



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

FERNANDO KEN YTI ONODERA KIKUCHI  
IANICELLI RODINI

**MANEJO DA FERTIRRIGAÇÃO EM PHYSALIS CULTIVADO  
EM VASO COM AREIA**

FERNANDO KEN YTI ONODERA KIKUCHI  
IANICELLI RODINI

**MANEJO DA FERTIRRIGAÇÃO EM PHYSALIS CULTIVADO  
EM VASO COM AREIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Hideaki Wilson Takahashi

Co-orientador: Prof. Dr. Gustavo Adolfo de Freitas Fregonezi

Londrina  
2012

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da  
Universidade Estadual de Londrina.**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

R692m Rodini, Fernando Ken Yti Onodera Kikuchi e Ianicelli.  
Manejo da fertirrigação em *Physalis* cultivado em vaso com areia / Fernando  
Ken Yti Onodera Kikuchi e Ianicelli Rodini. – Londrina, 2012.  
47.f. : il.

Orientador: Hideaki Wilson Takahashi.  
Coorientador: Gustavo Adolfo de Freitas Fregonezi.  
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina,  
Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2012.  
Inclui bibliografia.

1. *Physalis* – Teses. 2. *Physalis* – Cultivo em vasos – Teses. 3. Salinização  
– Teses. 4. Plantas – Nutrição – Teses. I. Takahashi, Hideaki Wilson. II. Fregonezi,  
Gustavo Adolfo de Freitas. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de  
Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.

CDU 634.675

FERNANDO KEN YTI ONODERA KIKUCHI  
IANICELLI RODINI

**MANEJO DA FERTIRRIGAÇÃO EM PHYSALIS CULTIVADO EM  
VASO COM AREIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Gilberto Martins  
UEL – Londrina – PR

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Lucia Sadayo Takahashi  
UEL – Londrina – PR

---

Eng<sup>o</sup>. Agr.<sup>o</sup> Dr. Nobuyoshi Narita  
APTA – Presidente Prudente/SAASP – SP

---

Eng<sup>o</sup>. Agr.<sup>o</sup> Dr. Héilo Hiroshi Suguimoto  
UNOPAR

---

Prof. Dr. Hideaki Wilson Takahashi  
UEL – Londrina – PR

Londrina, 16 de fevereiro de 2012.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por fazer parte de todos os dias de minha vida.

Ao meu orientador Prof. Dr Hideaki Wilson Takahashi, não só pela orientação neste trabalho, mas também pela amizade, ensinamentos e incentivos.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Gustavo Adolfo de Freitas Fregonezi pela amizade, incentivo, compreensão e principalmente pela colaboração para a elaboração deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Gilbeto Martins pelos conselhos para a melhoria do trabalho.

À Prof<sup>a</sup>. Dra. Inês Cristina de Batista Fonseca pelo auxílio nas análises estatísticas.

À Capes pelo apoio financeiro.

Aos amigos Cesar Sbrussi, Fernando Ianckiewicz, Giovani Arieira, José Marcelo Basso, Leonardo Bordini, Matheus Monteiro, Pedro Andrade, Roger Pereira e Rogério Komori que além do incentivo e companhia, colaboraram nas avaliações deste trabalho.

Às amigas Alessandra Ianckiewicz e Eliann Garcia Ferreira, fundamentais no desenvolvimento deste trabalho, pelo companheirismo e entretenimento dentro e fora da universidade.

À minha namorada Mayra Suemy Ishikawa por todo o apoio, ajuda, companhia e incentivo durante o curso de mestrado.

A todos os professores do curso de Agronomia e funcionários do CCA.

À comissão examinadora pela disponibilidade, presença e colaboração.

E a todos os demais que de alguma forma colaboraram para esta conquista.

KIKUCHI, Fernando K.Y.O.; RODINI, Ianicelli. **Manejo da fertirrigação em physalis cultivado em vaso com areia**. 2011. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

## RESUMO

Com a maior divulgação na mídia das propriedades nutraceuticas das pequenas frutas como morango, framboesa entre outras, o interesse do consumidor aumenta, e, conseqüentemente, sua produção. Uma espécie da família das solanáceas que vêm sendo cultivada recentemente é a *Physalis* L.. Seu cultivo é simples, e manejada de acordo com a cultura do tomateiro. Diversos autores têm trabalhado com soluções nutritivas e variadas condutividades elétricas em diferentes culturas, entretanto os resultados em uma mesma cultura são controversos, variando de acordo com espécie, cultivar e condições de cultivo. Por se tratar de uma cultura recente no país, estudos sobre a cultura da physalis são escassos, faltando informações técnicas sobre manejos adequados específicos para a cultura, o que justifica a condução de trabalhos com *Physalis* L.. Portanto, o objetivo do trabalho foi determinar condutividade elétrica ideal para a fertirrigação contínua, onde não ocorra acúmulo salino prejudicial ao desenvolvimento e produção de *Physalis* L.. O delineamento experimental foi de blocos casualizado, com sistema de condução de de três hastes por planta, em vasos com areia grossa como substrato. As soluções nutritivas que compuseram os tratamentos atingiram condutividades elétricas de 0,5 dS.m<sup>-1</sup>, 1,0 dS.m<sup>-1</sup>, 1,5 dS.m<sup>-1</sup> e 2,0 dS.m<sup>-1</sup>. Foram avaliados o °Brix, teor e extração de nutrientes nas partes das plantas e nos frutos, além da produção, produtividade e produção de massa fresca e seca. A cultura da physalis se mostrou tolerante a acúmulos salinos no substrato e a produção de biomassa respondeu positivamente para o aumento da concentração da solução nutritiva, devendo ser recomendado a utilização de soluções diferentes nos estádios de desenvolvimento. O tratamento de 1,5 dS.m<sup>-1</sup> obteve os maiores acúmulos de nutrientes na planta, demonstrando ser o ponto de saturação para a absorção de nutrientes por physalis.

**Palavras-chave:** Solução nutritiva. Salinização. Tutoramento. Condutividade elétrica.

KIKUCHI, Fernando K.Y.O.; RODINI, Ianicelli. **Fertigation management in capegooseberry grown in pots with sand.** 2011. 57 f. Dissertation (Master's Degree in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

### ABSTRACT

With the increased media coverage of the nutraceutical properties of small fruits like strawberries, raspberries and other, consumer interest increases, and consequently its production. A species of the nightshade family that see recently is being cultivated *Physalis L.* Its cultivation is simple, and managed according to the tomato crop. Several authors have worked with various nutrient solutions and electrical conductivities in different cultures, though the results in the same culture are controversial, varying according to species, cultivar and growing conditions. Because it is a culture in the country recently, studies on the culture of *physalis* are scarce, lacking technical information about adequate management practices specific to the culture, which justifies conducting studies with *Physalis L.* Therefore, the objective of this study was to determine electrical conductivity ideal for continuous fertigation, where salt buildup occurs not detrimental to the development and production of *Physalis L.* The experimental design was randomized blocks with conduction system of three stems per plant in pots containing coarse sand. The solutions that comprised the treatments reached conductivities electrical 0,5 dS.m<sup>-1</sup>, 1,0 dS.m<sup>-1</sup>, 1,5 dS.m<sup>-1</sup> and 2,0 dS.m<sup>-1</sup>. We evaluated the °Brix content and nutrient uptake in plant parts and fruits in addition to production, productivity and production of fresh and dry. The culture of capegooseberry showed tolerance of the saline accumulations in substrate and production of biomass reacted positively to the increasement in the concentration on nutrient solution should be recommended to use solutions of different stages of development. Treatment of 1,5dS.m<sup>-1</sup> received the greatest accumulation of nutrients in plants, demonstrating that the saturation point for the absorption of nutrients capegooseberry.

**Keywords:** Nutrient solution. Salinization. Staking. Electrical conductivity.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 –</b>	Teor de nutrientes das folhas índice de physalis, com a 1ª coleta no início do florescimento e a 2ª coleta cinco semanas após florescimento, submetidas ao teste Tukey a 5% de probabilidade.....	33
<b>Tabela 2 –</b>	Teor de nutrientes encontrados em análise química do substrato utilizado no cultivo fertirrigado de physalis, nas profundidades de 0 a 5 cm, de 5 a 10 cm e de 10 a 15 cm.....	34
<b>Tabela 3 –</b>	Resumo da análise de variância para regressão da produção de massa fresca e massa seca em função dos tratamentos. Massa fresca de folha ( $MF_{Folha}$ ), massa fresca de caule ( $MF_{Caule}$ ), massa fresca de fruto ( $MF_{Fruto}$ ), massa fresca total ( $MF_{Total}$ ), massa seca de folha ( $MS_{Folha}$ ), massa seca de caule ( $MS_{Caule}$ ), massa seca de fruto ( $MS_{Fruto}$ ) massa seca total ( $MS_{Total}$ ) em $gramas.planta^{-1}$ .....	35
<b>Tabela 4 –</b>	Resumo da análise de variância para regressão da produção de frutos e teor de sólidos solúveis em função dos tratamentos. Produção de frutos comerciais ( $FR_{Comercial}$ ), frutos verdes ( $FR_{Verde}$ ), frutos rachados ( $FR_{Rachado}$ ), total dos frutos colhidos (comerciais + rachados) ( $TOTAL_{Colhido}$ ), em $g.planta^{-1}$ , teor de sólidos solúveis de frutos comerciais e rachados (TSS) e produtividade (PROD), em $Kg.ha^{-1}$ .....	36
<b>Tabela 5 –</b>	Resumo da análise de variância para regressão dos teores de nutrientes encontrados em folhas de physalis em função dos tratamentos. ....	38
<b>Tabela 6 –</b>	Equações das curvas do teor de nutrientes em folhas de physalis em função da condutividade elétrica. ....	39
<b>Tabela 7 –</b>	Resumo da análise de variância para regressão dos teores de nutrientes encontrados em caules de physalis em função do tratamento. ....	40

<b>Tabela 8 –</b>	Equações das curvas do teor de nutrientes em caules de physalis em função da condutividade elétrica. ....	41
<b>Tabela 9 –</b>	Resumo da análise de variância para regressão dos teores de nutrientes encontrados em frutos de physalis em função do tratamento. ....	42
<b>Tabela 10 –</b>	Equações das curvas do teor de nutrientes em frutos de physalis em função da condutividade elétrica ....	43
<b>Tabela 11 –</b>	Resumo da análise de variância para regressão dos teores de nutrientes encontrados em frutos verdes de physalis em função do tratamento. ....	44
<b>Tabela 12 –</b>	Resumo da análise de variância para regressão das extrações de nutrientes encontrados em folhas de physalis em função do tratamento, em g.planta <sup>-1</sup> para macronutrientes e mg.planta <sup>-1</sup> para micronutrientes. ....	45
<b>Tabela 13 –</b>	Equações das curvas de extração de nutrientes em folhas de physalis em função do tratamento.....	46
<b>Tabela 14 –</b>	Resumo da análise de variância para regressão das extrações de nutrientes pelos caules de physalis em função dos tratamentos, em g.planta <sup>-1</sup> para macronutrientes e mg.planta <sup>-1</sup> para micronutrientes.....	47
<b>Tabela 15 –</b>	Equações das curvas de extração de nutrientes em caules de physalis em função do tratamento.....	48
<b>Tabela 16 –</b>	Resumo da análise de variância para regressão para extrações de nutrientes pelos frutos de physalis em função dos tratamentos, em g.planta <sup>-1</sup> para macronutrientes e mg.planta <sup>-1</sup> para micronutrientes.....	49
<b>Tabela 17 –</b>	Resumo da análise de variância para regressão das extrações de nutrientes pelos frutos verdes de physalis em função dos tratamentos, em g.planta <sup>-1</sup> para macronutrientes e mg.planta <sup>-1</sup> para micronutrientes .....	49

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Monitoramento da CE e do pH da solução do solo nos tratamentos durante a condução do experimento.....31
- Figura 2** – Resposta da produção de massa fresca (MF), seca (MS) total, de folhas e de caules de physalis em função da condutividade elétrica da solução nutritiva. ....36
- Figura 3** – Teor de macronutrientes (a) e micronutrientes (b) em folhas de physalis em função da condutividade elétrica.....39
- Figura 4** – Teores de macronutrientes (a) e micronutrientes (b) em caule de physalis em função da concentração da condutividade elétrica. ....41
- Figura 5** – Teores de P, Mg, Fe, Zn (a) e N (b) em frutos de physalis em função da concentração da condutividade elétrica. ....43
- Figura 6** – Teores de N e K em frutos verdes de physalis em função da concentração da condutividade elétrica.....44
- Figura 7** – Extração de macronutrientes (a) e micronutrientes (b) em folhas de physalis em função da concentração da condutividade elétrica. .... 46
- Figura 8** – Extração de macronutrientes em caules de physalis em função da concentração da condutividade elétrica.....48

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>12</b>
2.1	PHYSALIS	12
2.1.1	Caracterização da Cultura	13
2.1.2	Tutoramento e Condução	15
2.2	NUTRIÇÃO	17
2.3	CULTIVOS PROTEGIDO E A FERTIRRIGAÇÃO	19
2.4	SOLUÇÃO NUTRITIVA E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	21
<b>3</b>	<b>ARTIGO: MANEJO DA FERTIRRIGAÇÃO EM PHYSALIS CULTIVADO EM VASO COM AREIA</b>	
3.1	RESUMO E ABSTRACT	24
3.2	INTRODUÇÃO	25
3.3	MATERIAL E MÉTODOS	27
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
3.5	CONCLUSÕES	50
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>51</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura da *Physalis peruviana* L. é ainda recente no país e não se possui muitas informações técnicas sobre o cultivo, sendo estas provenientes de países como a Colômbia, o maior exportador mundial da fruta.

A planta pertence à família das solanáceas, é arbustiva, rústica e seus frutos são bem caracterizados pela formação do cálice, e, segundo informações de medicina popular e trabalhos internacionais, possuem propriedades medicinais, amenizando sintomas de doenças reumáticas, além de altamente nutritivos. No Brasil, o preço é elevado e o cultivo manejado como a cultura do tomateiro.

A implantação do cultivo da cultura pode ser considerada como alternativa para pequenos produtores, uma vez que se mostra como opção renda em cultivo protegido, com melhor aproveitamento da área e redução de custos. O retorno financeiro proporcionado pelo cultivo de pequenas frutas tem sido fator de motivação aos produtores, entretanto, o surgimento de problemas fitossanitários, ambientais e nutricionais podem dificultar o desenvolvimento destas culturas em algumas regiões.

