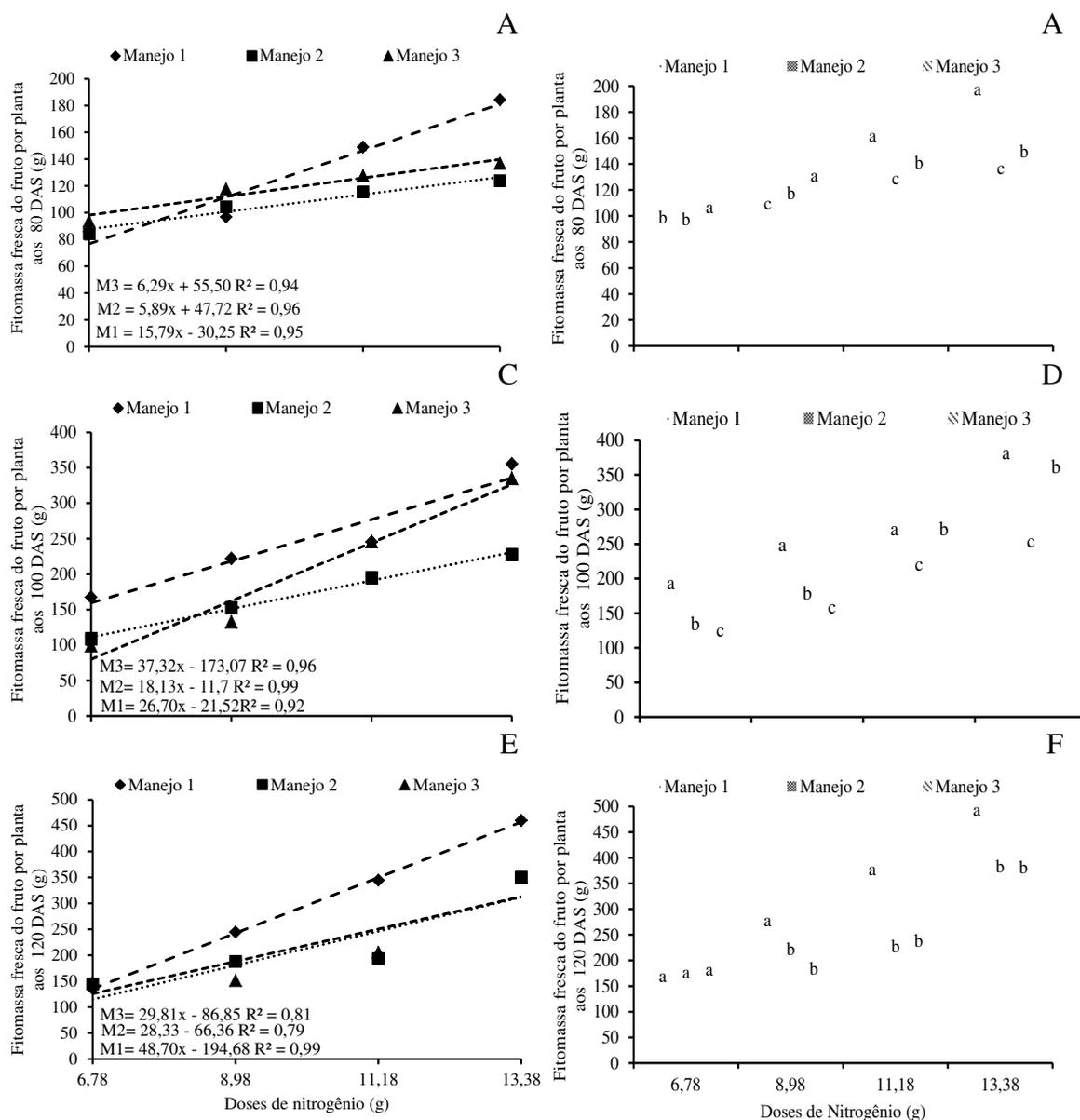
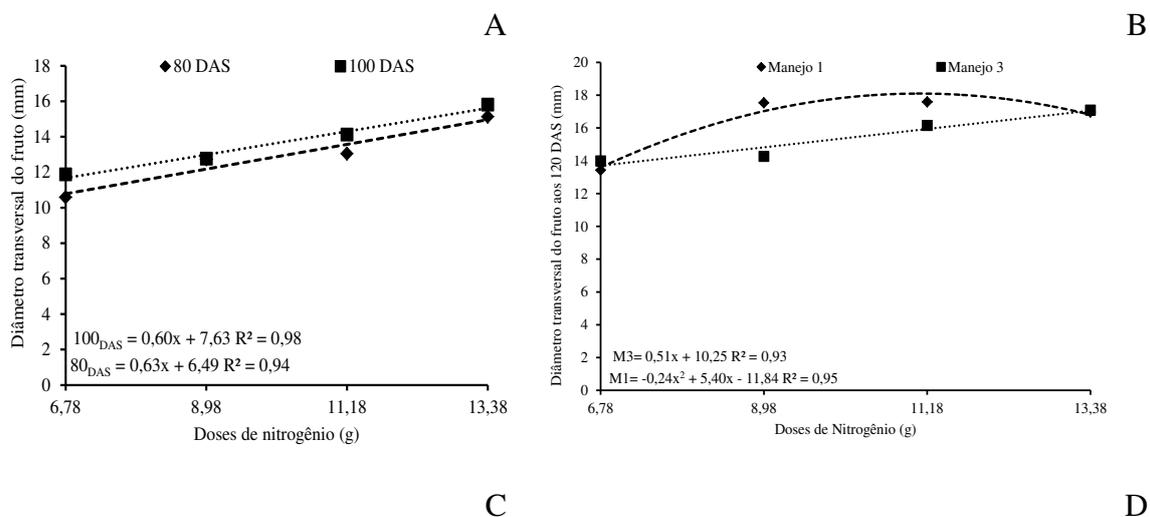


