



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**



TESE DE DOUTORADO

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA PIMENTA BIQUINHO SUBMETIDA A DOSES DE
NITROGÊNIO E CONTEÚDOS DE ÁGUA DO SOLO**

CRIS LAINY MACIEL SANTOS

CAMPINA GRANDE – PB

2020

CRIS LAINY MACIEL SANTOS

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA PIMENTA BIQUINHO SUBMETIDA A DOSES DE
NITROGÊNIO E CONTEÚDOS DE ÁGUA DO SOLO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, da Universidade Federal de Campina Grande, do curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola para obtenção do título de Doutora em Engenharia Agrícola.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:
ENGENHARIA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

ORIENTADORES: Prof. PhD. Hugo Orlando Carvalho Guerra.
Prof^a. Dr^a. Vera Lúcia Antunes de Lima.

CAMPINA GRANDE-PB

2020

S237c Santos, Cris Lainy Maciel.

Crescimento e produção da pimenta biquinho submetida a doses de nitrogênio e conteúdos de água do solo/Cris Lainy Maciel Santos. - Campina Grande, 2020.

55 f. : il. Color.

Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2020.

"Orientação: Prof. Dr. Hugo Orlando Carvalho Guerra, Profa. Dra. Vera Lúcia Antunes de Lima".

Referências.

1. *Capsicum chinense*. 2. Irrigação. 3. Fertilização Nitrogenada. Guerra, Hugo Orlando Carvalho. II. Lima, Vera Lúcia Antunes de. III. Título.

CDU 633.84(043)



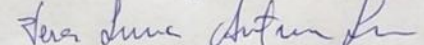
PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA TESE

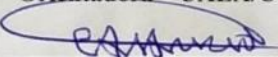
CRIS LAINY MACIEL SANTOS

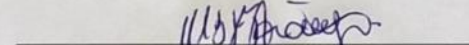
APROVADO(A): 28 de fevereiro de 2020

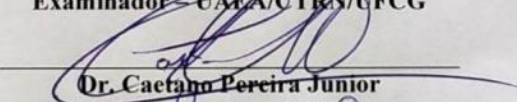
BANCA EXAMINADORA

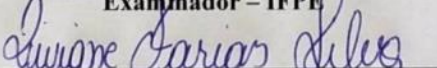

Dr. Hugo Orlando Carvalho Guerra
Orientador – UAEA/CTRN/UFCG


Dra. Vera Lúcia Antunes de Lima
Orientadora – UAEA/CTRN/UFCG


Dr. Carlos Alberto Vieira de Azevedo
Examinador – UAEA/CTRN/UFCG


Dra. Maria Sallydelândia de Farias Araújo
Examinador – UAEA/CTRN/UFCG


Dr. Caetano Pereira Junior
Examinador – IFPE


Dra. Viviane Farias Silva
Examinadora – CTRN/UFCG

DEDICO

A meu pai, Manoel Pedro dos Santos Filho, por dedicar a sua vida a mim, por sua total dedicação e empenho para me proporcionar todas as oportunidades de estudo.

A você mainha, Mônica Maciel Santos, pelo seu amor imensurável, pelas palavras incansáveis de incentivo, pelo seu infinito cuidado e acolhimento em todas as horas.

A minha irmã Pâmella Samara Maciel Santos, quero ser o seu espelho, o seu incentivo, o seu exemplo!

AGRADECIMENTOS

Agradeço infinitamente ao Eterno, DEUS todo poderoso, por me conceder saúde, força e sabedoria e por renovar minhas esperanças frente às dificuldades e aos dias de desânimo e cansaço, Baruch Hashem!

Ao meu orientador, Hugo Orlando Carvallo Guerra pelo total suporte em todas as etapas da execução do trabalho, pela disposição, ensinamento, dedicação, paciência e por sua postura compreensível e palavras de preocupação nos meus momentos difíceis. Obrigada por sua amizade professor, DEUS o abençoe grandemente!

A minha co-orientadora Vera Lúcia Antunes de Lima, que está comigo desde o início da graduação, sempre acreditando em mim e por suas palavras tão carinhosas de incentivo.

A Universidade Federal de Campina Grande, a Coordenação e aos secretários da Pós-graduação em Engenharia Agrícola, pela oportunidade da realização deste curso e ajuda durante a minha caminhada.

Aos amigos (as) José Maria, André, Raul, Caetano, Jordânio, Jacó, Leandro, Viviane e Elca, pela ajuda, amizade e auxílio neste trabalho.

Gratidão ao destino, Gratidão ao universo!

Benção da sabedoria:

“Tu dotas o homem com sabedoria e instruis aos mortais a compreensão; concede-nos o Teu dom da inteligência, da compreensão e da sabedoria. Bendito sejas Tu, Eterno, Dotador da sabedoria”.

Rezas Judaicas

(SIDUR COMPLETO, 1997)

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	09
LISTA DE FIGURAS	10
RESUMO	11
ABSTRACT	12
1.INTRODUÇÃO	13
1.1. Objetivo geral	14
2.2. Objetivos específicos	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1. Características botânicas das pimentas do gênero <i>Capsicum</i>	14
2.2. Importância socioeconômica das pimentas do gênero <i>Capsicum</i>	16
2.3. A adubação nitrogenada na agricultura	17
2.4. A irrigação na agricultura	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1. Localização e caracterização da área experimental	20
3.2. Tratamento e delineamento experimental	21
3.3. Solo utilizado	22
3.4. Produção de mudas de pimenta biquinho (<i>Capsicum chinense</i>)	23
3.5. Transplante das mudas para os vasos definitivos	23
3.6. Adubação nitrogenada	24
3.7. Lâminas de água	24
3.8. Análise estatística dos dados	25
3.9. Variáveis analisadas	25
3.9.1. Altura de planta	25
3.9.2. Diâmetro caulinar	25
3.9.3. Número de ramos	25
3.9.4. Número de folhas	25
3.9.5. Área foliar	25
3.9.6. Comprimento da raiz	26
3.9.7. Fitomassa fresca da parte aérea	26
3.9.8. Fitomassa seca da parte aérea	26
3.9.9. Fitomassa fresca da raiz	26
3.9.10. Fitomassa seca da raiz	26

3.9.11. Fitomassa fresca total.....	26
3.9.12. Fitomassa seca total.....	26
3.9.13. Peso do fruto fresco.....	26
3.9.14. Diâmetro do fruto.....	26
3.9.15. Comprimento do fruto.....	26
3.9.16. Número de frutos por planta.....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1. Crescimento da pimenta biquinho	26
4.2. Produção da pimenta biquinho	41
5. CONCLUSÕES	47
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultado da análise física do solo.....	22
Tabela 2. Resultado da análise de fertilidade do solo.....	22
Tabela 3. Resultado da análise de salinidade do extrato de saturação do solo.....	23
Tabela 4. Resumo da análise de variância para a altura de planta (AP), diâmetro caulinar (DC), número de ramos (NR), número de folhas (NF), área foliar (AF) e comprimento da raiz (CR) da pimenta biquinho.....	27
Tabela 5. Resumo da análise de interação água X nitrogênio para o diâmetro caulinar (DC), número de ramos (NR), número de folhas (NF), área foliar (AF) e comprimento da raiz (CR) da pimenta biquinho.....	31
Tabela 6. Resumo da análise de variância para a fitomassa fresca da parte aérea (FFA), fitomassa seca da parte aérea (FSA), fitomassa fresca da raiz (FFR), fitomassa seca da raiz (FSR), fitomassa fresca total (FFT) e fitomassa seca total (FST) da pimenta biquinho.....	34
Tabela 7. Resumo da análise de interação água X nitrogênio para a fitomassa fresca da parte aérea (FFA), fitomassa seca da parte aérea (FSA), fitomassa fresca da raiz (FFR), fitomassa seca da raiz (FSR) fitomassa fresca total (FFT) e fitomassa seca total (FST) da pimenta biquinho.....	38
Tabela 8. Resumo da análise de variância para o peso do fruto fresco (PFF), diâmetro do fruto (DF), comprimento do fruto (CF) e número de frutos por planta (NFP) da pimenta biquinho.....	41
Tabela 9. Resumo da análise de interação nitrogênio X água para o diâmetro do fruto da pimenta biquinho.....	43
Tabela 10. Resumo da análise de interação água X nitrogênio para o número de frutos por planta da pimenta biquinho.....	45

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1. Vista da área experimental no interior da casa de vegetação.....	21
Figura 2. Croqui do delineamento experimental.....	22
Figura 3. Altura de planta (A), diâmetro caulinar (B), número de ramos (C), número de folhas (D) e área foliar (E) da pimenta biquinho em função das doses de nitrogênio.....	28
Figura 4. Altura de planta (A), diâmetro caulinar (B), número de ramos (C), número de folhas (D), área foliar (E) e comprimento da raiz (F) da pimenta biquinho em função dos conteúdos de água do solo.....	29
Figura 5. Diâmetro caulinar (A), número de ramos (B), número de folhas (C) e área foliar (D) e comprimento da raiz (E) da pimenta biquinho em função dos conteúdos de água do solo para diferentes doses de nitrogênio.....	32
Figura 6. Fitomassa fresca da parte aérea (A), fitomassa seca da parte aérea (B), fitomassa fresca da raiz (C), fitomassa fresca total (D) e fitomassa seca total (E) da pimenta biquinho em função das doses de nitrogênio.....	35
Figura 7. Fitomassa fresca da parte aérea (A), fitomassa seca da parte aérea (B), fitomassa fresca da raiz (C), fitomassa seca da raiz (D), fitomassa fresca total (D) e fitomassa seca total (E) da pimenta biquinho em função dos conteúdos de água do solo.....	37
Figura 8. Fitomassa fresca da parte aérea (A), fitomassa seca da parte aérea (B), fitomassa fresca da raiz (C), fitomassa seca da raiz (D), fitomassa fresca total (E) e fitomassa seca total (F) da pimenta biquinho em função dos conteúdos de água do solo para diferentes doses de nitrogênio.....	39
Figura 9. Número de frutos por planta da pimenta biquinho em função das doses de nitrogênio.....	41
Figura 10. Peso do fruto fresco (A) e comprimento do fruto (B) da pimenta biquinho em função dos conteúdos de água do solo.....	42
Figura 11. Diâmetro do fruto da pimenta biquinho em função das doses de nitrogênio para o conteúdo de água do solo de 100% da capacidade de campo.....	44
Figura 12. Número de frutos por planta da pimenta biquinho em função dos conteúdos de água do solo para a dose de 150 kg N ha ⁻¹	45

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA PIMENTA BIQUINHO SUBMETIDA A DOSES DE NITROGÊNIO E CONTEÚDOS DE ÁGUA DO SOLO

RESUMO

A pimenta possui destaque em vários setores da economia brasileira, seja pelo consumo da hortícola fresca ou pela comercialização de produtos em que a pimenta faz parte da composição. A pimenta biquinho (*Capsicum chinense*) é uma das variedades de pimenta mais promissoras, porém o conhecimento sobre o manejo adequado desta espécie ainda é pouco conhecido. Diante desta temática, foi conduzido um experimento com pimenta biquinho em vasos e em casa de vegetação, para avaliar os efeitos de quatro doses de nitrogênio (75, 150, 225 e 300 kg ha⁻¹) e quatro conteúdos de água no solo (50, 75, 100 e 125% da capacidade de campo) sobre o crescimento e a produção das plantas. O delineamento experimental utilizado foi blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, com três repetições. A interação entre as doses de nitrogênio e os conteúdos de água do solo influenciaram significativamente todas as variáveis de crescimento, exceto a altura de planta, com os maiores valores ao estimar o uso de 300 Kg N ha⁻¹ com o conteúdo de água do solo próximo a 100% da capacidade de campo. O mesmo ocorreu com o diâmetro e o número de frutos por planta. O diâmetro do fruto alcançou o maior valor ao estimar o uso de 237,5 kg N ha⁻¹ com o conteúdo de água do solo em 100% da capacidade de campo, mas a produção de frutos foi insatisfatória. Do ponto de vista de qualidade do fruto e mercado, o melhor fruto (peso fresco e comprimento) foi obtido quando as plantas foram submetidas ao maior conteúdo de água do solo.

Palavras chaves: *Capsicum chinense*, irrigação, fertilização nitrogenada

GROWTH AND PRODUCTION OF THE BIQUINHO PEPPER SUBMITTED TO DIFFERENT NITROGEN FERTILIZATION AND SOIL WATER CONTENT

Abstract: The consumption of peppers is important in many sectors of the Brazilian economy, for the direct commercialization of peppers or when this is part of the composition of the products. The “biquinho” pepper (*Capsicum chinense*) is one of the most promising varieties of peppers, however, the knowledge about the correct management of this variety is not completely known. Because of this, one experiment was conducted in vases in a greenhouse to evaluate the effects of four nitrogen levels (75, 150, 225 and 300 kg ha⁻¹) and four soil water contents (50, 75, 100 and 125% of the soil water capacity) on the ontogenesis and production of the pepper. The experimental design was a 4 x 4 factorial with completely randomized blocks and 3 replicates. The interaction between nitrogen doses and soil water content significantly influenced all growth variables, except plant height, with the highest values when estimating the use of 300 kg N ha⁻¹ with the soil water content close to 100% of field capacity. The same occurred with the diameter and number of the fruits. The fruit diameter reached the highest value when estimating the use of 237,5 kg N ha⁻¹ with water content at 100% of the field capacity, but the fruit production was unsatisfactory. From the viewpoint of fruit quality and market, the best fruit (weight and size) was obtained with the highest soil water content.

Keywords: *Capsicum chinense*, irrigation, nitrogen fertilization

1. INTRODUÇÃO

Com base em pesquisas, estima-se que um quarto da população mundial consome pimenta (SILVA et al., 2015). Nesse cenário, o Brasil é o segundo maior centro de diversidade do gênero de pimentas “*Capsicum*”, com maior concentração de espécies, cultivo e uso, nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste (BARBOZA et al., 2011; DOMENICO et al., 2012).

Elas são bastante comercializadas, principalmente, em razão da grande variedade de produtos e formas de consumo (VIEIRA JUNIOR et al., 2019). A área cultivada de pimenta e pimentão aproxima-se dos 13 mil hectares, com produção anual de 280 mil toneladas (EMBRAPA 2017). A aceitação da pimenta *Capsicum* por parte do mercado tem expandido a área cultivada em outros estados brasileiros, com o objetivo de abastecer as agroindústrias e multinacionais que competem tanto na exportação da pimenta fresca, quanto na fabricação dos subprodutos alimentícios e farmacêuticos (SILVA, 2017; VIEIRA JUNIOR et al., 2019).

Por isso, o agronegócio de pimenta além de representar uma grande parcela na produção de olerícolas, tem importante valor socioeconômico para o Brasil com forte integração entre os participantes de sua cadeia produtiva, uma vez que, sustentada pela agricultura familiar, o cultivo de pimenta gera emprego, desde a produção no campo até o estabelecimento das indústrias processadoras (ABUD et al., 2018; SANTOS, 2018).

Conhecida pelo nome de pimenta de bico, a pimenta biquinho (*Capsicum chinense*) é uma variedade que não possui pungência, sendo seus frutos aromáticos e saborosos e com isso, atendem a um novo público de consumidores, que antes não consumiam pimentas pelo forte ardume da maioria das espécies (OLIVEIRA et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2019).

No entanto, apesar do aumento da demanda pela pimenta biquinho, alguns aspectos de manejo na agricultura são pouco conhecidos (OLIVEIRA et al., 2018), sendo muitas vezes, os tratamentos agrícolas para a cultura do pimentão (*Capsicum annuum L*) as únicas informações disponíveis (OLIVEIRA et al., 2014).

Silva (2017) afirma que, as hortaliças têm seu rendimento comprometido quando cultivadas em solo com excesso de água ou em condições de déficit hídrico, influenciando diretamente na quantidade e qualidade de frutos (ARAGÃO et al., 2012). Sendo assim, a irrigação torna-se imprescindível para manter a agricultura, principalmente, em regiões como o nordeste do Brasil, onde as chuvas são escassas, más distribuídas e com alto índice de evaporação. Mas, o uso indiscriminado da água para a irrigação é a prática de maior impacto ambiental em todo o mundo (MARINHO et al., 2016).

As exigências nutricionais das pimenteiros também são balizadas pelos estudos em culturas similares (OLIVEIRA et al., 2014), dificultando a realização de uma agricultura tecnicamente racional, que fortaleça os produtores e proteja o solo de problemas como a salinização e a contaminação dos lençóis freáticos, que acarretam a desvalorização das áreas degradadas e novas depredações (OLIVEIRA et al., 2016).

Assim, o conhecimento do desenvolvimento e a produção da pimenta biquinho quando submetida a distintos tratamentos de adubação e água no solo, é de grande importância na escolha do manejo agrícola responsável pelos melhores resultados de crescimento da planta, para conseguir produções satisfatórias e que atendam ao mercado consumidor em termos quantitativo e qualitativo. Este último aspecto é importante, principalmente, porque uma das principais formas de comercialização da pimenta é *in natura*, em saladas e em conserva, e os frutos escolhidos são aqueles de melhor aspecto visual.

1.1. Objetivo geral

Avaliar o crescimento e a produção da pimenta biquinho (*Capsicum chinense*) submetida a diferentes doses de adubação nitrogenada e conteúdos de água no solo.