Dentre as várias técnicas utilizadas no cultivo protegido, a fertirrigação tem se destacado, e consiste no fornecimento de nutrientes através de solução nutritiva via irrigação, em plantas fixadas em substrato. A solução nutritiva considerada ideal deve manter adequadamente o nível da água, da concentração de nutrientes e do pH.

Informações como a composição e faixa de condutividade ideal da solução nutritiva, tipos de substratos adequados, e específicas para a cultura de *Physalis* L. ainda são escassas no país e variam de acordo com fatores como localização, disponibilidade e custos de materiais, densidade de semeadura, dentre outros fatores fundamentais para o desenvolvimento da cultura sem acarretar custos adicionais ao produtor.

Fatos como estes abrem precedentes para estudos mais aprofundados com a cultura do physalis. O objetivo deste trabalho é identificar a condutividade elétrica da solução nutritiva favorável para a produção de physalis em sistema de fertirrigação contínua, sendo que o acúmulo salino no substrato não prejudique a produtividade das plantas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A produção de pequenas frutas no Brasil, embora recente, tem aumentado em importância nos últimos anos. Em ritmo crescente, morangos, amoras, framboesas, mirtilos, dentre outras espécies, chamam a atenção de consumidores, agentes processadores, comerciantes e, por consequência, de produtores em escala familiar. A atratividade visual e de sabor que estas frutas despertam no consumidor são fatores motivadores deste crescimento, além da divulgação na mídia das propriedades nutracêuticas e da necessidade de diversificação da dieta com outras espécies frutíferas (HOFFMAN, 2003).

Pequenas frutas, de modo geral, caracterizam-se pelo baixo custo de implantação, custo de produção acessível aos pequenos produtores, bom retorno econômico e adaptação às condições socioeconômicas e do ambiente local, grande exigência de mão-de-obra, possibilidade de cultivo no sistema orgânico e demanda maior do que a oferta (SCHNEIDER et al., 2007).

Uma espécie da família das solanáceas que vem sendo cultivada recentemente é a *Physalis peruviana* L.. O cultivo dessa frutífera apresenta boas perspectivas para o mercado nacional e internacional. Para Velasquez et al. (2007) este fato é justificável por seu cultivo simples.

No entanto, é de suma importância a realização de análise econômica, pois não se pode sugerir a difusão de uma cultura baseando-se, apenas, nos resultados produtivos, devendo-se considerar os aspectos econômicos para a recomendação (PAULINO et al., 1994).

Por ser uma cultura ainda recente no Brasil, as informações técnicas para cultivo são escassas, o que requer estudos específicos para a espécie, uma vez que todos os manejos aplicados são os recomendados para a cultura do tomate.

### 2.1 PHYSALIS

A physalis é uma solanácea originária do Peru, de hábito silvestre ou semi-silvestre que cresce na América do Sul entre zonas de 1500 a 3000 metros acima do nível do mar. Fischer (2000) descreve o cultivo do fruto na Colômbia em regiões com temperaturas média entre 13°C e 18°C, e precipitação de 1000 a 1800 mm.ano<sup>-1</sup>, sendo este país o maior produtor mundial de frutos de *Physalis peruviana*

L. (1753). Segundo relatos de Bernal (1986), a planta foi considerada invasora em cultivos comerciais durante muitos anos.

Segundo a Corporación Colombiana Internacional (1994), em diferentes regiões na Colômbia lhe atribuem propriedades medicinais, tais como a de purificar o sangue, diminuir a albumina nos rins, aliviar problemas de garganta e fortalecer o nervo óptico. Alguns estudos estão sendo desenvolvidos no sentido de validar tais informações, como o resultado de Franco et al. (2007), que validam o uso do cálice de *P. peruviana* para tratamento de doenças inflamatórias como o reumatismo.

No Brasil, o fruto é consumido como produto fino, com alto valor agregado. Seu plantio ainda é recente, mas está ampliando-se no sul do país, principalmente nos municípios de Vacaria, Roca Sales e Áurea (ANDRADE, 2008), além de ser considerada excelente alternativa de cultivo, pois pode proporcionar incremento de renda à agricultura familiar, uma vez que esta espécie se destaca pela boa aparência, pela distribuição em mercados especializados e pelo alto valor de venda dos frutos.

Como a cultura é relativamente recente no país, estudos e informações de cultivo são escassos, havendo, ainda, carência de informações, como custos de implantação, e os principais coeficientes técnicos, como por exemplo quantidade de fertilizantes utilizados ou as operações a serem realizadas durante o cultivo, dificultando a análise mais precisa da possibilidade de implantação (PIMENTEL et al., 2007). A partir destes dados o produtor pode fazer uma previsão dos custos, entretanto, alguns fatores variam conforme a região e o sistema de produção adotado, além de condições de clima e solo. A maior parte do manejo para *physalis* (tutoramento, adubação, aplicação de produtos e irrigação) ainda é feito com base no cultivo de tomate.

### 2.1.1 Caracterização da Cultura

A planta é arbustiva e perene, podendo atingir dois metros de altura. As folhas são aveludadas e triangulares, enquanto o talo principal, herbáceo e piloso, apresenta-se composto por 8 a 12 nós (CHAVES, 2006). Por se tratar de um arbusto que pode formar uma ramificação muito densa e decumbente, requer sistema de suporte. Para Lima et al. (2009), a condução é obrigatória e o

espaçamento adotado deve ser de acordo com o sistema empregado. Entretanto Rufato et al. (2008) sugere o cultivo sem nenhum sistema de condução e maior espaçamento, porém ressalta que não é o mais indicado, pois ocasiona maior sombreamento, diminuindo a floração e frutificação, além de frutos menores e de menor qualidade.

Os frutos são bagas globosas e se caracterizam pelo desenvolvimento protegido por capulho formado por cinco sépalas e principalmente pela coloração alaranjada quando maduro. O capulho protege o fruto contra insetos, pássaros, patógenos e condições climáticas adversas, e serve de fonte de carboidratos durante os primeiros 20 dias de crescimento (MAZORRA et al., 2006), porém, esta proteção pode dificultar o controle de pragas como *Heliothis virescens*, que atacam os frutos na fase de lagartas em estádios intermediários de desenvolvimento, penetrando os cálices e alimentando-se da polpa (RUFATO et al., 2008).

O fruto apresenta diâmetro entre 1,25 e 2,5 cm e peso entre 4 e 10g (FLÓREZ et al., 2000) e comportamento climatérico, devido ao seu padrão respiratório. Castañeda e Paredes (2003) verificaram que o pico climatérico (máxima respiração) se dá aos 64 dias após a floração e sua maturação aos 56 dias após floração.

Conforme estudos realizados por Alvarado et al. (2004), após a colheita, os frutos mantêm sementes viáveis por cerca de um mês, desde que armazenados com o capulho, sob temperatura máxima de 2,20 °C, e em condições adequadas. Ainda assim a conservação pós-colheita é dependente da composição e resistência a ataques de fungos e bactérias.

Os principais métodos de obtenção de mudas destas espécies envolvem estacas, micropropagação e principalmente sementes. Preferencialmente, indica-se a produção de mudas e posteriormente transplante para o campo. O tempo entre o início da germinação até a primeira colheita é de aproximadamente cinco meses, sendo que cada planta pode chegar a produzir até 2 kg de fruto.

Zapata et al. (2002) descrevem a metodologia para propagação por sementes, iniciando-se pela escolha de frutos de bom tamanho e maduros, provenientes de plantas saudáveis, vigorosas e em plena produção. Após extração das sementes, deve-se submetê-las ao processo de fermentação por um período de 24 a 72 horas, garantindo uma germinação mais eficiente. Posteriormente, as sementes

são lavadas com água limpa abundantemente e colocadas para secagem na sombra sobre papel absorvente. No entanto, Rufato et al. (2008) dizem que o processo de fermentação não é necessário para a physalis, sendo condição única para o armazenamento que as sementes estejam totalmente secas, e desta maneira, a taxa germinativa se mantêm por dois anos.

É recomendável que se faça a semeadura em bandejas de 128 células, para a formação de mudas. Ao atingirem aproximadamente 15 a 20 centímetros de altura e 03 a 04 folhas verdadeiras, segundo metodologia descrita por Rufato et al. (2008), as mudas devem ser transplantadas para o local definitivo.

Após a primeira colheita, esta é contínua, o que permite coletas semanais dos frutos. Com adequado manejo agrônômico, a planta pode ter vida produtiva de até dois anos, principalmente no que diz respeito à fertilidade, podas, controles fitossanitários e administração de água (ZAPATA et al., 2002). Entretanto, conforme Fischer e Almanza (1993), após onze meses a qualidade e quantidade de frutos é decrescente.

Mazorra et al. (2003) encontraram frutos de 50 dias de idade, cujas sementes apresentaram alta porcentagem de germinação (superior a 90%), estabelecendo que o momento ótimo de colheita a partir dos 50 dias após a formação do fruto, o que coincide com uma coloração amarelo esverdeado do fruto e verde amarelado do cálice.

## 2.1.2 TUTORAMENTO E CONDUÇÃO

Como método de condução considera-se qualquer prática que altere a arquitetura da planta ao longo de seu desenvolvimento, como por exemplo, a poda apical, retirada de brotações laterais, raleio de frutos, entre outros.

Para autores como Rughoo e Govinden (1999) o sistema de condução da planta deve fornecer suporte para o crescimento das plantas evitando o contato destas com o solo, aumentando a ventilação e a iluminação ao longo do dossel das plantas, o que facilita os tratos culturais.

Para Andriolo et al. (1999) o tipo de condução utilizado pode alterar a distribuição da radiação solar e a ventilação em torno das plantas, o que influencia a umidade relativa e a concentração de gás carbônico atmosférico entre e dentro das fileiras.

Estes sistemas apresentam a característica geral de integrar práticas culturais e possibilitar ganhos quantitativos e/ou qualitativos e, ainda, são facilmente executáveis e já estão incorporados no conhecimento agrícola dos produtores (SEDIYAMA et al., 2003).

O sistema de condução mais frequentemente utilizado pelos agricultores brasileiros para o tomateiro é o método tradicional ou “V” invertido. Nesse tutoramento ocorre a formação de uma câmara úmida e aquecida sob o “V” invertido, sendo esta, um ambiente favorável ao desenvolvimento de fungos. Além disso, a aplicação de defensivos nos órgãos das plantas localizados em seu interior é deficiente, dificultando o controle de insetos-praga e doenças (BOFF et al., 1992; PIKANÇO et al., 1998).

Tentando solucionar este problema, propôs-se o tutoramento triangular. Este sistema, teoricamente, reúne vantagens do método do “V” invertido como melhor estabilidade e a não dependência de mão-de-obra especializada, e evita a formação da câmara úmida e aquecida.

No tutoramento vertical de plantas, por sua vez, aumenta a radiação solar e a ventilação ao longo do dossel das plantas podendo reduzir, desta forma, o período de molhamento foliar e a severidade de doenças (SANTOS et al., 1999).

Para a cultura do tomateiro, preconiza-se a condução de uma haste por planta, conjuntamente com a redução do espaçamento entre plantas. A condução da planta com uma haste, com ou sem poda apical a 1,80 metros acima do solo, é o método de condução mais utilizado no país (SILVA et al., 1997). No entanto vários autores têm sugerido a condução das plantas com duas hastes associado à poda apical, devido ao aumento na produtividade proporcionado (POERSCHKE et al., 1995;).

Em experimento conduzido por Wamser et al. (2007) a condução de uma haste por planta proporcionou maior produção de frutos Extra AA, ou seja, frutos com diâmetro maior do que 7 cm, conforme a classificação da CEAGESP (GUTIERREZ, s.d.). Carvalho e Tessarioli Neto (2005) e Marim et al. (2005) também observaram incremento na produção de frutos de melhor classificação com a condução de uma haste por planta, e maior produção de frutos de menor classificação com a condução de duas hastes por planta. No entanto, há aumento na produção de frutos para descarte na condução de plantas com uma haste, segundo dados de Oliveira et al. (1996), favorecendo o aparecimento de frutos rachados e

amarelecidos devido à menor proteção dos frutos pelas folhas contra a incidência direta da radiação solar (WAMSER et al., 2007).

Gusmão (1988), citado por Machado et al. (2007) verificou em tomateiro cultivar “Santa Cruz Kada”, de crescimento indeterminado, que a redução do número de cachos na planta, de oito para quatro, favoreceu o aumento do peso de frutos. Segundo o autor a poda apical acima do quarto cacho reduziu o número de drenos reprodutivos e vegetativos, embora a área foliar tenha se mantido relativamente alta com o aumento no tamanho das folhas, elevando o teor de assimilados disponíveis aos frutos. Resultados semelhantes foram obtidos por Poerschke et al. (1995), com o híbrido “Monte Carlo”, que verificaram um maior peso médio dos frutos comercializáveis em plantas podadas para três cachos em relação às plantas conduzidas com cinco e sete cachos.

Estes métodos de poda de formação com uma ou duas hastes por planta e limitação do crescimento da planta, bem como as diferentes cultivares e tipos de tomate existentes podem ter respostas diferentes quanto aos métodos de tutoramento.

Em um dos poucos trabalhos sobre a cultura da *physalis*, Lima et al. (2009) verificaram que diferentes sistemas de condução afetam as características químicas como teor de sólidos solúveis (<sup>o</sup>Brix), acidez titulável e pH, o que conseqüentemente afeta a qualidade dos frutos, demonstrando que o sistema de condução adequado e tipo de tutoramento correto influenciam o microclima formado ao redor da planta, o que acaba por influenciar nas características físico-químicas, gerando frutos maiores e de maior qualidade.

## 2.2 NUTRIÇÃO

Os efeitos nutricionais dependem da influência que cada nutriente exerce em particular sobre os processos bioquímicos e biológicos da planta. A nutrição das plantas afeta tanto a qualidade interna como a externa, atuando sobre os processos de respiração e proporcionando firmeza ao fruto.

A proporção dos elementos minerais requerida pelas plantas pode ser fortemente determinada pela espécie, pelo estágio de desenvolvimento ou pelo órgão da planta. Entretanto, para a planta atingir um metabolismo balanceado, uma alta produção de matéria seca e desenvolvimento adequado existem dois fatores

primordiais: quantidades suficientes e proporções balanceadas de nutrientes (LARCHER, 2000).

Se a concentração de um nutriente essencial no tecido vegetal esta abaixo do nível necessário para ótimo crescimento, indica que a planta é deficiente nesse nutriente, produzindo assim uma alteração na rota metabólica em que este nutriente participa, afetando os demais processos envolvidos. As degenerações metabólicas produzidas por deficiências de nutrientes essenciais se manifestam eventualmente em anormalidades visíveis (EPSTEIN; BLOMM, 2005).