Figura 2. Desdobramento da biomassa fresca do fruto na dose de nitrogênio em relação ao manejo da solução aos 80, 100 e 120 DAS (A, C e E) e o desdobramento da biomassa fresca do fruto no manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F) da pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”.

Ao avaliar o diâmetro transversal dos frutos aos 80 e 100 DAS (Figura 3A) verifica aumento de 9,31 e 8,41% respectivamente, com acréscimo de 16,44% de nitrogênio na solução nutritiva, com o maior diâmetro transversal dos frutos de 14,96 e 15,62 mm aos 80 e 100 DAS, respectivamente, na dose de 13,38g 60L⁻¹. De acordo com ABUD. (2013) estudando a cultura da pimenta biquinho ao longo do ciclo, verificou diâmetro médio dos frutos de 13,29 até 65 DAA, que aos 100 DAS o diâmetro médio dos frutos foi de aproximadamente 11,28mm. Ao comparar com presente trabalho, verifica na pimenta biquinho no sistema hidropônico um diâmetro superior.

No desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva para o diâmetro transversal dos frutos aos 120 DAS, o diâmetro máximo foi de 18,09 e 17,05 mm no M1 e M2 nas doses de 11,07 e 13,38g 60L⁻¹, respectivamente (Figura 3B). E no desdobramento manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio, as diferenças significativas pelo teste de média, só houve apenas nas doses 8,98 e 11,18g 60L⁻¹ entre os manejos da solução nutritiva com diâmetros transversais máximos de 17,50 e 17,59, respectivamente, para o M1 (Figura 3C). O que pode ter favorecido o aumento no diâmetro transversal do fruto, foi a aplicação do N, nas doses e no tempo certo para estágio de desenvolvimento das plantas (Villas Boas et al., 2000). Isto pode ser comprovado no presente estudo, onde o M1, ou seja, a aplicação de todos os nutrientes aplicados na fase de crescimento, associado a maior dose de nitrogênio (13,38g 60L⁻¹) proporcionou o maior diâmetro. Corroborando com presente trabalho (Alvares, 2011), coletando variedade da *capsicum chinense* Jacq, no sudoeste Goiano encontrou pimenta com diâmetro transversal de 13,87 mm, abaixo do que encontrado no presente estudo.



