



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS
GENÉTICOS VEGETAIS



MILEIDE SANTOS COUTINHO

INFLUÊNCIA DA SALINIDADE NO CRESCIMENTO DE
Physalis peruviana L.

FEIRA DE SANTANA – BA

2017

MILEIDE SANTOS COUTINHO

INFLUÊNCIA DA SALINIDADE NO CRESCIMENTO DE
***Physalis peruviana* L.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito para obtenção do título de mestre em Recursos Genéticos Vegetais.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª. Claudinéia Regina Pelacani Cruz

Coorientadora: Prof^ª Dr^ª. Marilza Neves do Nascimento

FEIRA DE SANTANA – BA

2017

Ficha Catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteado

C897i Coutinho, Mileide Santos

Influência da salinidade no crescimento de *Physalis peruviana* L. /
Mileide Santos Coutinho. – 2017.
50 f.: il.

Orientadora: Claudinéia Regina Pelacani Cruz.

Coorientadora: Marilza Neves do Nascimento.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana,
Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, 2017.

1. Plantas – Efeito do sal. 2. *Physalis peruviana* L. 3. Hidroponia –
Semiárido. I. Cruz, Claudinéia Regina Pelacani, orient. II. Nascimento,
Marilza Neves do, coorient. III. Universidade Estadual de Feira de Santana.
IV. Título.

CDU: 582.951.4

COMISSÃO EXAMINADORA



Profa. Dra. Manuela Oliveira de Souza
(Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB)



Profa. Dra. Alone Lima Brito
(Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS)



Profa. Dra. Claudineia Regina Pelacani Cruz
(Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS)
Orientadora e Presidente da Banca

*Aos meus avós, Zetinha e Caboquinho (in memoriam),
meus exemplos de vida, amor e determinação,
dedico...*

*Ao meu pai, Gil, meu maior entusiasta, meu apoiador de
sempre e a quem devo cada conquista adquirida,
ofereço...*

AGRADECIMENTOS

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Às professoras Claudinéia Pelacani e Marilza Neves pela oportunidade concedida.

Ao professor Ronaldo Simões por toda prestatividade e gentileza, e contribuição na parte estatística.

Ao professor Rogério Ribas, pela amizade, paciência e disponibilidade de sempre em compartilhar seus conhecimentos. Obrigada por toda contribuição dada na análise dos dados.

À Nati, uma das poucas gratas surpresas que o mestrado me proporcionou. Obrigada pela amizade, por TODA ajuda dada na execução do experimento, pelo exemplo, e por ter sido uma grande fonte de inspiração para mim.

À Nanah, ainda falando destas gratas surpresas. Que bom que foi partilhar tanta vivência e aprendizado com essa mulher forte, guerreira e inteligente. Gratidão pela amizade, pela ajuda nos experimentos e por ter impulsionado tantas mudanças em mim.

À Vel, pela amizade, por toda ajuda nos experimentos, pela companhia e tagarelice de sempre nas nossas idas e vindas de Cruz das Almas.

À Ilana, minha querida amiga, a quem admiro e respeito muito. Obrigada por ter partilhado essa jornada comigo, por todo o incentivo e ajuda.

À Eliza, pela amizade, por toda gentileza de sempre e por toda ajuda durante os experimentos.

À Wasley, por toda prestatividade e colaboração nos experimentos, e por sempre nos lembrar que “no final tudo dá certo”.

Aos funcionários do horto por toda a colaboração, mas em especial à Marcos e Cláudia, por quem tenho muito apreço e admiração.

Aos demais integrantes do Horto e do LAGER, pelas vivências compartilhadas.

À Dani, Gilmara, Samara e Fabrício. A minha passagem por Petrolina teria sido ainda mais difícil, se não fosse por vocês.

Ao meu pai, Gil, a quem devo tudo o que sou e o que conquistei, qualquer palavra ainda seria insuficiente para agradecer e demonstrar o quão grata eu sou de ser sua filha. A execução deste projeto teria sido muito mais difícil sem a sua ajuda e apoio incondicional.

Ao meu amor e companheiro, Alírio, não teria conseguido passar por essa experiência sem o seu amor, paciência, cuidado e incentivo. Obrigada por TODA ajuda, e por sempre ficar ao meu lado.

À minha família, em especial à Jamille, tia Leci, Alcilene, tia Vera e Grasy, por serem as melhores ouvintes e incentivadoras do mundo! Obrigada por sempre “comprarem as minhas dores” e não permitir que eu fraquejasse.

À minha sobrinha Lara, a minha válvula de escape, a quem me devolve o frescor da vida sempre que abre um sorriso.

Agradeço à força maior que nos rege e permite manter a fé de que o amanhã será sempre melhor, Deus.

*“Não é sobre chegar no topo do mundo e saber que venceu...
É sobre escalar e sentir que o caminho te fortaleceu. ”*

(Ana Vilela)

RESUMO

O cultivo de espécies frutíferas potenciais na região semiárida, utilizando sistema hidropônico surge na tentativa de diversificar e impulsionar a economia, principalmente de pequenos e médios produtores desta região. No entanto são necessários estudos que avaliem o crescimento, produtividade e adaptação destas espécies. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento e o perfil nutricional da *Physalis peruviana* em sistema hidropônico do tipo *floating*, considerando diferentes níveis de salinidade da água produzidos artificialmente com NaCl. O experimento foi realizado em ambiente protegido (estufa), onde foi empregado o delineamento em blocos casualizados (DBC), com 4 blocos, sendo testadas cinco concentrações de salinidade: 0; 20; 30; 40 e 60 mM de NaCl. A cada intervalo de 10 dias foram obtidas as seguintes medidas: comprimentos do caule e da raiz, área foliar total e diâmetro do colo e as massas de matéria seca das plantas. Após 48 dias de tratamento além das análises de crescimento foram quantificados os conteúdos de nutrientes minerais das folhas. Os dados foram submetidos a análise de variância e analisados mediante teste de médias e por curvas de regressão. Os teores dos nutrientes foliares foram apenas descritivos. Dentro do esperado, a salinidade do meio restringiu o crescimento de plantas de fisális. As variáveis massa seca total (MST), taxa de crescimento absoluto (TCA) e número de folhas (NF) foram aquelas que sofreram as maiores reduções com o incremento da salinidade do meio. Em relação ao perfil de nutrientes foliares, constatou-se que quanto maior a concentração de Na⁺ e Cl⁻ nas folhas, menores as de K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺. De acordo com os dados de massa seca total foi possível determinar o índice de tolerância à salinidade (ITS) de *P. peruviana*, que apresentou valores médios >70% na maior parte do período experimental nas concentrações de 20 e 30 mM, demonstrando que a espécie *P. peruviana* é moderadamente tolerante a salinidade. Além disso, considerou-se neste trabalho que altos níveis de NaCl levaram a um desbalanço nutricional nas plantas, onde o íon sódio foi o principal causador das interferências durante o crescimento.

Palavras-chave: Hidroponia, estresse, NaCl, semiárido, tolerância.

ABSTRACT

The cultivation of potential fruit species in the semiarid region, using a hydroponic system, arises in an attempt to diversify and boost the economy, especially small and medium producers in this region. However, studies are needed to evaluate the growth, productivity and adaptation of these species. The objective of this study was to evaluate the growth and nutritional profile of *Physalis peruviana* in a hydroponic floating system, considering different levels of salinity of the water artificially produced with NaCl. The experiment was carried out in a protected environment (greenhouse), where a randomized block design (RBD) was used, with four blocks, being tested five concentrations of salinity: 0; 20; 30; 40 and 60 mM NaCl. At each interval of 10 days, the following measurements were obtained: stem and root lengths, total leaf area and neck diameter and dry matter masses of plants. After 48 days of treatment, in addition to the growth analyzes, the nutrient contents of the leaves were quantified. Data were submitted to analysis of variance and analyzed by means test and regression curves. Leaf nutrient contents were only descriptive. Within the expected, the salinity of the medium restricted the growth of plants of fisális. The variables total dry mass (TDM), absolute growth rate (AGR) and number of leaves (NL) were those that suffered the greatest reductions with the increase of the salinity of the medium. In relation to the leaf nutrient profile, it was observed that the higher the Na⁺ and Cl⁻ concentration in the leaves, the lower the K⁺, Ca²⁺ and Mg²⁺ concentrations. According to the data of total dry mass, it was possible to determine the *P. peruviana* salinity tolerance index (STI), which presented mean values > 70% in most of the experimental period at concentrations of 20 and 30 mM, demonstrating that *P. peruviana* species is moderately tolerant to salinity. In addition, it was considered in this work that high NaCl levels led to a nutritional imbalance, where sodium ion was the main cause of interferences during growth.

Keywords: Hydroponics, stress, NaCl, semiarid, tolerance.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação das fontes de nutrientes utilizadas na composição da solução nutritiva de Sarruge (1975) (adaptada).....	25
Tabela 2. Valores médios para a condutividade elétrica esperada (CE _{a esperada}) e observada (CE _{a observada}) da solução nutritiva (dS m ⁻¹).....	33
Tabela 3. Análise de tolerância à salinidade de <i>Physalis peruviana</i> cultivadas em diferentes níveis de salinidade, com base no índice de tolerância à salinidade (ITS), através dos dados de matéria seca total (MST), em diferentes períodos.....	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Plantas do gênero <i>Physalis</i> . (A) <i>Physalis ixocarpa</i> , (B) <i>Physalis peruviana</i> , (C) <i>Physalis angulata</i> . Fonte: Google imagens.....	20
Figura 2. Flor (A) e fruto verde coberto pelo cálice (B) de <i>Physalis peruviana</i> L. Foto da autora.....	22
Figura 3. Bandeja de poliestireno e a emergência de <i>Physalis peruviana</i> L. Foto da autora.....	24
Figura 4. Disposição geral do experimento após tutoramento das plantas de <i>Physalis peruviana</i> . Foto da autora.....	25
Figura 5. Visão externa (A) e interna (B) do local onde foi desenvolvido o experimento. Foto da autora.....	27
Figura 6. Esquema representativo de sistema hidropônico do tipo estático (A) e mudas de <i>Physalis peruviana</i> no sistema <i>floating</i> . (Fonte A: BEZERRA NETO e BARRETO, 2013 e B Foto da autora)	27
Figura 7. Visão geral das unidades experimentais. Foto da autora.....	28

Figura 8. Variação da condutividade elétrica da solução nutritiva (CE_{sol}) em função da concentração de NaCl (mM) ao longo do experimento.....	32
Figura 9. Variação do pH da solução nutritiva (CE_{sol}) em função da concentração de NaCl (mM) ao longo do experimento.....	33
Figura 10. Taxa de crescimento absoluto (TCA) de <i>Physalis peruviana</i> em função das diferentes concentrações de NaCl (mM).....	34
Figura 11. Contraste visual entre as plantas de <i>Physalis peruviana</i> , em função das diferentes concentrações de NaCl, ao final do experimento. Foto da autora.....	36
Figura 12. Número de folhas (NF) de <i>Physalis peruviana</i> ao longo das avaliações, em função das diferentes concentrações de NaCl (mM).....	36
Figura 13. Número de folhas (NF) (A), área foliar (AF) (B) e diâmetro do caule (DC) de <i>Physalis peruviana</i> ao final do experimento, em função das diferentes concentrações de NaCl (mM).....	37
Figura 14. Massa seca total (MST) (A), massa seca da parte aérea (MSPA) (B), massa seca da raiz (MSR) (C) e relação Raiz/Parte aérea (RPA) (D) de <i>Physalis peruviana</i> ao final do experimento, em função das diferentes concentrações de NaCl (mM).....	38
Figura 15. Teores de Na^+ (A) e Cl^- (B) foliar em plantas de <i>Physalis peruviana</i> , em função das diferentes concentrações de NaCl.....	41
Figura 16. Teor de macronutrientes foliares em plantas de <i>Physalis peruviana</i> , em função das diferentes concentrações de NaCl (mM).....	41
Figura 17. Teor de micronutrientes foliares em plantas de <i>Physalis peruviana</i> , em função das diferentes concentrações de NaCl (mM).....	43

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1. AGRICULTURA NA REGIÃO SEMIÁRIDA	14
2.2. EFEITOS DA SALINIDADE NA PLANTA	15
2.3. HIDROPONIA E NUTRIÇÃO MINERAL	17
2.4. FRUTICULTURA NO BRASIL	19
2.5. ORIGEM E ASPECTOS ECONÔMICOS DA <i>PHYSALIS PERUVIANA</i>	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1. CONDIÇÕES DE CULTIVO	24
3.2. LOCAL DO EXPERIMENTO E MONITORAMENTO CLIMÁTICO	26
3.3. ESTRUTURA EXPERIMENTAL	27
3.4. ANÁLISE DE CRESCIMENTO	28
3.5. ÍNDICE DE TOLERÂNCIA À SALINIDADE (ITS)	30
3.6. PERFIL DOS NUTRIENTES FOLIARES	31
3.7. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
6. REFERÊNCIAS	44

1. INTRODUÇÃO GERAL

O uso de água de qualidade inferior, como por exemplo, águas salobras, associado ao manejo inadequado de fertilizantes minerais vêm ocasionando problemas de salinidade dos solos cultivados (TRAVASSOS et al., 2011). Este processo é um problema comum tanto em regiões áridas quanto em semiáridas e se dá principalmente pelo acúmulo predominante dos cátions: Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} e dos ânions: Cl^- e SO_4^{2-} (NEVES et al., 2009).