. A observação dos sintomas visíveis das alterações nutricionais é um método de diagnóstico qualitativo (GARATE; BONILLA, 2008). A caracterização do desenvolvimento foliar e da planta em geral, somados aos sintomas de deficiência de nutrientes podem ser uma ajuda eficiente no diagnóstico de desordens e desbalanceamento nutricional (YEH et al., 2000).

Em seu trabalho, Martinez et al. (2009) descrevem os efeitos das deficiências dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg em plantas de *physalis*, que serão descritos abaixo:

- Nitrogênio – plantas apresentam menor porte, retardo na ramificação, floração e conseqüentemente na frutificação. Ramos com coloração arroxeada. Como as folhas, os cálices dos frutos com coloração verde claro e frutos em tom de laranja claro.
- Fósforo – as folhas baixas e do terço superior com coloração arroxeada e outras folhas com coloração verde mais intensa, porém, sem o tom de azul descrito por Epstein e Bloom (2005).
- Potássio – manchas necróticas internervais nas folhas de toda a planta e nos cálices dos frutos, redução no porte.
- Cálcio – folhas amareladas, principalmente nos terços médio e inferior da planta, senescência acelerada das folhas e frutos com manchas em tons de creme a branco, além de alaranjado intenso.
- Magnésio – manchas arroxeadas nas margens e entre as nervuras das folhas e do cálice, clorose internerval nas folhas em forma de “V”.

Para Fontes e Guimarães (1999), os estudos para estabelecer critérios técnicos para manejo da adubação na produção do tomateiro, assim como para a cultura da *physalis*, são incertos no Brasil, e que características como doses econômicas e formas de aplicação são fundamentais para aumentar produção e qualidade dos frutos.

### 2.3 CULTIVO PROTEGIDO E A FERTIRRIGAÇÃO

Cultivo em ambiente protegido, cultivo protegido, cultivo em abrigo plástico, cultivo em estufa ou plasticultivo é considerado recente e importante insumo agrícola, permitindo aumentos de produção das culturas, onde se esgotaram as tentativas convencionais de se obter incrementos face ao elevado emprego de técnicas modernas de cultivo (ARAÚJO; CASTELLANE, 1996).

Desta forma, tornou-se possível alterar, de modo acentuado, o ambiente de crescimento e de reprodução das plantas, com controle parcial dos efeitos adversos do clima (ARAÚJO; CASTELLANE, 1996). Também podem ser controladas características como manejo de doenças e pragas, redução de perdas de nutrientes por lixiviação e de estresses fisiológicos das plantas, aumento de produtividade, aumento do período de colheita para culturas de colheita múltipla e melhoria na qualidade de produção (OLIVEIRA, 1999).

No Brasil, os plásticos começaram a ser empregados na produção agrícola a partir da década de 70, porém, a partir da década de 80, esta atividade se expandiu rapidamente, com o sucesso econômico das primeiras estufas plásticas implantadas no cinturão verde de São Paulo–SP e cultivadas com hortaliças de consumo nobre como tomate cereja (*Lycopersicon esculentum* Mill.), melão rendilhado (*Cucumis melo* L.), pimentão amarelo (*Capsicum annuum* L.) ou flores (ARAÚJO; CASTELLANE, 1996). O cultivo comercial de hortaliças em estufas plásticas é uma atividade crescente, principalmente nas proximidades de grandes centros urbanos, onde a capacidade de produção intensiva em pequenas áreas deve atender à grande demanda destes centros, tanto em quantidade como em qualidade.

Segundo Poerschke et al. (1995), no interior da estufa, mesmo em dias frios, ocorre acúmulo significativo na temperatura, com valores acima da temperatura base de crescimento do tomateiro (10°C). O cultivo do tomateiro em

ambiente protegido é uma das técnicas empregadas para obter elevadas produtividades nos períodos de entressafra, superiores a  $100 \text{ t.ha}^{-1}$  em ciclo de aproximadamente 150 dias (ANDRIOLO et al., 1997). Em comparação ao cultivo convencional, segundo dados do IBGE (2004), o cultivo protegido pode atingir o dobro da produtividade do plantio convencional, que varia de  $38 \text{ t.ha}^{-1}$ , em Pernambuco e Rio Grande do Sul, a  $77 \text{ t.ha}^{-1}$  no estado do Goiás. Para atingir tais rendimentos, são necessárias doses adequadas de nutrientes, e que normalmente são elevadas. Inúmeras recomendações de adubação para uso regional encontram-se na literatura, com forte discrepância entre os valores (RATTIN et al. 2003).

Fontes e Silva (2002) destacam aspectos positivos relacionados ao cultivo do tomateiro em estufas e em substrato, com destaque para redução de orvalho nas plantas, diminuição da competição com plantas infestantes e uso de substratos com condições físico-hídricas favoráveis ao desenvolvimento do sistema radicular.

As técnicas de produção em estufa chegaram ao Brasil sem muitas informações de manejo e condução, o que acarretou, a longo prazo, problemas com o solo das áreas onde estavam instaladas. Nestes casos, a salinização do solo e a proliferação de alguns patógenos têm sido favorecidas. Segundo Ethur et al. (2008), um dos patógenos de solo comumente encontrado em locais de cultivo protegido do tomateiro são fungos do gênero *Fusarium spp.*, que causam inúmeros problemas na cultura, desde a fase de muda à planta adulta, como murchas e podridões de raiz.

No estado do Rio Grande do Sul, Vedum e Bartz (1998) observaram aumento da concentração de nutrientes no solo de 44 estufas localizadas em distintas regiões. Esse excesso de nutrientes minerais pode conduzir ao antagonismo entre os nutrientes, com efeitos negativos sobre a produção. Entre os exemplos de antagonismos conhecido entre os nutrientes pode-se citar o caso de descrito por Malavolta et al. (1997), em que o antagonismo entre K e Ca é resultado de uma competição iônica na solução do solo.

As alternativas para resolver ou minimizar o efeito desses problemas, em cultivos protegidos, passam pelos sistemas de cultivo sem solo, onde a fertirrigação em substratos ganha destaque. De acordo com Goto et al. (2001), a fertirrigação por gotejamento é a forma de aplicação que mais se aproxima do ritmo de absorção de água e nutrientes pela planta.

O uso de substratos é uma técnica de cultivo que teve início na década de 1930, e que visa facilitar o manejo da nutrição mineral das plantas através da fertirrigação. Apesar disso, o interesse por sistemas que empregam substratos tem aumentado nos últimos anos (ANDRIOLO, et al., 2009), pois é possível reduzir o número de fertirrigações, uma vez que um substrato adequado retém umidade, e conseqüentemente, os gastos com energia elétrica.

Para Andriolo (1996), diversos materiais de origem orgânica e mineral podem ser empregados como substratos, sendo a disponibilidade e o custo, fatores determinantes na escolha. Porém, nem sempre um único material reúne todas as características desejáveis, devendo-se, às vezes, recorrer à mistura deles, buscando a complementação das características faltantes. Um substrato inadequado disponibilizará volume de água para as raízes menor do que no solo e, conseqüentemente, para manter as plantas permanentemente com suas necessidades hídricas supridas, requer-se um fornecimento de água com mais frequência. O uso de substrato também possibilita manejo hídrico e nutricional mais apropriado, redução do risco de salinização do meio radicular e de problemas relacionados à sanidade das plantas (ANDRIOLO et al., 1999).

A adoção da fertirrigação integrada ao cultivo protegido, de maneira adequada, resulta em redução da mão-de-obra, melhor distribuição e localização do fertilizante, ajuste aos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura e possibilidade de automação (FERNANDES, 2001). O manejo da irrigação tem importância no sistema de cultivo em ambiente protegido em substrato com reflexos diretos na produtividade.

No Brasil, alguns trabalhos vêm sendo desenvolvidos no sentido de comparar o desempenho e adequação de diferentes substratos ao cultivo do tomateiro (FERNANDES et al., 2002; CARRIJO et al., 2004; FONTES et al., 2004). Trabalhos envolvendo estes assuntos para a cultura do *physalis* são recentes e incipientes.

#### 2.4 SOLUÇÃO NUTRITIVA E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

É possível encontrar as mais diversas formulações de soluções nutritivas em literatura, como por exemplo, as utilizadas por Moraes e Furlani (1999) e Furlani e Fernandez Júnior (2004), muito utilizadas para hortaliças no Brasil,

entretanto, é imprescindível conhecer os aspectos nutricionais e manejo das plantas para o sucesso da produção fertirrigada, seja em sistema hidropônico estrito (sem substrato), ou sistema semi-hidropônico (com substrato). Alguns destes aspectos, conforme Helbel Júnior et al. (2008), são, principalmente, a composição da solução nutritiva e a frequência e vazão de aplicação da solução nutritiva. Tais fatores devem ser adequados à cultura e condições de cultivo.

Uma maneira de se mensurar a quantidade de nutrientes em uma solução nutritiva é através da condutividade elétrica (CE). A CE de uma substância é definida como a capacidade desta em conduzir corrente elétrica. O princípio dos equipamentos de medida da condutividade elétrica consiste na medida de tensão quando uma corrente alternada é aplicada em dois eletrodos de uma célula de condutividade elétrica imersa em uma solução (RADIOMETER ANALYTICAL, 2004). A CE é proporcional ao conteúdo total de íons, assim quando acontece sua queda também ocorre uma perda proporcional na quantidade total de íons disponíveis para absorção por parte das raízes. No entanto, sais diferentes apresentam condutividades diferentes, portanto, para cada formulação haverá uma função linear relacionando CE e quantidade total de íons dissolvidos (MARTINEZ, 1997).

Além da concentração da solução nutritiva, o crescimento da planta, a produtividade e a qualidade das frutas é influenciado também pelas condições ambientais (ANDRIOLO et al., 2009). A concentração elevada da solução nutritiva dificulta a absorção de água pelas plantas, agravando os efeitos negativos do estresse hídrico sobre o crescimento e a produtividade. Por outro lado, a manutenção de baixas concentrações da solução nutritiva diminuem o acúmulo de massa pela planta e também a produção. Para Krauss et al. (2006), o controle dos níveis de condutividade elétrica são eficazes para uma produção de frutos de boa qualidade, pois promovem condições para maior acúmulo de açúcares e ácidos, responsáveis pela melhora no sabor do tomate.

Segundo Mota et al. (2006), promover um adequado programa nutricional é essencial para o cultivo de plantas de alta qualidade. A amostragem da solução do substrato com o uso de extrator de solução permite a determinação dos valores de Condutividade Elétrica e pH, possibilitando o conhecimento do estado nutricional antes do aparecimento de sintomas de deficiência ou toxicidade nas plantas. Existindo monitoramento constante, a condutividade elétrica pode ser

mantida numa faixa tida como adequada para o desenvolvimento da planta (MOTA, 2007).

### 3 ARTIGO: FERTIRRIGAÇÃO CONTÍNUA DE *PHYSALIS* COM DIFERENTES CONDUTIVIDADES ELÉTRICAS

#### 3.1 RESUMO E ABSTRACT

##### RESUMO

Com a maior divulgação na mídia das propriedades nutraceuticas das pequenas frutas como morango, framboesa entre outras, o interesse do consumidor aumenta, e, conseqüentemente, sua produção. Uma espécie da família das solanáceas que vêm sendo cultivada recentemente é a *Physalis* L.. Seu cultivo é simples, e manejada de acordo com a cultura do tomateiro. Diversos autores têm trabalhado com soluções nutritivas e variadas condutividades elétricas em diferentes culturas, entretanto os resultados em uma mesma cultura são controversos, variando de acordo com espécie, cultivar e condições de cultivo. Por se tratar de uma cultura recente no país, estudos sobre a cultura da *physalis* são escassos, faltando informações técnicas sobre manejos adequados específicos para a cultura, o que justifica a condução de trabalhos com *Physalis* L.. Portanto, o objetivo do trabalho foi determinar condutividade elétrica ideal para a fertirrigação contínua, onde não ocorra acúmulo salino prejudicial ao desenvolvimento e produção de *Physalis* L.. O delineamento experimental foi de blocos casualizado, com sistema de condução de de três hastes por planta, em vasos com areia grossa como substrato. As soluções nutritivas que compuseram os tratamentos atingiram condutividades elétricas de 0,5 dS.m<sup>-1</sup>, 1,0 dS.m<sup>-1</sup>, 1,5 dS.m<sup>-1</sup> e 2,0 dS.m<sup>-1</sup>. Foram avaliados o °Brix, teor e extração de nutrientes nas partes das plantas e nos frutos, além da produção, produtividade e produção de massa fresca e seca. A cultura da *physalis* se mostrou tolerante a acúmulos salinos no substrato e a produção de biomassa respondeu positivamente para o aumento da concentração da solução nutritiva, devendo ser recomendado a utilização de soluções diferentes nos estádios de desenvolvimento. O tratamento de 1,5 dS.m<sup>-1</sup> obteve os maiores acúmulos de nutrientes na planta, demonstrando ser o ponto de saturação para a absorção de nutrientes por *physalis*.

**Palavras-chave:** Solução nutritiva. Salinização. Tutoramento. Condutividade elétrica.

##### ABSTRACT

With the increased media coverage of the nutraceutical properties of small fruits like strawberries, raspberries and other, consumer interest increases, and consequently its production. A species of the nightshade family that see recently is being cultivated *Physalis* L.. Its cultivation is simple, and managed according to the tomato crop. Several authors have worked with various nutrient solutions and electrical conductivities in different cultures, though the results in the same culture are

controversial, varying according to species, cultivar and growing conditions. Because it is a culture in the country recently, studies on the culture of physalis are scarce, lacking technical information about adequate management practices specific to the culture, which justifies conducting studies with *Physalis L.*. Therefore, the objective of this study was to determine electrical conductivity ideal for continuous fertigation, where salt buildup occurs not detrimental to the development and production of *Physalis L.*. The experimental design was randomized blocks with conduction system of three stems per plant in pots containing coarse sand. The solutions that comprised the treatments reached conductivities electrical 0,5 dS.m<sup>-1</sup>, 1,0 dS.m<sup>-1</sup>, 1,5 dS.m<sup>-1</sup> and 2,0 dS.m<sup>-1</sup>. We evaluated the °Brix content and nutrient uptake in plant parts and fruits in addition to production, productivity and production of fresh and dry. The culture of capegooseberry showed tolerance of the saline accumulations in substrate and production of biomass reacted positively to the increasement in the concentration on nutrient solution should be recommended to use solutions of different stages of development. Treatment of 1,5dS.m<sup>-1</sup> received the greatest accumulation of nutrients in plants, demonstrating that the saturation point for the absorption of nutrients capegooseberry.