1.2. Objetivos específicos

1.2.1. Avaliar o efeito de diferentes doses de adubação nitrogenada e conteúdo de água no solo na altura, diâmetro caulinar, número de ramos, número de folhas, área foliar e o comprimento da raiz de pimenta biquinho.

1.2.2. Avaliar o efeito de diferentes doses de adubação nitrogenada e conteúdo de água no solo na fitomassa fresca da parte aérea, a fitomassa seca da parte aérea, a fitomassa fresca da raiz, a fitomassa fresca total e a fitomassa seca total de pimenta biquinho.

1.2.3. Avaliar o efeito de diferentes doses de adubação nitrogenada e conteúdo de água no solo, na produção e nas características morfométricas dos frutos de pimenta biquinho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Características botânicas das pimentas do gênero *Capsicum*

As pimentas do gênero *Capsicum* pertencem a família Solanaceae assim como, o tomate, a batata, a berinjela e o jiló e podem ser largamente produzidas nos solos e climas brasileiros (LOPES et al., 2007). O gênero é agrupado por espécies, sendo as domesticadas a *Capsicum chinense*, *Capsicum annuum*, *Capsicum frutescens*, *Capsicum baccatum* e a

Capsicum pubescens (EMBRAPA, 2015). A pimenta biquinho, uma das variedades botânicas da *Capsicum chinense*, é considerada a mais brasileira das pimentas, encontrada desde a América Central até o sul do Brasil (CARVALHO et al., 2006).

A altura das *Capsicum* varia de acordo com a espécie e as condições de cultivo (LOPES et al., 2007). Segundo Domenico (2011), a espécie *Capsicum chinense* é arbustiva com 0,45 a 0,76 m de altura; hábito ereto, prostrado ou compacto (FONSECA, 2016). Suas folhas e ramos são essencialmente glabros, pequena pubescência, com folhas ovadas de 10,5 cm, largas, macias ou rugosas e de tonalidade verde claro a escuro. O sistema radicular de plantas *Capsicum* é pivotante, com um número elevado de ramificações laterais, podendo chegar a profundidades de 70-120 cm (FONSECA, 2016).

Além do mais seus ramos dicotômicos iniciam seu crescimento quando a plântula está entre 15 e 20 cm de altura, finalizando um ramo sempre por uma ou várias flores. Quando isso acontece, dois novos ramos vegetativos emergem das axilas das folhas e continuam crescendo até a formação de novas flores, repetindo esse processo por todo o período de crescimento da planta (FONSECA, 2016).

A maioria das espécies do gênero *Capsicum* possuem flores com cálice de 5 a 8 sépalas e corola com 5 a 8 pétalas. Como são autógamas a autopolinização das plantas facilita a reprodução, mas pode haver polinização cruzada entre indivíduos dentro da mesma espécie e entre espécies do gênero (FONSECA, 2016). As flores da *Capsicum chinense* são diferenciadas entre as demais espécies cultivadas do gênero pela cor da corola e o cálice, sem dentes, que quase sempre possui forte constrição anelar na junção com o pedicelo, formando importantes distinções morfológicas. A corola pode ser verde-amarelada, branca esverdeada sem manchas, as vezes esbranquiçada ou com manchas púrpuras, medindo de 0,5 a 1,0 cm de comprimento e com lobos planos que não se dobram (DOMENICO, 2011).

Os frutos da pimenta biquinho, segundo Oliveira et al. (2018) e Oliveira et al. (2019), possuem pouca pungência e o agradável aroma em seus frutos tem sido a preferência de muitos paladares, embora existam cultivares picantes desta pimenta (MOREIRA et al., 2006). Possuindo frutos de formato triangular com a ponta bem pontiaguda, formando um biquinho dando origem ao seu nome popular; e podendo chegar a 2,5 a 2,8 cm de comprimento e 1,5 cm de diâmetro (RIBEIRO & REIFSCHNEIDER, 2008).

Pouco ou muito enrugados, as suas cores variam entre salmão, laranja, amarela e vermelha; são pendentes, persistentes, com polpa firme e suas sementes são de cor de palha com margem ondulada (DOMENICO, 2011). Em relação a colheita, ela deve ser obrigatoriamente manual devido a maturação desuniforme, o que dificulta a determinação da

época de maturidade fisiológica das sementes e, conseqüentemente, o momento ideal de colheita para obtenção de sementes com alta qualidade fisiológica (VIDIGAL et al., 2009).

Por fim, em ambientes naturais a pimenta biquinho tem ciclo de vida perene (CARVALHO et al., 2006), no entanto, em muitas partes do mundo se comporta como anual, em especial, quando cultivada para fins comerciais, pelo fato de terem maior número de frutos no primeiro ano (DOMENICO, 2011).

2.2. Importância socioeconômica das pimentas do gênero *Capsicum*

O agronegócio das pimentas está em evidência em vários setores da economia brasileira. Pois, são exigidas pelos clientes em restaurantes, consumidas *in natura* e comercializadas de forma indireta pelos inúmeros produtos à base de pimenta (EMBRAPA, 2015). Elas ainda podem ser atrativas do ponto de vista ornamental, por possuírem de forma geral, coloração nos tecidos, folhagens variegadas, podendo ter porte anão e diversas colorações dos frutos (CARVALHO et al., 2006).

Elas também têm se tornado de grande potencial para a exportação, em diversos setores da economia, como matéria-prima de produtos farmacêuticos/medicinais, indústrias alimentícias e de produtos de beleza (RIBEIRO, 2012). Independente da espécie, as pimentas são fontes importantes de antioxidantes naturais (REIFSCHNEIDER, 2000), vitaminas “C” e “E” e carotenoides (BOSLAND & VOTAVA, 2012), fontes de fibras, vitaminas do complexo “B” e “A”, possuem nutrientes como fósforo, potássio e cálcio (REIFSCHNEIDER, 2000), além de água, ácidos graxos, óleos voláteis, proteínas, minerais e outras substâncias que contribuem para o valor nutricional, sabor, cor e aroma das pimentas (BOSLAND & VOTAVA, 2012).

A pimenta biquinho (*Capsicum chinense*), especificamente, apresenta propriedades anestésicas e anti-inflamatórias (FARIA et al., 2013), utilizada como extrato concentrado na forma de oleoresina, substância importante para tratamento de dor (OCHOA & RAMÍREZ, 2001). Como produto alimentício, esse tipo de pimenta tem chamado atenção dos paladares sensíveis à pungência e ganhando expressão nacional, criando expectativas positivas pela nova opção de investimento, aumentando a área cultivada e reforçando a representatividade da cadeia hortícola do agronegócio brasileiro (OLIVEIRA et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2019).

O agronegócio de pimentas é um exemplo de participação entre os membros da cadeia produtiva, permitindo a fixação de pequenos produtores rurais e suas famílias no campo, a contratação sazonal de mão-de-obra durante o período de colheita, o estabelecimento de novas

indústrias processadoras e a sua integração com os pequenos agricultores, agregando valor ao produto (ABUD et al., 2018; SANTOS, 2018).

Nesse sentido, a grande diversidade e aceitação dos frutos de pimenta tem impulsionado o interesse dos produtores e instituições de ensino em avaliarem as características peculiares de cada espécie e suas exigências de cultivo. Por outro lado, informações básicas como o manejo adequado da irrigação e da fertilidade do solo são de pouco embasamento científico, dificultando a produção em larga escala, de boa qualidade e economicamente viável (DOMENICO, 2011).

2.3. A adubação nitrogenada na agricultura

O nitrogênio é componente indispensável de diversos elementos importantes para o crescimento e desenvolvimento vegetal, como vitaminas, aminoácidos, proteínas, enzimas e coenzimas. Faz parte da estrutura de moléculas de ATP, RNA, DNA e clorofila, além da colina, ácidos nucleicos e indolilacéticos (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Relacionado também a diversos processos fisiológicos das plantas, como a fotossíntese, respiração, diferenciação celular e genética, além de ser um dos principais macronutrientes responsáveis pelo estímulo à formação de novos órgãos vegetais e de maior efeito sobre as taxas de crescimento, aumentando assim, o potencial fotossintético e a produtividade das culturas (TAIZ & ZEIGER, 2009).

A falta de nitrogênio produz um sistema radicular pouco desenvolvido, redução da velocidade de aparecimento das folhas, sendo mais reduzidas e estreitas e a altura da planta menor do que o normal (PINTO et al., 2006). Não havendo outros fatores limitantes, plantas bem nutridas de nitrogênio se desenvolvem rapidamente, com aumento da ramificação dos galhos frutíferos e de folhas de coloração verde-escuro, brilhantes e grossas, com melhores taxas fotossintéticas e de fotoassimilados (SOUSA et al., 2012).

Devido a estreita relação do nitrogênio com as folhas das plantas, a sua clorose gradual e/ou generalizada constitui um critério de identificação da deficiência de nitrogênio. O amarelecimento pode iniciar nas folhas mais velhas de forma uniforme ou começar com as folhas mais novas partindo da nervura principal (PINTO et al., 2006). Requerido em maior quantidade, principalmente, na fase ativa de crescimento de plântulas, (LIMA, 2013) o consumo de nitrogênio é quase sempre um fator limitante, agindo no crescimento da planta mais do que qualquer outro nutriente (SHRIDHAR, 2012).

A sua disponibilidade para as plantas também é de grande importância na fase de formação dos frutos (TAIZ & ZEIGER, 2004), podendo a deficiência deste nutriente no solo

ocasionar a redução da floração e frutificação e o amadurecimento precoce dos frutos e perda da qualidade (PINTO et al., 2006).

No entanto, apesar do nitrogênio ser um dos elementos essenciais para o desenvolvimento das plantas, a indicação sobre as fontes mais adequadas, dosagem e a forma adequada de utilizá-lo, se torna difícil pela sua alta mobilidade no solo e possíveis ocorrências de efeitos secundários negativos sobre o solo e a planta, devendo respeitar os estádios de crescimento e absorção de nutrientes pela cultura (OLIVEIRA et al., 2013).

Ou seja, se por um lado a falta de nitrogênio traz consequências negativas às plantas, o excesso pode ser maléfico e provocar desequilíbrios entre o crescimento da parte aérea em relação à porção radicular, chegando a induzir o aparecimento de podridões apicais nos frutos particularmente, nos períodos mais quentes, induzir abortos de flores e alongar o ciclo vegetativo, podendo deixar as plantas mais sensíveis à doenças (PINTO et al., 2006).

Aragão et al. (2011), estudando o efeito de 4 lâminas de irrigação e 4 níveis de nitrogênio sobre o crescimento do pimentão, observaram que a altura de planta, área foliar e a produção de fitomassa da parte aérea da hortaliça aumentaram com as doses de nitrogênio aplicadas e ao continuarem com o experimento, Aragão et al. (2012) detectaram que os números de frutos do pimentão também tiveram o mesmo comportamento. Segundo estes autores, isso ocorreu sobretudo, porque o nitrogênio aumenta o crescimento celular e facilita a absorção iônica de outros nutrientes, elevando o teor de proteínas e de aminoácidos solúveis na planta.

Mesmo com a reconhecida importância econômica e social da pimenta aqui apresentada, a cultura é pouco estudada no Brasil, especialmente, no que diz respeito à adubação (BARBOSA et al., 2011). E devido essa escassez de pesquisas e por pertencer ao mesmo gênero do pimentão, muitas das recomendações para o pimentão são utilizadas para o cultivo das pimentas (OLIVEIRA et al., 2014), tornando assim, evidente a importância de estudos relacionados ao uso racional de fertilizantes associados a outros fatores de produção, como a irrigação.

2.4. A irrigação na agricultura

A água executa funções vitais nos vegetais; ela participa de forma direta e indireta de reações bioquímicas; contribui na absorção e transporte de minerais das raízes para as folhas e é responsável pelo turgor celular. Contribui ainda, para o crescimento e manutenção da forma e estrutura dos tecidos, que estando em crescimento ou com alta atividade metabólica não suportam graus elevados de desidratação (LACERDA, 2007).

Diversos autores comprovaram que a irrigação de hortaliças promove aumento na produtividade de diversas espécies e que a deficiência de água, em particular, durante a floração e a frutificação, reduz a produtividade em decorrência da queda de flores, abortamento e a qualidade de frutos (LOPES et al., 2007).

Similar à falta de água, o excesso também pode comprometer a produção das culturas. Irrigações em demasia, especialmente, em solos com drenagem deficiente, prejudicam a aeração e favorecem doenças de solo, como as causadas por *Pythium* spp., *Phytophthora* spp. e *Rhizoctonia solani* (MAROUELLI et al., 2008).

Todavia, o uso da água de irrigação de forma eficiente, não só aumenta as chances de sucesso na agricultura, mas também minimiza as perdas, e preserva o meio ambiente (GOMES & TESTEZLAF, 2007). Quando em excesso, o uso da água precisa de energia além do necessário, provoca a lixiviação de nutrientes, sobretudo do nitrogênio. Acrescido a isso, a água drenada abaixo das raízes das plantas pode carregar agrotóxicos, os quais, juntamente com os nutrientes e outras substâncias, podem contaminar o lençol freático e outras fontes de água. (MAROUELLI et al., 2008).

Assim, apesar da água ser de grande importância para o crescimento e desenvolvimento vegetal, sua disponibilidade deve ser na quantidade ideal e no momento oportuno, respeitando as necessidades e exigências de cada espécie agrícola durante seu ciclo fenológico (SILVA, 2017).

Carvalho et al. (2011), avaliando a produção do pimentão-vermelho em função de lâminas de irrigação em ambiente protegido, verificaram que o excesso e/ou déficit de água prejudicou a produção da cultura e que os maiores retornos econômicos, são em cultivos onde o conteúdo de água do solo está próximo da capacidade de campo, confirmando os resultados de Albuquerque et al. (2011) ao investigarem o crescimento e a produtividade da mesma cultura.

Aragão et al. (2011), pesquisando a influência de 4 lâminas de água e 4 níveis de adubação nitrogenada sobre a cultura do pimentão, notaram a tendência de queda no crescimento foliar e na fitomassa da parte aérea do pimentão a partir do excesso da lâmina de água aplicada. Esses resultados foram explicados pelo provável desbalanceamento nutricional nas plantas de pimentão, ocasionado pela lixiviação do nitrogênio para as camadas inferiores do substrato, diminuindo a eficiência deste nutriente.

Além desses resultados, os autores ainda observaram que o peso da fitomassa do caule do pimentão foi favorecido pela irrigação, uma vez que, a água serviu de meio para a condução e distribuição dos nutrientes nas plantas, comprovando dessa forma, que um bom suprimento

de água é fundamental para o desenvolvimento desta cultura. Corroborando com seus estudos anteriores, Aragão et al. (2012), continuaram a detectar que as lâminas de irrigação proporcionam frutos de pimentão de melhor qualidade e maior peso, quando comparados aos tratamentos de déficit hídrico.

Silva et al. (2014) e Nascimento et al. (2015) estudaram plantas de pimenta biquinho em diferentes lâminas de irrigação e identificaram que as aplicações correspondentes a 100% da necessidade hídrica da planta, promoveram o melhor crescimento inicial em altura de planta e números de folhas.

Lima et al. (2016), ao analisarem a influência e os efeitos do teor de água no solo sobre o diâmetro, comprimento e número de frutos de plantas de pimentão, encontraram que a maior disponibilidade de água no solo proporcionou os maiores valores destas variáveis.

Por outro lado, um outro fator que impulsiona o interesse de informações sobre a irrigação de culturas está no declínio da disponibilidade de água e os efeitos positivos em algumas espécies irrigadas, com o intuito de alcançar resultados em que uma relativa baixa percentagem de água utilizada na irrigação não será prejudicial ao rendimento das culturas (FERERES & SORIANO, 2007).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido entre os meses de novembro de 2017 e junho de 2018, na cidade de Campina Grande – PB, em casa de vegetação, da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA), no Campus I da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), de coordenadas geográficas 7°13'11" S, 35°52'31" O e altitude de 550 m acima do mar (SILVA, 2017). De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a Estação Meteorológica automática de Campina Grande, entre os meses apresentados na pesquisa, registrou a média de temperatura máxima entre 27,0 C°, das 11:00 h até 23:00 h.

A casa de vegetação, tipo capela, construída em estrutura de alvenaria e ferro, possuindo 9 m de comprimento, 8 m de largura e 4 m de altura do pé direito total, com 0,80 m de alvenaria e 3,2 m coberto com tela de sombrite branca, totalizando uma área experimental de 72 m². A cobertura de telha transparente e translúcida e o piso de concreto. Em seu interior, 4 blocos de concreto de 6,00 m de comprimento a 76 cm do chão, onde os vasos com as plantas de pimenta biquinho (*Capsicum chinense*) foram dispostos 0,5 cm entre eles, com 12 plantas em cada bloco de concreto identificados por tratamento (FIGURA 1).



Figura 1. Vista da área experimental no interior da casa de vegetação. Fonte: autora

Cada unidade experimental foi constituída por um vaso de coloração preta de 36 cm de altura, com um diâmetro inferior e superior de 20 e 28 cm respectivamente, com capacidade para 20 L. Na base dos vasos, foi feito um orifício coberto por uma tela fina de nylon para a saída do lixiviado. Acima e em toda a base do vaso, foi colocada uma camada fina de brita #1 e em seguida depositados 20,5 kg de solo, ficando a superfície do solo a 5 cm da borda do vaso.