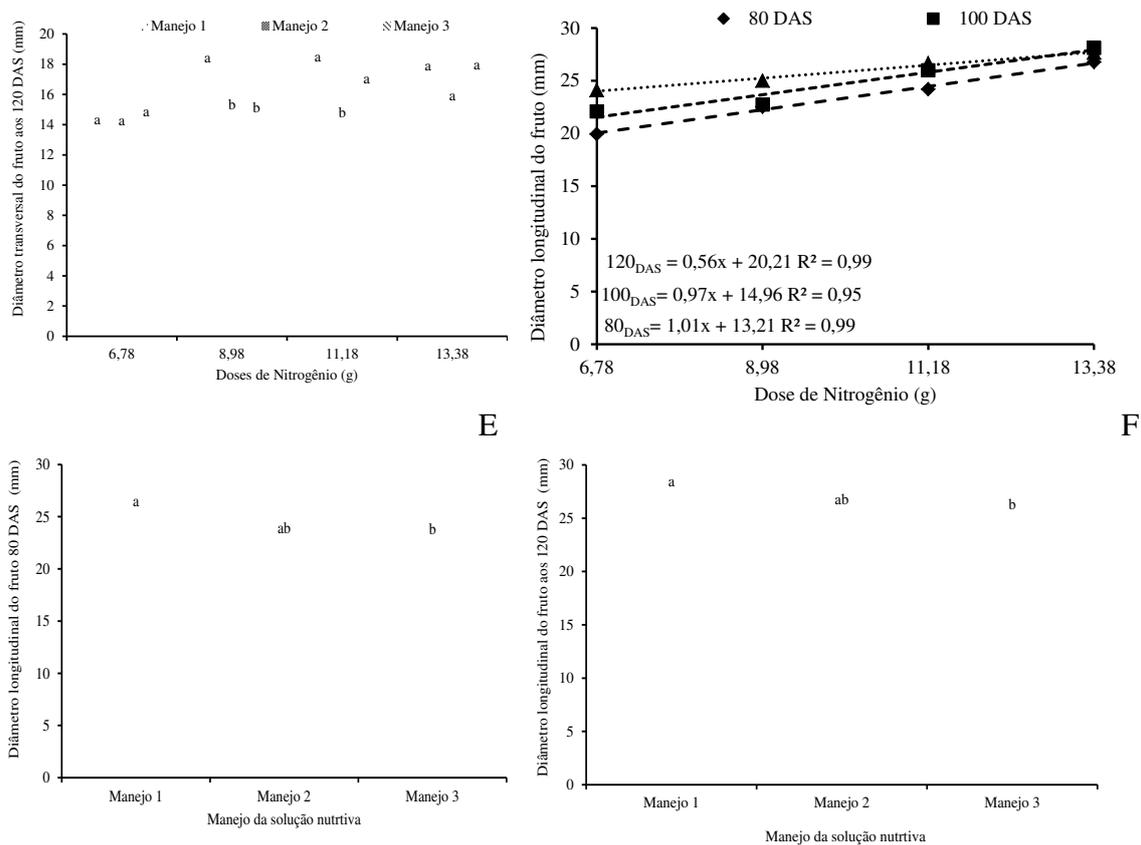


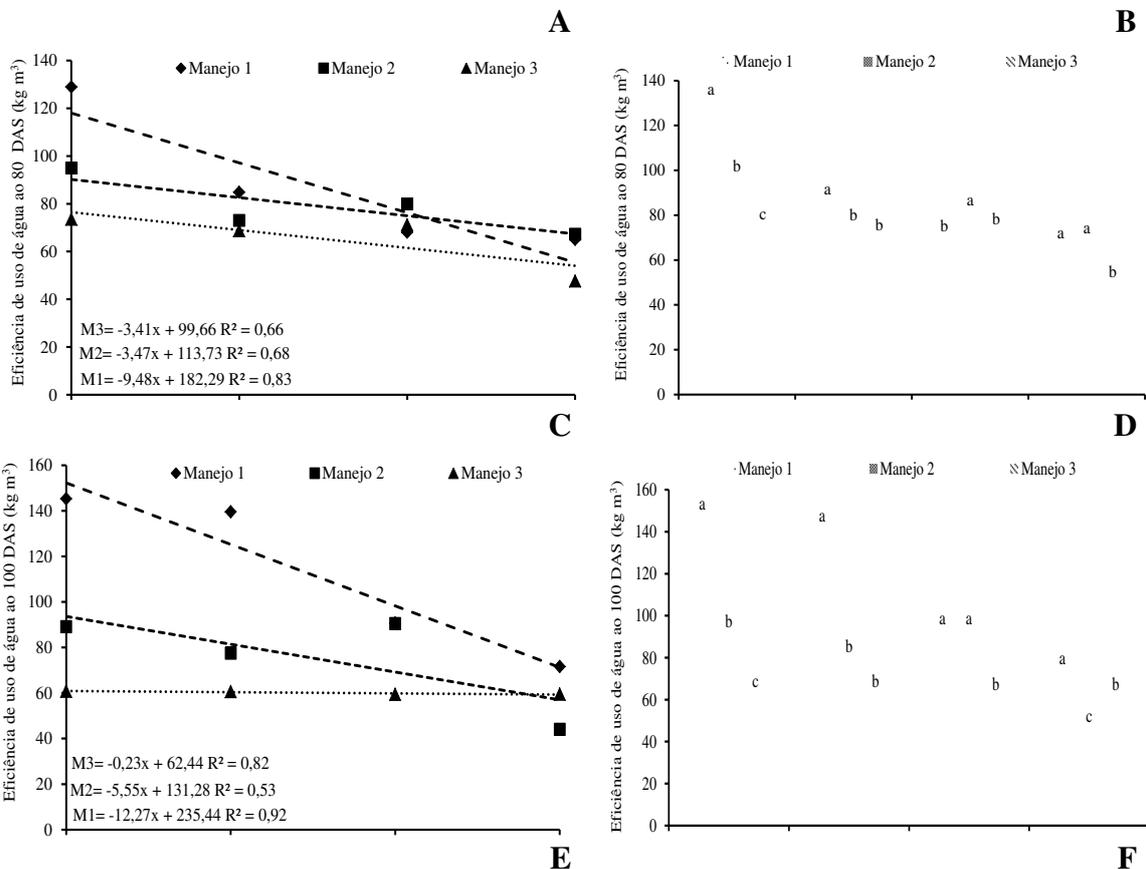
Figura 3. Diâmetro transversal do fruto para doses de nitrogênio aos 80 e 100 DAS (A), desdobramento doses de nitrogênio vs manejo da solução nutritiva (B) desdobramento manejo da solução nutritiva vs doses de nitrogênio (C), diâmetro longitudinal para doses de nitrogênio aos 80, 100 DAS(D) e para manejo da solução nutritiva aos 80,(E) e 120 DAS (F) para pimenta biquinho.

O diâmetro longitudinal foi influenciado pelas doses crescentes de nitrogênio (Figura 3D), com valores médios de 27,72; 27,93 e 26,68 mm nos frutos aos 80, 100 e 120 DAS, respectivamente, com a dose de 13,38g 60L⁻¹. Conforme ABUD (2013) estudando a pimenta biquinho ao longo do ciclo, verificou aos 100 dias, o diâmetro longitudinal aproximadamente 21,976 mm. E para o manejo da solução nutritiva (Figura 3E e 3F) verifica diferença significativa pelo teste de média com maior diâmetro longitudinal de 25,08 e 27,18 mm aos 80 e 100 DAS no M1, não ocorrendo diferença estatística pelo teste de média comparado com o M2. O que pode observado no presente resultados esta de acordo com Malavolta et al. (1989), em que o nitrogênio estimula a formação e o desenvolvimento vegetativo das plantas, e favoreceu o aumento no diâmetro longitudinal dos frutos das pimentas biquinho.

A eficiência de uso de água (EUA) é simplesmente a razão matemática entre a produção e o consumo hídrico. Ao avaliar a EUA da pimenta biquinho aos 80 DAS (Figura 4A) o desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva, revelou o efeito positivo coma maior eficiência (118,01kg m³) no tratamento