**Keywords:** Nutrient solution. Salinization. Staking. Electrical conductivity.

### 3.2 INTRODUÇÃO

A cultura da *Physalis peruviana L.* é ainda recente no país e não se possui muitas informações técnicas sobre o cultivo, sendo estas provenientes de países como a Colômbia, o maior exportador mundial da fruta. No Brasil a cultura é manejada de acordo com a cultura do tomateiro, a solanácea de cultivo comercial mais próxima da espécie.

Segundo a Corporación Colombiana Internacional (1994), diferentes regiões colombianas lhe atribuem propriedades medicinais, tais como a de purificar o sangue, diminuir a albumina nos rins, aliviar problemas de garganta e fortificar o nervo óptico, e estudos estão sendo desenvolvidos no sentido de validar tais informações, como os resultados de Franco et al. (2007), que validam o uso do cálice de *P. peruviana* para tratamento de doenças inflamatórias como o reumatismo.

A planta é arbustiva e perene, podendo atingir dois metros de altura (CHAVES, 2006), podendo formar uma ramificação muito densa e decumbente, o requer sistema de suporte. Para Lima et al. (2009), a condução é obrigatória e o espaçamento adotado deve ser de acordo com o sistema empregado, entretanto Rufato et al. (2008) sugere o cultivo sem nenhum sistema de condução e maior

espaçamento, porém ressalta que não é o mais indicado, pois ocasiona maior sombreamento, diminuindo a floração e frutificação, além de frutos menores e menor qualidade.

Seu fruto é uma baga globosa e se caracteriza por apresentar coloração alaranjada quando maduro e desenvolver-se dentro de um cálice formado por cinco sépalas. O cálice protege o fruto contra insetos, pássaros, patógenos e condições climáticas adversas, e serve de fonte de carboidratos durante os primeiros 20 dias de crescimento (MAZZORA et al., 2006).

Os efeitos nutricionais dependem da influência de cada nutriente sobre os processos bioquímicos e biológicos da planta. A nutrição das plantas afeta tanto a qualidade interna como a externa, atuando sobre os processos de respiração e proporcionando firmeza ao fruto.

Se a concentração de um nutriente essencial no tecido vegetal esta abaixo do nível necessário para ótimo crescimento, indica que a planta é deficiente nesse elemento, produzindo assim uma alteração na rota metabólica. As degenerações metabólicas produzidas por deficiências de nutrientes essenciais se manifestam eventualmente em anormalidades visíveis (EPSTEIN; BLOMM, 2005).

Martinez et al. (2009) analisaram e descreveram os efeitos de deficiências de cada nutriente em plantas de *physalis*, como por exemplo a deficiência de Cálcio, que causa aceleração da senescência das folhas e manchas nos frutos.

O cultivo protegido é uma das técnicas empregadas para obter elevadas produtividades nos períodos de entressafra (ANDRIOLO et al., 1997), e aliado à técnicas de cultivo como a fertirrigação com uso de substrato, que tem tido maior interesse nos últimos anos (ANDRIOLO et al., 2009), pois é possível reduzir o número de fertirrigações, uma vez que um substrato adequado retém umidade, e consequentemente, os gastos com energia elétrica.

Podem ser encontradas em literatura diversas formulações de solução nutritiva, como as estabelecidas por Moraes e Furlani (1999) e Furlani e Fernandes Júnior (2004), muito utilizadas para hortaliças no Brasil, no entanto, conhecer os aspectos nutricionais e manejo das plantas são de essenciais para o sucesso deste método de cultivo.

Segundo Mota et al. (2006), promover um adequado programa nutricional é essencial para o cultivo de plantas de alta qualidade. A amostragem da

solução do substrato com o uso de extrator de solução permite a determinação dos valores de Condutividade Elétrica e pH, possibilitando o conhecimento do estado nutricional antes do aparecimento de sintomas de deficiência ou toxicidade nas plantas. Existindo monitoramento constante, a condutividade elétrica pode ser mantida numa faixa tida como adequada para o desenvolvimento da planta (MOTA, 2007).

Informações como formulação de solução nutritiva ideal, condutividade elétrica e técnicas de manejo adequadas e específicas para a cultura de *Physalis* L. ainda são escassas no país e variam de acordo com fatores como localização, disponibilidade de materiais e custos, densidade de semeadura, dentre vários outros fatores fundamentais para o desenvolvimento correto da cultura e sem ocasionar custos desnecessários ao produtor.

O objetivo deste trabalho é identificar a condutividade elétrica da solução nutritiva adequada para a produção de frutos de *physalis* em sistema de fertirrigação contínua, em que o acúmulo salino no substrato não prejudique a produtividade das plantas.

### 3.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido à partir da rebrota de plantas de *physalis* de cultivo anterior, em casa de vegetação do tipo arco no Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, campus de Londrina. O clima da região é do tipo subtropical Cfa, conforme classificação de Köeppen, altitude média de 560 metros.

As mudas iniciais utilizadas no primeiro cultivo foram produzidas a partir de sementes de *P. peruviana* retirados de frutos de origem colombiana, comercializados no mercado, com semeadura feita em bandejas de 128 células e utilizando-se como substrato a turfa fértil, no dia 23 de junho de 2010. Com 45 dias após a emergência, as mudas foram transplantadas para saco plásticos contendo uma mistura de terra de barranco, areia e esterco bovino, na proporção 1:2:1. Ao atingirem entre 15 e 20 centímetros de altura e 03 a 04 folhas verdadeiras, foram transplantadas para vasos de 9,0 litros, preenchidos com 8,5 dm<sup>3</sup> de areia grossa,

com granulometria variando de 0,5 a 1,0 milímetros. Esta metodologia é descrita por Rufato et al. (2008) para a produção de mudas de *physalis*.

Após condução de um ciclo produtivo que durou até o início do mês de Janeiro de 2011, as plantas sofreram podas rentes ao substrato, e à partir da rebrota destas plantas este experimento foi iniciado.

Por se tratar de uma rebrota, logo após a poda, os vasos permaneceram por 30 dias sendo irrigados diariamente com 1,5 litros de água, para a lavagem do substrato e evitar a contaminação por salinização do cultivo anterior.

O experimento foi composto por quatro tratamentos e oito repetições, com as plantas mantidas em sistema de condução de espaldeira com três hastes principais por planta, os ramos laterais com 40 cm e espaçamento entre plantas e entre linhas de um metro. A fertirrigação foi realizada diariamente por sistema de gotejamento, controlado por um temporizador, e a vazão da solução regulada para  $0,2 \text{ L min}^{-1}$ , por 5 minutos, em intervalos 2 horas.

O sistema de fertirrigação foi composto por dois gotejadores por vaso, ligados a bombas submersas em reservatórios de 90 litros contendo as soluções nutritivas.

Os tratamentos se iniciaram no dia 7 de fevereiro de 2011, sendo constituídos por soluções nutritivas com condutividade elétrica (CE) de  $0,5 \text{ dS.m}^{-1}$  (T1),  $1,0 \text{ dS.m}^{-1}$  (T2),  $1,5 \text{ dS.m}^{-1}$  (T3) e  $2,0 \text{ dS.m}^{-1}$  (T4), preparadas à partir da solução de Hoagland e Arnon (1950) modificada por Takahashi (2011)\*.

Os sais utilizados para o preparo das soluções foram MAP purificado,  $\text{Ca}(\text{NO})_3$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Mg}(\text{SO}_4)$  e  $\text{KNO}_3$  e também foi utilizado o mix de micronutrientes quelatizados Rexolin<sup>®</sup> BRA, preparado em solução estoque de  $10 \text{ g.L}^{-1}$ . Para suprir a necessidade de Fe também foi utilizado GeoQuel<sup>®</sup> Ferro 6, em solução estoque de  $70 \text{ g.L}^{-1}$ .

A solução nutritiva base foi composta por  $198 \text{ mg.L}^{-1}$  de N,  $43,6 \text{ mg.L}^{-1}$  de P,  $152,4 \text{ mg.L}^{-1}$  de K,  $233 \text{ mg.L}^{-1}$  de Ca,  $27 \text{ mg.L}^{-1}$  de Mg,  $39 \text{ mg.L}^{-1}$  de S,  $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$  de B,  $0,2 \text{ mg.L}^{-1}$  de Cu,  $5 \text{ mg.L}^{-1}$  de Fe,  $0,8 \text{ mg.L}^{-1}$  de Mn,  $0,08 \text{ mg.L}^{-1}$  de Mo e  $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$  de Zn, gerando condutividade elétrica de  $2,0 \text{ dS.m}^{-1}$ , que foi a solução utilizada em T4. À partir disso, as quantidades de sais foram multiplicadas por 0,25 para obter a solução utilizada em T1, por 0,50 para obter a solução utilizada em T2 e por 0,75 para obter a solução utilizada em T3.

\* Comunicação pessoal.

Por se tratar de um sistema de fertirrigação contínua, a CE no substrato não foi controlada, sendo realizada somente a monitoramento da salinização do substrato com a coleta da solução do substrato, retirada com auxílio de um extrator.

O extrator é composto por um tubo em PVC com 15cm de comprimento e ponta cerâmica porosa de 1 bar. Ao aplicar uma força de vácuo a solução presente no substrato é extraída e pode ser coletada.

As extrações foram realizadas semanalmente e nas ocasiões foram determinados CE e pH, com utilização de aparelhos portáteis. Para tal operação, os tratamentos sofreram a fertirrigação normalmente e após o término do período de fertirrigação, a extração era feita. Foram realizadas duas extrações no mesmo vaso em intervalos de 30 minutos para as determinações.

Amostras de folhas índice foram coletados, conforme metodologia utilizada por Oliveira et al. (2009) em tomateiros, colhendo a quarta folha totalmente desenvolvida à partir do ápice, com as plantas em pleno florescimento, para avaliação dos teores de nutrientes, o que ocorreu nos primeiros dias do mês de Junho. As colheitas dos frutos foram realizadas quando estes apresentavam-se em ponto de colheita, ou seja, com a coloração amarelada do fruto e coloração verde amarelada do cálice dos frutos, conforme descrição feita por Rufato et al. (2008).

O substrato também passou por análise química, sendo coletado cerca de 100 g de amostra por vaso, nas camadas de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 15 cm ao final do experimento.

Para os frutos colhidos foram avaliados o teor de sólidos solúveis (°BRIX), com refratômetro portátil, como descrito por Lima et al. (2009). Já os frutos rachados foram contabilizados, pesados e avaliados separadamente dos frutos inteiros, pois estes não são considerados frutos destinados ao comércio *in natura*, pois possuem outra destinação.

Foram determinados a produção comercial de frutos para comércio *in natura*, bem como a produção de frutos rachados e total por planta e a produção de massa fresca e seca dos frutos. Para a determinação de massa seca as amostras foram colocadas em estufa de circulação de ar a  $60^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  até adquirirem massa constante.

O experimento foi conduzido até o dia 23 de agosto, pois era possível observar considerável queda na produção, indicando que o ciclo da cultura

estava chegando ao final. Com o encerramento, as plantas foram coletadas e separadas em folhas, caule e frutos verdes, e suas massas determinadas. As amostras de folhas, frutos, caules passaram por análise química para determinação de nutrientes no Laboratório de Solo do Departamento de Agronomia da UEL. Após secas, as amostras foram moídas e passaram por digestão ácida para determinação dos nutrientes, seguindo metodologia de Malvolta et al. (1997). Foram determinados o teor e a extração dos seguintes nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn e Mn.

O delineamento experimental foi de blocos casualizado, com cada vaso considerado com uma unidade experimental, e após as análises químicas os resultados obtidos foram submetidos à análise de regressão e as equações ajustadas aos dados de produção, teores de nutrientes e acúmulo de massa.

### 3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observando o gráfico de monitoramento da CE (Figura 1a), verifica-se que, a CE sofre aumento gradual e no momento em que surgiram os frutos ocorre estabilização da condutividade elétrica em todos os tratamentos, que se segue até o final da condução do experimento sem muita variação, sendo verificado que as CEs para T1, T2, T3 e T4 foram  $3,14 \text{ dS.m}^{-1}$ ,  $3,99 \text{ dS.m}^{-1}$ ,  $5,18 \text{ dS.m}^{-1}$  e  $5,47 \text{ dS.m}^{-1}$ , respectivamente.

Estes resultados são decorrentes da salinização que ocorreu no decorrer do período, pois não houve o controle de condutividade no substrato. Ao mesmo tempo em que ocorre o aumento da concentração salina no substrato, a planta se desenvolve e passa a criar equilíbrio entre os nutrientes disponíveis, resultando em maior produção de biomassa onde há maior disponibilidade de nutrientes.