3.2. Tratamento e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, com 3 repetições, sendo 4 doses de fertilizante nitrogenado, correspondentes a 75, 150, 225 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio e 4 conteúdos de água do solo referentes a 50, 75, 100 e 125% da capacidade de campo do solo, totalizando 48 unidades experimentais.

O Croqui do delineamento experimental mostrando a locação dos tratamentos está na figura 2.

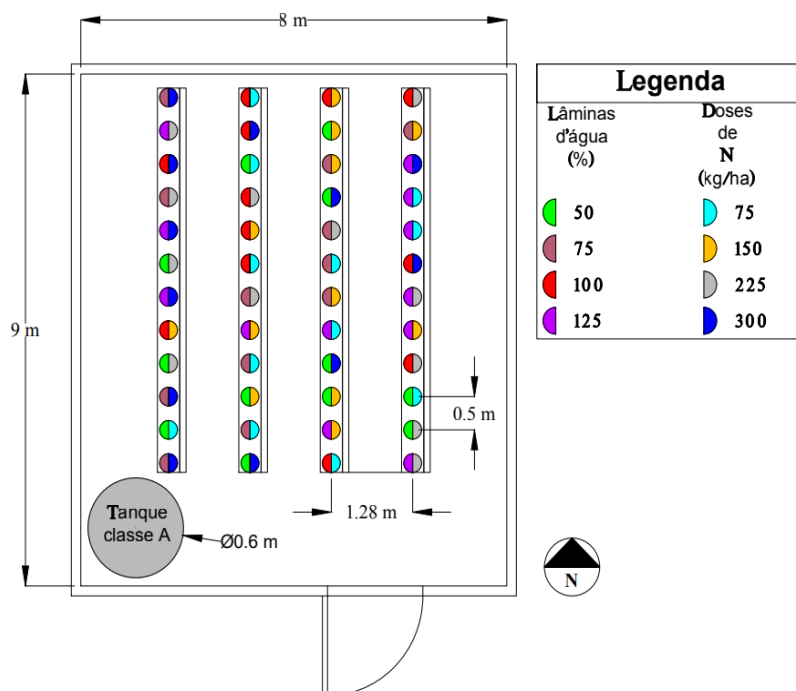


Figura 2. Croqui do delineamento experimental. Fonte: autora

3.3. Solo utilizado

O solo utilizado, classificado como Neossolo Regolítico Distrófico, retirado das proximidades do açude da Estação Experimental da Universidade Estadual da Paraíba, no município de Lagoa Seca (PB) e analisado no Laboratório de Solos da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Setor de Ciência do Solo, Campus II, Areia – PB. As Tabelas 1, 2 e 3 apresentam os resultados das análises físicas, químicas e de salinidade do solo, respectivamente.

Tabela 1. Resultado da análise física do solo

Areia	Silte	Argila	Dg	Dp	Pt	Classe textural
.....	g kg ⁻¹				
659	101	240	1,38	2,63	0,48	Franco Argilo Arenoso

Dg – Densidade do solo; Dp – Densidade das partículas; Pt – Porosidade total

Tabela 2. Resultado da análise de fertilidade do solo

pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	(H ⁺ +Al ³⁺)	Al ³⁺	S	T	P	K ⁺	MO
4,3(cmol _c dm ⁻³).....						(mg dm ⁻³)....		(g kg ⁻¹)
	0,87	0,77	1,7	5,48	0,20	3,63	9,11	6,89	112,08	25,03

S – Soma de bases; T – Capacidade de troca catiônica; MO – Matéria orgânica

Tabela 3. Resultado da análise de salinidade do extrato de saturação do solo

Ph	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	RAS	PST	Classificação
	d Sm ⁻¹(mmolc l ⁻¹).....					%	Salino Sódico
5,56	5,96	7,0	12,25	29,61	1,87	9,54	18,66	

CE - Condutividade elétrica a 25 °C; RAS - Relação de sódio trocável; PST - Percentagem de Sódio Trocável

Anterior a instalação do experimento determinou-se a necessidade de calagem do solo, baseada nas especificações de Braga (2012), considerando a saturação de bases ideal em 70% e utilizando como corretivo a cal hidratada. Junto a incorporação do calcário o solo ainda passou por processos de lixiviação para eliminar os sais em excesso.

3.4. Produção de mudas de pimenta biquinho (*Capsicum chinense*)

As mudas de pimenta biquinho foram produzidas em casa de vegetação no Instituto Federal de Pernambuco (IFPE), Campus de Barreiros (PE), no setor de olericultura. O semeio, por sua vez, realizado em um substrato comercial com proporção de 3:1 de húmus de minhoca e vermiculita, respectivamente, e acondicionado em bandejas de polietileno, aplicando-se diariamente água do abastecimento público do município de Barreiros (PE).

3.5. Transplântio das mudas para os vasos definitivos

Trinta dias após a semeadura, duas mudas com aproximadamente 5 cm de altura e 4 folhas foram transplantadas para os vasos definitivos na casa de vegetação da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA).

As doses de fósforo (120 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e potássio (80 kg ha⁻¹ de K₂O) utilizadas no experimento seguiram os resultados da análise de fertilidade do solo utilizado e a recomendação de adubação para a cultura do pimentão (*Capsicum annuum L.*), apresentada por Cavalcanti et al. (2008). Já o cálculo da quantidade dos fertilizantes aplicados por vaso com base nas instruções de Braga (2013).

Sete dias antes do transplântio das duas mudas por vaso, foi aplicado a 10 cm de profundidade do solo e no centro do vaso 5,10 g vaso⁻¹ de superfosfato simples, com 18% de P₂O₅. No ato do transplântio, foi aplicado a 4 cm de profundidade do solo e o fertilizante distribuído ao redor das duas mudas por vaso 1,02 g vaso⁻¹ de cloreto de potássio, com 60% de K₂O,

Trinta dias após o transplântio das mudas para os vasos definitivos, as plantas foram submetidas, no final da tarde, à uma adubação foliar com o produto “Ubyfol”, aplicando uma dose de 1g em 3L, com um pulverizador costal, também utilizado para aplicar 2,1g em 6L de

“Mospilan”, durante o período da produção da pimenta biquinho, quando observado ataque de cochonilhas.

3.6. Adubação nitrogenada

Trinta dias após o transplantio das mudas para os vasos definitivos, quando as plantas se adaptaram, foi feito o desbaste das plântulas deixando em cada vaso aquela aparentemente mais sadia e vigorosa.

Após o desbaste das plântulas foi iniciada a adubação nitrogenada com ureia (45 % de N) diluída em água potável, colocando a primeira de 3 aplicações iguais. As outras duas, sempre realizadas a cada 15 dias, no fim de tarde. A adubação nitrogenada de referência, utilizada no experimento, foi de 150 kg N ha⁻¹ e baseada na recomendação de adubação para o pimentão (*Capsicum annuum L.*), de Cavalcanti et al. (2008), correspondendo a 2,55 g vaso⁻¹. O cálculo da quantidade de nitrogênio a ser aplicado por vaso foi descrito por Braga (2013).

3.7. Lâminas de água

O conteúdo de água do solo no ato das adubações fosfatadas e potássicas até o início dos tratamentos de água permaneceu na capacidade de campo. Para isso, aplicou-se diariamente uma lâmina de reposição de água, correspondente a lâmina de água evapotranspirada e determinada, utilizando um Tanque de evaporação Classe A reduzido (BUTRINOWSKI et al., 2011; QUEIROZ et al., 2013), instalado dentro da casa de vegetação, com um coeficiente de tanque igual a 1,0, obtido por Folegatti & Blanco (2000) e Fernandes et al. (2004). O tanque Classe A reduzido, foi construído de ferro galvanizado com 60 cm de diâmetro e 25,5 cm de profundidade. A água no interior do tanque proveio do abastecimento público da cidade de Campina Grande, PB.

Estabelecidas as plantas, foram implementados os níveis de água correspondentes a 50, 75, 100 e 125% da capacidade de campo. As lâminas de água para atingir estes conteúdos de água (Ud), foram calculadas utilizando a equação 1 recomendada por Mantovani et al. (2009), com auxílio de uma planilha eletrônica editada no Excel.

$$L = (U_d - U_a) * Prof \quad \text{equação (1)}$$

Onde:

L= Lâmina de água a repor (cm);

U_d = Conteúdo de água do solo em volume desejado para cada tratamento;

U_a = Conteúdo de água em volume atual do solo;

Prof = Profundidade do solo (cm);

Devido à falta de um equipamento para determinar diariamente o conteúdo de água do solo e manter o nível desejado para cada tratamento (Ud), o solo foi irrigado diariamente com uma lâmina de água equivalente à aquela evapotranspirada e determinada pelo tanque de evaporação reduzido. Visando verificar se o conteúdo de água do solo se mantinha no teor de água desejado, amostras de solo foram coletadas a cada três dias, com um minitrado construído artesanalmente, para determinar o conteúdo de água do solo pelo método gravimétrico.

3.8. Análise estatística dos dados

Os resultados obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando houve significância estatística, passaram por análise de regressão com o uso do programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2014).

3.9. Variáveis analisadas

Aos 120 dias após o transplante das mudas de pimenta biquinho para os vasos definitivos foram realizadas as avaliações das seguintes variáveis, com base em Silva (2017):

3.9.1. Altura de planta: medida do colo da planta até a extremidade do meristema apical, com o auxílio de uma fita métrica (cm);

3.9.2. Diâmetro caulinar: Medido na parte inferior do caule com um paquímetro digital (cm);

3.9.3. Números de ramos: Todos os ramos das plantas foram contabilizados visualmente;

3.9.4. Número de folhas: Todas as folhas totalmente expandidas e com comprimento e largura superiores a 1 cm foram contabilizadas visualmente;

3.9.5. Área foliar: Para determinar a área foliar da planta foram medidos o comprimento e a largura de três folhas aleatórias de cada planta, localizadas na parte superior, mediana e inferior de sua copa, para obter o comprimento (cm) e largura médios (cm), posições recomendadas por Nascimento (2017). Com estas informações utilizou-se a eq 2, proposta por Rezende et al. (2002), para calcular a área foliar da cultura do pimentão (AF):

$$AF = 0,5979 * X \quad \text{equação (2)}$$

Onde: X é o produto do comprimento médio da folha pela largura média da folha (cm²).

A área foliar total foi obtida pelo produto entre o número total de folhas da planta pela área foliar média (AF).

No final do ciclo, realizaram-se as seguintes avaliações:

3.9.6. Comprimento da raiz: Com o auxílio de uma fita métrica foi medido o comprimento (cm) da maior ramificação da planta.

3.9.7. Fitomassa fresca da parte aérea: Em uma balança analítica (0,01g) foram pesados o caule, ramos e folhas frescas.

3.9.8. Fitomassa seca da parte aérea: Após 72 h de secagem em uma estufa de circulação forçada a 62 °C, em uma balança analítica (0,01g) foram pesados o caule, ramos e folhas secas.

3.9.9. Fitomassa fresca da raiz: Em uma balança analítica (0,01g) todas as extensões da raiz da pimenta foram pesadas.

3.9.10. Fitomassa seca da raiz: Com jatos de água, cuidadosamente todo o solo da raiz foi removido, para posteriormente, ser seca numa estufa de circulação forçada a 62 °C, por 72 h. Após a secagem, (0,01g) foi feita a pesagem de todas as extensões da raiz.

3.9.11. Fitomassa fresca total: Foi determinada somando a fitomassa fresca da parte aérea (g) com a fitomassa fresca da raiz (g).

3.9.12. Fitomassa seca total: Determinada através da soma da fitomassa seca da parte aérea (g) com a fitomassa seca da raiz (g).

3.9.13. Peso do fruto fresco: Todos os frutos por planta, maduros e frescos, foram pesados individualmente em balança analítica de precisão (0,001g), considerando o peso médio (g).

3.9.14. Diâmetro do fruto: Medido na parte central, mais larga, de cada fruto maduro e fresco da planta com um paquímetro digital, considerando o valor médio de todos os frutos (cm).

3.9.15. Comprimento do fruto: O comprimento de cada fruto maduro e fresco por planta foi medido com um paquímetro digital, considerando o valor médio de todos os frutos (cm).

3.9.16. Número de frutos por planta: Somatório do número de frutos obtidos em cada planta em todas as colheitas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Crescimento da pimenta biquinho

De acordo com o resumo da análise de variância, para as variáveis de crescimento da pimenta biquinho (Tabela 4), com exceção do comprimento da raiz, observa-se que o fator nitrogênio influenciou significativamente ao nível de 5 % de probabilidade a altura de planta, diâmetro caulinar e área foliar e a nível de 1% de significância o número de ramos e de folhas.

O fator água afetou de maneira considerável todas as variáveis ao nível de 1 % de probabilidade. Em relação a interação entre as doses de nitrogênio e o conteúdo de água do

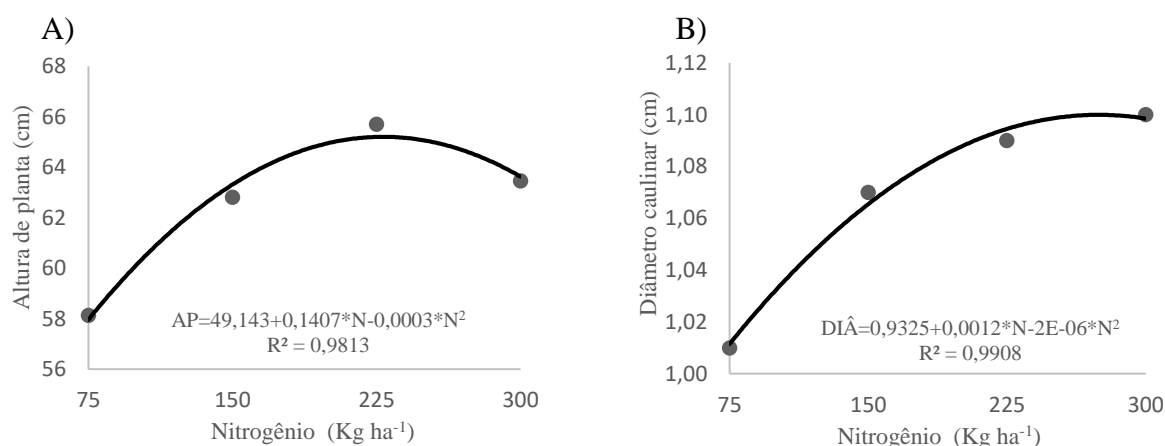
solo, a altura da planta não sofreu influência, porém o diâmetro caulinar, o número de ramos, número de folhas e o comprimento da raiz tiveram influência significativa ao nível de 1 %, e a área foliar a 5 % de probabilidade.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para a altura de planta (AP), diâmetro caulinar (DC), número de ramos (NR), número de folhas (NF), área foliar (AF) e comprimento da raiz (CR) da pimenta biquinho

Fonte de variação	GL	Crescimento					
		AP	DC	NR	NF	AF	CR
Nitrogênio	3	*	*	**	**	*	ns
Regressão Linear	1	*	**	**	**	**	ns
Regressão Quadrática	1	*	*	*	*	*	ns
Água do solo	3	**	**	**	**	**	**
Regressão Linear	1	**	**	**	**	**	**
Regressão Quadrática	1	**	**	**	**	*	**
Nitrogênio X Água do solo	9	ns	**	**	**	*	**
CV %	-	4,58	3,46	8,78	9,16	15,95	8,32

** e * significativo a 1% e a 5 % de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo

Analisando o efeito da adubação nitrogenada sobre o crescimento da pimenta biquinho (Figura 3), percebe-se que para todas as variáveis analisadas o melhor ajuste dos dados foi o modelo quadrático, de forma que os maiores valores foram atingidos ao utilizar as doses ótimas, estimadas pelas curvas de regressão, e que ao exceder as doses de N houve a diminuição dos valores de crescimento.