O cultivo hidropônico vem recebendo destaque entre pesquisadores e produtores no Brasil, e principalmente na região Nordeste, onde este tipo de cultivo visa dentre outras coisas, fazer o uso racional das águas salobras que acometem esta região. Neste tipo de cultivo há o melhor uso de água de baixa qualidade, maior produção em menor área, uso eficiente de água e fertilizantes, colheita precoce, menor demanda de mão-de-obra, e sobretudo apresenta produtos com melhor qualidade, visto que faz o mínimo uso de defensivos (SOARES, 2007).

A maioria dos estudos conduzidos com hidroponia e águas salobras ou salinizadas visam comprovar que a resposta das plantas em condições salinas nesse tipo de cultivo é melhor do que nos cultivos convencionais, isto porque neste tipo de sistema não existe o potencial matricial, que é uma das causas da diminuição da energia livre da água no solo. O potencial mátrico representa as forças de retenção das moléculas de água na matriz do solo (SOARES et al., 2007).

A salinidade é um dos principais fatores de estresse abiótico, afetando as plantas em níveis fisiológicos e bioquímicos com consequências negativas no crescimento, taxas de fotossíntese, alocação de fotoassimilados e conseqüentemente reduzindo a produtividade. Segundo Neves et al. (2009), essas respostas variam em função da espécie, do nível de salinidade, além do estágio de desenvolvimento da planta e da duração do estresse.

As pesquisas apontam que as culturas respondem diferentemente a salinidade, nas quais, apesar de algumas terem seu crescimento diminuído, e por terem boa adaptabilidade podem apresentar rendimentos economicamente aceitáveis mesmo sob altos níveis de salinidade. Uma crítica às pesquisas conduzidas neste âmbito diz respeito a pouca exploração e conhecimento de cultivos não tradicionais, à exemplo de sistemas hidropônicos usando águas salobras.

Nota-se que grande parte dos estudos conduzidos em hidroponia com águas salobras no país é voltado para os cultivos tradicionais, principalmente hortaliças folhosas e geralmente de pequeno porte. Em contrapartida, outras culturas podem apresentar-se como alternativas para a diversificação do cultivo hidropônico (BIONE, 2013), a exemplo de *Physalis peruviana* L., uma espécie exótica, com grande capacidade de adaptação nos mais diversos ambientes (RUFATO et al., 2008), considerada uma fruteira com qualidades sensoriais muito apreciadas e com propriedades nutracêuticas importantes (VELASQUEZ et al., 2007). Pesquisas realizadas na região de Feira de Santana, Bahia, mostraram a viabilidade de cultivo de algumas espécies de *Physalis* tanto em condições de vaso como em campo aberto (SOUZA et al., 2010; SOUZA, 2013; BARROSO, 2015;), obtendo frutos com características físico-químicas importantes e sendo o cultivo recomendado somente nas épocas de temperaturas mais amenas e de maior disponibilidade hídrica no solo (TANAN, 2015).

Tendo em vista a importância da espécie como uma alternativa de produção para os pequenos e médios produtores e também as poucas informações sobre o cultivo não tradicional e da utilização de água de baixa qualidade disponíveis frente a um cenário de salinização do solo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento e o perfil nutricional da *Physalis peruviana* em sistema hidropônico do tipo *floating*, considerando diferentes níveis de salinidade da água produzidos artificialmente com NaCl.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Agricultura na região Semiárida

A região Nordeste do Brasil ocupa 1.600.000 km² do território nacional sendo a maior parte correspondente a uma região semiárida, caracterizada por apresentar temperaturas elevadas durante todo o ano, e que enfrenta um problema crônico de falta de água e chuva abaixo de 800 mm por ano, o que limita o desenvolvimento da região (MARENGO, 2008; SOARES et al., 2010).

A irrigação é uma tecnologia que vem contribuindo de forma bastante significativa na agricultura na região Nordeste do Brasil, sobretudo para o aumento na produção de alimentos.

Contudo, a sua prática quando usada de forma irracional pode acarretar em danos, uma vez que as características climáticas associadas a região semiárida, tais como temperaturas elevadas e alta incidência solar, resultam na degradação dos nutrientes do solo. Estes fatores afetam negativamente a atividade agrícola, e além disso causam problemas de salinização nos solos, devido ao rápido acúmulo de sais no solo dessas áreas (LIMA et al., 2007; DIAS E BLANCO, 2010; LEITE et al., 2010; DA SILVA et al., 2011; LIMA et al., 2011).

Tendo em vista a importância da manutenção de uma produção sustentável de alimentos, faz-se necessário a realização de pesquisas que apontem alternativas de cultivo frente as problemáticas destacadas anteriormente. Atentando-se sempre para alternativas de uso adequado e racional da água, bem como fontes alternativas deste recurso, como aponta Soares (2007).

A utilização de águas subterrâneas vem sendo apontada como solução para o abastecimento nestas regiões, porém trata-se de uma água na sua maioria de qualidade inferior ao necessário tanto para utilização dos animais, quanto para uso na agricultura, isso porque são águas salobras (ANDRADE JÚNIOR et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2007).

A adoção de tecnologias modernas e diferenciadas na agricultura podem evitar danos a produção de subsistência, principalmente nas regiões onde a chuva é escassa, oferecendo uma grande capacidade adaptativa ao pequeno agricultor.

O cultivo sem solo (hidroponia) pode ser uma alternativa viável para o aproveitamento das águas salobras na região semiárida. Dentre as vantagens deste sistema pode-se destacar: melhores condições para o desenvolvimento das plantas, minimizando efeitos da salinização; sistema econômico, pois faz o uso racional de água e adubos, além de necessitar de menor área de cultivo (SOARES, 2007; SILVA et al., 2011).

2.2. Efeitos da salinidade na planta

A existência de sais seja nos solos, ou em águas é uma condição natural. Quando se trata dos solos, a quantidade de sais existentes depende diretamente da presença de matéria orgânica, tipo de adubação e manejo realizado (FERREIRA et al., 2010). Geralmente solos com pouca drenagem são mais afetados por sais, e são também conhecidos como solos

halomórficos ou salinos e sódicos. A presença de sais solúveis, sódio trocável, ou ambos, são as principais características destes solos, que possuem estes elementos nos perfis mais próximos a superfície. No Brasil, este tipo de solo ocorre no Rio Grande do Sul, Pantanal Mato-Grossense e na região semiárida do Nordeste (RIBEIRO, 2010).

O uso de água considerada de qualidade inferior, associado ao manejo inadequado de fertilizantes minerais, vêm ocasionando problemas de salinidade dos solos cultivados (TRAVASSOS et al., 2011). Este processo é um problema comum tanto em regiões áridas quanto em semiáridas e se dá principalmente pelo acúmulo predominante dos cátions Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} e dos ânions Cl^- e SO_4^{2-} (NEVES et al., 2009).

Além disso, os solos podem ser classificados de acordo com a condutividade elétrica medida através do extrato de saturação. Desta forma, pode-se ter solos ligeiramente salinos, onde a condutividade elétrica varia entre 2 e 4 dS m^{-1} , moderadamente salinos, variando de 4 a 8 dS m^{-1} , fortemente salino quando de 8 a 15 dS m^{-1} e extremamente salinos, quando a condutividade ultrapassa 15 dS m^{-1} (OLIVEIRA, 1997).

Existem dois processos principais que levam a salinização, a primária e a secundária. A primária ocorre por processos naturais em locais com baixa incidência de chuvas somados a alta evaporação e acumulação gradativa de íons provenientes do intemperismo, e a secundária é resultado de ações antrópicas ou associadas ao ambiente marinho (ESTEVES e SUZUKI, 2008).

A salinização secundária quando provocada pelo homem, pode se dar por exemplo, pelo manejo inadequado da irrigação. Este fator quando associado à pouca drenagem do solo, bem como a presença de águas ricas em sais solúveis nos horizontes mais próximos à superfície são um dos principais problemas para a região semiárida (OLIVEIRA et al, 2010).

Os efeitos adversos das altas concentrações de sais para o crescimento das plantas podem estar relacionados com a redução do potencial osmótico da solução do solo (estresse hídrico), deficiências nutricionais, efeitos específicos de alguns íons (estresse iônico) ou pela combinação de todos estes fatores (ASHRAF, 1994).

Ao longo da sua evolução, as plantas desenvolveram diversos mecanismos bioquímicos, afim de tolerar altas concentrações de sais, dentre elas: controle de influxo de íons pelas raízes, acúmulo ou expulsão de íons, alterações na estrutura da membrana, síntese de enzimas antioxidantes, dentre outros (ESTEVES e SUZUKI, 2008).

Na maioria das vezes, a redução do crescimento é o primeiro sintoma apresentado por plantas sob efeito de salinidade, este decréscimo é ocasionado pela diminuição do potencial hídrico da solução do solo, impedindo a expansão celular, visto que o potencial de pressão da célula tende a se igualar com o do solo (BOHNERT et al., 1995; TAIZ e ZEIGER, 2017).

2.3. Hidroponia e nutrição mineral

A hidroponia, técnica de cultivo sem solo em ambiente protegido, baseia-se na substituição do solo por uma solução nutritiva que fornece todos os nutrientes requeridos pela planta. O termo, de origem grega, *Hydro* = água e *Ponos* = trabalho, designa “trabalho em água” (BEZERRA NETO e BARRETO, 2013).

Estudos utilizando este tipo de sistema, visam dentre outras coisas, demonstrar que os danos causados pela utilização de águas salobras são menores, quando comparados aos sistemas convencionais, visto que na hidroponia o potencial matricial, força de retenção das moléculas de água a matriz do solo, que é uma das causas de diminuição da energia livre da água no solo é inexistente (SOARES et al., 2007).

Dentre as principais vantagens da utilização de cultivos sem solo, destacam-se: maior uniformidade na produção; maior produção em menor área; redução do ciclo de cultivo; menor gasto de mão-de-obra e uso racional de água e fertilizantes (SOARES, 2007; BEZERRA NETO e BARRETO, 2013). Em contrapartida, deve-se destacar o custo inicial do investimento, que pode ser alto, comparado ao cultivo convencional, além da necessidade de conhecimento técnico acerca deste tipo de técnica (BEZERRA NETO e BARRETO, 2013).

Existem as mais diversas formas de cultivo hidropônico, mas as mais difundidas são (BEZERRA NETO e BARRETO, 2013):

- a) Sistema NFT (*Nutrient Film Technique*) ou Técnica de Fluxo Laminar de Nutrientes. Possivelmente o mais utilizado em todo o mundo e considerado o mais viável para produção de hortaliças folhosas.
- b) Aeroponia. tipo de cultivo onde as plantas ficam suspensas no ar. Este é pouco utilizado comercialmente, porque os custos de implantação e manutenção são altos.

- c) Piscina ou *Floating*. Pode ser utilizado tanto para obtenção de mudas quanto para produção. O sistema consiste de plantas sustentadas por placas de isopor perfuradas e estas são mantidas na “piscina” contendo a solução nutritiva. É considerado um sistema de sucesso em cultivos comerciais.

A nutrição mineral é o fator mais importante para se obter qualidade de produção, logo, o conhecimento técnico acerca do assunto se faz necessário para a escolha e condução da melhor solução nutritiva para a cultura a ser trabalhada em cultivos sem solo. É comum que alguns cultivos hidropônicos não obtenham êxito devido ao fato de haver pouco ou nenhum conhecimento em relação ao manejo nutricional da espécie nesse tipo de sistema de produção (FURLANI et al., 1999). É o que acontece, por exemplo, com a fisális. São poucos os estudos sobre as exigências nutricionais da espécie, que não tem ainda o mesmo apelo comercial que as hortaliças folhosas como a alface, folha mais consumida no Brasil (ALVES et al., 2011), rúcula e manjeriço, que têm as suas exigências nutricionais bem elucidadas na literatura.