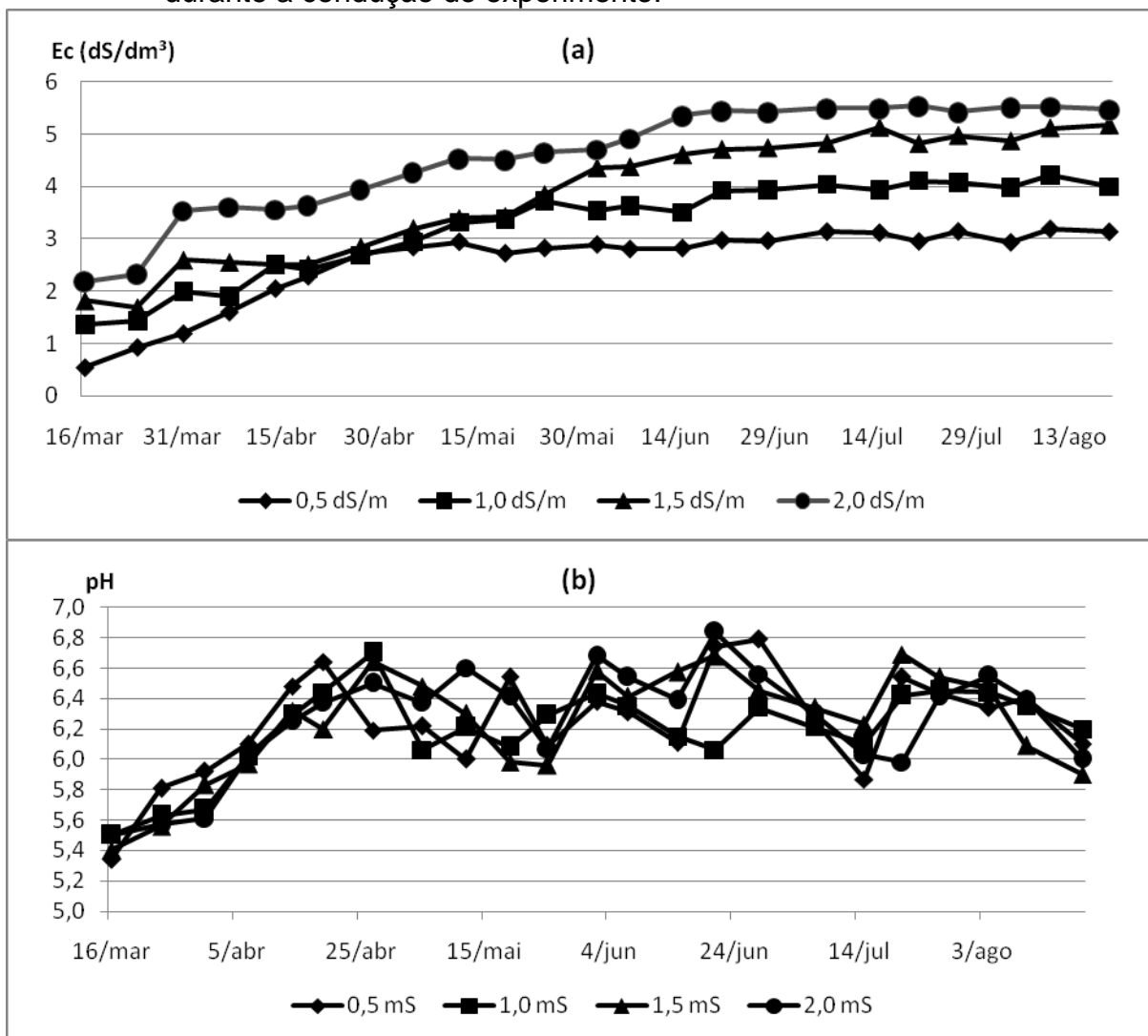
Podemos observar ainda na Figura 1a que em T1 ocorre um rápido aumento da CE na solução do solo durante os primeiros 30 dias de desenvolvimento da planta, e que nos 45 dias subsequentes quase não houve diferença nas CEs de T1, T2 e T3. À partir do momento em que ocorre o surgimento de frutos, nota-se que a estabilização de CE entre os tratamentos, sendo T4 o tratamento que obteve os maiores resultados e observado o desenvolvimento normal das plantas.

Para o pH (Figura 1b), nota-se que as variações entre e dentro dos tratamentos se situam em uma pequena faixa, sendo os valores de pH 5,3; 5,5; 5,4 e

5,5 para T1, T2, T3 e T4 respectivamente, no início do tratamento, finalizando ciclo com pH bem próximos a 6,0. Rufato et al. (2008) recomendam como faixa ideal de pH para o cultivo de *physalis* entre 5,5 e 6,8.

Com base nestes resultados, o que se pode sugerir é a utilização de soluções nutritivas de diferentes condutividades elétricas nos distintos estádios de desenvolvimento da *physalis*, sendo recomendado o início do cultivo com CEs mais baixas e o aumento da CE da solução nos estádios seguintes.

**Figura 2** – Monitoramento da CE e do pH da solução do solo nos tratamentos durante a condução do experimento.



Nas folhas índices de *physalis* (Tabela 1) coletadas em duas épocas, com a primeira coleta no início do florescimento e a segunda coleta cinco semanas após o início do florescimento, com os frutos em desenvolvimento, observa-se que em T1 e T2 o teor dos nutrientes N e P estão abaixo do nível

adequado, comparado com o sugerido por Silva e Giordano (2000), para a cultura do tomateiro, considerando as duas coletas. No entanto, as plantas destes tratamentos não apresentaram nenhum sintoma de deficiência para estes nutrientes, conforme descritos por Martinez et al. (2009).

Conforme afirmado por Fernandes (2006) a maior absorção de K pela planta afeta positivamente a absorção de N, pelas funções metabólicas exercidas pelo nutrientes, que participa no processo de absorção de N. Tal fato foi observado em *physalis* (Tabela 1), pois verificamos o aumento nos teores de K em T3 e T4, juntamente com os teores de N nestes tratamentos.

As faixas de teores recomendadas para tomateiro variam de acordo com método de cultivo e cultivar utilizadas, portanto, se considerarmos as recomendações de Fontes e Ronchi. (2002), para tomate cultivado em areia, somente S, Fe e Zn estão com teores dentro da faixa de recomendação, fazendo-se necessário a ponderação entre os valores encontrados em literatura e uma recomendação de faixas de teores específicos para a cultura da *physalis*.

Analisando os teores de nutrientes na 1ª coleta e na 2ª coleta (Tabela 1) em função dos tratamentos verifica-se que não é possível indicar qualquer é a melhor época de coleta para avaliar o estado nutricional visto que, a sensibilidade avaliando a variação dos teores de nutrientes em função dos tratamentos não é muito evidente. Segundo Grattans e Grieve (1993) a condição de salinização pode ocasionar desordens nutricionais e induzir relações antagônicas entre nutrientes na planta, o que reduz os rendimentos das culturas.

Nos teores de K na 2ª coleta não se observa diferença estatística entre T1 (27,94 g.Kg<sup>-1</sup>) e T2 (29,51 g.Kg<sup>-1</sup>) e entre T3 (37, 83 g.Kg<sup>-1</sup>) e T4 (38,52 g.Kg<sup>-1</sup>), mas ocorre diferença se compararmos T1 e T2 com T3 e T4, sendo possível verificar que, à medida em que aumenta a CE na solução do solo, houve aumento do teor de K em detrimento de Ca e Mg, tornando evidente a presença de inibição competitiva entre estes nutrientes (MALAVOLTA, 2006).

Um outro exemplo de relação antagonica entre nutrientes bastante conhecida citado por Malavolta (2006), é o que ocorre entre Ca e Cu, onde um nutriente impede a absorção exagerada do outro, o que não foi observado nos resultados obtidos.

**Tabela 4** – Teor de nutrientes das folhas índice de physalis, com a 1ª coleta no início do florescimento e a 2ª coleta cinco semanas após florescimento, submetidas ao teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tratamento		N	P	K	Ca	Mg	S
		g/Kg					
1ª coleta	T1	27,59 c	1,84 b	30,28 b	14,53 b	4,29 a	18,12 b
	T2	34,18 b	1,89 b	23,25 ab	21,77 ab	5,15 a	22,64 a
	T3	44,81 a	2,25 a	32,73 a	20,18 ab	4,78 a	21,61 a
	T4	46,79 a	2,48 a	32,85 a	19,27 a	4,97 a	21,24 a
2ª coleta	T1	30,81 c	1,86 b	27,94 b	16,01 a	5,56 a	28,72 b
	T2	33,27 bc	2,35 a	29,51 b	23,26 a	6,63 ab	24,09 b
	T3	41,29 ab	2,71 a	37,83 a	18,86 a	5,54 ab	21,55 ab
	T4	42,73 a	2,56 a	38,52 a	14,60 a	4,58 b	21,38 a
Tratamento		Fe	Cu	Zn	Mn		
		mg/Kg					
1ª coleta	T1	277,28 a	6,26 a	27,72 a	74,36 a		
	T2	335,90 a	10,91 a	41,74 a	74,36 a		
	T3	247,21 a	7,36 a	38,69 a	61,03 a		
	T4	308,98 a	8,70 a	49,39 a	77,93 a		
2ª coleta	T1	472,03 a	10,80 b	38,89 a	288,13 a		
	T2	496,26 a	16,63 a	52,18 a	300,64 a		
	T3	355,50 a	17,21 a	49,63 a	332,91 a		
	T4	432,64 a	18,24 a	46,50 a	300,09 a		

\* Média seguida de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Na análise química do substrato (Tabela 2), os teores de P estão dentro da faixa de suficiência recomendada para o tomateiro, e considerando que o manejo de physalis é realizado de acordo com esta cultura, a disponibilidade de nutrientes foi adequada para o bom desenvolvimento da planta.

O que se pode verificar na Tabela 2 é que ocorre um aumento no teor de K do substrato do tratamento de menor CE para o tratamento de maior CE.

Fageria (2001) afirma que a alta concentração de K no solo tem ação antagonista sobre a absorção de Ca e Mg, que podemos verificar nas folhas índice (Tabela 1), onde ocorre o decréscimo no teor de Mg de T1 (5,56 g.Kg<sup>-1</sup>) a T4 (4,58 g.Kg<sup>-1</sup>) na 2ª coleta, apesar da disponibilidade de Ca e Mg no substrato não sofrerem interferência com o aumento da concentração de K (Tabela 3).

**Tabela 5** – Teor de nutrientes encontrados em análise química do substrato utilizado no cultivo fertirrigado de physalis, nas profundidades de 0 a 5 cm, de 5 a 10 cm e de 10 a 15 cm.

Tratamento	Profundidade	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
		g.dm <sup>-3</sup>				mg.dm <sup>-3</sup>			
T1	0 a 5	5,25	0,19	1,11	0,22	16,11	0,59	2,61	2,05
	5 a 10	4,77	0,18	0,92	0,19	16,46	0,69	2,69	1,94
	10 a 15	7,17	0,19	0,95	0,18	15,88	0,81	2,80	1,84
	Média	5,73	0,18	1,00	0,20	16,15	0,69	2,70	1,94
T2	0 a 5	13,92	0,33	1,66	0,20	11,72	1,64	3,10	1,47
	5 a 10	9,62	0,34	1,57	0,15	11,40	1,79	3,12	1,49
	10 a 15	8,88	0,32	1,77	0,16	12,26	1,55	3,81	1,51
	Média	10,81	0,33	1,67	0,17	11,80	1,66	3,34	1,49
T3	0 a 5	8,95	0,35	2,07	0,24	16,82	2,20	6,13	1,02
	5 a 10	8,43	0,36	1,60	0,20	16,18	2,19	5,97	1,00
	10 a 15	8,02	0,37	1,74	0,18	16,51	1,53	6,01	1,03
	Média	8,46	0,36	1,80	0,21	16,51	1,97	6,03	1,02
T4	0 a 5	8,09	0,45	2,56	0,25	25,85	1,92	3,80	0,47
	5 a 10	7,47	0,51	2,07	0,18	26,99	2,24	3,68	0,49
	10 a 15	6,63	0,45	1,74	0,14	29,07	2,36	4,12	0,40
	Média	7,40	0,47	2,12	0,19	27,30	2,17	3,87	0,46

Os resultados de produção de massa fresca (MF) e massa seca (MS) estão apresentados na Tabela 3. Segundo estes resultados, o aumento da CE da solução nutritiva, bem como o acúmulo salino no substrato influenciam positivamente a produção de MF<sub>Folha</sub>, MF<sub>Caule</sub>, MF<sub>Total</sub>, MS<sub>Folha</sub>, MS<sub>Caule</sub> e MS<sub>Total</sub>.

A produção de frutos (MF<sub>Fruto</sub>) não sofreu influência do aumento da CE da Solução nutritiva, com produção média por planta de 563,38 gramas de fruto por planta, uma quantidade distante da verificada por Rufato et al. (2008), que dizem variar de 1 a 2 Kg de fruto por planta de physalis no planalto catarinense. Este resultado pode ter sido influenciado pela variação genética nas plantas, uma vez que são provenientes de mudas produzidas à partir de sementes de frutos comerciais.

Verifica-se que as plantas responderam positivamente para o aumento da CE da solução nutritiva de forma linear (Figura 2). Diferentemente, Helbel Júnior et al. (2008) encontraram relação quadrática para o aumento da CE na produção de biomassa de alface cv “Vera”, uma das culturas mais sensíveis à salinização do meio de cultivo, onde a máxima produção da biomassa foi em solução de condutividade 1,2 dS m<sup>-1</sup>. Andriolo et al. (2009) também encontraram relação

quadrática para produção de biomassa em morangueiro, também uma cultura sensível à salinização, com produção máxima em CE de  $1,8 \text{ dS m}^{-1}$ .

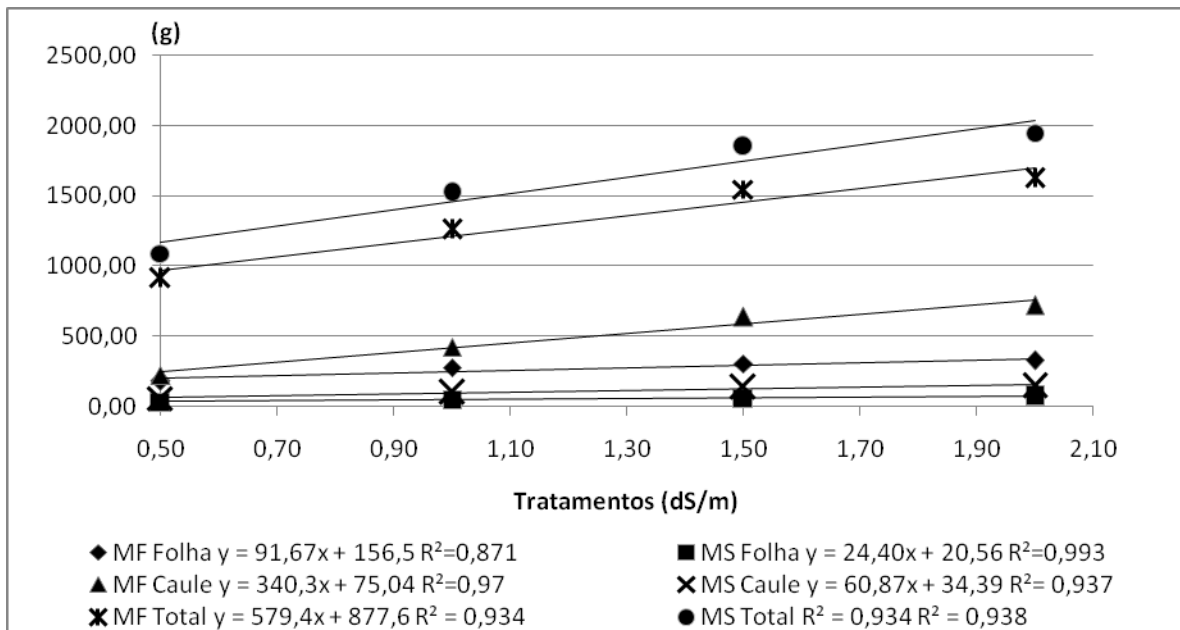
No entanto, trabalhos como o de Gondim et al. (2010) apresentam CEs maiores para alface cultivar “Brasil 303” como as de maior produção de biomassa, o que mostra que a condutividade ideal para o bom crescimento vegetativo varia de cultura para cultura e até mesmo entre cultivares. É sabido que o tomateiro, cultura em que se baseia o manejo da *physalis*, possui uma tolerância maior à altas concentrações da solução nutritiva, porém, como foi citado para alface, os valores das CEs das soluções ainda são muito divergentes.