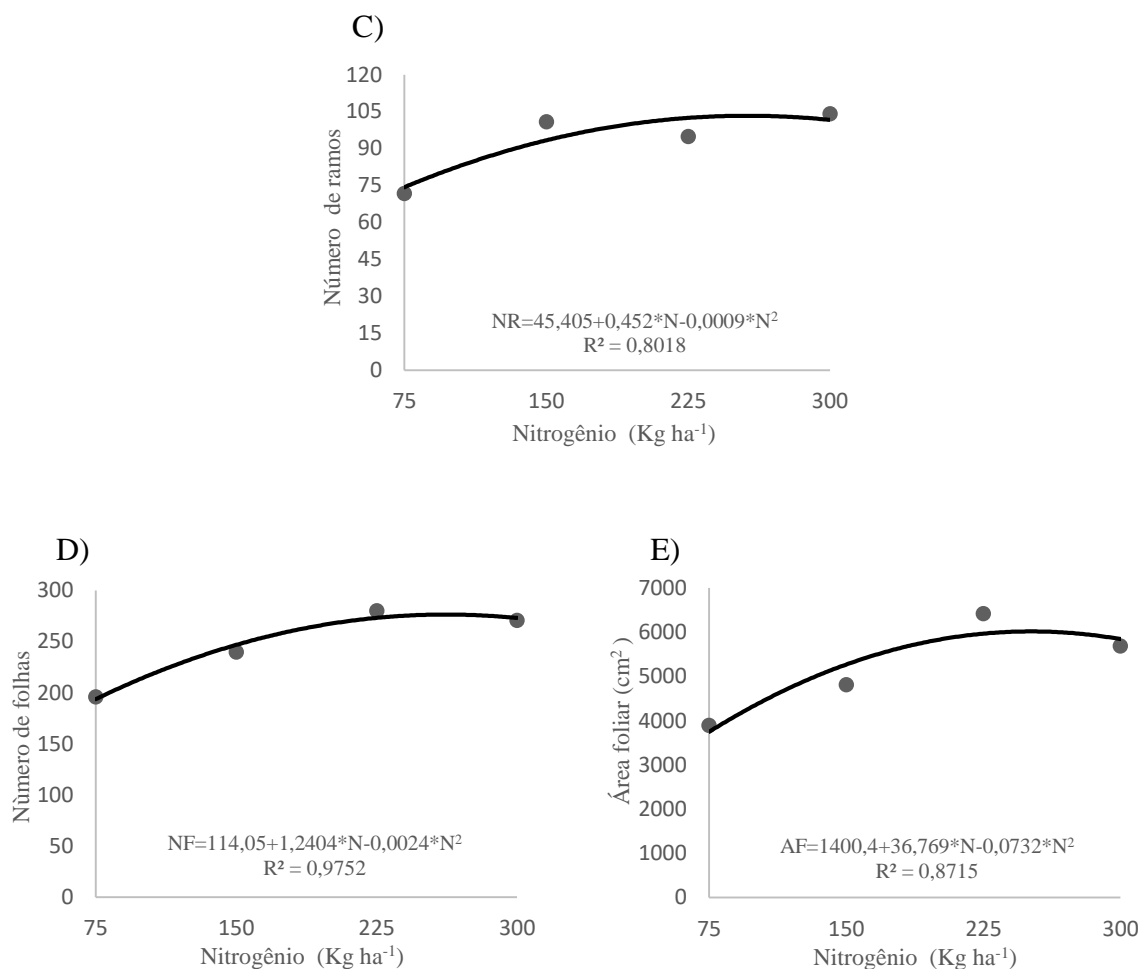


Figura 3. Altura de planta (A), diâmetro caulinar (B), números de ramos (C), número de folhas (D) e área foliar (E) da pimenta biquinho em função das doses de nitrogênio

Pela Figura 3A, nota-se que a pimenta biquinho nas condições do estudo, atingiu sua maior altura (65,64 cm) com a dose de 234,50 kg ha⁻¹ de nitrogênio, diâmetro caulinar de 1,10 cm, com a adubação de 300,00 kg N ha⁻¹ (Figura 3B) e o maior número de ramos, estimado em 102 por planta, com 251,11 kg ha⁻¹ (Figura 3C). A maior quantidade de folhas de pimenta (274 por planta) obtida com 258,42 kg N ha⁻¹ (Figura 3D) e a maior área foliar de 6017,74 cm² com a dose nitrogenada de 251,15 kg ha⁻¹ (Figura 3E).

De forma geral, a pimenta biquinho alcançou seu melhor crescimento quando a adubação variou entre as maiores doses testadas de 225 e 300 kg N ha⁻¹, provavelmente, pelo fato do nitrogênio estar entre os nutrientes mais importantes para as pimenteiras, influenciando em todas as fases da planta (ARAGÃO et al., 2012) e pela relação do nutriente com os processos de formação de novos órgãos (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Sobre os efeitos das lâminas de água no crescimento vegetativo, a partir da Figura 4A é possível perceber que a maior altura (88,17 cm) foi obtida com a aplicação de água

equivalente a 118,40 % da capacidade de campo. Segundo Domenico (2011), a espécie da pimenta biquinho, *Capsicum chinense*, tem uma altura de 45 a 76 cm. Conforme os estudos da Embrapa (2012) e Agristar (2017), as plantas de pimenta biquinho apresentam altura entre 60 e 100 cm, permitindo, dessa forma, concluir que as plantas nesta pesquisa tiveram bom crescimento, apesar de cultivadas em vasos.

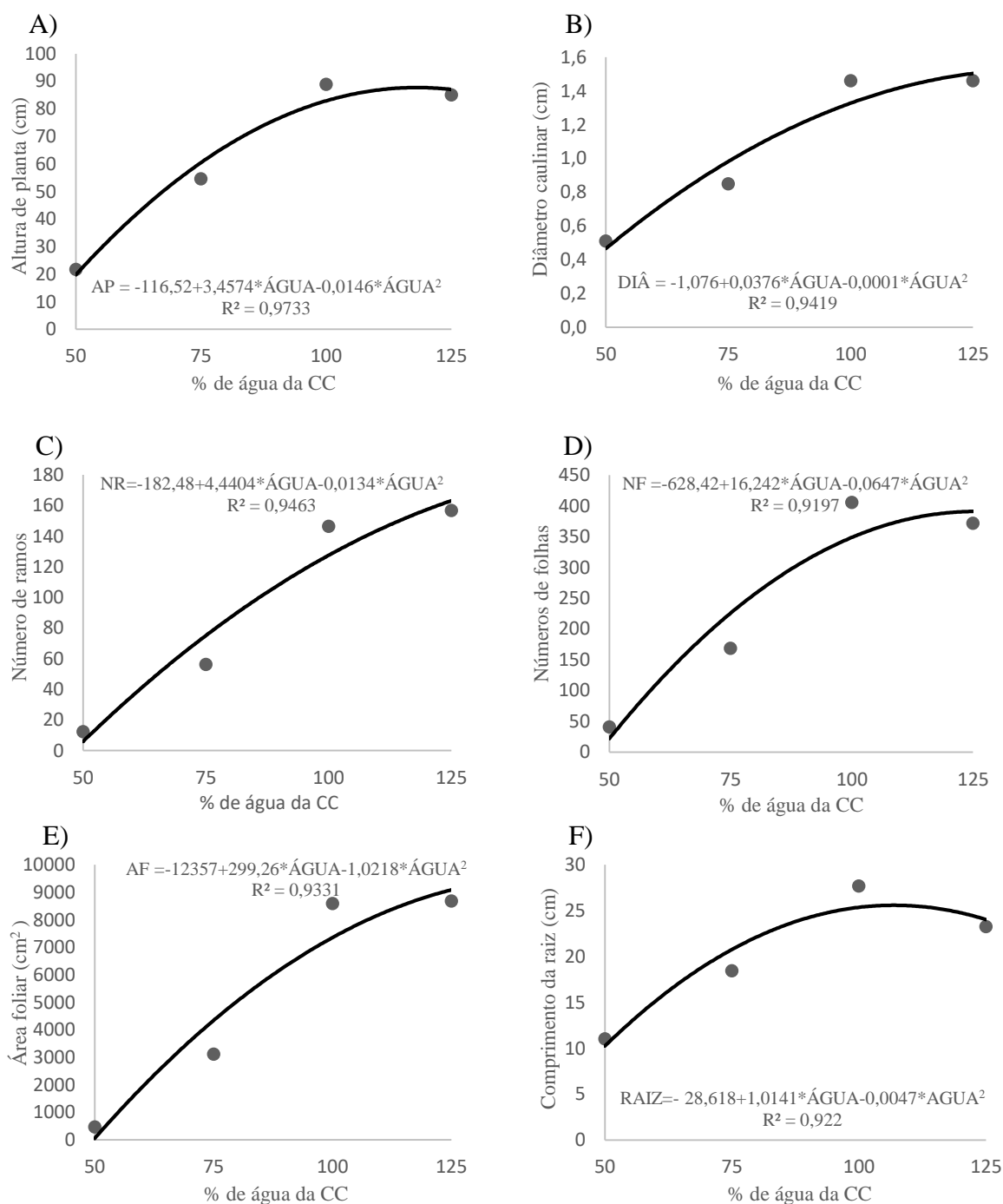


Figura 4. Altura de planta (A), diâmetro caulinar (B), números de ramos (C), número de folhas (D), área foliar (E) e comprimento da raiz (F) da pimenta biquinho em função dos conteúdos de água do solo

De acordo com as Figuras, 4B, 4C, 4D e 4E, o maior diâmetro caulinar (1,50 cm), número de ramos (163), de folhas (391) e a área foliar (9084,87 cm²) foram encontrados quando o conteúdo de água do solo foi de 125% da capacidade de campo e o maior comprimento da raiz (26,08 cm) para o conteúdo de água do solo em 107,88% da capacidade de campo (Figura 4F).

Por outro lado, observou-se também que as maiores médias de altura de planta (Figura 4A), número de folhas (Figura 4D) e comprimento da raiz (Figura 4F) foram alcançadas quando o conteúdo de água do solo foi de 100% da capacidade de campo, e que o diâmetro do caule (Figura 4B) e a área foliar (Figura 4E) não tiveram suas médias de crescimento modificadas quando o conteúdo de água do solo esteve entre 100 e 125%.

Silva et al. (2014) e Silva et al. (2016) observaram que a maior altura da pimenta biquinho foi obtida quando submetida ao tratamento com reposição de água em 100% da evapotranspiração. Os pesquisadores ressaltam que o mesmo acontece para o diâmetro caulinar desta planta. Na mesma linha de percepção, Nascimento et al. (2015) e Silva (2017), acrescentam que além da altura de planta e do diâmetro caulinar, o maior número de folhas da pimenta biquinho também foi obtido com a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração da cultura. Corroborando com o que foi exposto, Carvalho et al. (2011) também recomendaram, desta vez para a cultura do pimentão, a reposição integral da quantidade de água consumida, com o conteúdo de água do solo próxima da capacidade de campo.

Sendo assim, e considerando a racionalização do uso da água para a irrigação o conteúdo de água do solo em 100% da capacidade de campo aparentemente se torna a alternativa mais viável para o manejo da irrigação, refletindo, conseqüentemente, numa melhor relação entre o custo de produção e o retorno financeiro.

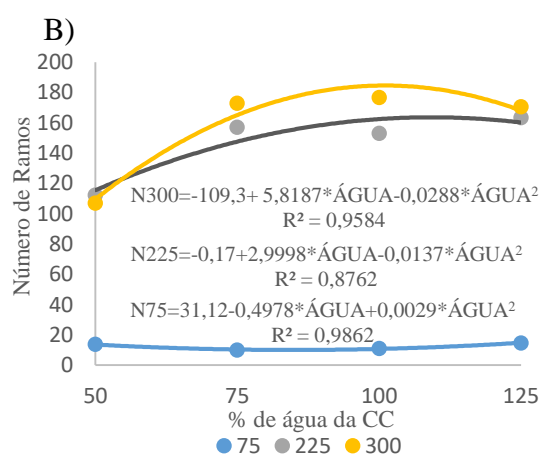
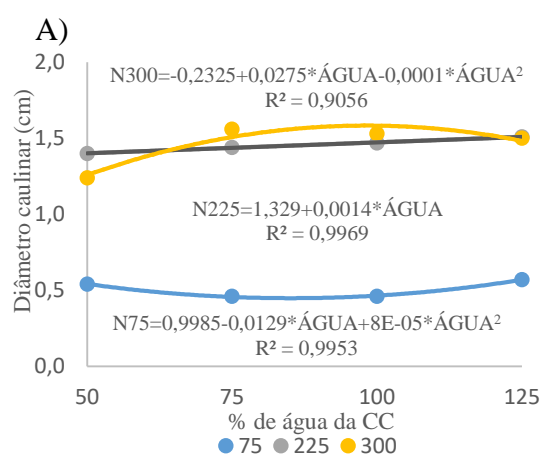
Na Tabela 5, está a análise de variância das interações entre os conteúdos de água no solo e as doses de nitrogênio, no qual observou-se, com exceção da área foliar da planta, que o diâmetro caulinar, número de ramos, número de folhas e o comprimento da raiz sofreram interação das doses de 75, 225 e 300 kg N ha⁻¹ com as diferentes lâminas de água, a nível de 1% de probabilidade. A dose de nitrogênio de 150 kg ha⁻¹ combinada com as diferentes quantidades de água influenciou apenas estatisticamente o crescimento de número de folhas.

Tabela 5. Resumo da análise de interação água X nitrogênio para o diâmetro caulinar (DC), número de ramos (NR), número de folhas (NF), área foliar (AF) e comprimento da raiz (CR) da pimenta biquinho

Fonte de variação	GL	Crescimento vegetativo				
		DC	NR	NF	AF	CR
Água dentro de 75 kg N ha ⁻¹	3	**	**	**	ns	**
Regressão Linear	1	**	**	**	ns	**
Regressão Quadrática	1	**	*	**	ns	**
Água dentro de 150 kg N ha ⁻¹	3	ns	ns	**	ns	ns
Regressão Linear	1	ns	ns	**	ns	ns
Regressão Quadrática	1	ns	ns	*	ns	ns
Água dentro de 225 kg N ha ⁻¹	3	**	**	**	**	**
Regressão Linear	1	**	**	**	**	**
Regressão Quadrática	1	**	*	ns	*	*
Água dentro de 300 kg N ha ⁻¹	3	**	**	**	**	**
Regressão Linear	1	**	**	**	**	**
Regressão Quadrática	1	**	*	**	*	*

** e * significativo a 1% e a 5% de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo

Pela leitura dos gráficos da Figura 5, vê-se que as doses de 75 e 150 kg N ha⁻¹ junto aos conteúdos de água do solo, provavelmente, foram insuficientes para provocar bons resultados de crescimento da pimenta. Ao estimar o crescimento da planta, pelas equações de regressão das doses de 75 e 150 kg N ha⁻¹ com as diferentes quantidades de água do solo, houve baixo crescimento da planta em comparação aos resultados estimados para as doses maiores de 225 e 300 kg N ha⁻¹ junto a água do solo.



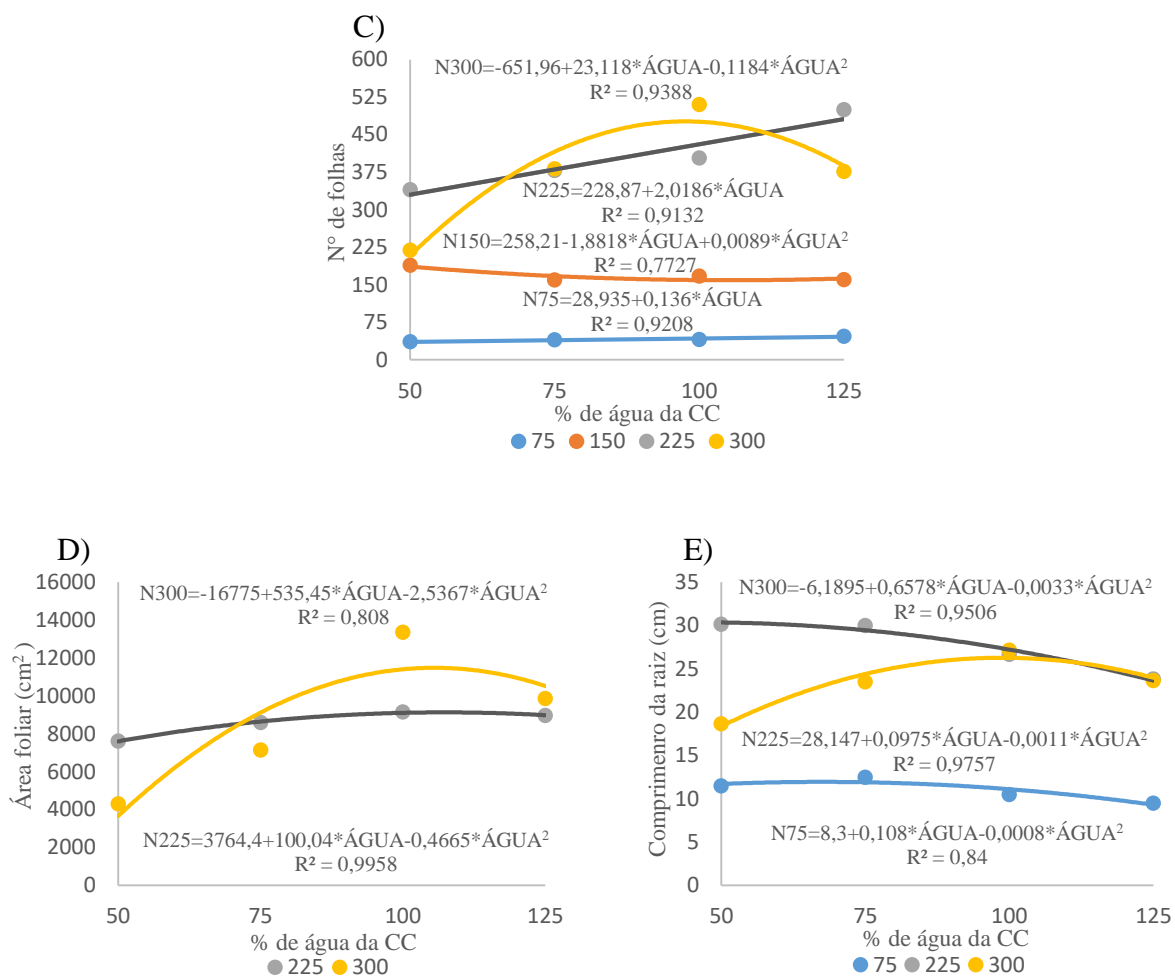


Figura 5. Diâmetro caulinar (A), número de ramos (B), número de folhas (C), área foliar (D) e comprimento da raiz (E) da pimenta biquinho em função dos conteúdos de água do solo para diferentes doses de nitrogênio

O menor diâmetro caulinar, de 0,48 cm, exposto na Figura 5A, foi estimado para a combinação de 75 kg N ha⁻¹ e a umidade do solo em 80,63% da capacidade de campo (CC). O menor número de ramos (21) foi estimado com a combinação de 75 kg N ha⁻¹ e o conteúdo de água no solo de 85,83% da CC (Figura 5B); o menor número de folhas, com 45,94, por planta ao combinar 75 kg N ha⁻¹ e a água do solo em 125% da CC, e o segundo menor número de folhas, com 158,74, por planta ao estimar o uso da dose de 150 kg N ha⁻¹ junto a quantidade de água do solo em 105,72% da CC (Figura 5C). Por fim, para o comprimento da raiz, observou pela Figura 5E, o menor comprimento, com 11,95 cm, ao estimar a interação entre 75 kg N ha⁻¹ e a água do solo em 87% da CC.