Quando se trata do cultivo de hortaliças de frutos (tomate, o pepino, pimentão, berinjela, etc), em sistema hidropônico, deve-se atentar a algumas variáveis relacionadas ao consumo nutricional destes vegetais, dentre as mais importantes podemos destacar época de cultivo, manejo adequado da parte aérea (condução e tutoramento) e da raiz (oxigenação, temperatura da solução nutritiva) e o estágio de desenvolvimento das plantas (vegetativo e reprodutivo) (MORAES e FURLANI, 1999).

A condutividade elétrica está diretamente relacionada a concentração e obtenção de nutrientes pelas plantas. É importante que exista uma harmonia entre as concentrações dos íons responsáveis pelo potencial osmótico da solução nutritiva, afetando desta forma a absorção da água, nutrientes, bem como na produtividade da planta (SHANNON, 1997).

Uma das formas de verificação do estado nutricional da planta é através da análise de tecido foliar, que mede a concentração de macro e micronutrientes neste órgão. Os resultados deste tipo de análise permitem que sejam constatados a ocorrência de deficiências, toxidez ou desequilíbrio de nutrientes (KURIHARA et al., 2005).

2.4. Fruticultura no Brasil

O segmento de fruticultura no Brasil vem se mantendo com um dos carros chefes da economia, mesmo no momento de crise econômica que o país vem enfrentando. O setor de fruticultura, nas análises realizadas para o ano de 2015, se manteve praticamente estável quando comparado aos anos anteriores, sendo a escassez de chuva apontada como o principal fator para que o setor não obtivesse maior sucesso como registrado em anos anteriores (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2016).

Entretanto, o país mantém a sua colocação no ranking mundial dos maiores produtores de frutas, ficando atrás apenas da Índia e da China, o número um, segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO). Além da produção de alimentos, a atividade frutícola é importante para geração de empregos, sobretudo da importante contribuição no Produto Interno Bruto (PIB) (LOCATELLI et al., 2014).

Graças a suas proporções continentais, o Brasil possui grande capacidade de competir no mercado externo, fornecendo frutas tropicais e de clima temperado durante praticamente todo o ano, já que a sua posição geográfica e clima são variados e privilegiados. Estas características permitem que o país incorpore os mais diversos cultivos, que muitas vezes ainda são pouco explorados economicamente, principalmente em se tratando de espécies frutíferas exóticas (TREVISANI, 2014).

Cultivar pequenos frutos visando gerar atividade econômica ainda é algo pouco explorado no Brasil, entretanto este tipo de cultivo vem chamando a atenção de pequenos produtores, comerciantes e consumidores (GONÇALVES et al., 2012). A denominação “pequenas frutas”, “frutas finas” ou ainda frutas vermelhas, diz respeito a um grupo de espécies com crescimento espontâneo, que geralmente em algum momento, caracterizou-se por ser planta silvestre, e com tamanho reduzido do fruto, além disso, são cultivadas em pequenas áreas (ANTUNES e HOFFMANN, 2012). Embora ainda se trate de frutas pouco conhecidas no mercado, a importância destas pequenas frutas vem aumentando ano após ano.

No Brasil, além da fisális, fazem parte do grupo das pequenas frutas: mirtilo (*Vaccinium spp.*), framboesa (*Rubus idaeus*), cereja (*Prunus spp.*), amora (*Rubus spp.*) e pitaia (*Hylocereus undatus*) (RODRIGUES et al., 2013).

Para Velasquez et al. (2007), o cultivo de fisális pode ser uma alternativa para impulsionar a economia agrícola, visando o potencial de comercialização no mercado nacional e internacional que esta frutífera possui, enquanto que Rufato et al. (2013) apontam a espécie como alternativa para o pequeno e médio produtor brasileiro, pelo fato desta possuir boa adaptação.

2.5. Origem e aspectos econômicos da *Physalis peruviana*

A família Solanaceae é sem dúvidas uma das famílias botânicas mais conhecidas e de maior importância econômica, sendo encontrada em diversas partes do mundo, tem o seu centro de diversidade identificado na América do Sul (SOARES et al., 2008). Faz parte desta família, plantas do gênero *Physalis*, como algumas demonstradas na Figura 1.

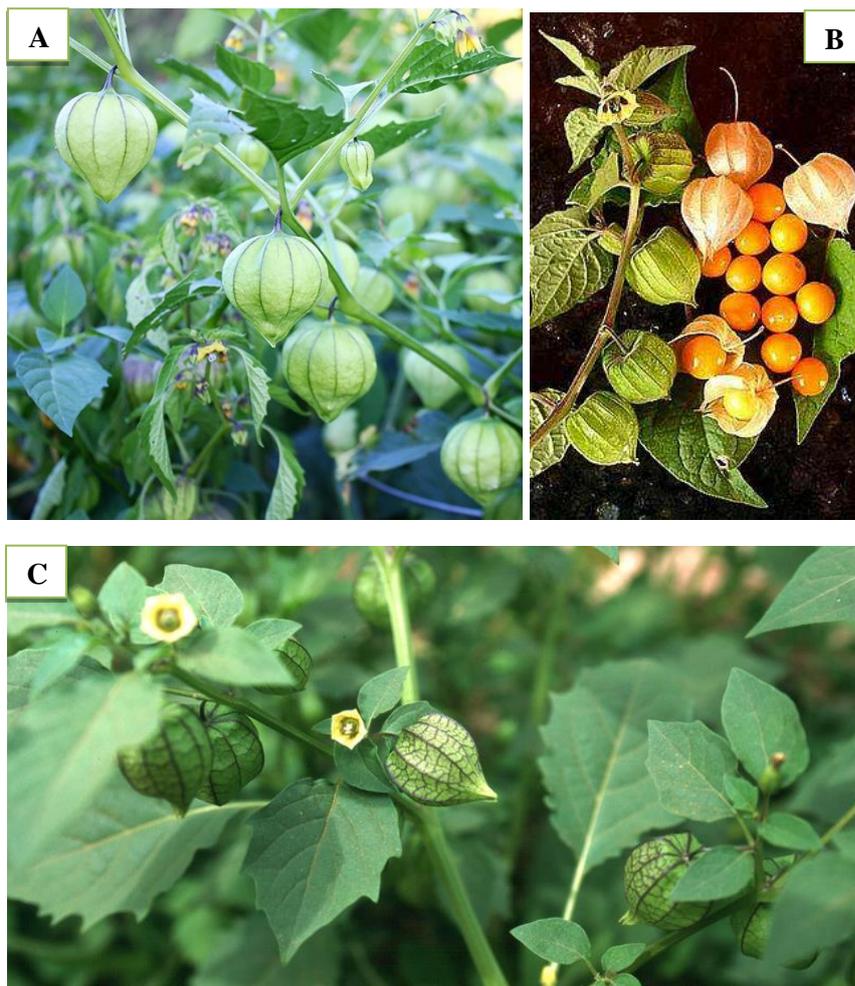


Figura 1. Plantas do gênero *Physalis*. (A) *Physalis ixocarpa*, (B) *Physalis peruviana*, (C) *Physalis angulata*.
Fonte: Google imagens.

Nos anos 80 este gênero passou a ter importância comercial na Colômbia devido à grande produção de frutos, tanto para o consumo *in natura* como para processamento do fruto (NOVOA et al., 2006). O nome *Physalis* deriva da palavra grega “*physis*”, que significa bolha ou bexiga, fazendo uma alusão ao cálice que envolve os frutos (RUFATO et al., 2008) e é a característica mais marcante do gênero. Além disso, a presença de metabólitos polioxigenados e vitaesteróides em seus tecidos, principalmente o grupo das fisalinas, substâncias relacionadas a diversas atividades farmacológicas, conferem caráter peculiar a este grupo (TOMASSINI et al., 2000).

No Brasil há ocorrência de algumas espécies de *Physalis*, nativas do Norte e Nordeste do país, como a *P. angulata*, chamada popularmente de camapum, camapu e joá-de-capote (GONÇALVES et al., 2012). Por ser muito confundida com as espécies nativas, adota-se por conveniência o próprio nome científico para referir-se a espécie *Physalis peruviana* no Brasil, que é encontrada nos mercados, principalmente do sul e sudeste, como physalis ou fisális. Enquanto que na Colômbia é conhecida como *uchuva*, como *uvilla* no Equador, *aguayamanto* no Peru e como *goldenberry* nos Estados Unidos (PUENTE et al., 2011)

Os centros de origem e diversificação da fisális, se encontram na região dos Andes, principalmente na Colômbia, Peru e Equador, sendo que foi posteriormente introduzido na Índia e na África, contando com cerca de mais de 80 variedades que se encontram em seu estado silvestre (MEDINA, 1991; CEDEÑO e MONTENEGRO, 2004; GONZÁLEZ et al., 2008).

Quanto a suas características botânicas, a fisális é considerada uma planta arbustiva ou herbácea, perene, medindo geralmente entre 1 e 1,5 metros de altura, se tutorada (FISCHER e MIRANDA, 2012), trata-se de planta de hábito decumbente e possui ramificações muito densas (GONÇALVES et al., 2012). Possui folhas solitárias, pecioladas, alternadas e o limbo foliar na maioria das vezes ovado.

As suas flores, de coloração amarela com manchas amarronzadas no centro (Figura 2A), são hermafroditas, solitárias e pedunculadas, a corola é tubular e curta (RUFATO et al., 2008). A antese tem duração média de três dias, sendo que a floração pode ocorrer durante todo o período de frutificação, visto que são encontrados frutos em diferentes estádios de crescimento na mesma planta (LOCATELLI et al., 2014).



Figura 2. Flor (A) e fruto verde coberto pelo cálice (B) de *Physalis peruviana* L. Fotos da autora.

O fruto (Figura 2B) é do tipo baga, com diâmetro que varia entre 1,25 e 2,5 cm (LIMA et al., 2012). Os frutos arredondados se assemelham a pequenos tomates, envoltos, por um cálice frutífero acrescente, vesiculoso e intumescido, tendo coloração alaranjada quando maduro. O cálice, também chamado de capulho, possui coloração verde e seca gradativamente em paralelo a maturação do fruto, assumindo coloração de palha, sendo que este ponto de cor que define o ponto de colheita. Apresenta sementes em quantidade abundante, e possuem facilidade em germinar em quaisquer substratos desde que haja certa umidade (RUFATO et al., 2008; FISCHER e MIRANDA, 2012). A fisális, é caracterizada por possuir fruto açucarado e com bom teor de vitaminas A e C, ferro e fósforo, além de possuir propriedades medicinais (ZAPATA PAREJA, 2002; CHAVES, 2005).

É considerada a espécie economicamente mais importante do gênero, *Physalis peruviana* é ainda pouco explorada no Brasil e possui grande potencial de mercado, tanto pelo seu sabor diferenciado, quanto pelas suas propriedades nutracêuticas.

Os principais produtores da cultura são Colômbia e África do Sul, mas o mercado vem crescendo significativamente no Zimbábue, Quênia, Peru, Bolívia e México (TORRES MUÑOZ, 2013). A Colômbia, produz cerca de 11.500 toneladas de frutos por ano. Apesar disso, apenas metade desta produção é destinada para exportação, enquanto o restante é destinado para outros fins, por não atingir o tamanho padrão para exportação (CASTRO et al., 2008). Dentre os países que mais adquirem fisális no mundo, estão a Holanda (40%), seguido pela Alemanha (25%) e Bélgica (20%) (TORRES MUÑOZ, 2013).

No Brasil, o consumo e a comercialização ainda são restritos devido ao alto valor agregado causado pela limitada produção e aos fatores agregados a espécie, como a exigência de mão de obra e os cuidados de transporte e armazenagem (RODRIGUES et al., 2013).

A comercialização da *fisális* ocorre principalmente com o fruto inteiro, com ou sem capulho, em bandejas embrulhadas em filme plástico, pesando até 500 g (LICODIEDOFF, 2012.). Além disso, devido ao seu sabor doce e levemente ácido, vem sendo muito utilizado na confecção de compotas, geléias, sorvetes e licores. Sendo tratada também como iguaria em restaurantes finos e muito utilizadas como decoração na confeitaria, aparecendo junto com o capulho que envolve a fruta, sobre tortas e bombons de festas (LOCATELLI et al., 2014).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Condições de cultivo

As sementes de *P. peruviana* foram provenientes da coleção de sementes pertencente ao Laboratório de Germinação – LAGER, localizado na Unidade Experimental Horto Florestal da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). As mudas foram produzidas através de semeadura em substrato comercial em bandejas de poliestireno expandido com 128 células (Figura 3), conforme procedimentos descritos por Silva (2014). Inicialmente foram utilizadas duas sementes por célula. A emergência foi visualizada a partir do 11º dia após a semeadura (DAS), sendo que no 15º dia após a emergência foi realizado o desbaste da plântula menos vigorosa.