**Tabela 6** – Resumo da análise de variância para regressão da produção de massa fresca e massa seca em função dos tratamentos. Massa fresca de folha ( $MF_{\text{Folha}}$ ), massa fresca de caule ( $MF_{\text{Caule}}$ ), massa fresca de fruto ( $MF_{\text{Fruto}}$ ), massa fresca total ( $MF_{\text{Total}}$ ), massa seca de folha ( $MS_{\text{Folha}}$ ), massa seca de caule ( $MS_{\text{Caule}}$ ), massa seca de fruto ( $MS_{\text{Fruto}}$ ) massa seca total ( $MS_{\text{Total}}$ ) em  $\text{gramas.planta}^{-1}$ .

Variável	Significância a 5%	Peso (g/planta)	CV (%)
$MF_{\text{Folha}}$	*	180,91 - 324,57	28,86
$MF_{\text{Caule}}$	*	222,52 - 719,73	32,13
$MF_{\text{Fruto}}$	ns	563,38	45,95
$MF_{\text{Total}}$	*	912,62 - 1622,75	32,07
$MS_{\text{Folha}}$	*	31,81 - 69,28	36,54
$MS_{\text{Caule}}$	*	57,66 - 146,59	30,97
$MS_{\text{Fruto}}$	ns	90,64	44,05
$MS_{\text{Total}}$	*	1089,50 - 194,37	31,56

(\*) média significativas no teste de regressão a 5% de significância(ns) não significativo no teste de regressão a 5% de significância.

**Figura 2** – Resposta da produção de massa fresca (MF), seca (MS) total, de folhas e de caules de *physalis* em função da condutividade elétrica da solução nutritiva.



Em trabalho com tomate conduzido por Sara Mejía et al. (2007), observa-se que ocorre incremento na produção de massa fresca e seca de acordo com o aumento da concentração de nutrientes até que se atinja o ponto de saturação, e à partir deste ponto a produção de massa diminui consideravelmente. Portanto, de acordo com os resultados de monitoramento da CE (Figura 1a) e a produção de massa fresca e massa seca (Figura 2), podemos dizer que a *physalis* é uma cultura tolerante às altas concentrações salinas da solução nutritiva.

**Tabela 4** – Resumo da análise de variância para regressão da produção de frutos e teor de sólidos solúveis em função dos tratamentos. Produção de frutos comerciais ( $FR_{Comercial}$ ), frutos verdes ( $FR_{Verde}$ ), frutos rachados ( $FR_{Rachado}$ ), total dos frutos colhidos (comerciais + rachados) ( $TOTAL_{Colhido}$ ), em  $g.planta^{-1}$ , teor de sólidos solúveis de frutos comerciais e rachados (TSS) e produtividade (PROD), em  $Kg.ha^{-1}$ .

Variável	Significância a 5%	Peso	CV (%)
$FR_{Comercial}$ (g/planta)	ns	384,89	44,78
$FR_{Verde}$ (g/planta)	ns	45,65	84,69
$FR_{Rachado}$ (g/planta)	ns	136,54	60,9
$TOTAL_{Colhido}$ (comerciais + rachados) (g/planta)	ns	521,43	46,14
TSS (°BRIX)	ns	16,00	2,86
PROD (Kg/ha)	ns	5633,81	45,95

(\*) média significativas no teste de regressão a 5% de significância(ns) não significativo no teste de regressão a 5% de significância.

Os dados de produção, teor de sólidos solúveis e produtividade não apresentaram significância nos testes estatísticos (Tabela 4). A produtividade média de physalis neste trabalho foi de 5633,81 Kg.ha<sup>-1</sup>, e não foi influenciado pelo aumento da CE da solução nutritiva.

Em seus estudos, Rufato et al. (2008), observaram produtividade máxima de physalis no sistema de espaldeira de 3,18 t.ha<sup>-1</sup> no primeiro ano de cultivo e no segundo ano a produtividade caiu para 1,00 t.ha<sup>-1</sup>, valores muito inferiores quando comparados à produtividade apresentada neste trabalho.

Pelo fato de não ocorrer diferença estatística entre os tratamentos para os dados de produção, é necessário que se faça um estudo econômico e de viabilidade na implantação do sistema e da CE da solução nutritiva a ser utilizada, uma vez que o teor de sólidos solúveis totais, um dos parâmetros de indicação de qualidade dos frutos de physalis, não sofre alterações de acordo com a variação do tratamento, o retorno financeiro proporcionado pela utilização de CEs mais baixas pode ser compensatório se a cultura for adequadamente planejada e manejada.

A maior produção pelo tomateiro com o aumento da CE da solução nutritiva acima de 2,0 dS.m<sup>-1</sup> foi encontrado por Genúncio et al. (2006), no entanto, para tomate cereja, Rocha et al. (2006) verificaram que a produção máxima ocorre em CE entre 1,5 e 2,0 dS.m<sup>-1</sup>, demonstrando mais uma vez a variação de resultados que podem ser encontrados para uma mesma cultura, variando-se a cultivar utilizada. Outra demonstração de que se deve ter conhecimentos sobre o manejo da cultura e cultivar utilizadas são os resultados apresentados por Andriolo et al. (2009), que trabalhando com morangueiro obteve relação CE x Produção negativa, ou seja, com o aumento da CE da solução nutritiva acima de 1,0 dS.m<sup>-1</sup> a produção de frutos passa a ser menor, quando Lieten et al. (2004) menciona CEs entre 2 e 8 dS.m<sup>-1</sup>.

Os frutos rachados, apesar de não serem considerados comerciais por não serem comercializados *in natura*, ainda podem ser destinados a outras finalidades, como geléias ou sucos, por isso não devem ser desconsiderados na produção. Os frutos verdes foram incluídos na produção, pois, como o experimento foi encerrado antes que a planta finalizasse seu ciclo naturalmente, estes frutos poderiam ser colhidos normalmente quando maduros.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 4, observa-se ainda que, apesar das maiores produtividades de T3 (5865,26 Kg.ha<sup>-1</sup>) e T4 (5996,94 Kg.ha<sup>-1</sup>) apresentaram uma maior incidência de frutos rachados. A alta

ocorrência de frutos rachados em um cultivo comercial acaba por diminuir a rentabilidade da cultura para o produtor, que recebe menos por estes frutos e pode vir a desistir da cultura, e, por isso a importância de estudos como este para culturas recém implantadas.

Em análise de teor de nutrientes nas folhas de physalis (Tabela 5), observa-se a relação antagônica entre N e K em relação a Ca, Mg e S. Também pode-se verificar que os teores de P não foram influenciados pelo aumento da CE da solução nutritiva. Esta relação antagônica fica claramente demonstrada na Figura 3a, onde observamos que com o aumento da CE da solução, ocorre o aumento nos teores de N e K, e contrariamente a estes nutrientes, há diminuição dos teores de Ca, Mg e S, diferentemente ao observado por Blanco et al. (2008), que trabalhando com tomateiro híbrido “Facundo” e doses de N e K sob estresse salino, não teve alteração dos valores de macronutrientes com o aumento das doses de N e K.

Trabalhando com tomate da cultivar híbrido “Vênus”, Lima et al. (2011), obtiveram teores de N semelhantes aos encontrados no presente trabalho, porém para os outros macronutrientes os resultados foram diferentes, sendo que os teores de S inferiores aos encontrados em physalis e para P, K, Ca, Mg os teores observados no tomateiro foram superiores, quando comparamos aos valores observados em physalis. Ainda em seu trabalho, verifica-se que a aplicação de ácidos húmicos afeta significativamente os teores de micronutrientes, inferiores aos apresentados por physalis (Tabela 5).

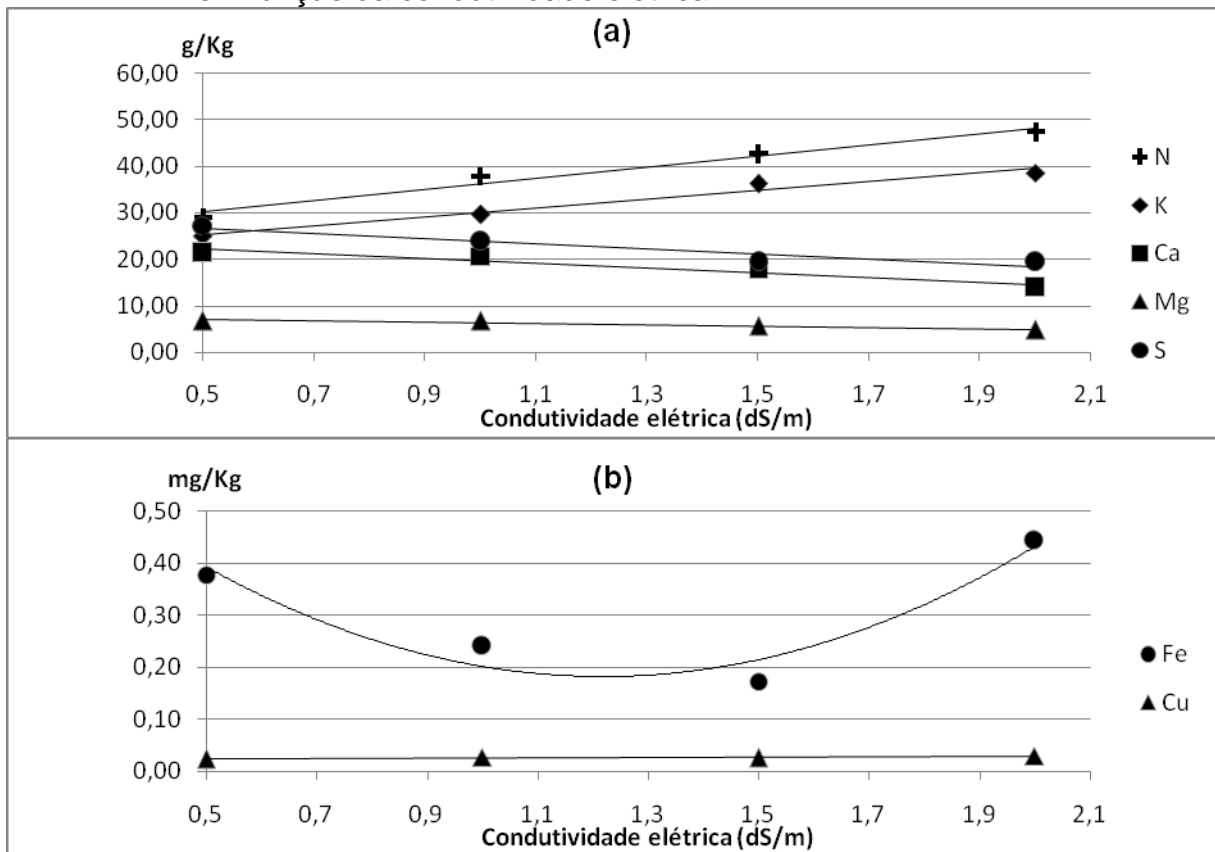
**Tabela 5 –** Resumo da análise de variância para regressão dos teores de nutrientes encontrados em folhas de physalis em função dos tratamentos.

Nutriente	Significância a 5%	Teor (g/Kg)	CV (%)
N	*	28,90 - 47,41	7,06
P	ns	2,54	17,89
K	*	25,01 - 38,58	21,52
Ca	*	20,33 - 13,83	25,66
Mg	*	6,76 - 4,74	13,95
S	*	27,24 - 19,38	12,2
Nutriente	Significância a 5%	Teor (mg/Kg)	CV (%)
Fe	*	0,38 - 0,44	52,49
Cu	*	0,02 - 0,03	8,63
Zn	ns	48,81	26,18
Mn	ns	310,25	20,00

(\*) média significativas no teste de regressão a 5% de significância.(ns) não significativo no teste de regressão a 5% de significância.

Os micronutrientes Fe e Cu (Figura 3b), apresentaram significância no teste de regressão, obtendo uma relação linear positiva para Cu com o aumento da CE, entretanto, para Fe, observamos que à partir de T1 (0,38 mg.Kg<sup>-1</sup>) ocorre decréscimo dos teores em relação a T2 (0,24 mg.Kg<sup>-1</sup>) e T3 (0,17 mg.Kg<sup>-1</sup>), e o aumento no teor só volta a ocorrer em T4 (0,44 mg.Kg<sup>-1</sup>), que possui a maior CE dentre os tratamentos. O aumento do teor Fe só ocorre quando sua disponibilidade se torna maior, o que ocorre na solução nutritiva aplicada em T4, bem como seu teor acumulado no substrato (Tabela 2).

**Figura 3 –** Teor de macronutrientes (a) e micronutrientes (b) em folhas de physalis em função da condutividade elétrica.



**Tabela 6 –** Equações das curvas do teor de nutrientes em folhas de physalis em função da condutividade elétrica.

Nutriente	Equação	R <sup>2</sup>	Nutriente	Equação	R <sup>2</sup>
N	$y=12,07x + 24,13$	0,971	Fe	$y = 0,407x^2 - 0,991x + 0,785$	0,921
K	$y=9,464x + 20,55$	0,971	Cu	$y = 0,003x + 0,022$	0,791
Ca	$y=-5,060x + 24,74$	0,917			
Mg	$y=-1,443x + 7,773$	0,893			
S	$y=-5,597x + 29,49$	0,904			

Analisando-se a Figura 3a, observamos que ocorre aumento dos teores foliares de N e K, mas uma diminuição de Ca, Mg e S. Esta relação antagônica foi observada por Da Silva et al. (2008), onde a aplicação de K teve por consequência a diminuição nos teores de Ca e Mg.

Para os teores de nutrientes encontrados em caules de physalis (Tabela 7), os nutrientes Mg, S, Zn e Cu, não obtiveram resposta significativa, porém, para N, P, K, Ca, Fe e Mn houve significância, obtendo uma resposta linear positiva para os macronutrientes e resposta linear negativa para os micronutrientes, que pode ser verificado na Figura 4.