Ainda pelas curvas de regressão na Figura 5A, observa-se que apesar do aumento das doses nitrogenadas para 225 e 300 kg N ha⁻¹, os valores dos diâmetros caulinares foram bastante semelhantes. O maior diâmetro caulinar, com 1,5 cm, foi observado quando as plantas foram submetidas ao conteúdo de água do solo em 125% da capacidade de campo,

junto a dose de 225 kg N ha⁻¹, com apenas 0,1 cm de incremento no diâmetro caulinar quando a dose aumentou para 300 kg N ha⁻¹ e a água do solo esteve em 90% da capacidade de campo. Provavelmente, este pequeno incremento está relacionado a adequada disponibilidade de água ser próxima a 100% da capacidade de campo, já que além de garantir o turgor celular da planta e a manutenção da estrutura dos tecidos, não lixivia os nutrientes do solo (LACERDA, 2007).

Na Figura 5B o número de ramos foi estimado em 163 para a dose de 225 kg N ha⁻¹ com o conteúdo de água do solo em 100% da capacidade de campo e 185 ramos ao utilizar a dose de 300 kg N ha⁻¹ e a mesma umidade do solo. Este aumento no número de ramos pode ser explicado, em parte, pelo fato de que, se não houver outros fatores limitantes, como a disponibilidade de água do solo, plantas bem nutridas de nitrogênio, se desenvolvem rápido, com aumento da ramificação dos galhos (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Além disso, os ramos da pimenta biquinho são sempre finalizados por uma ou várias flores que irão transformar-se em frutos. Isto confirma a ideia de que o crescimento adequado das plantas influencia positivamente a produção e como é importante avaliar o crescimento vegetativo das culturas (FONSECA, 2016).

De acordo com Figura 5C, o maior número de folhas de pimenta (481) foi estimado pela regressão linear ao aplicar 225 kg N ha⁻¹ com o conteúdo de água do solo em 125% da capacidade de campo, enquanto que a combinação de 300 kg N ha⁻¹ com o solo na capacidade de campo, a produção teve 476 folhas (Figura 5C). No entanto, embora o primeiro tratamento tenha promovido 5 folhas a mais do que segundo, muito provavelmente, esta última combinação é a melhor escolha de tratamentos para a pimenta biquinho, principalmente quando se considera que ela foi a responsável pelo maior diâmetro caulinar e o maior número de ramos, e que a quantidade de folhas pode ter sido afetada devido a um desbalanço nutricional na planta, refletindo apenas nesta variável de crescimento por ser sensível ao nitrogênio (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Fato semelhante ocorreu no experimento com pimentão, de Aragão et al. (2011). Os autores observaram que, ao utilizar o conteúdo de água do solo de 100 e 125% da evaporação do tanque classe A junto a dose de nitrogênio equivalente a 75% (da dose de 8g de N por planta), o aumento da área foliar do pimentão foi mais evidente do que quando se aplicou 100% de nitrogênio, e isto, pode ter acontecido por provável desbalanceamento de nutrientes.

Para a área foliar também houve o maior valor (11403 cm²) com a combinação de 300 kg N ha⁻¹ e 100% da capacidade de campo (Figura 5D).

Para a variável crescimento da raiz, na Figura 5E, as plantas submetidas a dose de 225 kg N ha⁻¹ e o menor conteúdo de água do solo testado (50% da capacidade de campo)

atingiram o seu maior comprimento (30,27 cm) possivelmente, por um mecanismo de adaptação ao ambiente hostil de stress hídrico, no intuito de facilitar a busca e a absorção de água pela raiz. A medida que se acrescentou água ao solo, a diminuição do esforço da planta para obter água pode ter diminuído, sendo esse, talvez, um dos motivos pelo qual as raízes das plantas de pimenta biquinho em solos com o conteúdo de água em excesso, atingiram um menor comprimento, de 23,14 cm. Contudo, aparentemente o provável mecanismo de adaptação a falta de água mostrou-se mais eficiente para aumentar o comprimento da raiz do que adubação e o conteúdo de água do solo, uma vez que, a adubação de 300 kg N ha⁻¹ junto com o conteúdo de água do solo em 100% da capacidade de campo não garantiu um comprimento de raiz maior do que com a dose de 225 kg N ha⁻¹ junto a umidade do solo em 50% da capacidade de campo.

A respeito das fitomassas frescas e secas, pelo resumo da análise de variância, exposto na Tabela 6, nota-se que com exceção da fitomassa seca da raiz (FSR), todas as outras variáveis de fitomassa sofreram influência significativa do nitrogênio ao nível de 1% de probabilidade. O conteúdo de água do solo, ao nível de 1% de probabilidade, afetou significativamente todas as variáveis de produção da pimenta biquinho, assim como para o efeito da interação entres os tratamentos quantitativos de Nitrogênio * Água.

Tabela 6. Resumo da análise de variância para a fitomassa fresca da parte aérea (FFA), fitomassa seca da parte aérea (FSA), fitomassa fresca da raiz (FFR), fitomassa seca da raiz (FSR), fitomassa fresca total (FFT) e fitomassa seca total (FST) da pimenta biquinho

Fitomassas frescas e secas							
Fonte de variação	GL	FFA	FSA	FFR	FSR	FFT	FST
Nitrogênio	3	**	**	**	ns	**	**
Regressão Linear	1	**	**	**	ns	**	**
Regressão Quadrática	1	**	**	*	ns	**	**
Água do solo	3	**	**	**	**	**	**
Regressão Linear	1	**	**	**	**	**	**
Regressão Quadrática	1	**	**	**	**	**	**
Nitrogênio X Água do solo	9	**	**	**	**	**	**
CV %	-	4,46	5,44	6,44	5,08	3,91	4,54

** e * significativo a 1% e a 5 % de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo, CV = coeficiente de variação

De acordo com a Figura 6, com exceção do efeito linear para a fitomassa fresca da raiz, para todas as variáveis o modelo quadrático se ajustou melhor aos dados, com tendência a aumentar exponencialmente as fitomassas com as doses de nitrogênio, e diminuir ao utilizar doses maiores do que as consideradas ótimas pela curva de regressão.

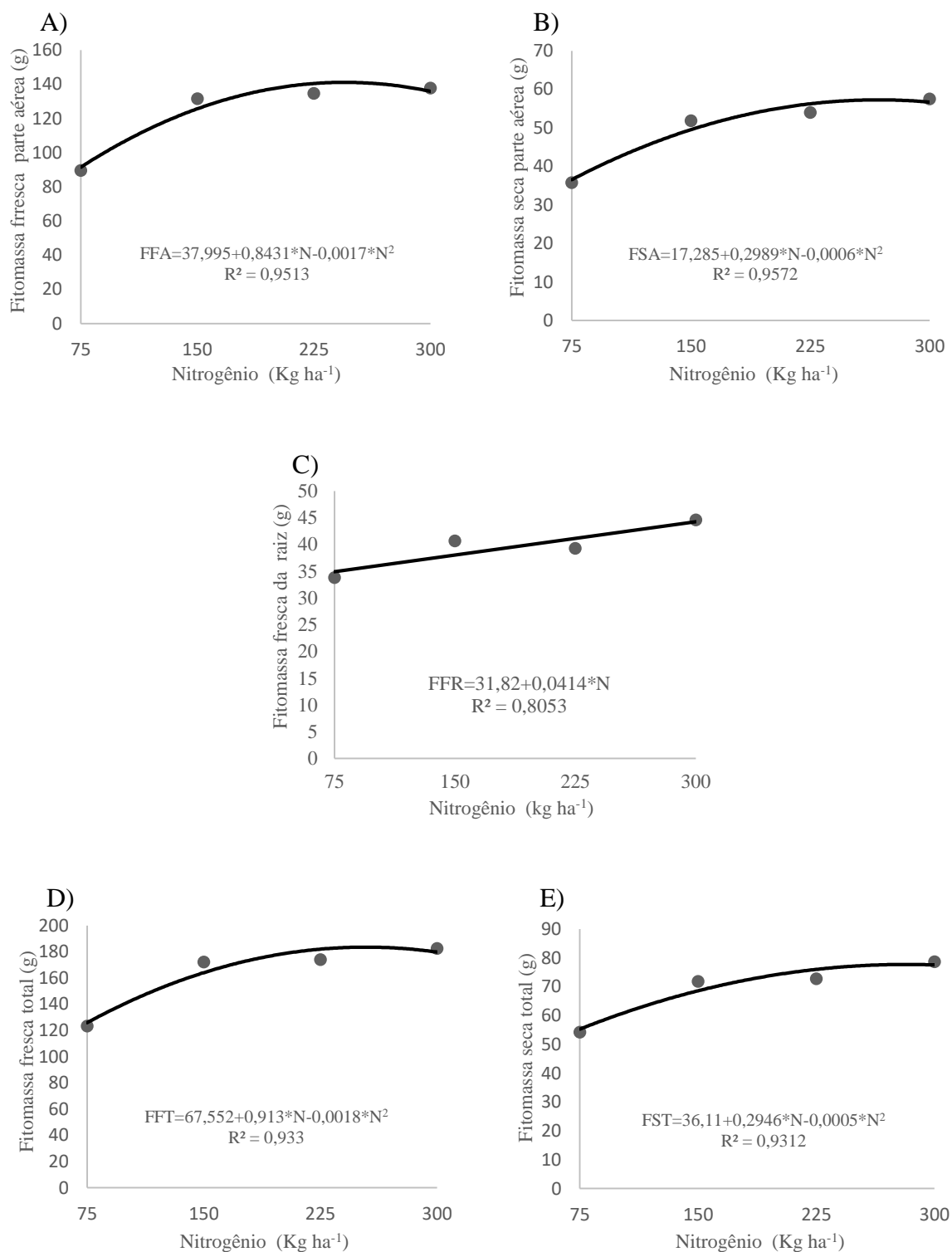


Figura 6. Fitomassa fresca da parte aérea (A), fitomassa seca da parte aérea (B), fitomassa fresca da raiz (C), fitomassa fresca total (D) e fitomassa seca total (E) da pimenta biquinho em função das doses de nitrogênio

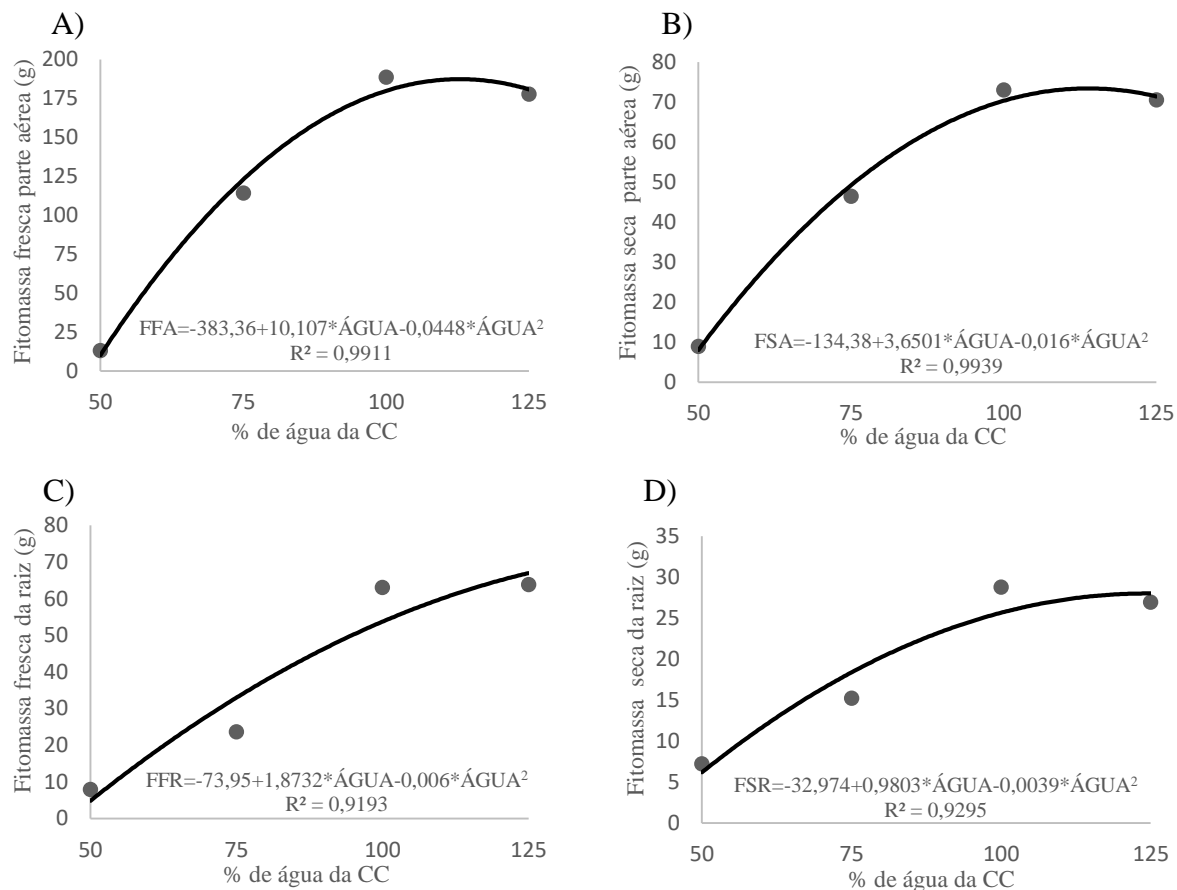
Analisando as equações de regressão na Figura 6, percebe-se que a maior fitomassa fresca aérea da planta (142,53g) foi atingida ao utilizar a dose de 247,97 kg N ha⁻¹ (Figura 6A); a maior fitomassa seca aérea da planta (54,51g) com a dose de 249,08 kg N ha⁻¹ (Figura

6B) e para as fitomassas fresca da raiz, fresca total e seca total da planta, os maiores valores (44,24; 183,33 e 79,51g) foram encontrados utilizando as doses de 300,00; 253,61 e 294,6 kg N ha⁻¹, respectivamente (Figuras 6C, 6D e 6E).

Corroborando aos resultados deste trabalho, Almeida et al. (2017) observaram que a pimenta biquinho apresentou ganhos no diâmetro do caule e no aparecimento de folhas, quando aumentou a disponibilidade de nitrogênio para as plantas, pois, este macronutriente, segundo os autores, é o responsável pela maior produção de fitomassa da planta. A mesma tendência de comportamento foi notada no desenvolvimento da raiz e, conseqüente, aumento na fitomassa fresca da raiz da pimenta biquinho (*Capiscum chinense*).

Araújo et al. (2015), também testaram diferentes doses de nitrogênio sobre a fitomassa da parte aérea do pimentão (*Capiscum annuum*), e com isso, verificaram os maiores valores ao aplicar a maior dosagem do fertilizante nas variáveis relacionadas ao crescimento em altura de planta e aparecimento de folhas do pimentão.

Semelhante aos efeitos da adubação, todas as fitomassas da pimenta biquinho aumentaram exponencialmente com a água do solo, atingindo os maiores valores num conteúdo de água ótimo, diminuindo as fitomassas ao exceder este valor (Figura 7).



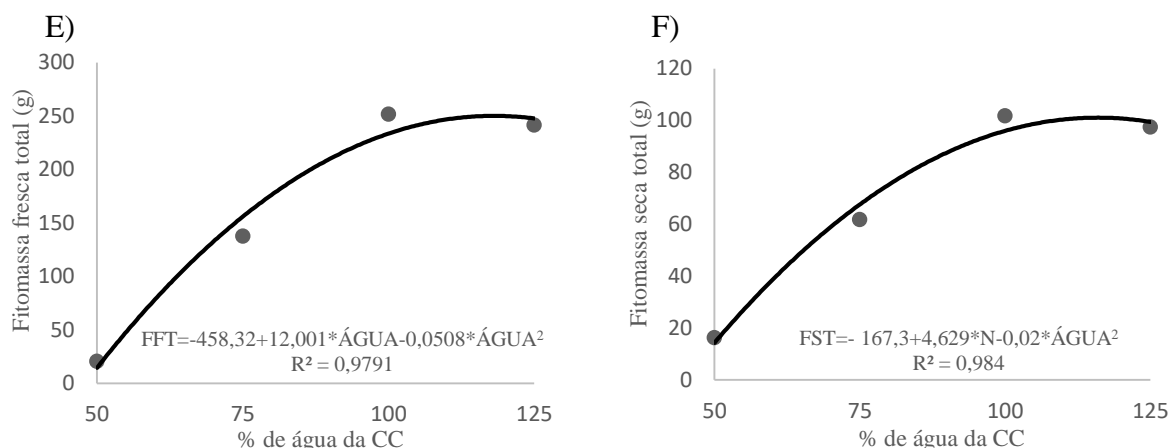


Figura 7. Fitomassa fresca da parte aérea (A), fitomassa seca da parte aérea (B), fitomassa fresca da raiz (C), fitomassa seca da raiz (D), fitomassa fresca total (E) e fitomassa seca total (F) da pimenta biquinho em função dos conteúdos de água do solo

Na Figura 7A, o conteúdo de água do solo em 112,80% da capacidade de campo (CC), proporcionou a maior fitomassa fresca da parte aérea da planta (186,68g) e a umidade do solo em 114,07% da CC a maior fitomassa seca da parte aérea com 73,80g (Figura 7B). Resultados parecidos foram obtidos por Rodrigues (2017), quando testou diferentes quantidades de água na irrigação da pimenta biquinho, observando que as lâminas de 100% e 125% da capacidade de retenção de água de vaso foram responsáveis pela maior fitomassa fresca e seca da parte aérea da planta.