M1, na dose de 6,98g 60L⁻¹. O aumento nas doses de nitrogênio em 16,44% ocasionou uma redução de 17,67% na eficiência do uso de água. No desdobramento manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio (Figura 4B), verifica a maior eficiência de 128,96 kg m³ no tratamento M1 com a dose de 6,78g 60L⁻¹. E Ao comparar com os M2 e M3 verifica diferença estatisticamente pelo teste de média.

Ao analisar o desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução aos 100 DAS (Figura 4C), verifica a maior eficiência (152,26 kg m³) obtida nas plantas que receberam 6,78g 60L⁻¹ no M1, em que o aumento de 16,44% nas doses de nitrogênio, verifica uma redução de 17,72% na eficiência de uso de água. Ao analisa EUA nos tratamentos M2, M3, em comparação ao M1, verifica uma redução de 38,51 e 60,02% respectivamente com a dose de 6,78g 60L⁻¹. Ao avaliar a EUA no desdobramento manejo da solução nutritiva em relação aos 100 DAS as doses de nitrogênio (Figura 4D) aos 100 DAS, verifica as maiores eficiência nas doses de 6,78 e 8,98g 60L⁻¹ no M1, diferenciando estatisticamente do M2, M3 pelo teste de média. Resultado inferior foi observado por Bione (2017), estudando a pimenta biquinho no sistema hidropônico NFT uma eficiência de 9,34 kg m⁻³, na dose de 11,298g 60L⁻¹. O que favoreceu para esse aumento pode está relacionando ao número de plantas por m² e ao modelo do sistema hidropônico usado.