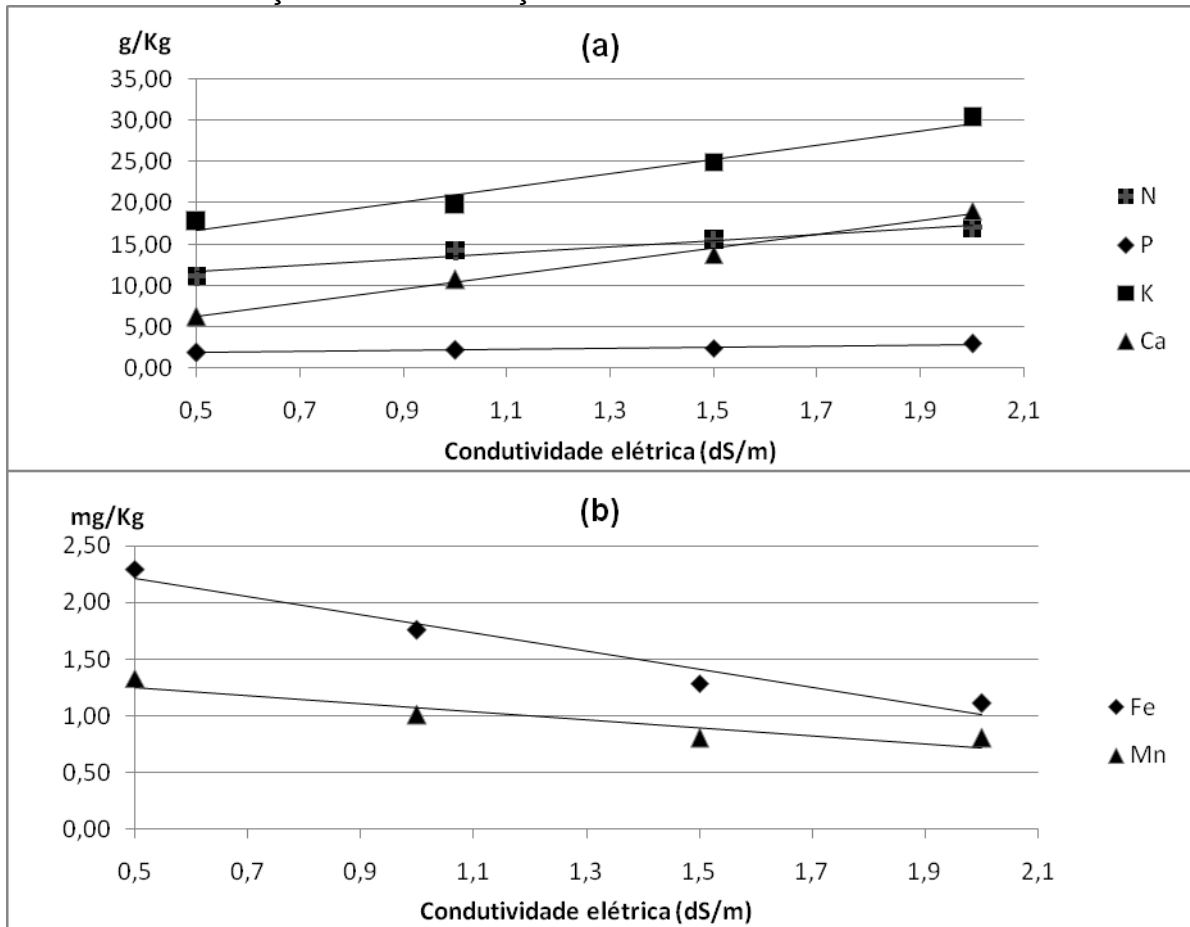
**Tabela 7** – Resumo da análise de variância para regressão dos teores de nutrientes encontrados em caules de physalis em função do tratamento.

<b>Nutriente</b>	<b>Significância a 5%</b>	<b>Teor (g/Kg)</b>	<b>CV (%)</b>
N	*	11,18 - 17,01	14,14
P	*	1,93 - 3,01	13,64
K	*	17,72 - 30,36	10,27
Ca	*	6,25 - 19,05	30,30
Mg	ns	1,20	21,10
S	ns	12,18	14,32
<b>Nutriente</b>	<b>Significância a 5%</b>	<b>Teor (mg/Kg)</b>	<b>CV (%)</b>
Fe	*	2,29 - 1,11	55,17
Cu	ns	0,12	4,00
Zn	ns	0,20	30,99
Mn	*	1,33 - 0,81	23,72

(\*) média significativas no teste de regressão a 5% de significância(ns) não significativo no teste de regressão a 5% de significância.

Em cultivo de tomate cultivar “Raísa” por Prado et al. (2011) é possível encontrar teores semelhantes de N e K nos caules do tomateiro aos 85 dias após o transplante, com solução nutritiva de CE próxima de T4 (2,0 dS.m<sup>-1</sup>), onde observaram ainda, teores de Fe e Mn muito superiores aos apresentados pelos caules de physalis.

**Figura 4** – Teores de macronutrientes (a) e micronutrientes (b) em caule de physalis em função da concentração da condutividade elétrica.



**Tabela 8** – Equações das curvas do teor de nutrientes em caules de physalis em função da condutividade elétrica.

Nutriente	Equação	R <sup>2</sup>	Nutriente	Equação	R <sup>2</sup>
N	$y = 3,761x + 9,819$	0,951	Fe	$y = -0,801x + 2,614$	0,957
P	$y = 0,704x + 1,507$	0,958	Mn	$y = -0,353x + 1,429$	0,853
K	$y = 8,632x + 12,41$	0,966			
Ca	$y = 8,299x + 2,077$	0,991			

Nos frutos colhidos, observa-se significância para os teores dos nutrientes N, P, Mg, Fe e Zn (Tabela 9). Para o teor de N encontrado (Figura 5b), verifica-se uma tendência linear, sendo que quanto maior a CE do tratamento, maior o teor encontrado nos frutos. Esta tendência também ocorre para P e Fe (Figura 5a). Gargantini e Blanco (1963) obtiveram maiores valores de P em frutos do que em folhas de tomate e maiores quantidades de S em folhas, diferentemente do que ocorreu para physalis, onde os teores de P em frutos (1,84 a 2,11 g.Kg<sup>-1</sup> de P) foram

próximos aos encontrados em folhas (3,32 a 2,72 g.Kg<sup>-1</sup> de P) e caules (1,93 a 3,01 g.Kg<sup>-1</sup> de P).

**Tabela 9** – Resumo da análise de variância para regressão dos teores de nutrientes encontrados em frutos de *physalis* em função do tratamento.

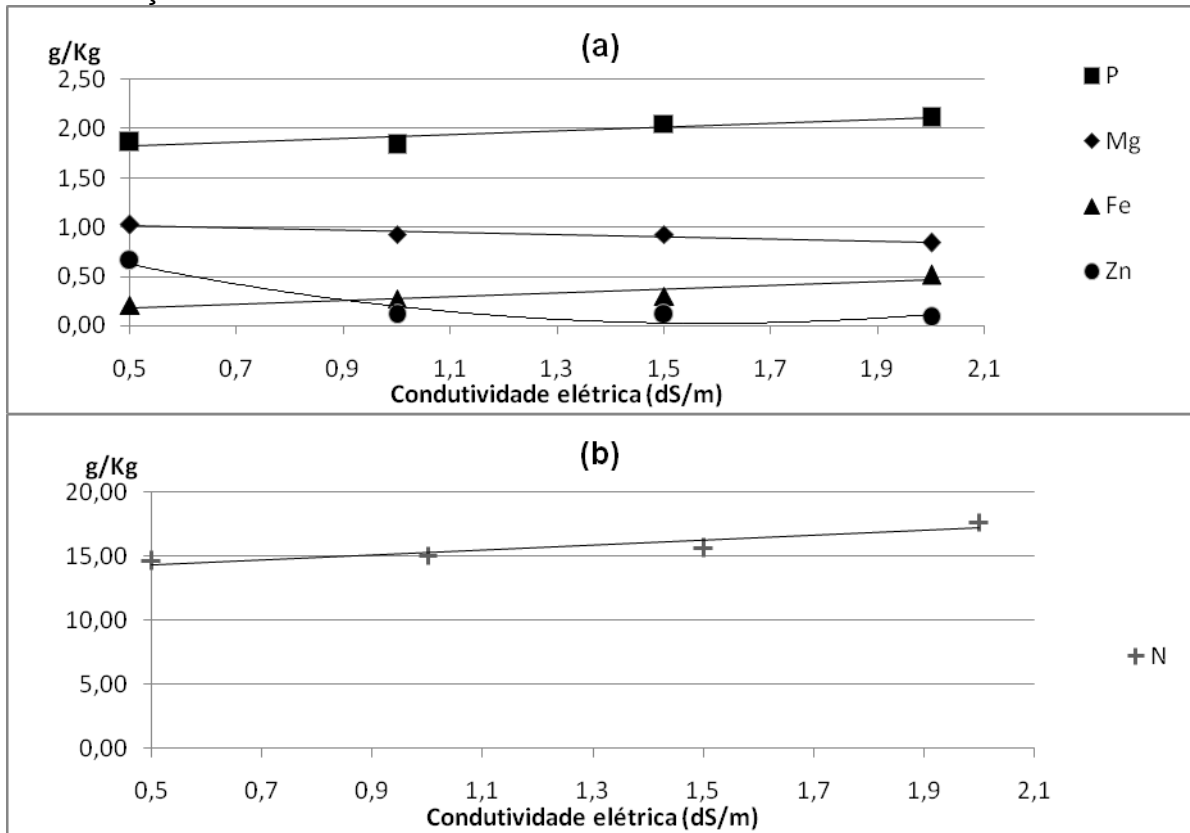
<b>Nutriente</b>	<b>Significância a 5%</b>	<b>Teor (g/Kg)</b>	<b>CV (%)</b>
N	*	14,58 - 17,64	8,38
P	*	1,86 - 2,11	6,31
K	ns	17,55	40,64
Ca	ns	1,13	24,70
Mg	*	1,03 - 0,84	11,97
S	ns	4,32	17,10
<b>Nutriente</b>	<b>Significância a 5%</b>	<b>Teor (mg/Kg)</b>	<b>CV (%)</b>
Fe	*	0,21 - 0,52	43,00
Cu	ns	0,13	18,23
Zn	*	0,66 - 0,08	23,20
Mn	ns	0,32	11,58

(\*) média significativas no teste de regressão a 5% de significância(ns) não significativo no teste de regressão a 5% de significância.

O teor de Mg nos frutos apresenta tendência negativa com o aumento da concentração da CE (Figura 5a). Segundo informações da EMBRAPA (2006), tal fato ocorre em decorrência do aumento da concentração de N, P, pela condição de lixiviação aliado à situação de solo arenoso, o que acaba afetando a disponibilidade de Mg, e que pode gerar deficiências. Entretanto, não foi verificado nenhum sintoma de deficiência de Mg descrito por Martinez et al. (2009), e os resultados de análise de folha índice (Tabela 1) ou do substrato (Tabela 2) também não indicam deficiência do nutriente.

Contrariamente ao exposto por Rufato et al. (2008), que diz que com o aumento das doses de N ocorre diminuição nos teores de P, segundo os resultados obtidos em *physalis*, ocorreu aumento nos teores de P dos frutos de acordo com o aumento nos teores de N.

**Figura 5** – Teores de P, Mg, Fe, Zn (a) e N (b) em frutos de physalis em função da concentração da condutividade elétrica.



**Tabela 10** – Equações das curvas do teor de nutrientes em frutos de physalis em função da condutividade elétrica.

Nutriente	Equação	R <sup>2</sup>
N	$y = 1,946x + 13,28$	0,87
P	$y = 0,190x + 1,726$	0,822
Mg	$y = -0,108x + 1,067$	0,882
Fe	$y = 0,189x + 0,089$	0,838
Zn	$y = 0,524x^2 - 1,655x + 1,326$	0,928

Verifica-se que nos frutos verdes (Tabela 11), apenas N e K apresentaram teores significativos em relação aos outros nutrientes avaliados, e apresentam respostas lineares (Figura 6) em função do aumento da CE da solução nutritiva. Com base nestes resultados verificamos ainda que há uma redistribuição de nutrientes do período de crescimento do fruto até o ponto de maturação e colheita.

**Tabela 11** – Resumo da análise de variância para regressão dos teores de nutrientes encontrados em frutos verdes de physalis em função do tratamento.

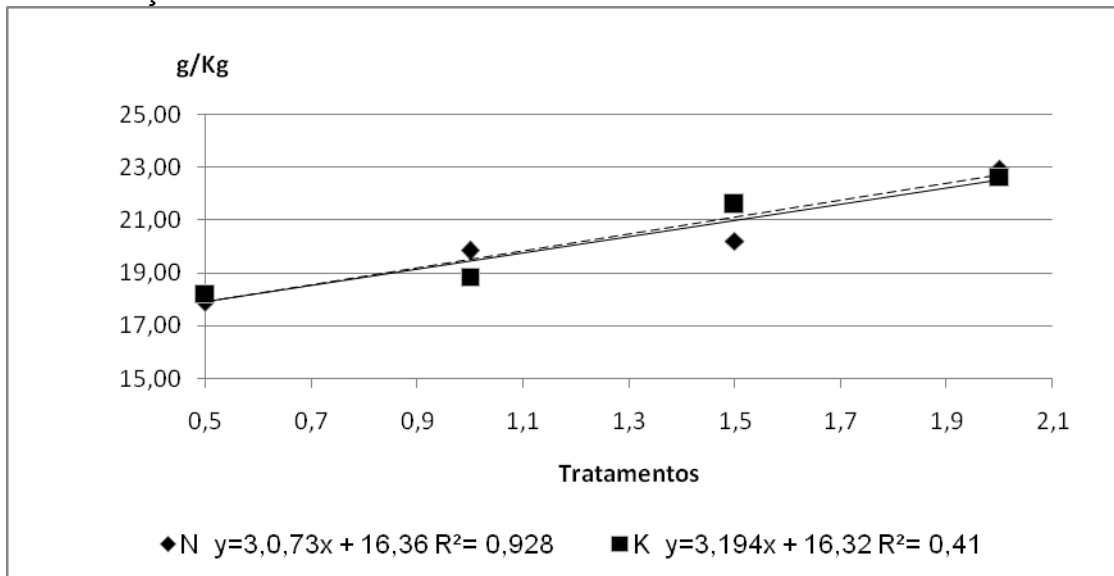
Nutriente	Significância a 5%	Teor (g/Kg)	CV (%)
N	*	17,89 - 22,89	11,62
P	ns	2,30	17,18
K	*	18,22 - 22,63	9,91
Ca	ns	2,15	36,58
Mg	ns	1,03	17,60
S	ns	7,16	24,15

Nutriente	Significância a 5%	Teor (mg/Kg)	CV (%)
Fe	ns	0,49	54,05
Cu	ns	0,16	9,14
Zn	ns	0,29	22,94
Mn	ns	0,38	17,70

(\*) média significativas no teste de regressão a 5% de significância(ns) não significativo no teste de regressão a 5% de significância.