Na Figura 7C observou-se que a fitomassa fresca da raiz atingiu o seu maior valor (66,45g) quando as plantas receberam água equivalente a 125% da capacidade de campo do solo e para a fitomassa seca da raiz o valor atingido foi de 28,62g com um conteúdo de água equivalente a 125% da capacidade de campo (Figura 7D). Estes dados reforçam os de Rodrigues (2017), que obteve o maior valor da matéria fresca da raiz da pimenta biquinho (57,61g) com a lâmina de água de 125% da capacidade de campo.

A maior fitomassa fresca total foi de 250,46g para um conteúdo de água do solo de 118,12% da capacidade de campo (Figura 7E) e a máxima fitomassa seca total de 100,54g quando o conteúdo de água do solo foi de 115,76% (Figura 7F). Sobre isso, Lima et al. (2017), ao avaliarem a pimenta de bode (*Capsicum chinense*) em função das lâminas de irrigação de 33, 66, 100 e 133 % da evapotranspiração de referência, observaram que o aumento da quantidade de água no solo, propiciou um maior acúmulo de fitomassa fresca e seca total e que, a partir da lâmina de água de 100%, não houve diferença estatística entre os valores das variáveis estudadas.

Na Tabela 7 está o resumo da análise de variância das interações das doses de nitrogênio com os conteúdos de água do solo, para a fitomassa fresca da parte aérea (FFA), fitomassa seca da parte aérea (FSA), fitomassa fresca da raiz (FFR), fitomassa seca da raiz (FSR), fitomassa fresca total (FFT) e fitomassa seca total (FST) da pimenta biquinho. A partir de sua análise, vê-se que todas as variáveis sofreram influências significativas ao nível de 1 % de probabilidade, para a interação entre os conteúdos de água do solo com as doses de 75 e 300 kg N ha⁻¹. A adubação nitrogenada com 150 kg ha⁻¹ com os diferentes conteúdos de água do solo, influenciou apenas a fitomassa fresca da raiz, e as interações entre a dose de 225 kg N ha⁻¹ com os conteúdos de água do solo afetaram tanto a fitomassa fresca e seca da parte aérea quanto a fitomassa fresca e seca total, ao nível de 1 % de significância.

Tabela 7. Resumo da análise de interação água X nitrogênio para a fitomassa fresca da parte aérea (FFA), fitomassa seca da parte aérea (FSA), fitomassa fresca da raiz (FFR), fitomassa seca da raiz (FSR), fitomassa fresca total (FFT) e fitomassa seca total (FST) da pimenta biquinho

Fonte de Variação	GL	Fitomassas					
		FFA	FSA	FFR	FSR	FFT	FST
Água dentro de 75 kg N ha ⁻¹	3	**	**	**	**	**	**
Regressão Linear	1	**	**	**	**	**	**
Regressão Quadrática	1	**	**	**	**	**	**
Água dentro de 150 kg N ha ⁻¹	3	ns	ns	**	ns	ns	ns
Regressão Linear	1	ns	ns	**	ns	ns	ns
Regressão Quadrática	1	ns	ns	*	ns	ns	ns
Água dentro de 225 kg N ha ⁻¹	3	**	**	ns	ns	**	**
Regressão Linear	1	**	**	ns	ns	**	**
Regressão Quadrática	1	**	*	ns	ns	**	*
Água dentro de 300 kg N ha ⁻¹	3	**	**	**	**	**	**
Regressão Linear	1	**	**	**	**	**	**
Regressão Quadrática	1	**	**	**	**	**	**

** e * significativo a 1% e a 5 % de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo

Na Figura 8, estão expostos os gráficos de regressão múltipla para as diferentes fitomassas avaliadas. Pela Figura 8A, a dose de 75 kg N ha⁻¹ não foi suficiente para ocasionar o melhor valor de fitomassa fresca da parte aérea (FFA), de forma que, está dose combinada com água do solo de 87,0% da capacidade de campo provocou a menor FFA, com 10,66g. No entanto, a combinação entre a dose de 225 kg N ha⁻¹ e o conteúdo de água do solo em 125 % da capacidade de campo (CC) proporcionou uma FFA de 225,66g e a dose de 300 kg N ha⁻¹ com o conteúdo de água do solo em 99,07% da CC, a maior FFA encontrada neste experimento, com 229,30g.

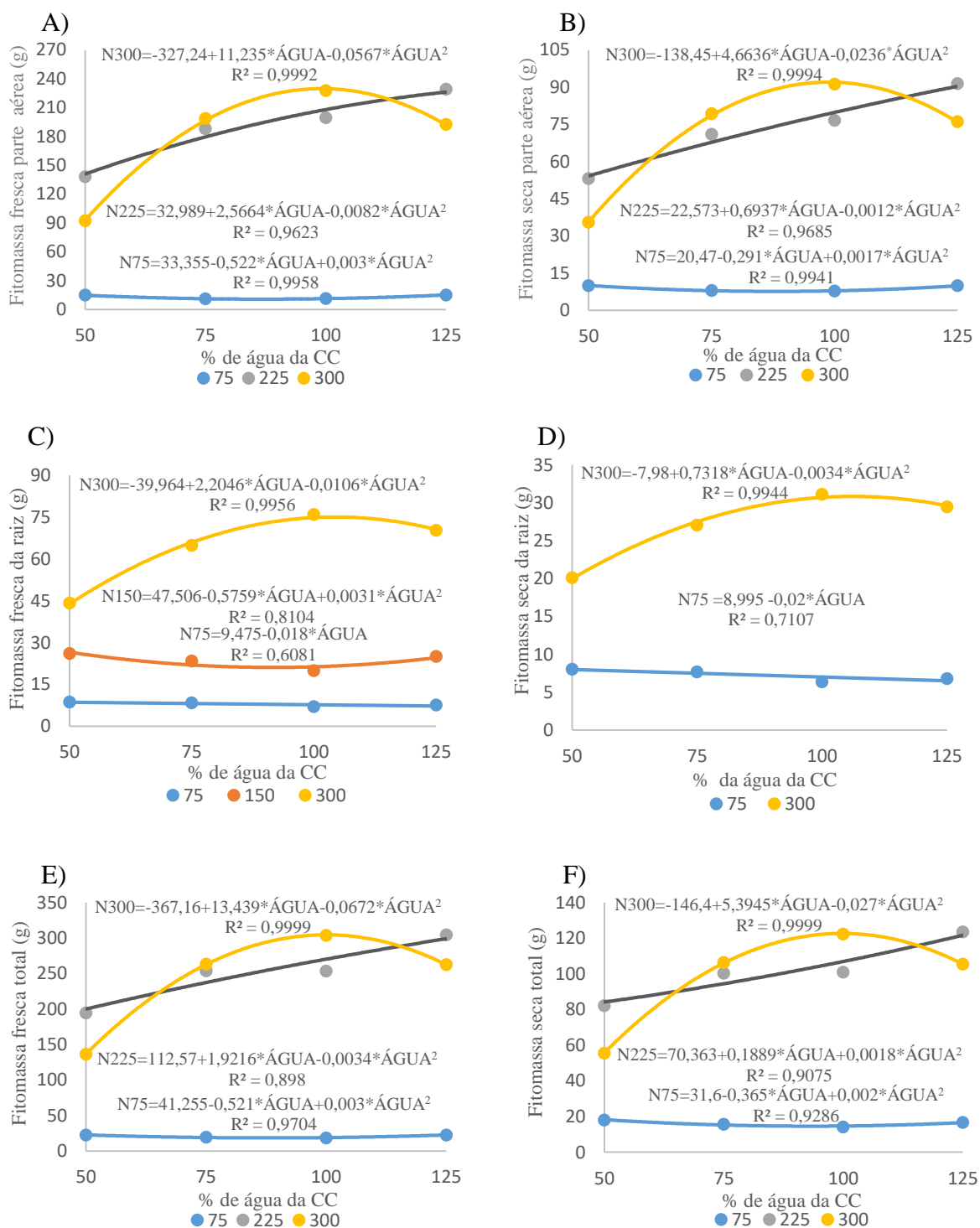


Figura 8. Fitomassa fresca da parte aérea (A), fitomassa seca da parte aérea (B), fitomassa fresca da raiz (C), fitomassa seca da raiz (D), fitomassa fresca total (D) e fitomassa seca total (E) da pimenta biquinho em função dos conteúdos de água do solo para diferentes doses de nitrogênio

Comportamento similar pôde ser observado na Figura 8B, quando a menor fitomassa seca da parte aérea (8,01g) foi estimada pelo uso combinado de 75 kg N ha⁻¹ com o conteúdo de água do solo de 85,59% da capacidade de campo (CC). Ao aumentar a dose da adubação

para 300 kg N ha⁻¹ em solo com o conteúdo de água de 98,81% da CC, a variável atingiu o seu maior valor de 91,94g. Vale ressaltar, nesse momento que, assim como ocorreu para a fitomassa fresca da raiz, ao utilizar 225 kg N ha⁻¹ com o conteúdo de água do solo de 125% da CC a fitomassa seca da parte aérea diminuiu para 90,54g.

Aragão et al. (2011), também identificaram redução da produção da parte aérea do pimentão, quando a lâmina de irrigação aumentou de 100 para 125% da evaporação do tanque classe A. Uma provável explicação está ligada ao excesso de água aplicada no solo, que pode ter lixiviado os nutrientes.

Silva (2017), estudando diferentes lâminas de irrigação no cultivo da pimenta biquinho percebeu que, a aplicação de uma lâmina de água de 97% da Evapotranspiração de Referência causou uma maior produção para massa seca da parte aérea, confirmando os resultados deste experimento, em que a adubação com nitrogênio trouxe melhores resultados quando combinado com o conteúdo de água do solo próximo a capacidade de campo.

Seguindo a mesma tendência da fitomassa fresca e seca da parte aérea (Figura 8A e 8B, respectivamente), a melhor fitomassa fresca da raiz com 74,66g (Figura 8C) foi obtida com a combinação entre 300 kg N ha⁻¹ e a umidade do solo de 103,99% da capacidade de campo (CC), valor visivelmente mais alto que as fitomassas frescas da raiz de 7,60g e 21,14g utilizando 75 e 150 kg N ha⁻¹, respectivamente, com a água do solo de 103,99% da CC.

Pela Figura 8D, a dose nitrogenada de 75 kg ha⁻¹ com o conteúdo de água do solo em 125% da capacidade de campo (CC) proporcionou a menor fitomassa seca da raiz (FSR) de 6,50g. No entanto, ao adubar as plantas de pimenta biquinho com 300 kg N ha⁻¹ em solo com umidade de 107,62% da CC, a FSR cresceu para 31,4g.

Para a fitomassa fresca total (FFT), exposta nas Figuras 8E observa-se que a dose de 75 kg N ha⁻¹ com a umidade do solo de 87,02% da capacidade de campo (CC) propiciaram o menor valor (18,64g). E que, ao aumentar a dose nitrogenada para 225 kg ha⁻¹ com o conteúdo de água do solo em 125% da capacidade de campo (CC), houve o aumento da fitomassa para 299,65g. No entanto, foi a dose de 300 kg N ha⁻¹ com o solo a 199 % da CC, a melhor combinação entre os tratamentos testados, atingindo a FFT de 304,74g. O mesmo ocorreu para a fitomassa seca total da planta (FST), quando o melhor resultado desta variável (123,05g) foi atingido ao utilizar uma adubação de 300 kg N ha⁻¹ e o solo em 100% da CC, enquanto com 75 kg N ha⁻¹ e o solo em CC (Figura 8F) a variável alcançou apenas 15,1g.

4.2. Produção da pimenta biquinho

De acordo com o resumo da análise de variância, na Tabela 8, o nitrogênio influenciou o número de frutos por planta (NFP), ao nível de 5% de probabilidade. O conteúdo de água do solo influenciou no peso do fruto fresco (PFF) e o comprimento do fruto a 1% de significância, e a interação entre a adubação e a água do solo o diâmetro do fruto (DF) e o número de frutos por planta (NFP), ao nível de 1% de significância.

Tabela 8. Resumo da análise de variância para o peso do fruto fresco (PFF), diâmetro do fruto (DF), comprimento do fruto (CF) e número de frutos por planta (NFP) da pimenta biquinho

Fonte de variação	GL	Produção			
		PFF	DF	CF	NFP
Nitrogênio	3	ns	ns	ns	*
Regressão Linear	1	ns	ns	ns	ns
Regressão Quadrática	1	ns	ns	ns	*
Água do solo	3	**	ns	**	ns
Regressão Linear	1	**	ns	**	ns
Regressão Quadrática	1	*	ns	*	ns
Nitrogênio X Água do solo	9	ns	**	ns	**
CV %	-	7,57	14,11	5,55	43,11

** e * significativo a 1% e a 5% de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo

O fato do conteúdo de água do solo afetar significativamente o PFF e o CF, pode ser explicado em razão da adequada quantidade de água no solo promover a turgidez do fruto aumentando-o de tamanho e sobre o efeito significativo da adubação nitrogenada no NFP e no DF, Pinto et al. (2006) afirmam que o nitrogênio está intimamente relacionado ao número e qualidade de frutos.

Analisando os efeitos da adubação nitrogenada sobre o NFP, na Figura 9, percebe-se que os dados se ajustaram ao modelo quadrático, de forma que o número de frutos aumentou exponencialmente com a aplicação de nitrogênio até a dose considerada ótima e diminuiu após este valor.

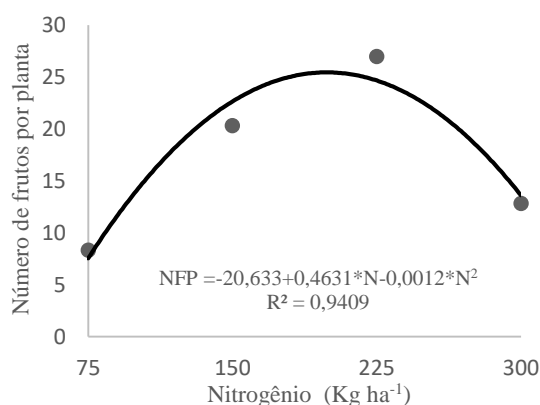


Figura 9. Número de frutos por planta da pimenta biquinho em função das doses de nitrogênio

O comportamento da curva quadrática de resposta pode ser explicado pela lei dos incrementos decrescentes de Mitscherlich (1930), que afirma que a aplicação de doses crescentes de nutriente, cuja produtividade da cultura seja influenciada pela fertilidade do solo, proporcionará aumento de produtividade até determinado ponto estimado, sendo as aplicações sucessivas responsáveis pela diminuição dos incrementos de produção (Figura 9).

No final do ciclo da pimenta, aos 230 dias, a estimativa pela curva de regressão, na Figura 9, foi de 24 frutos por planta ao utilizar a dose de 192,26 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Estes resultados são diferentes dos encontrados no experimento de Paulus et al. (2015), que ao estudarem a produção de tipos de pimentas, detectaram uma para a pimenta BRS Mari (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) de 179 frutos por planta aos 194 dias após o transplântio (DAT) e para a pimenta do tipo Páprica (*Capsicum annuum* var. *frutescens*) 100 frutos por planta aos 144 DAT. A baixa produção de frutos obtida no presente estudo pode ter sido ocasionada pelas altas temperaturas no interior da casa da vegetação.

Sobre efeitos do conteúdo de água do solo no peso do fruto fresco e comprimento do fruto, (Figuras 10A e 10B), observa-se que os dados se ajustaram a um modelo linear, aumentando os valores destas variáveis com o aumento de água no solo. Marinho et al. (2016) avaliando a pimenta tabasco, obtiveram resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho. Os autores identificaram que a massa média de frutos por planta, foi influenciada de forma positiva e linear em função das lâminas de água aplicadas à cultura.