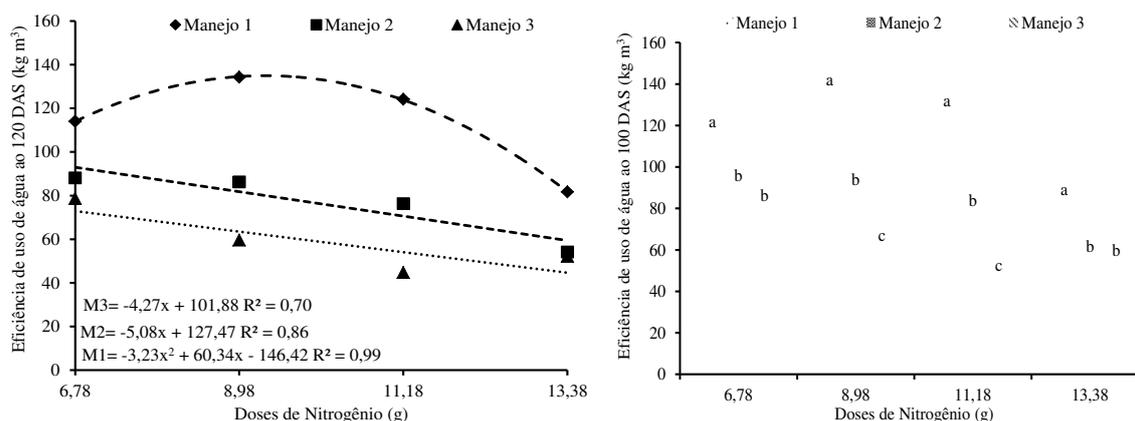
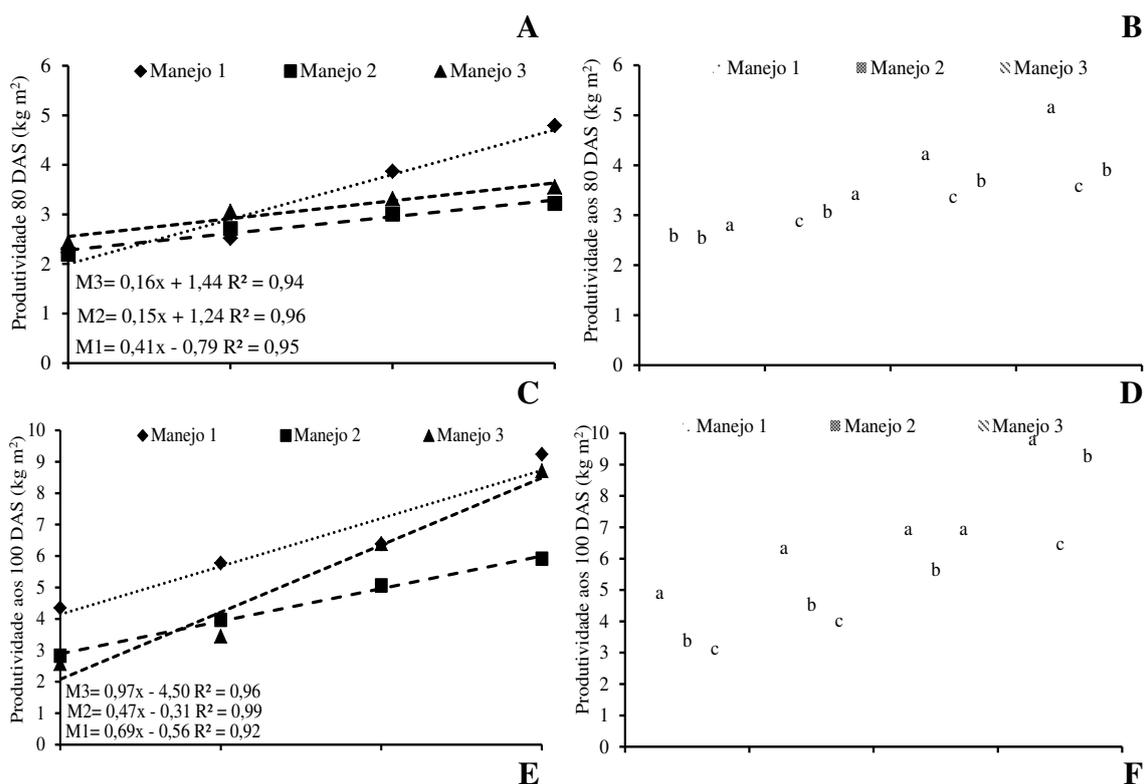