Figura 3. Bandeja de poliestireno e a emergência de *Physalis peruviana* L. Foto da autora.

As plântulas foram mantidas nas bandejas até alcançarem comprimentos da parte aérea e de raiz suficientes para sua sustentação e permanência no sistema hidropônico. O transplântio para os vasos da hidroponia ocorreu quando as plântulas apresentavam em média seis (6,0) e oito (8,0) centímetros de comprimento de caule e raiz, respectivamente. No momento do transplântio foram usadas as mudas mais uniformes e vigorosas afim de manter a homogeneidade no sistema. A solução nutritiva utilizada no cultivo foi baseada na formulação de Sarruge (1975) com adaptações. As fontes de nutrientes utilizadas estão listadas na Tabela 1.

Tabela 1. Relação das fontes de nutrientes utilizadas na composição da solução nutritiva de Sarruge (1975) (adaptada).

Solução nutritiva de Sarruge (1975)			
Macronutrientes	mL L ⁻¹	Micronutrientes	mL L ⁻¹
KNO ₃	5		
Ca(NO ₃) ₂	3	H ₃ BO ₃ , MnCl ₂ , CuCl ₂ , H ₂ MoO ₄	2
KH ₂ PO ₄	1		
MgSO ₄	2		
CaCl ₂	2	Fe-EDTA	2

Durante o experimento foi realizado o tutoramento das plantas mediante o amarrar do caule com a utilização de fitilhos fixados a arames posicionados acima das bancadas (Figura 4).



Figura 4. Disposição geral do experimento após tutoramento das plantas de *Physalis peruviana*. Foto da autora.

Os macronutrientes e o Fe-EDTA tiveram suas soluções estoques preparadas separadamente, sendo 1 mol L⁻¹, para cada, e os demais micronutrientes foram todos unidos em uma única solução estoque. Já nos vasos, as soluções foram diluídas em 6 L de água destilada, inicialmente a metade da força da concentração sugerida por Sarruge (1975), e ao chegar na fase reprodutiva, cerca de 30 dias após aplicação dos tratamentos, foi utilizada a solução completa.

As mudas foram primeiramente mantidas em solução nutritiva durante sete dias, para adaptação no sistema hidropônico, após este período de adaptação foi realizada a aplicação dos tratamentos, adicionando-se NaCl aos vasos.

Os tratamentos constaram das seguintes doses (mM) de NaCl: 0,0 (T0); 20,0 (T1); 30,0 (T2); 40,0 (T3) e 60,0 (T4), correspondendo aos seguintes valores de condutividade elétrica (CE): 0,00; 1,45; 2,51; 3,60 e 5,41 dS m⁻¹, respectivamente.

A solução nutritiva foi monitorada periodicamente, promovendo-se ajustes no pH e na condutividade elétrica (CE) sempre que necessário.

O pH foi aferido com auxílio de um pHmetro portátil, procurando mantê-lo sempre na faixa de 5,5 a 6,5. Para as correções do pH foram utilizadas soluções de hidróxido de potássio (KOH) 1N, quando abaixo de 5,5, e ácido fosfórico (H₃PO₄) 1N, acima de 6,5.

A CE de cada tratamento foi monitorada com auxílio de condutivímetro de bancada. A CE do tratamento controle, contendo somente a solução nutritiva, apresentou um valor de referência de 1,89 dS m⁻¹. Sempre que a condutividade elétrica de referência atingisse valores menores ou iguais a 1,0 dS m⁻¹ realizava-se a troca das soluções para todos os tratamentos.

3.2. Local do experimento e monitoramento climático

A pesquisa foi conduzida na cidade de Feira de Santana, pertencente ao semiárido baiano, segundo a cartilha da delimitação do semiárido brasileiro (PEREIRA, 2007). Descrita como de clima do tipo As (subúmido) de acordo com a classificação climática de Köppen (1948), enquanto que para Thornthwaite e Matther (1955), C2rA'a' (seco subúmido, megatérmico).

O experimento foi instalado em estufa (Figura 5) na Unidade Experimental Horto Florestal – UNEHF, da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). A unidade está localizada a uma latitude de 12°14'21"537S; longitude de 38°58'46" W e elevação de 258 metros. As mudas de *P. peruviana* foram transplantadas para o sistema hidropônico no dia 08/08/2016, e o experimento foi encerrado em 26/09/2016, tendo um período experimental máximo de 48 dias no sistema hidropônico.



Figura 5. Visão externa (A) e interna (B) do local onde foi desenvolvido o experimento. Fotos da autora.

Durante o experimento, o monitoramento climático foi feito com base em medições utilizando-se um termohigromêtro digital, o qual fornecia informações acerca da temperatura e umidade relativa do ar no interior da estufa, bem como um termômetro de bulbo, que fornecia registros de temperaturas máximas e mínimas.

3.3. Estrutura experimental

A unidade experimental foi composta por um vaso de polipropileno (7 L), adaptado com um sistema de aeração estática (*floating*). A sustentação da planta foi mantida utilizando-se placas de poliestireno (isopor) com furos, onde a planta era inserida e envolta por uma espuma de náilon (Figura 6).

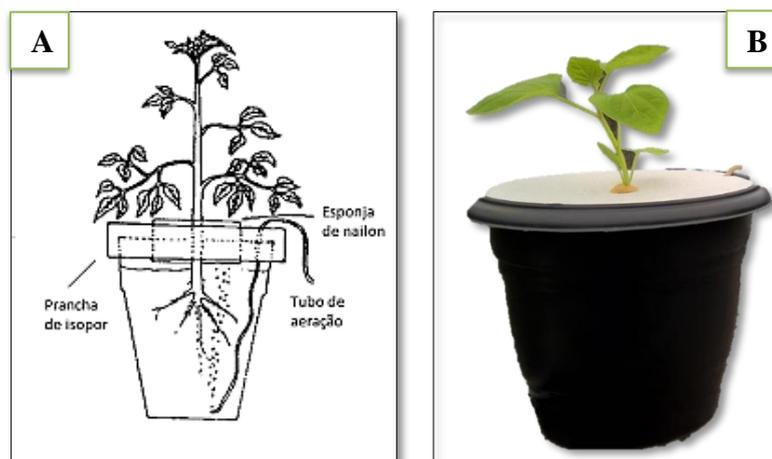


Figura 6. Esquema representativo de sistema hidropônico do tipo estático (A) e muda de *Physalis peruviana* no sistema *floating*. (Fonte A: BEZERRA NETO e BARRETO, 2013 e B Foto da autora).

O experimento foi composto por um total de 100 vasos dispostos em duas bancadas. Cada unidade (vaso) representava um sistema independente (Figura 7) acoplado a um compressor com sistema regulador de tempo (temporizador) para a oxigenação da solução. O temporizador foi programado para ser ativado durante 15 minutos a cada duas horas.



Figura 7. Visão geral das unidades experimentais. Foto da autora.

3.4. Análise de crescimento

A cada dez dias após iniciados os tratamentos foram realizadas as análises, onde aleatoriamente quatro plantas foram retiradas e submetidas em laboratório as seguintes avaliações: comprimento da parte aérea e da maior raiz, diâmetro do caule, área foliar total, contagem de número de folhas e massa seca de raiz, caule e folhas. Ao longo do experimento foram feitas quatro avaliações, correspondendo a 10, 20, 30 e 40 dias após a aplicação dos tratamentos.

A análise de crescimento foi feita mediante medidas de:

- a) Área foliar- as folhas coletadas de cada planta foram medidas por meio de um equipamento de medição automática (Licor Inc., Lincon, Nebraska, EUA). O LI-3100 é um medidor de área foliar que funciona em tempo real, ou seja, a área é retornada no momento em que a folha passa pelo sensor (Figura 7).
- b) Número de folhas - contagem do número de folhas por planta.

- c) Massa seca de folhas (MSF), massa seca de caule (MSC), massa seca de raiz (MSR) e massa seca total (MST) - foram obtidas após separação dos diferentes órgãos e a secagem em estufa de circulação de ar ± 70 °C até atingir peso constante e posteriormente pesagem em balança analítica (0,0001g).
- d) Comprimento da parte aérea (H) - mensurado com auxílio de régua, medindo-se a distância entre a transição raiz/caule e a gema apical do ramo principal.
- e) Diâmetro do caule - medido com paquímetro digital no terço médio do mesmo ramo anterior.

A partir dos dados obtidos, foram calculadas as variáveis de crescimento de acordo com Cairo et al. (2008):

a. Área foliar específica (AFE)

$$AFE = \frac{AF}{MSF}$$

Onde:

AF = área foliar

MSF = massa seca de folhas

b. Massa foliar específica (MFE)

$$MFE = \frac{MSF}{AF}$$

Onde:

MSF = massa seca de folhas

AF = área foliar

c. Taxa de crescimento absoluto (TCA)

$$TCA = \frac{MST_2 - MST_1}{T_2 - T_1}$$

Onde:

MST₂ - massa seca total final

MST₁ - massa seca total inicial

T₂ – Tempo (em dias) final de avaliação

T₁ – Tempo

d. Taxa de crescimento relativo (TCR)

$$TCR = \frac{\ln MST_2 - \ln MST_1}{T_2 - T_1}$$

Onde:

\ln - logaritmo neperiano

MST_2 - massa seca total final

MST_1 - massa seca total inicial

T_2 - Tempo (em dias) final de avaliação

T_1 - Tempo

e. Taxa assimilatória líquida total (TAL)

$$TAL = \frac{(MST_2 - MST_1) \times (\ln AF_2 - \ln AF_1)}{(AF_2 - AF_1) \times (T_2 - T_1)}$$

Onde:

MST_2 - massa seca total final;

MST_1 - massa seca total inicial;

\ln - logaritmo neperiano;

AF_2 - Área foliar total da avaliação dois;

AF_1 - Área foliar total da avaliação um;

T_2 - Tempo (em dias) final de avaliação;

T_1 - Tempo;

f. Relação entre as massas secas da parte aérea e de raiz (RPA)

$$RPA = \frac{MSPA}{MSR}$$

Onde:

$MSPA$ - massa seca da parte aérea (caule + folha);

MSR - massa seca da raiz.

3.5. Índice de tolerância à salinidade (ITS)

Com base nos dados de massa seca total (MST), foi realizado o cálculo do índice de tolerância à salinidade (ITS), comparando-se os tratamentos salinos ao controle (FAGERIA et al., 2010; MOURA et al., 2016), conforme a equação abaixo:

$$ITS = \frac{MST \text{ tratamento salino}}{MST \text{ tratamento controle}} \times 100$$

3.6. Perfil dos nutrientes foliares

Para a obtenção do perfil nutricional foliar, foram utilizadas massa seca moída (moinho do tipo *Willey*), onde posteriormente foram identificadas e embaladas conforme indicações do Laboratório de Análises de Solo e de Plantas (LASP), localizado na cidade de Petrolina - PE, onde foi realizada a determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Cl e Na.

3.7. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, totalizando quatro blocos, constituídos de 25 unidades experimentais (vasos) cada. Os tratamentos foram aleatorizados dentro de cada bloco, utilizando-se 5 parcelas experimentais por tratamento, cada parcela constituída por uma planta.

As médias dos dados foram testados quanto à normalidade e homogeneidade pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene no programa estatístico SPSS[®]. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) pelo teste F e ajustaram-se as equações de regressão como variáveis dependentes dos níveis de salinidade utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2011). O perfil dos macros e micronutrientes foliares foi apenas descritiva.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo, a temperatura do ar do ambiente protegido (estufa) variou entre 21 e 39 °C para as mínimas e máximas, respectivamente. A umidade relativa do ar (UR) variou de 39% a 59%. As altas temperaturas são características da região em que o experimento foi conduzido. Nesse caso, muitas das respostas obtidas para o desenvolvimento das plantas podem ser atribuídas ou influenciadas pelas altas temperaturas alcançadas durante a execução dos ensaios, se tratando de um ambiente protegido em que as trocas de energia térmica foram mais lentas.

Naquelas condições, a condutividade elétrica da solução nutritiva do tratamento controle esteve na faixa de 1,8 a 2,3 dS m⁻¹ (Figura 8). Sabe-se que a variação da condutividade elétrica da solução nutritiva está diretamente relacionada com a absorção de água e nutrientes pelas plantas, interferindo nos processos metabólicos e, por conseguinte, na produtividade (COSTA et al., 2001).