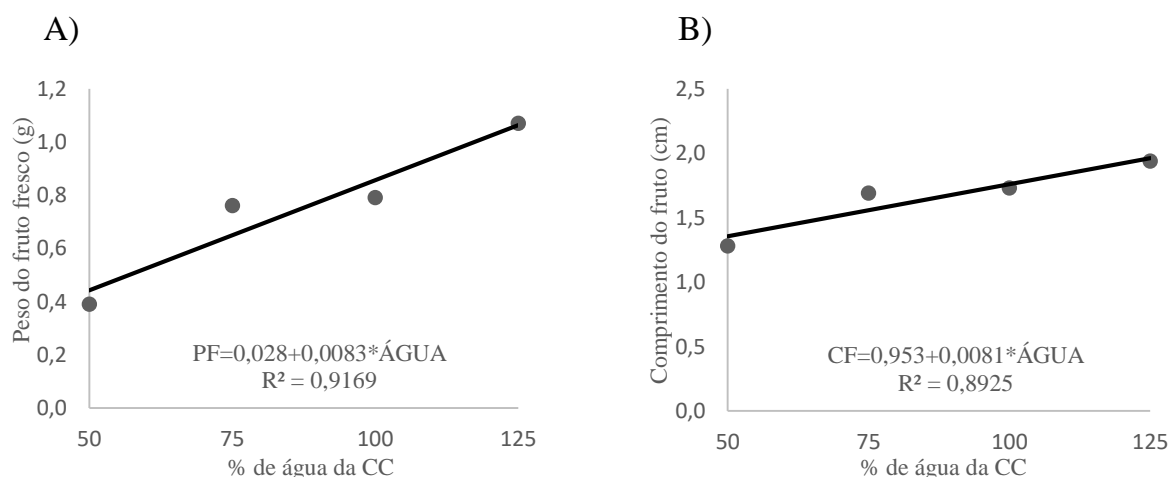


Figura 10. Peso do fruto fresco (A) e comprimento do fruto (B) da pimenta biquinho em função dos conteúdos de água do solo

Estimou-se pela equação de regressão, o maior peso do fruto fresco (1,07 g) ao utilizar o conteúdo de água do solo em 125% da capacidade de campo (Figura 10A). De acordo com Carvalho et al. (2014), o peso do fruto de pimenta biquinho está entre o intervalo de 1,45 ±

0,252g, estando o valor encontrado nesta pesquisa um pouco abaixo da média. Por outro lado, os resultados estão em concordância com os de Abud et al. (2018).

O maior comprimento do fruto da pimenta biquinho (1,97 cm), foi obtido quando as plantas foram submetidas ao conteúdo de água do solo em 125 % da capacidade de campo (Figura 10B). A Embrapa (2017a), caracteriza os frutos de pimenta biquinho, variedade BRS Moema, com 2,6 cm de comprimento. A empresa Isla Semente (2017), relata que a pimenta biquinho, cultivar “Airatema”, possui um comprimento médio do fruto de 1,5 cm.

Por outro lado, o comprimento do fruto encontrado nesta pesquisa é semelhante com o estudo de Heinrich et al. (2015) ao avaliarem aspectos morfológicos de 17 progênes de pimenta biquinho e com Carvalho et al. (2014) que encontraram para esta variável um intervalo de $1,9 \pm 0,3$ cm.

Aragão et al. (2012), perceberam na cultura do pimentão que, embora as lâminas de irrigação não tenham apresentado significância para o número de frutos, como nesta pesquisa, proporcionaram frutos de melhor qualidade e maior peso quando comparados aos tratamentos submetidos ao déficit hídrico.

Na Tabela 9, está o resumo da interação nitrogênio X água sobre o diâmetro do fruto da pimenta biquinho. Observou-se que as doses de nitrogênio dentro do conteúdo de água do solo de 100% da capacidade de campo, influenciaram o diâmetro do fruto ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 9. Resumo da análise de interação nitrogênio X água para o diâmetro do fruto da pimenta biquinho

Fonte de Variação	GL	Diâmetro do fruto
Nitrogênio dentro de 50% da CC	3	ns
Linear	1	ns
Quadrática	1	ns
Nitrogênio dentro de 75% da CC	3	ns
Linear	1	ns
Quadrática	1	ns
Nitrogênio dentro de 100% da CC	3	**
Linear	1	**
Quadrática	1	*
Nitrogênio dentro de 125% da CC	3	ns
Linear	1	ns
Quadrática	1	ns

** e * significativo a 1% e a 5% de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo, CC - capacidade de campo

Com base na curva de regressão para o diâmetro do fruto apresentada na Figura 11, o maior valor (1,25 cm) foi encontrado com o conteúdo de água do solo em 100% da capacidade de campo e com a dose de 237,5 kg N ha⁻¹.

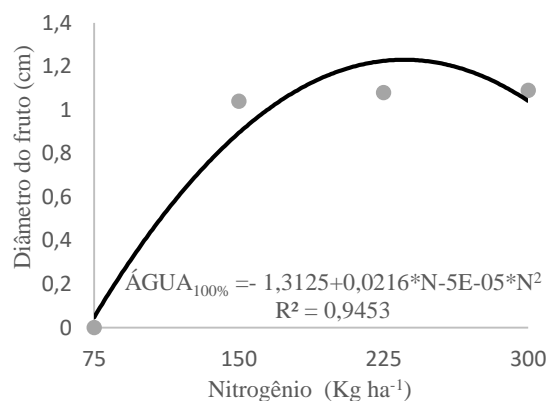


Figura 11. Diâmetro do fruto da pimenta biquinho em função das doses de nitrogênio para o conteúdo de água do solo de 100% da capacidade de campo

A Embrapa (2017a), caracteriza os frutos de pimenta biquinho, variedade BRS Moema, com 1,5 cm de diâmetro, enquanto a Isla Sementes (2017) indica que comumente possui frutos com 1,0 cm de diâmetro. Trabalhando também com a pimenta biquinho Abud et al. (2018) e Heinrich et al. (2015) encontraram o maior diâmetro médio dos frutos de 1,33 cm e 1,21 cm, respectivamente, semelhantes aos resultados encontrados na presente pesquisa.

Rodrigues (2017), estudando a pimenta biquinho em casa de vegetação, submetida a diferentes lâminas de reposição hídrica obteve o maior diâmetro de fruto (1,32 cm) para o tratamento correspondente a 125% da “capacidade de retenção de vaso”. O autor afirma que, a deficiência hídrica no cultivo da pimenta biquinho diminui variáveis como o diâmetro e peso dos frutos.

Para Dagnoko et al. (2013) e Paulus et al. (2015), a determinação das características do fruto é muito importante para o cultivo de pimentas, pois, o mercado consumidor tem diferentes nichos, demandando pimentas com características específicas de fruto. Barroca et al. (2015) e Abud et al. (2018), por sua vez, relatam que os frutos de pimenta quando comercializados in natura, em saladas e em conservas, são selecionados pelos consumidores com base na melhor aparência, mas não descartando os frutos de baixo peso, que segundo Barbosa et al. (2010) serão destinados à fabricação de molhos ou pimentas em pó.

Na Tabela 10 observa-se que apenas a interação entre os conteúdos de água do solo dentro da dose de 150 kg N ha⁻¹ influenciou o número de frutos. Deve-se lembrar, como descrito anteriormente, que o maior número de frutos por planta (24) foi obtido com a dose

de 192,26 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Tabela 10. Resumo da análise de interação água X nitrogênio para o número de frutos por planta da pimenta biquinho

Fonte de Variação	GL	Nº de frutos por planta
Água dentro de 75 kg N ha ⁻¹	3	ns
Regressão Linear	1	ns
Regressão Quadrática	1	ns
Água dentro de 150 kg N ha ⁻¹	3	**
Regressão Linear	1	**
Regressão Quadrática	1	*
Água dentro de 225 kg N ha ⁻¹	3	ns
Regressão Linear	1	ns
Regressão Quadrática	1	ns
Água dentro de 300 kg N ha ⁻¹	3	ns
Regressão Linear	1	ns
Regressão Quadrática	1	ns

** e * significativo a 1% e a 5 % de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo

Pela curva de regressão apresentada na Figura 12, o maior número de frutos desta pesquisa (55) foi obtido pela combinação de 150 kg N ha⁻¹ e o conteúdo de água do solo em 86,62% da capacidade de campo. Os conteúdos de água do solo de 50 e 75 % da capacidade de campo, podem ter dificultado a solubilização da ureia e serem insuficientes para satisfazer a demanda da planta. Por outro lado, os conteúdos de água do solo de 100 e 125 % da capacidade de campo podem ter diminuído a eficiência do nutriente aplicado, impossibilitando que as doses de adubação contribuíssem em nutrientes junto ao aporte quantitativo de água do solo (ARAGÃO et al., 2011; CARDOZO et al., 2016).

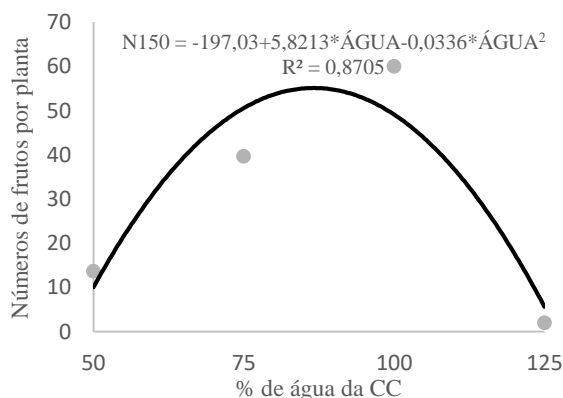


Figura 12. Número de frutos por planta da pimenta biquinho em função dos conteúdos de água do solo para a dose de 150 kg N ha⁻¹

Lima et al. (2016) e Carvalho et al. (2016) também notaram que a água do solo próximo a capacidade de campo, provocou no pimentão (*Capsicum annuum* L) os melhores resultados de comprimento e número de frutos, e que este teor de água pode ter facilitado a absorção dos nutrientes do solo.

Na Figura 9, discutida anteriormente, a dose de 192,96 kg N ha⁻¹ propiciou uma produção de 24 frutos por planta, por outro lado, quando considerada a interação entre a dose de nitrogênio com os conteúdos de água do solo, o número de frutos por planta aumentou para 55, evidenciando, de certa forma, a importância do uso adequado da adubação associada a aplicação de água no solo para um melhor desenvolvimento da pimenta biquinho. De qualquer maneira, o número de frutos e, conseqüentemente, a produção pode ser considerada baixa, uma vez que sua produtividade (BRS Moema) pode atingir em média 18,4 t ha⁻¹ (EMBRAPA 2017a) e em seis meses de colheitas 20 t ha⁻¹ (EMBRAPA 2017c).

Furlan et al. (2015) encontraram resultados semelhantes aos deste estudo. Pois, ao analisarem a influência das doses de 0 a 200 kg N ha⁻¹ sobre a produtividade da pimenta malagueta, também não encontraram resultados satisfatórios e concluíram que aparentemente, a resposta da pimenteira depende em grande proporção da cultivar e das condições ambientais.

De acordo com Larcher (2000), com o incremento do calor no interior da casa de vegetação, pode ocorrer, dependendo da espécie vegetal, da duração do estresse e do estágio do desenvolvimento da planta, vários danos no metabolismo vegetal afetando a produção das plantas. A temperatura interna da casa de vegetação, onde as plantas de pimenta biquinho foram cultivadas, esteve, em média entre 30 e 35 °C, com picos de 38 °C durante um longo período do dia, o que pode ter afetado seu crescimento. Essa hipótese está em conformidade com Santos (2019), que observou que a produtividade do pimentão em ambiente protegido foi afetada devido à ocorrência de temperaturas elevadas durante o período de floração, com picos acima de 30 °C.

Pes et al. (2015) dizem que, temperaturas acima de 35 °C prejudicam a fotossíntese e a produtividade das culturas, pela tendência ao aumento do abortamento de flores (OLIVEIRA et al., 2014a), fato observado nesta pesquisa e no experimento de Rodrigues (2017) com a pimenta biquinho. Além disso, Dugo et al. (2007) afirmam também que temperaturas acima de 32 °C ocasionaram redução na produção de pimenta, sendo a temperatura diurna ideal para o bom desenvolvimento entre 23 e 27 °C.

Paulus et al. (2015), analisando a pimenta BRS Mari e a do tipo Páprica enfatizam que, um dos motivos para os bons resultados de produção destas pimentas foram as condições climáticas favoráveis, como a temperatura média de 21 °C.

Contudo, Pimentel (1998) relata que o fato da temperatura do meio se manter na faixa ótima para o crescimento vegetal, não necessariamente significa a obtenção das melhores produções; sendo assim, esta afirmação fundamenta os resultados gerais desta pesquisa, já que a temperatura da casa de vegetação pode não ter favorecido produção satisfatória à pimenta biquinho, mas que esteve com o crescimento vegetativo conforme a espécie.

Hsiao (1973) indica que a adaptação da planta a um estresse ambiental tem um custo energético refletido no detrimento à produtividade. Em discussões anteriores, vide Figura 5E, foi possível observar que o comprimento da raiz da pimenta biquinho foi maior nas plantas em solo com baixo conteúdo de água do solo. O que evidencia, em parte, a tendência da pimenta biquinho à adaptação a condição desfavorável de água no solo, ou seja, a baixa produção também pode ter sido um reflexo de adaptação da planta a um outro estresse ambiental, como a temperatura do meio.

5. CONCLUSÕES

A interação entre as doses de nitrogênio e os conteúdos de água do solo influenciaram significativamente o diâmetro caulinar, número de ramos, número de folhas, área foliar, comprimento da raiz, fitomassas frescas e secas da parte aérea, fitomassas frescas e secas da raiz e as fitomassa frescas e secas totais, em geral, atingindo os maiores valores ao estimar o uso de 300 Kg N ha⁻¹ com o conteúdo de água do solo próximo a 100% da capacidade de campo;

A interação entre as doses de nitrogênio e os conteúdos de água do solo afetaram significativamente o diâmetro e o número de frutos por planta. O diâmetro do fruto alcançou o maior valor ao estimar o uso de 237,5 kg N ha⁻¹ com o conteúdo de água do solo em 100% da capacidade de campo. Não houve satisfatória produção de frutos;

O maior peso fresco e comprimento dos frutos foram atingidos quando as plantas foram submetidas ao maior conteúdo de água do solo, mostrando-se de boa qualidade do ponto de vista de mercado, e em conformidade com as características e padrões varietais da pimenta biquinho;

Recomenda-se estudos mais específicos voltados, principalmente, aos efeitos da temperatura e umidade relativa em ambientes protegidos na produção da pimenta biquinho, visando identificar as melhores condições para esta cultura.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUD, H. F.; ARAÚJO, R. F.; PINTO, C. M. F.; ARAÚJO, E. F.; ARAÚJO, A. V.; SANTOS, J. A dos. Caracterização morfométrica dos frutos de pimentas malagueta e biquinho. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v.8, n.2, p.29-39, 2018.
- AGRISTAR. Blue line hortaliças - Semente pimenta Biquinho. Disponível em: <http://agristar.com.br/topseed-garden/blue-line-hortalicas/pimentabiquinho/1888166>. 2017.
- ALBUQUERQUE, F. S.; SILVA, E. F. F.; ALBUQUERQUE FILHO, J. A. C.; NUNES, M. F. F. N. Crescimento e rendimento de pimentão fertiirrigado sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.15, n.7, p.686-694, 2011.
- ALMEIDA, R. N. de.; FERRAZ, D. R.; SILVA, A.; CUNHA, E. G.; VIEIRA, J. C.; SOUZA, T. da SILVA; BERILLI, S. da S. Utilização de lodo de curtume em complementação ao substrato comercial na produção de mudas de pimenta biquinho. *Revista Scientia Agraria*, v.18, n.1. p.20-33, 2017.
- ARAGÃO, V. F.; FERNANDES, P. D.; GOMES FILHO, R. R.; CARVALHO, C. M.; SANTOS NETO, A. M.; CARVALHO, C. M.; FEITOSA, H. O. Efeito de diferentes lâminas de irrigação e níveis de nitrogênio na fase vegetativa do pimentão em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.5, n.4, p.361-375, 2011.
- ARAGÃO, V. F.; FERNANDES, P. D.; GOMES FILHO, R. R.; CARVALHO, C. M.; FEITOSA, H. O.; FEITOSA, E. O. Produção e eficiência no uso da água do pimentão submetido a diferentes lâminas de irrigação e níveis de nitrogênio. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.6, n.3, p.207-216, 2012.
- ARAÚJO, D. L. de.; VÉRAS, M. L. M; MELO FILHO, J. S. de.; IRINEU, T. H. da S.; Andrade, R. Desempenho do pimentão (*Capiscum annuum L.*) sob fertilizante e adubação orgânica. *Revista Terceiro Incluído*, v.5, n.2, p.275-284, 2015.
- BARBOSA, J. G.; MUNIZ, M. A.; MESQUITA, D. Z.; COTA, F. O. BARBOSA, J. M.; MAPELI, A. M.; PINTO, C. M. F.; 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.
- BARBOSA, R.I.; MOURÃO JÚNIOR, M.; LUZ, F.J.F. Morphometric patterns and preferential uses of Capsicum peppers in the state of Roraima, Brazilian Amazonia. *Horticultura Brasileira*, v.28, n.4, p.477-482, 2010.