Figura 4. Desdobramento das doses de nitrogênio vs manejo da solução nutritiva para eficiências de uso de água aos 80, 100 e 120 DAS (A, C e E), desdobramento do manejo da solução nutritiva vs doses de nitrogênio aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F) para cultura da pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”.

No final do ciclo da pimenta biquinho no sistema hidropônico aos 120 DAS (Figura 4E), observa o ponto máximo da eficiência de 135,38 kg m⁻³ com a dose estimada de 9,34 kg 60L⁻¹. No entanto, a maior EUA aos 120 DAS ficou da ordem de 135,38; 93,00 e 72,89 kg m⁻³ no M1, M2 e M3, respectivamente. No desdobramento manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio, a maior eficiência no M1 foi de 134,28 e 124,12 kg m⁻³ nas doses de 8,98 e 11,18g 60L⁻¹, respectivamente, diferenciando estatisticamente pelo teste de média em comparação ao M2 e M3. Conforme estudos desenvolvido por Ortiz et al. (2012) com a cultura da pimenta biquinho em vasos com substrato em ambiente protegido, observaram uma EUA de 5,6 kg m⁻³. E Santos Júnior et al. (2015), estudando a cultura do coentro, no mesmo sistema hidropônico usado no presente trabalho, verificaram uma eficiência de 81,59 kg m⁻³.

A produtividade de fitomassa fresca de frutos aos 80 DAS (Figura 5A) apresentou um comportamento crescente no desdobramento de doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva, verificando uma produtividade máxima de 4,70; 3,28 e 3,63 kg m² para M1, M2, e M3, respectivamente, na combinação com a dose 13,38g 60L⁻¹ N. No desdobramento manejo da solução nutritiva em relação às doses de nitrogênio aos 80 DAS (Figura 5B), houve diferença estatística pelo teste de média na comparação com manejo da solução, sendo a maior produtividade 4,79 kg m⁻² encontrada na combinação M1 e a doses 13,38g 60L⁻¹. Conforme Beltrão et al. (2021), relatam, que o nitrogênio é requerido pela pimenta biquinho até uma dose ótima, e a planta pode expressar seu potencial máximo de produção sob a aplicação da dose ideal de um nutriente.

Aos 100 DAS (Figura 5C), houve um aumento na produtividade de 46,05% em comparação aos 80 DAS na dose de 13,38g 60L⁻¹, verificando no desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva uma produtividade máxima de 8,72 kg m⁻², na dose 13,38g 60L⁻¹ e o M1. Ao avaliar as plantas de pimenta no desdobramento manejo da solução nutritiva em relação a doses de nitrogênio (Figura 5D), o efeito significativo pelo teste de média, mostrou uma produção máxima de 9,23 kg m⁻² na combinação M1 e dose de 13,38g 60L⁻¹ diferenciando estatisticamente pelo teste de média, com redução de 35,96 e 5,70% para o M2, M3, respectivamente, comparado ao M1. Esse aumento na produtividade pode está relacionado também ao tipo de estrutura usado, como mostra resultados obtidos por Cavalcante et al. (2016), estudando a cultura do coentro no mesmo sistema do presente trabalho, uma produtividade de 5,5 kg m⁻² de fitomassa fresca da parte aérea, com espaçamento de 7 cm entre células, uma eficiência acima do sistema convencional. Ao comparar com presente resultado, podemos atribuir este aumento na produtividade no sistema hidropônico “tipo pirâmide”, a alta densidade de plantas.