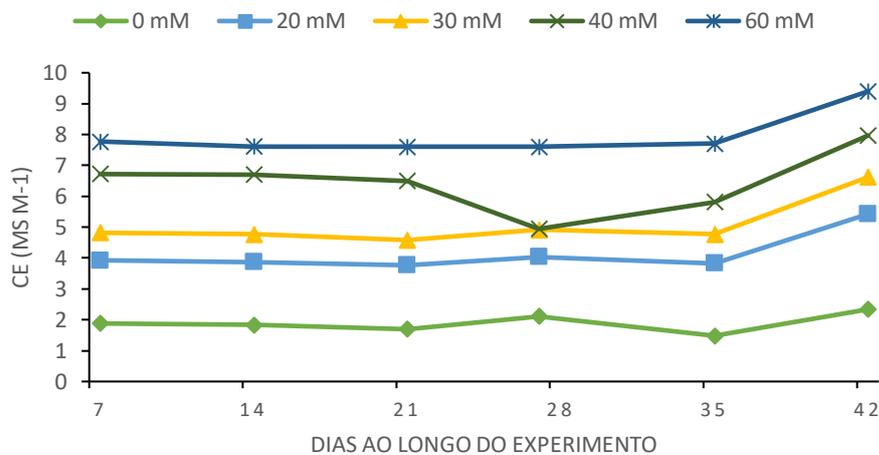


Figura 8. Variação da condutividade elétrica da solução nutritiva (CE_{sol}) em função da concentração de NaCl (mM) ao longo do experimento.

Ao longo do experimento as maiores variações ocorreram ao final do experimento a partir dos 35 dias, exceto na concentração de 40 mM, que ocorreu aos 28 dias. Os valores de condutividade elétrica aos 42 dias foram de: 1,89; 4,14; 5,08; 6,44; e 7,95 dS m⁻¹, em ordem crescente de concentração de NaCl, demonstrando que há distinção entre a CE esperada e a observada (Tabela 2). Isto pode estar associado ao fato de que conforme a planta absorve os íons presentes na solução nutritiva, em troca ela libera outros íons, que acabam alterando o pH

e a condutividade do meio, como por exemplo H^+ e HCO_3^- (BEZERRA NETO e BARRETO, 2013).

Tabela 2. Valores médios para a condutividade elétrica esperada ($CEa_{esperada}$) e observada ($CEa_{observada}$) da solução nutritiva ($dS\ m^{-1}$).

TRATAMENTO (mM NaCl)	CEa esperada	CEa observada
0		1,89
20	1,45	2,25
30	2,51	3,19
40	3,60	4,55
60	5,41	6,06

A absorção de nutrientes pelas plantas está diretamente relacionada a concentração destes na região próxima a raiz, tendo como principais fatores limitantes a temperatura, salinidade, aeração e pH (ADAMS, 1992). O pH da solução nutritiva para os diferentes tratamentos foi mantido na faixa de 5,6 a 6,7 (Figura 9), seguindo as recomendações para o cultivo hidropônico, visto que a faixa ideal para o pH da solução está entre 4,5 e 7,5, no qual o crescimento da planta não é prejudicado (COMETTI et al., 2006).

Quando o pH da solução estiver abaixo ou acima destes limites, a acidez pode prejudicar a integridade da membrana celular e a alcalinidade pode levar a deficiência de nutrientes como o fósforo, por exemplo (FURLANI et al., 1999). Conforme observado na Figura 9, as pequenas alterações de pH na solução não foram fator preponderante para restringir o crescimento das plantas de *P. peruviana*.

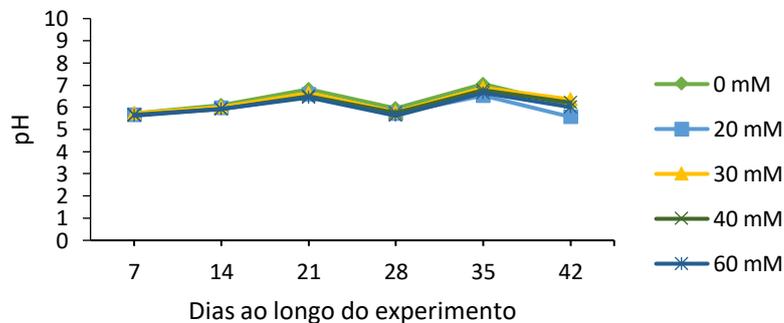


Figura 9. Variação do pH da solução nutritiva (CE_{sol}) em função da concentração de NaCl (mM) ao longo do experimento.

Através dos dados obtidos, bem como das observações realizadas ao longo do experimento, pode-se verificar o efeito antagonista da salinidade sob o crescimento de *P. peruviana* em sistema hidropônico. Observou-se que o incremento da salinidade interfere de forma negativa e significativa em todos os parâmetros de crescimento avaliados. A literatura é rica em informações sobre a influência negativa do estresse salino no crescimento de plantas (FERREIRA et al., 2001; MUNNS e TESTER, 2008; DIAS e BLANCO, 2010; NOBRE et al., 2010). Este fenômeno pode estar associado ao efeito tóxico do excesso de sais, que afeta a homeostase iônica, e em consequência disso o balanço hídrico e nutrição mineral (ASHRAF, 1994; ZHU, 2001; MUNNS, 2002).

Taxa de crescimento absoluto TCA é um parâmetro que revela informações acerca da variação ou incremento de matéria seca entre duas amostragens sucessivas, o que reflete na velocidade de crescimento da planta (PORTES e CASTRO JÚNIOR, 1991; BENINCASA, 2003; JANANI, 2011). Pode-se afirmar que plantas submetidas a menores concentrações de NaCl possuem taxa de crescimento maiores do que aquelas cultivadas à altas concentrações deste sal (Figura 10).

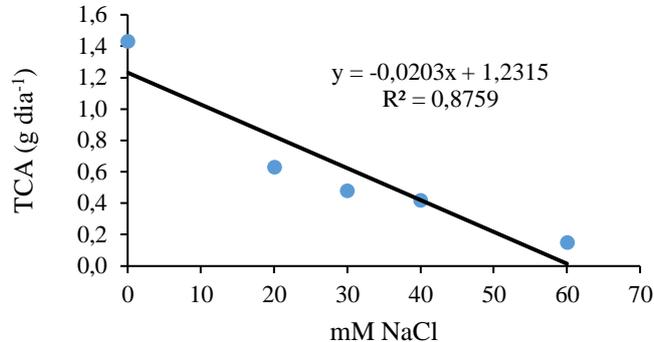


Figura 10. Taxa de crescimento absoluto (TCA) de *Physalis peruviana* em função das diferentes concentrações de NaCl (mM).

O crescimento (baseado na divisão e alongamento celular) e desenvolvimento em plantas são processos contínuos que geram características morfológicas específicas para cada espécie. Estes dois processos são controlados pelo genótipo e pelo ambiente, e o grau de influência depende de características particulares da planta (DALLOS et al., 2010). Desta forma, pode-se considerar que a salinidade do solo ou solução em que a planta está inserida afetará estes processos de acordo com a quantidade (concentração) e de acordo com a espécie. Isso mostra que *P. peruviana* é sensível a salinidade e o seu crescimento é extremamente

afetado, a partir de 20mM, atingindo taxas mais baixas nas maiores concentrações (Figura 10).

Segundo Silva et al. (2000) e Ferreira et al. (2001) um dos efeitos mais fáceis de serem identificados sobre a influência da salinidade nas plantas é a redução do crescimento em detrimento de distúrbios nutricionais gerados pelo estresse osmótico e hídrico, além também da diminuição do diâmetro do caule e da massa seca (WILLADINO e CAMARA, 2010).

Munns e Termaat (1986) propuseram um modelo para a redução do crescimento da planta decorrente da salinidade. Trata-se de um modelo bifásico, onde no primeiro momento a diminuição do potencial osmótico é considerada a responsável pela diminuição do crescimento e, o efeito específico dos íons é tido como a segunda fase desse processo. No presente estudo, observou-se que a exigência hídrica por parte das plantas era inversamente proporcional a concentração de NaCl da solução, ou seja, enquanto no tratamento controle a reposição de água era feita quase que diariamente, nos demais tratamentos esta reposição era menos frequente. Demonstrando que mesmo com a água disponível, a planta, possivelmente por influência das elevadas concentrações de sais dissolvidas na solução, não conseguia absorvê-la, enquadrando-se então na primeira fase do modelo proposto pelas autoras.

Estudos conduzidos por Melloni et al. (2000) demonstraram que ao longo dos experimentos, algumas características do efeito da salinidade puderam ser destacadas e observadas visualmente, como por exemplo a coloração das folhas, indicando danos causados pelo excesso de NaCl. Contudo, neste estudo, durante o crescimento de *P. peruviana* o incremento da salinidade não interferiu na coloração foliar. Por outro lado, características como número de folhas, altura e diâmetro do caule e ramos foram notadamente diferenciadas em função do aumento da salinidade (Figura 11).



Figura 11. Contraste visual entre as plantas de *Physalis peruviana*, em função das diferentes concentrações de NaCl, ao final do experimento. Foto da autora.

O número de folhas (NF) sofreu uma redução drástica em função do incremento da salinidade (Figuras 11 e 12). Observa-se que no controle (T0), o NF teve um acréscimo de aproximadamente seis vezes durante as avaliações, enquanto que no T4, o sal restringiu o aparecimento de folhas, não ultrapassando 20 folhas durante o período experimental (Figura 12). Segundo WILLADINO e CAMARA (2010), a redução do número de folhas pode ser considerada como uma estratégia que visa evitar o aparecimento de injúrias decorrentes do excesso de NaCl, visto que este órgão é o mais vulnerável aos íons Na^+ e Cl^- .

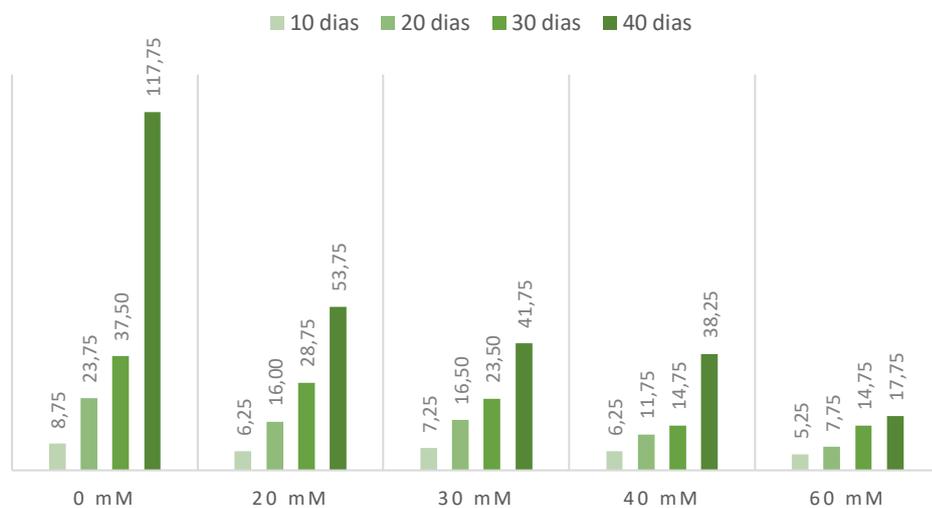


Figura 12. Número de folhas (NF) de *Physalis peruviana* ao longo das avaliações, em função das diferentes concentrações de NaCl (mM).

Quando em meio salino, as plantas tendem a reduzir o número de folhas e a área foliar, afim de escapar dos danos causados pelo excesso de sal. Esta resposta acaba refletindo no menor acúmulo de matéria seca da planta (LIMA et al., 2007; DIAS et al., 2011). A figura 13A, mostra a tendência linear decrescente de redução do número de folhas ao final do experimento, sendo o controle cerca de 6,6 vezes maior em relação a concentração de 60 mM, bem como a AF, que foi reduzida a aproximadamente 90% em função do tratamento de maior salinidade (Figura 13B).