- BARBOZA, G. E.; AGRA, M. F.; ROMERO, M. V.; SCALDAFERRO, M. A.; MOSCONE, E. A. New endemic species of *Capsicum* (Solanaceae) from the Brazilian Caatinga: Comparison with the Re-Circumscribed *C. parvifolium*. *Systematic Botany*, v. 36, n.3, p.768-781. 2011.
- BARROCA, M. V.; BONOMO, R.; FERNANDES, A. A.; SOUZA, J. M de. Lâminas de irrigação nos componentes de produção das pimentas ‘de cheiro’ e ‘dedo-de-moça’. *Revista Agro@mbiente On-line*, v.9, n.3, p.243-250, 2015.
- BOSLAND, P. W.; VOTAVA, E. J. Peppers: Vegetable and spice *Capsicum*. 2 ed. New York: CABI Publishing, 2012, 230p.
- BRAGA, G. N M. Cálculo da Quantidade de Fertilizantes para Aplicação num Vaso. Disponível em: <https://agronomiacomgismonti.blogspot.com/2013/06/calculo-da-quantidade-de-fertilizantes.html?m=1>. 2013.
- BRAGA, G. N M. Necessidade de Calagem pela Análise do Solo. Disponível em: <https://agronomiacomgismonti.blogspot.com/2012/07/necessidade-de-calagem-pela-analise-do.html?m=1>. 2012.
- BUTRINOWSKI, I. T.; SANTOS, R. F.; MAGGI, M. F.; BORSOI, A.; FRIGO, E. P.; BASSEGIO, D. Manejo da irrigação com mini tanque evaporímetro em *Crambe abyssinica*. *Revista Cultivando o Saber*, v.4, n.3, p.54-65. 2011.
- CARDOZO, M. T. D.; GALBIATTI, J. A.; SANTANA, M. J. de.; CAETANO, M C. T.; CARRASCHI, S. P.; NOBILE, F. O. de. Pimentão (*Capsicum annuum*) Fertilizado com Composto Orgânico e Irrigado com Diferentes Lâminas de Irrigação. *Revista Irriga*, v. 21, n. 4, p. 673-684, 2016.
- CARVALHO, A. V.; MACIEL, R de A.; BECKMAN, J. C.; POLTRONIERI, M. C. Caracterização de Genótipos de Pimentas *Capsicum* spp. Durante a Maturação. Embrapa Amazônia Oriental. Belém: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, v.1, p. 01-19, 2014.
- CARVALHO, J. de A.; REZENDE, F. C.; AQUINO, R. F.; FREITAS, W. A. de; OLIVEIRA, E. C. Análise produtiva e econômica do pimentão-vermelho irrigado com diferentes lâminas, cultivado em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.6, p.569–574, 2011.
- CARVALHO, J. de A.; REZENDE, F. C.; OLIVEIRA, E. C.; AQUINO, R. F. Pimentão Cultivado em Ambiente Protegido Sob Diferentes Tensões de Água no Solo. *Revista Engenharia na Agricultura*, v.23, n.3, p. 236-245. 2016.

- CARVALHO, S.I.C. de.; BIANCHETTI, L.B.; RIBEIRO, C.S. da C.; LOPES, C.A. Pimentas do Gênero *Capsicum* no Brasil. Embrapa Hortaliças. n° 94. Disponível em: [file:///C:/Users/pamel/Downloads/digitalizar0169%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/pamel/Downloads/digitalizar0169%20(2).pdf). 2006.
- CAVALCANTI, F, J, de A.; SANTOS, J, C, P dos.; PEREIRA, J, R.; LEITE, J, P.; SILVA, M, C, L da.; FREIRE, F, J.; SILVA, D, J da.; SOUSA, A, R de.; MESSIAS, A,S.; FARIA, C, M, B de.; BURGOS, N.; LIMA JUNIOR, M, A.; GOMES, R, V.; CAVALCANTI, A, C.; LIMA, J, F, W, F. Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2° aproximação. Secretaria de agricultura e Reforma Agrária. Comissão Estadual de fertilidade do solo, 2008. RECIFE, PE. 181 p.
- DAGNOKO, S.; YARO-DIARISSO, N.; SANOGO, P. N.; ADETULA, O.; DOLO-NATOUMÉ, A.; GAMBY-TOURÉ, K.; TRAORÁ-THÉRA L.; KATILÉ S; DIALLO-BA D. Overview of pepper (*Capsicum spp.*) breeding in West Africa. African Journal of Agricultural Research, v.8, n.1, 1108-1114, 2013.
- DOMENICO, C. L. Caracterização agronômica e pungência em pimenta (*Capsicum chinense* Jacq.) 2011. 38f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico, São Paulo.
- DOMENICO, C.I.; COUTINHO, J.P.; GODOY, H.T.; MELO, A.M.T. Caracterização agronômica e pungência em pimenta de cheiro. Revista Horticultura Brasileira, v. 30, n. 3, p. 466-472, 2012.
- DUGO, V. GONZALEZ; ORGAZ, F. Response of pepper to deficit irrigation for páprika production. Scientia Horticulture, v. 114, n. 2, p. 177-182, 2007.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Árvore do conhecimento: Pimenta: BRS Moema. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/pimenta/arvore/CONT000guv5xyz e02wx7ha0g934vgnk4vdsr.html>. 2017c.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Pimentas *Capsicum*: Uma história de sucesso na cadeia produtiva de hortaliças. Embrapa Hortaliças. n° 18. 2015.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Pré-produção, Características, Cultivares, *Capsicum chinense*. Embrapa Hortaliças. 2012.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Produtos, Processos e Serviços: Pimenta - BRS Moema. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-produtos-processos-e-servicos/-/produtoservico/418/pimenta---brs-moema>. 2017a.

- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Novas pimentas e pimentões para a agricultura brasileira. Embrapa Hortaliças. 2017.
- 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.
- FERERES, E.; SORIANO, A. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, v.58, n.2, p.147–159, 2007.
- FERNANDES, C; CORÁ, J, E.; ARAÚJO, J, A. C. de. Utilização do tanque classe A para a estimativa da evapotranspiração de referência dentro de casa de vegetação. *Revista Engenharia. Agrícola*, v.24, n.1, p.46-50, 2004.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Revista Ciência Agrotecnologia*, v.38, n.2, p. 109-112, 2014.
- FOLEGATTI, M.V.; BLANCO, F. F. Desenvolvimento vegetativo do pepino enxertado irrigado com água salina. *Revista Scientia Agrícola*, v.57, n.3, p.451-457, 2000.
- FONSECA, R. M. Caracterização Morfoagronômica de Gerações de *Capsicum annuum* x *Capsicum chinense*. 2016. 142f. Tese (Doutorado em agronomia tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- FURLAN, J. C.; SILVA JUNIOR, R. L.; XAVIER, R. C.; NASCIMENTO, M. V.; FERNANDES, L. R. S. G.; BENETT, K. S. S. Produção de pimenta malagueta em função da adubação nitrogenada e do gel hidro retentor. XXXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO - O SOLO E SUAS MULTIPLAS FUNÇÕES, 2015.
- GOMES, E.P.; TESTEZLAF, R. Manejo de irrigação na tomaticultura de mesa Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP. 2007.
- HEINRICH, A.G.; FERRAZ, R.M.; RAGASSI, C.F.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. Caracterização e avaliação de progênies autofecundadas de pimenta biquinho salmão. *Revista Horticultura Brasileira*, v. 33, n. 4, p. 465-470, 2015.
- HSIAO, T. C. Plant responses to water stress. *Annual Review Plant Physiol*, v. 24, p. 519-570, 1973.
- ISLA SEMENTES Ltda. 968 - Pimenta Airetama Biquinho. Disponível em: <https://isla.com.br/produto/Pimenta-Airetama-Biquinho/968>. 2017.

- LACERDA, C, F de. Relações Solo-Água-Planta em Ambientes Naturais e Agrícolas do Nordeste Brasileiro. 1 ed. Recife: UFRP, 2007, 78 p.
- LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. 1 ed. São Carlos: RIMA, 2000, 531 p.
- LIMA, G. S. Cultivo da mamoneira sob irrigação com águas salinas e doses de nitrogênio. 2013. 128f. Dissertação (Mestrado em irrigação e drenagem) - Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba.
- LIMA, G. S.; BROETTO, F.; SOUSA, A de P.; CORREIA, J. de S.; SILVA, A. O. da.; Impactos nutricionais e produção de pimentão submetido à deficiência hídrica. Revista Irriga, v. 21, n. 4, p. 724-735, 2016.
- LIMA, T. P de.; GOMES FILHO, R. R.; REIS, E. F.; CARVALHO, C. M. de.; CADORE, R.; FREITAS, D. S. Production of pepper capsicum chinense under different irrigation depths in greenhouse. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v.11, n.1, p.1254-1260, 2017.
- LOPES, C. A.; RIBEIRO, C. S. da. C.; CRUZ, D. M. R.; FRANÇA, F. H.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; HENZ, G. P.; SILVA, H. R.; PESSOA, H. S.; BIANCHETTI, L. B.; JUNQUEIRA, N. V.; MAKISHIMA, N.; FONTES, R. R.; CARVALHO, S. I. C.; MAROUELLI, W. A.; PEREIRA, W. Pimenta (*Capsicum* spp.). Embrapa Hortaliças. n° 2. 2007.
- MANTOVANI, E. C; BERNARDO, S; PALARETTI, L. F. Irrigação, Princípios e Métodos. 1 ed. Viçosa: UFV, 2009, 355p.
- MARINHO, L. B; FRIZZONE, J. A; TOLENTINO JUNIOR, J. B; PAULINO, J; SOARES, J. M; VILAÇA, F. N. Déficit Hídrico nas Fases Vegetativa e de Floração da Pimenta ‘Tabasco’ em Ambiente Protegido. Revista Irriga, v. 21, n. 3, p. 561-576, 2016.
- MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; SILVA, H.R. Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo. 2 ed. Brasília: Embrapa, 2008, 150p.
- MITSCHERLICH, E. Alfred - Die Bestimmung des Düngerbedürfnisses des Bodens. 3 ed. Berlim: Paul Parey, 1930.
- MOREIRA, G. R.; CALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H da.; RIBEIRO, C. S. da C. Espécies e variedades de pimenta. Informe Agropecuário, v.27, p.16-29, 2006.
- NASCIMENTO, E. C. S. Cultivo orgânico de pimenteiros Malagueta sob níveis de água residual e doses de esterco bovino. 2017. 80f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba.

- NASCIMENTO, E. C. S.; SILVA, V. F.; ANDRADE, L. O. de.; LIMA, V. L. A. de. Estresse Hídrico Em Pimenteiras Orgânicas com Aplicação de Diferentes Lâminas de Água Residuária. CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA – CONTECC, 2015.
- OCHOA-ALEJO, N.; RAMÍREZ-MALAGÓN, R. In vitro pepper biotechnology. In Vitro Cellular. Journal Development Biology - Plant, v.37, n. 1, p.701-729, 2001.
- OLIVEIRA, F. de A. de; DUARTE, S. N.; MEDEIROS, J. F. de; OLIVEIRA, M. K. T. de; SILVA, R. C. P. da; SOUZA, M. S. Eficiência da Fertirrigação Nitrogenada e Potássica na Produção de Pimentão Cultivado em Ambiente Protegido. Revista Ciência Agrária, v. 59, n. 3, p. 293-301, 2016.
- OLIVEIRA, F. de A.; DUARTE, S. N.; MEDEIROS, J. F.; DIAS, N. da S. SILVA, da SILVA, R. C. P.; LIMA, C. J. G. de S. Manejos da fertirrigação e doses de N e K no cultivo de pimentão em ambiente protegido. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.17, n.11, p.1152–1159, 2013.
- OLIVEIRA, G. S.; COSTA, N. de A.; PINTO, C. M. F.; PINTO, C. L. de O.; DONZELES, S. M. L.; MARTINS, E. M. F. Avaliação de coberturas comestíveis para conservação de pimenta-biquinho (*Capsicum chinense jacq.*) Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS), v.8, n.4, p.19-29, 2018.
- OLIVEIRA, J. R. de.; GOMES, R. L. F.; SOUSA, R. S.; LOPES, A. C. de A.; DIAS, C. T. dos S.; LOPES, J. B.; PERON, A. P. Efeito da época de maturação sobre caracteres do fruto de pimenta Dedo-de-Moça (*Capsicum baccatum L.*) Revista Brasileira de Ciência Agrária, v.9, n.4, p.495-499, 2014a.
- OLIVEIRA, J.R.; GOMES, R.L.; ARAÚJO, A.S.; MARINI, F.S.; LOPES, J.B.; ARAÚJO, R.M. Estado nutricional e produção da pimenteira com uso de biofertilizantes líquidos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, p.12411246, 2014.
- OLIVEIRA, P. C. do C.; DAVID, A. M. S. de SOUZA.; BOTELHO, D. R. R.; NOBRE, D. A. C.; AMARO, H. T. R.; SOUZA, M. das D. da C.; SILVA, C. D. da. Qualidade fisiológica de sementes de pimenta biquinho obtidas de frutos com diferentes graus de maturação e submetidas a condições térmicas. Colloquium Agrariae, v.15, n.3, p.49-57, 2019.
- PAULUS, D.; VALMORBIDA, R.; SANTIN, A.; TOFFOLI, E.; PAULUS, E. Crescimento, Produção e Qualidade de Frutos de Pimenta (*Capsicum annuum*) em Diferentes Espaçamentos. Revista Horticultura Brasileira, v. 33, n.1, p. 91-100, 2015.

- PES, L. Z.; ARENHARDT, M. H. Fisiologia vegetal. 2 ed. Rio Grande do Sul: Universidade Federal de Santa Maria, 2015, 81p.
- PIMENTEL, C. Metabolismo de carbono na agricultura tropical. 1 ed. Seropédica: Edur, 1998, 159p.
- PINTO, C. M. F.; LIMA, P. C. de; SALGADO, L. T.; CALIMAN, F. R. B. Nutrição mineral e adubação para pimenta. Informe Agropecuário, v.27, p.50-57, 2006.
- QUEIROZ, T. M. de.; CARVALHO, J, de A.; RABELO, G. F. Desenvolvimento de Sistema de Automação da Irrigação para Ambiente Protegido Utilizando Tanque de Evaporação. Revista Enciclopédia Biosfera, v. 9, n.16, p. 2897-2905, 2013.
- REIFSCHNEIDER, F. J. B.; RIBEIRO, C.S.C. Sistema de produção de pimentas (*Capsicum* spp.): introdução e importância econômica. 1 ed. Brasília: Embrapa, 2008, 27 p.
- REIFSCHNEIDER, F.J.B. Capsicum: pimentas e pimentões no Brasil. 1 ed. Brasília: Embrapa, 2000, 113 p.
- REZENDE, F.C.; FRIZZONE, J.A.; PEREIRA, A.S.; BOTREL, T.A. Plantas de pimentão cultivadas em ambiente enriquecido com CO₂. II. Produção de matéria seca. Revista Acta Scientiarum, v.24, n.1, p.152 –1533, 2002.
- RIBEIRO, C. S. C.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Genética e melhoramento. Pimentas *Capsicum*. 1 ed. Brasília: Embrapa, 2008, 8p.
- RIBEIRO, W. S. Avaliação de substrato e poda na produção de pimenteira ornamental. 2012. 92f. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.
- RODRIGUES, S. A. Comportamento da Pimenta Biquinho (*Capsicum chinense*) Submetida a diferentes Lâminas de Irrigação e Substratos. 2017. 73f. Mestrado (Dissertação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.
- SANTOS, A.S. Características Agronômicas, Físico-Químicas e Sensoriais de Linhagens de Pimenta Biquinho Cultivadas em Sistema Orgânico. 2018. 66f. (Dissertação Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, Araras.
- SANTOS, H. C. A. Nutrição Nitrogenada na Cultura do Pimentão Fertirrigado em Função de Tensões de Água no Solo. 2019. 96f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém.
- SHRIDHAR, B. S. Review: Nitrogen fixing microorganisms. International Journal of Microbiological Research, v.3, n.1, p.46-52, 2012.

- SILVA, H. W.; COSTA, L. M.; RESENDE, O.; OLIVEIRA D.E.C.; SOARES, R.S.; VALE, L.S.R. Higroscopicidade das sementes de pimenta (*Capsicum chinense L.*). Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.19, n.8, p.780-784, 2015.
- SILVA, V. F. Cultivo de Pimenteiros Submetidas a Níveis e Qualidades de Água de Irrigação e Fontes Orgânicas de Adubos. 2017. 184f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba.
- SILVA, V. F.; NASCIMENTO, E. C. S.; BEZERRA, C. V. C.; ANDRADE, L. O. de.; LIMA, V. L. A de. Teor de água e consumo hídrico das pimenteiros ornamentais em cultivo orgânico. Revista Espaços, v.37, n 37, p 16, 2016.
- SILVA, V. F.; NASCIMENTO, E. C.; ANDRADE, L. O. de.; Lima, V. L. A. de.; BARACUHY, J. G. V. Diferentes Lâminas de Água no Crescimento Inicial da Pimenta Biquinho (*Capsicum chinense*). 9º CONGRESSO DE EDUCAÇÃO AGRÍCOLA SUPERIOR, 2014.
- SOUSA, A. E. C.; LACERDA, C. F.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; UYEDA, C. A. Teores de nutrientes foliares e respostas fisiológicas em pinhão-mansão submetido a estresse salino e adubação fosfatada. Revista Caatinga, v. 25, n. 2, p. 144-152, 2012.
- TAIZ, L. e ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.
- TAIZ, L. e ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5. ed. Porto Alegre: Art Med, 2013. 918p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3 ed. Porto Alegre: Arned, 2004, 719p.
- VIDIGAL, D.S.; DIAS, D.C.F.S.; VON PINHO, E.R.V.; DIAS, L.A.S. Sweet pepper seed quality and Lea-protein activity in relation to fruit maturation and post-harvest storage. Journal Seed Science and Technology, v.37, n.1, p.192-201, 2009.
- VIEIRA JUNIOR, W. G.; MATOS, D. J. de C.; OLIVEIRA, T. C de.; LIMA, I. R.; BRAGA, A. P. M.; SOUZA, R. F. de.; MOURA, J. B de. Arbuscular mycorrhizal fungi associated with pepper ten lines rhizosphere chillies *Capsicum frutescens*. Ipê Agronomic Journal, v.3, n.1, p.107–115, 2019.