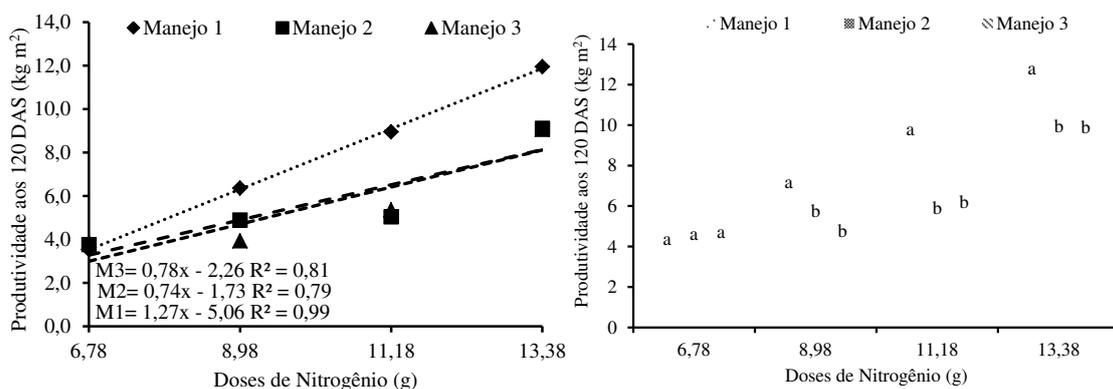


Figura 5. Desdobramento das doses de nitrogênio vs manejo da solução nutritiva produtividade aos 80, 100 e 120 DAS (A, C e E), desdobramento do manejo da solução nutritiva vs doses de nitrogênio aos 80, 100 e 120 DAS (B, D e F) para cultura da pimenta biquinho no sistema hidropônico “tipo pirâmide”.

A produtividade das plantas de pimenta biquinho aos 120 DAS (Figura 5E) teve um comportamento linear crescente no desdobramento doses de nitrogênio em relação ao manejo da solução nutritiva com produtividade máxima de 11,88; 8,13 e 8,11 kg m⁻² com o M1, M2 e M3, respectivamente. Já no desdobramento manejo da solução nutritiva em relação a doses de nitrogênio aos 120 DAS (Figura 5F), verificou-se diferença significativa entre o manejo da solução, sendo a maior produtividade no M1, com 11,95 kg m² e, o M2, e M3 não diferenciaram esteticamente pelo teste de média, com produtividade máxima de 9,11 e 9,07 kg m⁻², respectivamente. Conforme a produtividade obtida, 4,61kg m⁻², por Bione et al. (2021), estudando a pimenta biquinho com a dose de 11,298g 60L de N, , foi bem inferior do encontrado no presente trabalho.

CONCLUSÃO

Para o cultivo da pimenta biquinho, cultivar BRS Moema, no sistema hidropônico “tipo pirâmide” familiar, recomenda-se o manejo com solução de 100% dos nutrientes sendo oferecido na fase de crescimento com a dose de 13,38g 60L⁻¹, no qual obteve uma produtividade de 11,88 kg m⁻² de massa fresca dos frutos e o número médio de frutos de 363,47 por planta da pimenta biquinho.

A maior eficiência de uso de água foi observada no manejo com a solução nutritiva de 100% da carga nutricional, aplicado na fase de crescimento, associado à dose de 6,78g 60L⁻¹ de 129,62kg m⁻³.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, R. C. Divergência genética entre acessos de *Capsicum chinense* Jacq. Coletados no sudoeste goiano. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Jataí/Goiás, 57f. 2011
- ABUD, H. F. Caracterização de frutos, histoquímica e qualidade fisiológica de sementes de pimenta durante a maturação. Tese (Doutorado) em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa. 105p, 2013.
- BACKES, F. A. A. L.; SANTOS, O. S. D.; PILAU, F. G.; BONNECARRÈRE, R. A. G.; MEDEIROS, S. L. P.; & FAGAN, E. B. Reposição de nutrientes em solução nutritiva para o cultivo hidropônico de alface. *Ciência Rural*, v.34, p.1407-1414, 2004.
- BELTRÃO, J.S.; KOETZ, M.; BONFIM-SILVA, E.M.; SILVA, T.J.A.; JOSÉ, J.V. Production of pout pepper (*Capsicum chinense*) under irrigation depths and nitrogen doses in the Brazilian Cerrado. *Australian Journal of Crop Science*, v. 15, n. 04, p.553-558, 2021.
- BIONE, M. A. A.; SOARES, T. M.; COVA, A. M. W.; DA SILVA PAZ, V. P.; GHEYI, H. R.; RAFAEL, M. R. S.; NEVES, B. S. L. Hydroponic production of ‘Biquinho’pepper with brackish water. *Agricultural Water Management*, 245, 106607, 2021.
- BIONE, M. A. A. Cultivo hidropônico de pimenteira ‘Biquinho’com águas salobras. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia 135f. 2017
- BOSLAND, P. W.; VOTAVA, E. J. Peppers: Vegetable and spice *Capsicum*. Berkeley, Califórnia: TenSpeed Press, 240p. 2000.
- CARVALHO, S.I.C.; BIANCHETTI, L.B.; RIBEIRO, C.S.C.,; LOPES, C.A. Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil. Brasília: Embrapa Hortaliças, 27p, 2008.
- CASTELLANE, P.D.; ARAÚJO, J.A.C. Cultivo sem solo – Hidroponia FUNED. Jaboticabal, 1995. 43p.
- CAVALCANTE, A. R.; JÚNIOR, J. A. S.; GHEYI, H. R.; DA SILVA DIAS, N.; SILVA PAZ, V. P. Produção e composição mineral do coentro em sistema hidropônico de baixo custo. *Irriga*, v. 21, n. 4, p. 685-696, 2016.
- EMBRAPA HORTALIÇAS. Pimenta - BRS Moema (2009). <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/418/pimenta-brs-moema>. Acesso em 7 de fevereiro de 2022.

- FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs: Sisvar. *Brazilian Journal of Biometrics*, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- FURLANI, P. R. Instruções para cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia NFT. Campinas: Instituto Agrônomo, 1998. 30p. (Boletim 168)
- MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Agronômica Ceres, 2006. 638p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; PESSOA, P.F.A. Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato, 1989. 202p.
- MARTINEZ, H.E.P. O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa. Viçosa : UFV, 2002. 61p. Caderno Didático, n.1.
- ORTIZ, W.C.; PÉREZ-GUTIÉRREZ, A.; MORENO, L.L.; MAY-LARA, C.; SÁNCHEZ, E.R.; CHACÓN, A.J.M. Uso de agua, potencial hídrico y rendimiento de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Revista Fitotecnia Mexicana*, v.35, p.155- 160, 2012.
- PINTO, C. M. F.; LIMA, P. C.; SALGADO, L. T.; CALIMAN, F. R. B. Nutrição mineral e adubação para pimenta. *Informe Agropecuário*, v.27, p.50-57, 2006.
- RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Pimentas *Capsicum*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008 (eds). 200p.
- SANTOS JÚNIOR, J.A.; GHEYI, H.R.; CAVALCANTE, A.R.; MEDEIROS, S.S., DIAS, N.S.; SANTOS, D.B. Water use efficiency of coriander produced in a low-cost hydroponic system. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.19, p.1152-1158, 2015.
- SANTOS JÚNIOR, J.A.; GHEYI, H.R.; CAVALCANTE, A.R.; MEDEIROS, S.S.; DIAS, N.S.; SANTOS, D.B. Water use efficiency of coriander produced in a low-cost hydroponic system. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Online)*, v. 19, p. 1152-1158, 2015.
- SERENINI, M.J.; MALYSZ, S.T. A importância da agricultura familiar na produção de alimentos. *Cadernos PDE*, v.1, 28p, 2014.
- SILVA, E. R.; PINHEIRO, M. G.; CARRARO, J. C.; SILVA BINOTTI, F. F.; BURIN, C. C.; OLIVEIRA, J. N.; COSTA, E. Cumulative applications of paclobutrazol with leaf nitrogen in Biquinho pepper. *Journal of Experimental Agriculture International*, 64-71p, 2020.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

- TAIZ, L., ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. Artmed Editora ,2017.
- VIEIRA, J. V.; DE SOUSA ALVES, A. C.; GUEDES, Í. M. R.; NASCIMENTO, W. M.; TIMM, C. A.; MACEDO, A.; FERREIRA, B. Pimentas Capsicum: Uma História de Sucesso Na Cadeia Produtiva de Hortaliças. Embrapa Hortaliças, v.11, 2015.
- VILLAS BOAS, R. L.; KANO, C.; LIMA, C. P.; NANETTI, F. A.; FERNANDES. D. M. Efeito de doses de nitrogênio aplicado de forma convencional e através da fertirrigação na cultura do pimentão. Horticultura Brasileira, v.18, p.801-802, 2000.
- YASUOR, H.; TAMIR, G.; STEIN, A.; COHEN, S.; BAR-TAL, A.; BEN-GAL, A.; YERMIYAHU, U. Does water salinity affect pepper plant response to nitrogen fertigation. Agricultural Water Management, v.191, p.57-66, 2017.