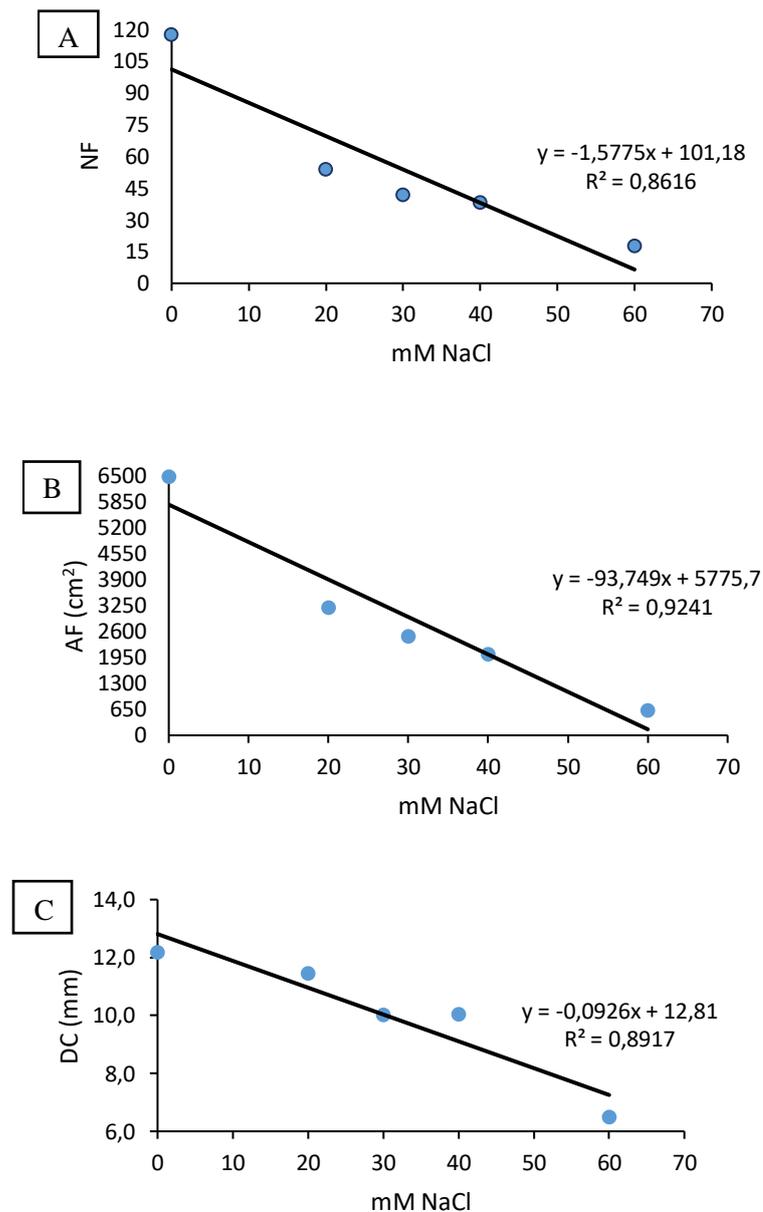


Figura 13. Número de folhas (NF) (A), área foliar (AF) (B) e diâmetro do caule (DC) de *Physalis peruviana* ao final do experimento, em função das diferentes concentrações de NaCl (mM).

A redução na parte aérea, ocorreu possivelmente, dentre outros fatores, ao fato de ser um importante mecanismo para evitar altas taxas transpiratórias, o que levaria a maior perda de água para o ambiente, e ainda o transporte de Na^+ e Cl^- através do xilema, conservando o máximo de água na planta (CRUZ et al., 2003).

Em relação ao diâmetro do caule (DC) o valor médio no controle (0 mM) foi de 12,19 mm, quase o dobro, quando comparado ao tratamento de maior salinidade (60 mM) (Figura 13C). A parte aérea tende a ser mais afetada pelo excesso de salinidade do que as raízes (FAGERIA et al., 1991), demonstrando que os resultados obtidos estão de acordo com o esperado.

As massas secas total (MST), de parte aérea (MSPA) e de raiz (MSR) foram linearmente reduzidas com o incremento da salinidade da solução nutritiva (Figuras 14A, B e C). Nota-se uma leve interferência da salinidade tanto na parte aérea quanto na raiz, mostrando redução de aproximadamente 91% de 0 mM em relação a 60 mM de NaCl e apenas 83,3% de redução na raiz. Mais uma prova disso, é que a relação entre as massas de matéria seca da raiz e parte aérea (RPA) apresentaram um incremento linear.

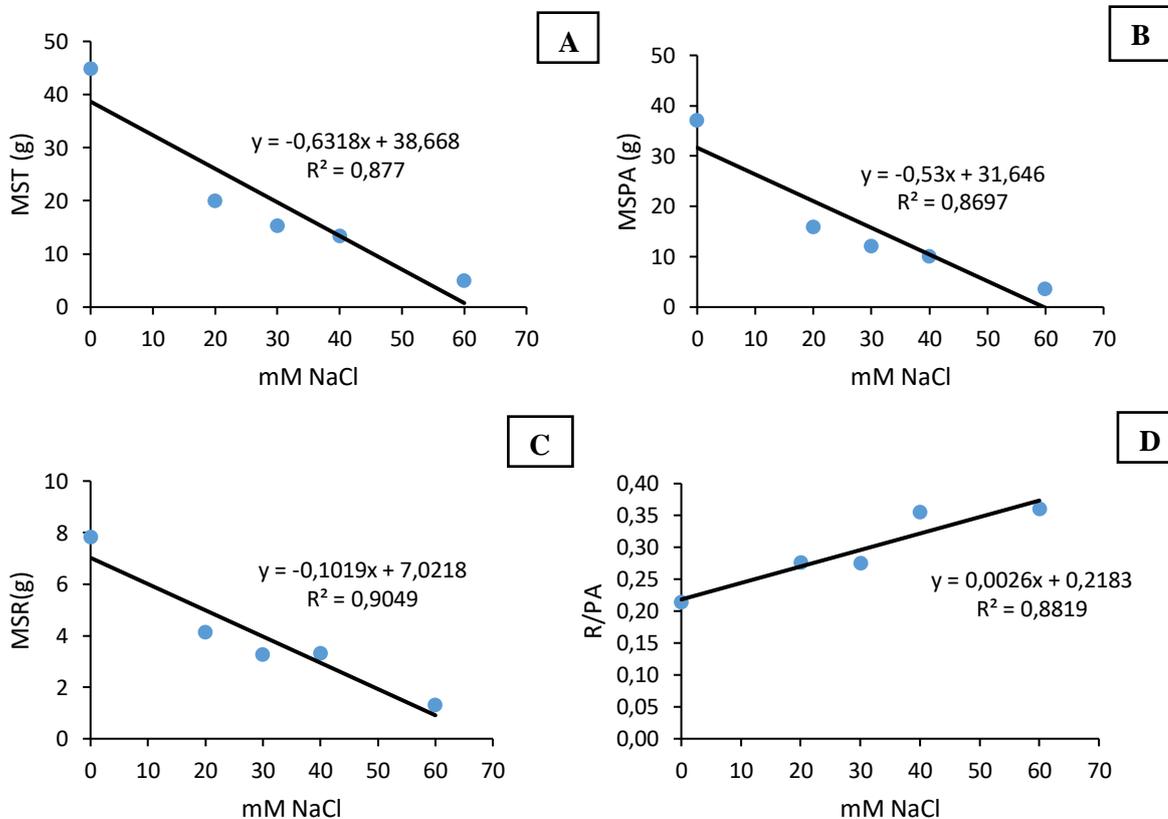


Figura 14. Massa seca total (MST) (A), massa seca da parte aérea (MSPA) (B), massa seca da raiz (MSR) (C) e relação Raiz/Parte aérea (RPA) (D) de *Physalis peruviana* ao final do experimento, em função das diferentes concentrações de NaCl (mM).

A partir dos dados da Figura 14 nota-se um padrão na resposta de *Physalis* submetida a crescentes níveis de NaCl. Nas concentrações de 20, 30 e 40 mM deste sal é possível notar que há pouca variação para os parâmetros avaliados, enquanto que a 60 mM se percebe uma tendência de redução crítica de acúmulo de biomassa. O acúmulo de Na⁺ e Cl⁻ nas folhas levam a sintomas visuais tais como necrose e aceleração da senescência de folhas, além disso, o estresse hídrico gerado por estes sais levam ao fechamento estomático, estes fatores somados levam a redução da área fotossinteticamente ativa e conseqüentemente afeta o acúmulo de biomassa e produção da planta (MUNNS, 2002; COELHO, 2013).

Em experimento realizado com *Physalis angulata*, Souza et al. (2007) verificaram que os sintomas de toxicidade ao Na⁺ surgiram a partir do 61º dia do experimento, e que a partir de 50 mM houve redução na matéria seca da raiz e da parte aérea. Apesar de os sintomas de toxidez não terem sido observados no presente estudo é válido lembrar que a resposta das plantas à salinidade tende a variar de acordo com o seu estágio de desenvolvimento e ao tempo em que a planta ficou exposta ao sal (DIAS, 2004).

Ainda com base nos dados de produção de massa seca total é possível classificar as plantas quanto ao grau de tolerância à salinidade (NEVES et al., 2004; FAGERIA et al., 2010). MOURA et al., (2016), utilizam o índice de tolerância à salinidade (ITS) considerando a relação da produção das massas secas dos tratamentos salinos e das plantas controle.

Tabela 3. Análise de tolerância à salinidade de *Physalis peruviana* cultivadas em diferentes níveis de salinidade, com base no índice de tolerância à salinidade (ITS), através dos dados de matéria seca total (MST), em diferentes períodos.

NaCl (mM)	MST 10 dias (g)	ITS(%)	MST 20 dias (g)	ITS(%)	MST 30 dias (g)	ITS(%)	MST 40 dias (g)	ITS(%)
0	0,49		3,88		11,96		44,88	
20	0,38	77,40 (MT)	2,50	64,47(MT)	8,46	70,72(MT)	19,98	44,52(S)
30	0,43	88,19(MT)	2,80	71,97(MT)	8,88	74,22(MT)	15,33	34,16(S)
40	0,38	77,46(MT)	1,88	48,36(S)	5,43	45,37(S)	13,42	29,91(S)
60	0,27	54,91(S)	1,04	26,76(S)	4,57	38,23(S)	4,95	11,02(S)

MT = moderadamente tolerante e S = suscetível

Conforme a tabela 3, os menores valores de ITS foram observados quando a concentração salina foi maior (60 mM) ao longo de todo o período experimental. Para as

concentrações de 20, 30 e 40 mM, as reduções foram gradativas entre os períodos avaliados e após 40 dias nessas condições as reduções foram bem mais pronunciadas. Esses resultados podem ser atribuídos preferencialmente a menor translocação de fotoassimilados para a parte aérea, principalmente nos tratamentos de maior salinidade.

Fageria et al (2010) propõem uma classificação das plantas de acordo com a sua tolerância a salinidade, na qual índices maiores do que 1 agrupam aquelas plantas que são tolerantes, as moderadamente tolerantes apresentam índices entre 0,5 e 1, e abaixo de 0,5, elas são consideradas suscetíveis. Desta forma, plantas de *P. peruviana* sob condições de salinidades de 20 e 30 mM são classificadas como moderadamente tolerantes (MT), uma vez que valores médios de ITS (>70%) são observados até 30 dias de cultivo sob salinidade, enquanto que a 60 mM a espécie apresenta-se suscetível à salinidade.

De acordo com o modelo bifásico sugerido por Munns e Termaat (1986) para a redução do crescimento da planta, a segunda fase deste processo se dá pelo efeito específico dos íons, que é também considerado um efeito indireto da salinidade, decorrente das altas concentrações de sódio ou outros cátions. Elevadas proporções desses íons podem influenciar na disponibilidade de elementos, devido a precipitação ou inibição destes, levando a redução do crescimento pela falta do nutriente inibido, (GHEYI et al., 1991; MEDEIROS e GHEYI, 1997; MUNNS e TESTER, 2008; SILVEIRA et al., 2010).

Analisando níveis de sódio (Figura 15A) e de cloro (Figura 15B) nas folhas de *P. peruviana*, observou-se que houve um acúmulo de sódio à medida que aumentava a salinidade enquanto que o íon Cl^- se manteve na faixa de 2,5 e 5,0 mg/kg, nas concentrações 0 e 60 mM, respectivamente, apresentando pequenas alterações em sua concentração nas folhas. Altas concentrações de determinados íons, principalmente de Na^+ e Cl^- , podem levar a um desequilíbrio nutricional, ocasionando frequentemente a deficiência de K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e P, por exemplo (LAUCHLI e EPSTEIN, 1984).

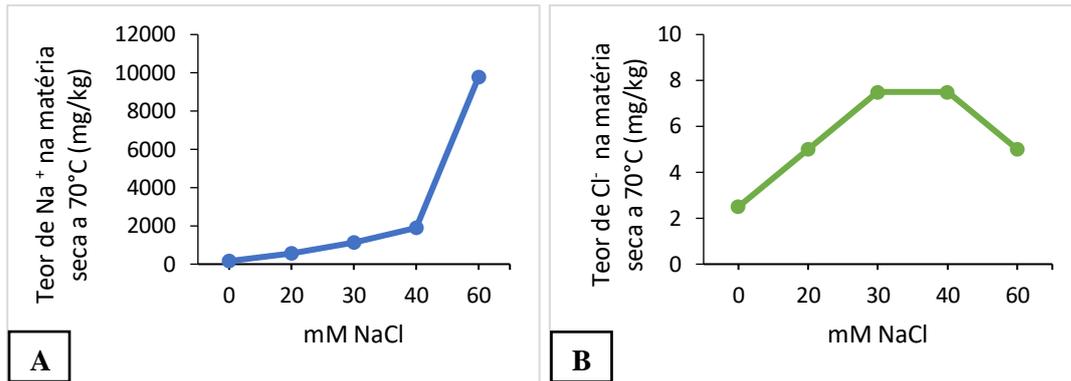


Figura 15. Teores de Na⁺ (A) e Cl⁻ (B) foliar em plantas de *Physalis peruviana*, em função das diferentes concentrações de NaCl.

Em relação ao perfil dos nutrientes minerais nas folhas de *P. peruviana*, verificou-se que exceto o P, todos os macronutrientes (N, Ca²⁺, K⁺ e Mg²⁺) mostraram variações e reduções na maior concentração salina (60mM) (Figura 16A).

Para o íon K⁺ verificou-se que os teores foliares mantiveram-se altos até a concentração de 40mM, demonstrando a mínima interferência do NaCl na absorção desse íon. Essa manutenção dos níveis de K⁺ na folha até a concentração de 40mM, indica que *P. peruviana* mantém sua atividade metabólica e absorção de nutrientes, mantendo a produção de massa seca, mesmo que de forma reduzida, em relação ao controle, como observados pelos valores de ITS (Tabela 3). Vale salientar que o excesso de absorção de sódio pelas raízes reduz a absorção de potássio em plantas submetidas a salinidade, pois a concentração externa desse íon ocupa os sítios das proteínas canais carreadoras (bomba de Na⁺/K⁺) e consequentemente diminui o transporte para a parte aérea e acúmulo nas folhas conforme observado na figura 16.

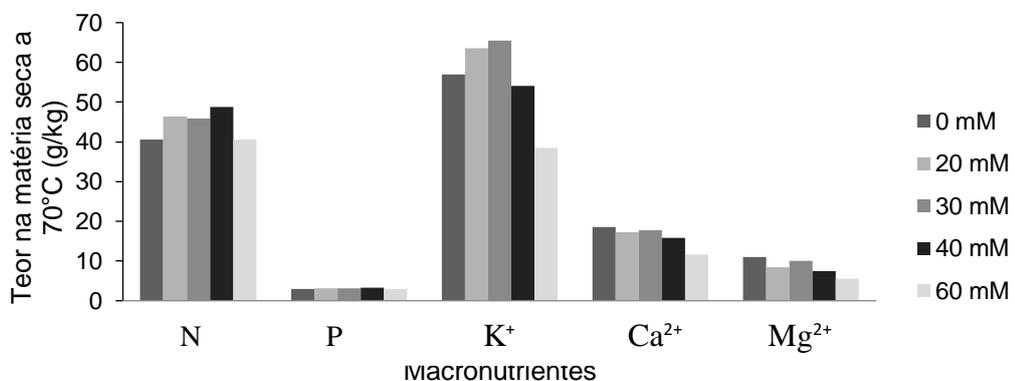


Figura 16. Teor de macronutrientes foliares em plantas de *Physalis peruviana*, em função das diferentes concentrações de NaCl (mM).

A redução dos níveis de K^+ nas folhas foi observado apenas na concentração de 60mM considerada crítica e comprovada pelos dados apresentados anteriormente, que mostraram uma redução drástica no crescimento das plantas (Figura 16) de *P. peruviana*. A redução na concentração de K^+ nas folhas em altas concentrações salinas, é um complicador adicional para o crescimento das plantas visto que, em algumas situações, esse elemento é o principal nutriente a contribuir para o decréscimo do potencial osmótico, uma estratégia necessária à absorção de água nessas circunstâncias (MARSCHNER, 1995; FREITAS et al., 2014).

Em relação ao Ca^{2+} e Mg^{2+} observou-se que até a concentração de 40mM houve uma pequena variação nos teores desses macronutrientes nas folhas (Figura 16). Na concentração de 60 mM os níveis de Ca^{2+} e Mg^{2+} reduziram em torno de 39% e 55%, respectivamente, quando comparados ao controle. Quando há acúmulo de Na no citosol ocorre alteração na absorção e metabolismo do Ca^{2+} , cuja consequência é afetar a permeabilidade da membrana devido a substituição do Ca^{2+} pelo Na^+ (RENGEL, 1992) interferindo em todo o crescimento celular.

Pesquisas realizadas mostram que o aumento dos níveis de sódio na solução interfere de forma negativa na absorção radicular de elementos essenciais como o K^+ , Mg^{2+} e o Ca^{2+} , acarretando em danos fisiológicos à planta (ZHU, 2001; YOSHIDA, 2002). Outro fator que pode contribuir na diminuição no teor de Ca na planta em função da salinidade é que, este elemento pode precipitar com o Cl^- , impossibilitando a sua translocação (MIRANDA et al., 2002).

O conteúdo total de N não foi afetado pela salinidade, bem como foi descrito por Cruz et al. (2006) em estudo realizado com plantas de maracujazeiro amarelo. Os níveis de P se mantiveram próximos em todos os tratamentos avaliados (Figura 16). Essa manutenção dos níveis de N e P na folha pode ser atribuída a menor concentração dos íons Cl^- presentes nas soluções, não interferindo diretamente na absorção e translocação desses macronutrientes para as folhas de *P. peruviana*. A manutenção desses nutrientes na folha foi essencial para a minimização dos efeitos da salinidade sobre a planta.

Em relação aos micronutrientes os níveis se mantiveram estáveis mesmo em altas concentrações de NaCl, com exceção do Fe que foi tanto maior quanto o aumento do sal (Figura 17), mas não suficiente para promover efeitos tóxicos para as plantas de *P. peruviana*, sendo observado o valor máximo de 865 mg/Kg na maior concentração salina.

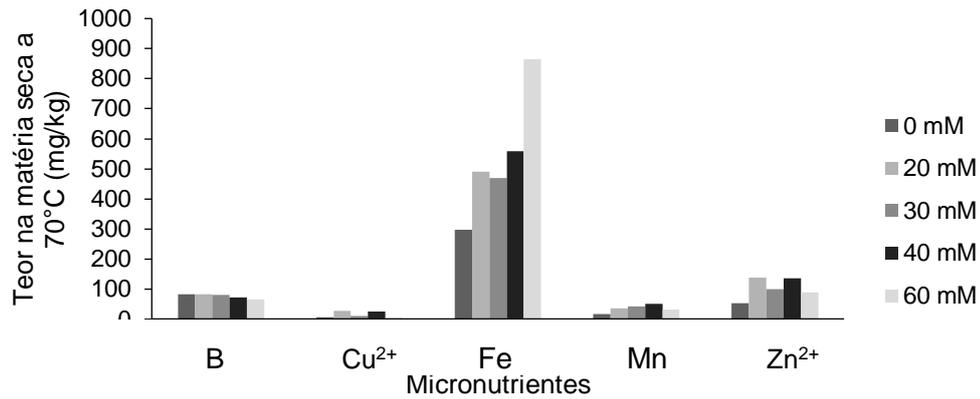


Figura 17. Teor de micronutrientes foliares em plantas de *Physalis peruviana*, em função das diferentes concentrações de NaCl (mM).

Ianckiewicz et al., (2013) avaliando a produção e desenvolvimento da cultura de *Physalis* L. submetida a diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva encontraram teores de Fe que variaram entre 701,68 e 920,05 mg Fe Kg⁻¹, valores que não interferiram na produção.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. Altos níveis de NaCl em folhas de *P. peruviana* levam a um desbalanço nutricional da espécie e o íon sódio é o principal causador das interferências durante o crescimento.
2. *P. peruviana* apresenta tolerância moderada à salinidade.

6. REFERÊNCIAS

- ADAMS, P. Crop nutrition in hydroponics. In: **Symposium on Soil and Soilless Media under Protected Cultivation in Mild Winter Climates 323**. 1992. p. 289-306.
- ALVES, M. S. et al. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 5, p. 491-498, 2011.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de et al. Uso e qualidade da água subterrânea para irrigação no semi-árido piauiense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2006.
- ASHRAF, M. P. J. C.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant science**, v. 166, n. 1, p. 3-16, 2004.
- BARROSO, N.S. 2015. Maturação de frutos e viabilidade de sementes de *Physalis ixocarpa* Brot. ex Hormen. 39p. **Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais)** – Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Feira de Santana, BA, 2015.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 41 p. 2003.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 42 p. 1988.
- BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. As técnicas de hidroponia. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônoma**, v. 8, p. 107-137, 2013.
- BIONE, M. A. A. Produção hidropônica de manjeriço com solução nutritiva convencional em águas salobras e solução nutritiva orgânica. **Dissertação de Mestrado**. Cruz das Almas, BA. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 2013. 145f. 2013.
- BOHNERT, H. J.; NELSON, D. E.; JENSEN, R. G. Adaptations to environmental stresses. **The plant cell**, v. 7, n. 7, p. 1099, 1995.
- CAIRO, P. A. R., OLIVEIRA, L. E. M de., MESQUITA, A. C. **Análise de crescimento de plantas**. Vitória da Conquista: edições UESB, 2008, 72 p.
- CASTRO, A. M; RODRIGUEZ, L.; VARGAS, E. M. Secado de uchuva (*physalis peruviana* L.) por aire caliente con pretratamiento de osmodeshidratación. **Vitae**, Medellín , v. 15, n. 2, p. 226-231, July 2008 .
- CEDEÑO, M. M.; MONTENEGRO, D. M. Plan exportador, logístico y de comercialización de uchuva al mercado de estados unidos para frutexpo SCI Ltda. **Monografía de conclusão de curso**. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2004.
- CHAVES, A.C.; SCHUCH, M.W.; ERIG, A.C. Estabelecimento e multiplicação in vitro de *Physalis peruviana* L. **Revista Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1281-1287, 2005.

- COELHO, D. S. Influência da salinidade nos aspectos nutricionais e morfofisiológico de genótipos de sorgo forrageiro. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)** - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus, Juazeiro, 2013.
- COMETTI, N. N. et al. **IV-SOLUÇÕES NUTRITIVAS: FORMULAÇÃO E APLICAÇÕES.** 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Hugo_Ruiz4/publication/229086206_Solucoes_Nutritivas_formulacao_e_aplicacoes/links/550acc820cf290bdc1105557.pdf> Acesso em: 01 de março de 2017.
- CRUZ, J.L.; PELACANI, C.R.; SOARES FILHO, W. dos S.; CASTRO NETO, M.T.; COELHO, E.F.; DIAS, A.T.; PAES, R.A. Produção e partição de matéria seca e abertura estomática do limoeiro 'Cravo' submetido a estresse salino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.528-531, 2003.
- CRUZ, J. L., Pelacani, C. R., Coelho, E. F., Caldas, R. C., Almeida, A. D., & Queiroz, J. D. Influência da salinidade sobre o crescimento, absorção e distribuição de sódio, cloro e macronutrientes em plântulas de maracujazeiro-amarelo. **Bragantia**, 65(2), 275-284. 2006.
- Dallos, M. Perea, Rodríguez, N.C., Fischer, G., Velásquez Lozano, M. and Micán Gutiérrez, Y. Uchuva: *Physalis peruviana* L. (Solanaceae). In: Perea Dallos, M., Matallan, L. and Tirado, A., Eds., **Biología aplicada al mejoramiento de los cultivos de frutas tropicales**, Facultad de Ciencias, Bogotá D.C., 466-490.2010.
- DIAS, N. S. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade em solo cultivado com melão rendilhado sob ambiente protegido. **Tese de Doutorado**. Piracicaba: ESALQ/USP. 110p. 2004.
- DIAS, N. da S.; BLANCO, Flávio F. Efeitos dos sais no solo e na planta. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, v. 1, p. 129-141, 2010.
- DIAS, N. da S. et al. Resposta de cultivares de alface à salinidade da solução nutritiva com rejeito salino em hidroponia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 10, p. 991-995, 2011.
- ESTEVEZ, B. dos S.; SUZUKI, M. S.. Efeito da salinidade sobre as plantas. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 4, p. 6, 2008.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. A. **Growth and mineral nutrition of field crops**. New York: M. Dekker. 476 p. 1991.
- FAGERIA, N. K., SOARES Filho W. S., GHEYI, H. R. Melhoria genética vegetal e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. In: Gheyi, HR, Dias NS and Lacerda CF (eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. INCTSal, cap 13, p.205-216. 2010.
- FAO – Organização das nações unidas para a alimentação e a agricultura. Disponível em: < <http://www.fao.org/3/a-au173s.pdf> > Acesso em 26 de maio de 2016.
- FARIAS, S.G.G., SANTOS, D.R., FREIRE, A.L.O., SILVA, R.B. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de gliricídia [*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Steud] em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33, 1499-1505. 2009.

- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistic analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011.
- FERREIRA, P.A.; SILVA, J.B.L.; RUIZ, H.A. Aspectos físicos e químicos de solos em regiões áridas e semiáridas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, p. 130-141. 2010.
- FERREIRA, R. G.; TÁVORA, F. J. A. F.; HERNANDEZ, F. F. F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 79-88, 2001.
- FISCHER, G.; MIRANDA, D. Uchuva (*Physalis peruviana* L.). In: FISCHER, G. (Ed.). **Manual para el cultivo de frutales en el trópico**. Bogotá: Produmedios, p.851-873. 2012.
- FISCHER, G.; ALMANZA-MERCHÁN, P. J.; MIRANDA, D. Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 01-15, 2014.
- FREITAS, M. A. C. et al. Crescimento e tolerância à salinidade em três espécies medicinais do gênero *Plectranthus* expostas a diferentes níveis de radiação. **Rev. bras. plantas med**, v. 16, n. 4, p. 839-849, 2014.
- FURLANI, P. R. et al. **Nutrição mineral de hortaliças, preparo e manejo de soluções nutritivas**. Informe Agropecuário, v. 20, n. 200/201, p. 90-98, 1999.
- GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. de; BATISTA, M. A. F. Prevenção, manejo e recuperação de solos salinos e sódicos. Mossoró: **ESAM**, 1991. 70p.
- GONÇALVES, E. D. et al. **Aspectos técnicos do cultivo de fisalis para o Sul de Minas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2012. 6 p. (Circular Técnica, 162).).
- IANCKIEVICZ, A. et al. Produção e desenvolvimento da cultura de *Physalis* L. submetida a diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva. **Ciência Rural**, v. 43, n. 3, p. 438-444, 2013.
- JANANI, J. K. Análise de crescimento e trocas gasosas de erva-cidreira (*Lippia alba* (Mill.) NE Br. ex Britt & Wilson) cultivada em solução nutritiva. **Tese de Doutorado**. Universidade Estadual Paulista Júlio De Mesquita Filho. 2011.
- KURIHARA, C. H.; MAEDA, S.; ALVAREZ V, V. H. **Interpretação de resultados de análise foliar**. Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 2005.
- LÄUCHI, A., & Epstein, E. Mechanisms of salt tolerance in plants. **Agriculture**, California, 38(10), 18-20. 1984.
- LEITTE, E. M. et al. Redução da sodicidade em solo irrigado com a utilização de ácido sulfúrico e gesso agrícola. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 2, 2010.
- LICODIEDOFF, S. **Caracterização físico-química e compostos bioativos em *Physalis Peruviana* e derivados**. 2012.

- LIMA, C. J. G. de S. et al. Resposta do feijão caupi a salinidade da água de irrigação. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 2, n. 2, 2007.
- LIMA, C. S. M. et al. Avaliação física, química e fitoquímica de frutos de *Physalis*, ao longo do período de colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, p. 1004-1012, 2012
- LIMA, R. da C. C. et al. **Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Campina Grande-PB: Instituto Nacional do Semiárido, 209p, 2011.
- LOCATELLI, G. et al. **Diferentes métodos de condução na cultura do fisalis para a região do sul de minas gerais**. In: XXIII Congresso de Pós-Graduação Da UFLA, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2014.
- MARENGO, J. A. **Água e mudanças climáticas. Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 83, 2008.
- MEDEIROS, J. F. de.; GHEYI, H. R. Manejo do sistema solo-água-planta em solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de. (Ed). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, SBEA, cap.8, p.239-284, 1997.
- MEDINA, M. El cultivo de la uchuva tipo exportación. **Revista Agricultura Tropical**. Palmira, v.28, n.2, p.55-58, 1991.
- MELLONI, R.; SILVA, F. A. de M.; CARVALHO, J. G. de. Cálcio, magnésio e potássio como amenizadores dos efeitos da salinidade sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*). **Cerne**, v. 6, n. 2, p. 35-40, 2000.
- MIRANDA, J. R. P.; et al. Silício e cloreto de sódio na nutrição mineral e produção de matéria seca de plantas de Moringa (*Moringa oleifera* Lam.). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 957-965. 2002.
- MORAES, C. A. G. de; FURLANI, P. R. Cultivo de hortaliças de frutos em hidroponia em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 200/201, p. 105-113, 1999.
- MOURA, R. dos S. et al. Tolerance of passion fruit species under salt stress. **International Journal of Current Research**, 8, (09), 37689- 37695. 2016.
- MUNNS, R.; TERMAAT, A. Whole-plant responses to salinity. **Functional Plant Biology**, v. 13, n. 1, p. 143-160, 1986.
- MUNNS, R. Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. **Plant, Cell & Environment**, v. 16, n. 1, p. 15-24, 1993.
- MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, cell & environment**, v. 25, n. 2, p. 239-250, 2002.
- MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New phytologist**, v. 167, n. 3, p. 645-663, 2005.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Rev. Plant Biol.**, v. 59, p. 651-681, 2008.
- Neves, A. L. R.; Lacerda, C. F. de; Guimarães, F. V. A.; Hernandez, F. F. F.; Silva, F. B.; Prisco, J. T.; Gheyi, H. R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de

- feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência Rural**, v.39, p.758-765, 2009.
- NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G. de; RODRIGUES, C. R. Crescimento e nutrição mineral de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) submetidas a níveis de salinidade em solução nutritiva. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 997-1006, 2004.
- NOBRE, R. G. et al. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 358-365, 2010.
- NOVOA, R. et al. La madurez del fruto y el secado del cáliz influyen en el comportamiento poscosecha de la uchuva, almacenada a 12 C (*Physalis peruviana* L.). **Agronomía Colombiana**, v. 24, n. 1, p. 77-86, 2006.
- OLIVEIRA, A. B. de; GOMES-FILHO, E.; ENÉAS-FILHO, J. **O problema da salinidade na agricultura e as adaptações das plantas ao estresse salino**. 2010.
- OLIVEIRA, B. C. et al. Características produtivas do tomateiro submetido a diferentes níveis de sais, na água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 01, p. 11-16, 2007.
- PEREIRA, J. S. **Nova delimitação do semi-árido brasileiro**. Brasília, Câmara dos Deputados. 2007
- POLTRONIERI, E. **Alternativas para o mercado interno de pequenas frutas**. In: Seminário Brasileiro sobre pequenas frutas, 1., 2003, Vacaria, RS. Anais... Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2003, p. 37-40. (Documentos, 37).
- PORTES, T. A.; CASTRO JUNIOR, L. G. Análise de crescimento de plantas: um programa computacional auxiliar. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 3, p. 53-60, 1991.
- PUENTE, L. A. et al. *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1733-1740, 2011.
- RENGEL, Z. The role of calcium in salt toxicity. **Plant, Cell & Environment**, v. 15, n. 6, p. 625-632, 1992.
- RIBEIRO, M. R. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, p. 130-141. 2010.
- RODRIGUES, F. A. et al. Diferentes concentrações de sais do meio ms e bap na multiplicação in vitro de *Physalis peruviana* L. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 1, 2013.
- RUFATO, L.; RUFATO, A.R.; SCHELEMPER,C.; LIMA,C.S.M.; KRETZSCHMAR, A. A.A. **Aspectos técnicos da cultura da *physalis***. Lages: CAV/UDESC; Pelotas:UFPel, 100p. 2008.
- RUFATO, A. D. R., Rufato, L., Lima, C. S. M., & Muniz, J. **A cultura da *Physalis***.2013.

- SHANNON, M. C. Adaptation of plants to salinity. **Advances in agronomy**, v. 60, p. 75-120, 1997.
- SILVA, A. O. da. et al. Produção de rúcula em sistema hidropônico NFT utilizando água salina do Semiárido-PE e rejeito de dessalinizador. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences/Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 1, 2011.
- SILVA, D. F. da. Utilização de malhas de sombreamento coloridas na produção de mudas e frutos de espécies do gênero *Physalis* L. 2014. 130 p. **Dissertação (Mestrado em Botânica Aplicada)** - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.
- SILVA, F. A. M.; et al. Efeito do estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) cultivadas em solução nutritiva. **Cerne**, v. 6, n. 1, p. 52-59, 2000.
- SILVEIRA, J. A. G. et al. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. GHEYI, HR; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal, cap**, v. 11, p. 161-180, 2010.
- SOARES, E. L. C. et al. A família Solanaceae no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 6, n. 3, 2008.
- SOARES, T. M. et al. Combinação de águas doce e salobra para produção de alface hidropônica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 7, p. 705-714, 2010.
- SOARES, T. M. Utilização de águas salobras no cultivo da alface em sistema hidropônico NFT como alternativa agrícola condizente ao semi-árido brasileiro. **Tese de Doutorado**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz. 2007
- SOUZA, C. L. M. de et al. Morfologia de sementes e desenvolvimento pós-seminal de *Physalis angulata* L. **Acta bot. bras**, v. 24, n. 4, p. 1082-1085, 2010.
- SOUZA, M. O. de et al. Osmotic priming effects on emergence of *Physalis angulata* and the influence of abiotic stresses on physalin content. **South African Journal of Botany**, v. 88, p. 191-197, 2013.
- SOUZA, N. K. dos R.; ALCÂNTARA JÚNIOR, J. dos P.; AMORIM, S. M. C. de. Efeito do estresse salino sobre a produção de fitomassa em *Physalis angulata* L.(Solanaceae). **Rev. Acad.**, Curitiba, v. 5, n. 4, p. 379-384, 2007.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e Desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed. 2017. 719p.
- TANAN, Tamara Torres et al. Fenologia e caracterização dos frutos de espécies de *Physalis* cultivadas no semiárido baiano. **Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais)** – Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Feira de Santana, BA, 2015.
- TOMASSINI, Therezinha C. B. et al. Gênero *Physalis* - uma revisão sobre vitaesteróides. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 47-57, Feb. 2000.

- TORRES MUÑOZ, A. L. **El mercado de la uchuva en Colombia y sus proyecciones para la penetración y comercialización en el mercado de los Estados Unidos.** 2013.
- TRAVASSOS, K. D. et al. Produção de aquênio do girassol irrigado com água salobra. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 4, p. 371-376, 2011.
- TREICHEL, M. et al. **ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA 2016.** Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 88 p. Disponível em: <<http://www.editoragazeta.com.br/produto/anuario-brasileiro-da-fruticultura-2016/>> Acesso em: 26 de Abril de 2017.
- TREVISANI, N. Avaliação do crescimento de estruturas reprodutivas e seleção em populações de *physalis* no planalto Serrano Catarinense. **Dissertação Mestrado.** Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 70p. 2014.
- TRILLOS GONZALEZ, O. et al. Caracterización morfológica de cuarenta y seis accesiones de uchuva (*Physalis peruviana* L.), en Antioquia (Colombia). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 708-715. 2008.
- VELÁZQUEZ, H. J. C.; GIRALDO, O. H. B.; ARANGO, S. A. P. Estudio preliminar de la resistencia mecánica a la fractura y fuerza de firmeza para fruta de uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Revista Facultad Nacional de Agronomía**, Medellín, v. 60, n. 1, p. 3785, 2007.
- WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia biosfera**, v. 6, n. 11, p. 1-23, 2010.
- YOSHIDA, K. Plant biotechnology—genetic engineering to enhance plant salt tolerance. **Journal of bioscience and bioengineering**, v. 94, n. 6, p. 585-590, 2002.
- ZAPATA PAREJA, J. L. et al. **Manejo del cultivo de la uchuva en Colombia.** Boletín Técnico., 2002.
- ZHU, J.-K.. Plant salt tolerance. **Trends in plant science**, v. 6, n. 2, p. 66-71, 2001.