**Figura 6** – Teores de N e K em frutos verdes de physalis em função da concentração da condutividade elétrica.



A extração de nutrientes pelas folhas (Tabela 12), não foi significativa apenas para S, sendo que todos os demais nutrientes analisados apresentaram resposta quadrática positiva, ou seja, aumentaram de acordo com o aumento da CE da solução até a concentração de T3 (1,5 dS.m<sup>-1</sup>), onde atingiram o ponto de saturação e começam a sofrer um decréscimo nos valores.

À exceção dos outros nutrientes, o Fe obteve resposta quadrática negativa, onde de T1 (11,80 mg.planta<sup>-1</sup>) a T3 (10,99 mg.planta<sup>-1</sup>) apresenta diminuição nos de valores encontrados e só aumenta em T4 (25,85 mg.planta<sup>-1</sup>),

onde ocorre maior concentração do nutriente, sugerindo que a maior absorção de Fe ocorre onde sua disponibilidade é maior, e que ocorreu a interferência em sua absorção por outros nutrientes.

**Tabela 12** – Resumo da análise de variância para regressão das extrações de nutrientes encontrados em folhas de physalis em função do tratamento, em g.planta<sup>-1</sup> para macronutrientes e mg.planta<sup>-1</sup> para micronutrientes.

Nutriente	Significância a 5%	Acúmulo (g/planta)	CV (%)
N	*	0,93 - 2,72	40,67
P	*	0,07 - 0,16	41,75
K	*	0,83 - 2,17	41,78
Ca	*	0,64 - 0,80	33,95
Mg	*	0,21 - 0,37	32,84
S	ns	1,06	38,39

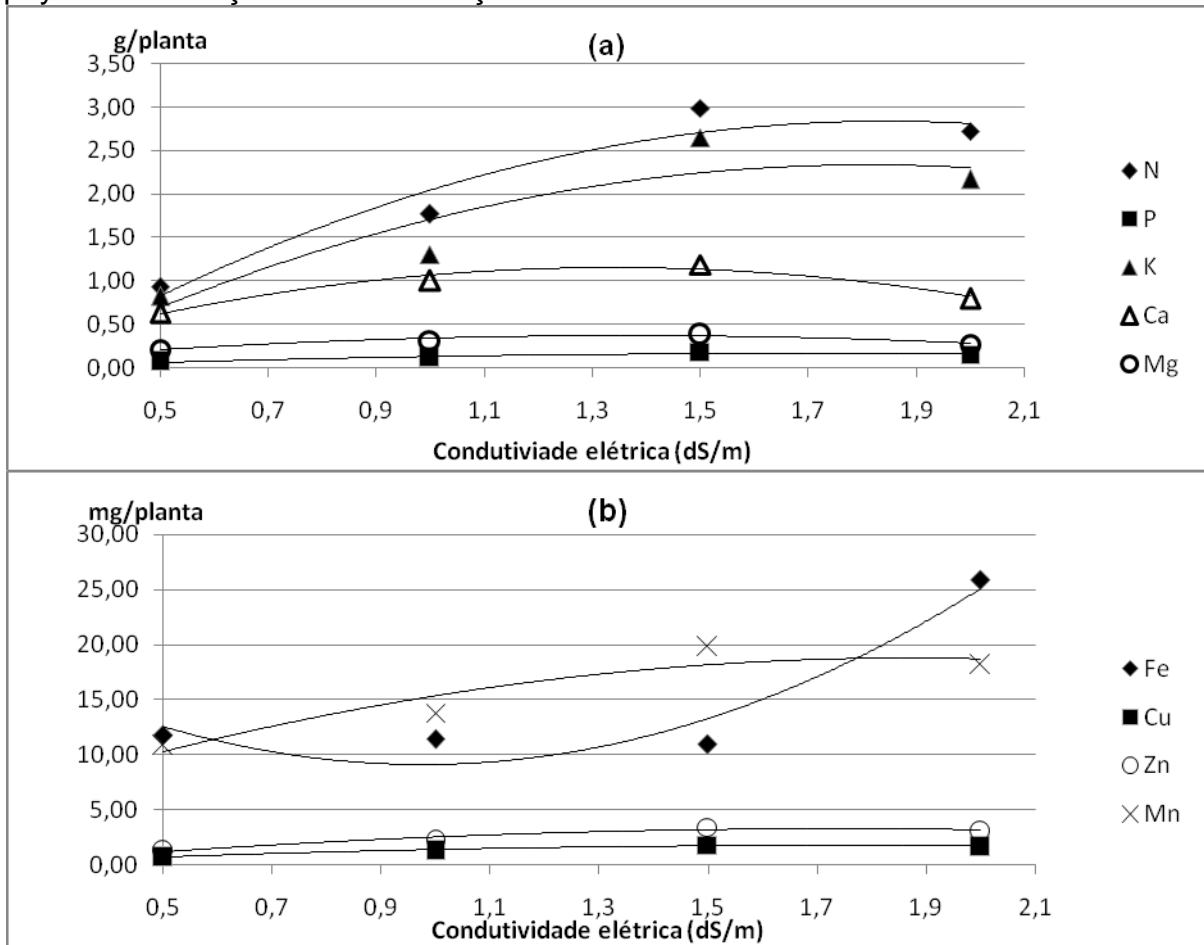
Nutriente	Significância a 5%	Acúmulo (mg/planta)	CV (%)
Fe	*	11,80 - 25,85	69,37
Cu	*	0,74 - 1,69	36,49
Zn	*	1,29 - 3,08	39,74
Mn	*	10,85 - 18,19	39,09

(\*) média significativas no teste de regressão a 5% de significância(ns) não significativo no teste de regressão a 5% de significância.

A extração de N, P e Mg nas folhas foram semelhantes aos valores encontrados por Gargantini e Blanco (1963), em tomateiro “Santa Cruz”, em T2 (1,77; 0,12 e 0,32 mg.planta<sup>-1</sup> de N, P e Mg, respectivamente) T3 (2,99; 0,19 e 0,38 mg.planta<sup>-1</sup> de N, P e Mg, respectivamente) e T4 (2,72; 0,16 e 0,27 mg.planta<sup>-1</sup> de N,P e Mg, respectivamente), porém para K, Ca e S os valores extraídos foram inferiores aos apresentados por estes autores.

No entanto, para todos os macronutrientes, os valores extraídos por folhas de physalis neste trabalho foram superiores aos obtidos por Prado et al. (2011) em tomateiro.

**Figura 7** – Extração de macronutrientes (a) e micronutrientes (b) em folhas de physalis em função da concentração da condutividade elétrica.



**Tabela 13** – Equações das curvas de extração de nutrientes em folhas de physalis em função do tratamento.

Nutriente	Equação	R <sup>2</sup>
N	$y = -1109,x^2 + 4093,x - 934,1$	0,935
P	$y = -73,94x^2 + 248,1x - 38,24$	0,901
K	$y = -955,8x^2 + 3463,x - 800,4$	0,821
Ca	$y = -760,1x^2 + 2033,x - 210,1$	0,958
Mg	$y = -212,5x^2 + 580,3x - 30,38$	0,934
Fe	$y = 15,26x^2 - 29,81x + 23,65$	0,925
Cu	$y = -0,702x^2 + 2,437x - 0,342$	0,962
Zn	$y = -1,338x^2 + 4,663x - 0,797$	0,938
Mn	$y = -4,532x^2 + 16,93x + 2,985$	0,887

Os dados de extração de nutrientes pelos caules de physalis estão apresentados na Tabela 14, onde verifica-se que os macronutrientes apresentam extração significativa, sendo P e Ca de resposta linear, aumentando de

acordo com a elevação de CE, e N, K, Mg e S de resposta quadrática, onde T3 apresenta os valores mais elevados, representados na Figura 8. A extração de micronutrientes por caules não apresentaram resultados significativos.

**Tabela 14** – Resumo da análise de variância para regressão das extrações de nutrientes pelos caules de physalis em função dos tratamentos, em  $\text{g.planta}^{-1}$  para macronutrientes e  $\text{mg.planta}^{-1}$  para micronutrientes.

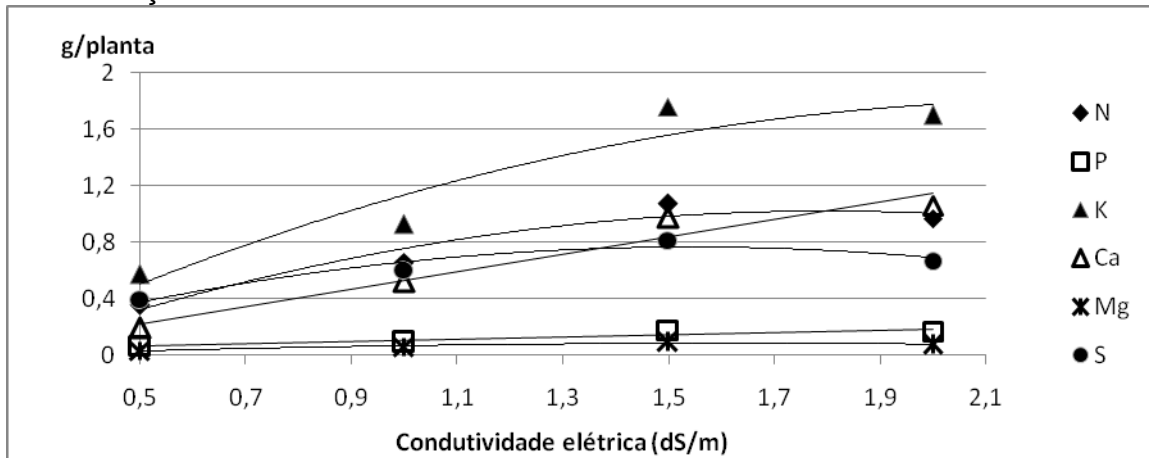
Nutriente	Significância a 5%	Acúmulo (mg/planta)	CV (%)
N	*	0,35 - 0,97	40,77
P	*	0,07 - 0,18	40,33
K	*	0,57 - 1,70	38,14
Ca	*	0,19 - 1,06	37,97
Mg	*	0,03 - 0,07	39,90
S	ns	0,39 - 0,67	38,50
Nutriente	Significância a 5%	Acúmulo (mg/planta)	CV (%)
Fe	ns	6,62	56,37
Cu	ns	0,65	38,07
Zn	ns	1,07	60,25
Mn	ns	4,67	33,62

(\*) média significativas no teste de regressão a 5% de significância(ns) não significativo no teste de regressão a 5% de significância.

Acúmulos maiores foram observados por Prado et al. (2011) em caules de tomateiro para N, Ca e Mg, semelhantes para P em T3 ( $0,18 \text{ mg.planta}^{-1}$ ) e T4 ( $0,17 \text{ mg.planta}^{-1}$ ) e inferiores para S. Já Gargantini e Blanco (1963) apresentaram extrações maiores para todos os nutrientes em seu trabalho com tomateiro “Santa Cruz”. As diferenças entre resultados da extração entre caules e folhas se deve à produção de massa da cada parte da planta, assim como a extração de nutrientes por frutos, que no caso dos resultados obtidos neste trabalho não apresentaram significância estatística (Tabela 16).

O acúmulo de K e N, que apresentam resposta quadrática com ponto de saturação em T3 ( $1,76 \text{ g.planta}^{-1}$  e  $1,07 \text{ g.planta}^{-1}$ , respectivamente) foram os dois nutrientes mais absorvidos pelos caules de physalis, seguido de P ( $0,18 \text{ g.planta}^{-1}$ ), que obteve resposta linear. Tais resultados corroboram com os encontrados em tomateiro por Fayad et al. (2002), que observaram a ordem  $K > N > P$ , como verifica-se na Figura 8.

**Figura 8** – Extração de macronutrientes em caules de physalis em função da concentração da condutividade elétrica.



**Tabela 15** – Equações das curvas de extração de nutrientes em caules de physalis em função do tratamento.

Nutriente	Equação	R <sup>2</sup>
N	$y = -412,6x^2 + 1484,x - 318,2$	0,938
P	$y = 76,31x + 30,37$	0,839
K	$y = -414,0x^2 + 1879,x - 333,9$	0,908
Ca	$y = 613,0x - 83,21$	0,944
Mg	$y = -41,38x^2 + 134,4x - 27,35$	0,919
S	$y = -354,9x^2 + 1094,x - 83,44$	0,93
Cu	$y = -0,375x^2 + 1,179x - 0,123$	0,807

Os dados de extração de nutrientes por frutos de physalis (Tabela 16) não apresentaram significância no teste de regressão, mas o que pode ser observado são os maiores valores de S, Cu, Zn e Mn em T2 (0,23 g.planta<sup>-1</sup>; 0,65 mg.planta<sup>-1</sup>; 0,51 mg.planta<sup>-1</sup> e 1,56 mg.planta<sup>-1</sup>, respectivamente).

Para os macronutrientes N e P os maiores valores encontrados estão presentes em T4, o que já era esperado, devido à maior mobilidade dos nutrientes na planta e ao efeito de interação sinérgica entre estes nutrientes.

Fayad et al. (2002) obtiveram resultados com mais da metade do valor de N, P e K acumulados pela planta presentes nos apenas em frutos de tomate, resultados contrários aos obtidos nas plantas de physalis, onde os frutos apresentaram resultados de extração de nutrientes inferiores aos encontrados em folhas e caules da planta.

**Tabela 16** – Resumo da análise de variância para regressão para extrações de nutrientes pelos frutos de physalis em função dos tratamentos, em g.planta<sup>-1</sup> para macronutrientes e mg.planta<sup>-1</sup> para micronutrientes.

Nutriente	Significância a 5%	Acúmulo (mg/planta)	CV (%)
N	ns	0,67	42,56
P	ns	0,08	45,21
K	ns	0,74	47,73
Ca	ns	0,05	50,72
Mg	ns	0,04	45,27
S	ns	0,18	48,66
Nutriente	Significância a 5%	Acúmulo (mg/planta)	CV (%)
Fe	ns	1,38	60,73
Cu	ns	0,55	41,26
Zn	ns	0,39	48,61
Mn	ns	1,38	45,64

(\*) média significativas no teste de regressão a 5% de significância(ns) não significativo no teste de regressão a 5% de significância.

A extração de nutrientes por frutos verdes (Tabela 17) apresentou significância no teste de regressão, porém, devido aos altos valores do coeficiente de variação, devem ser desconsiderados, pois perdem confiabilidade nos resultados apresentados.

**Tabela 17** – Resumo da análise de variância para regressão das extrações de nutrientes pelos frutos verdes de physalis em função dos tratamentos, em g.planta<sup>-1</sup> para macronutrientes e mg.planta<sup>-1</sup> para micronutrientes

Nutriente	Significância a 5%	Acúmulo (mg/planta)	CV (%)
N	*	0,17 - 0,41	91,33
P	*	0,02 - 0,05	95,41
K	*	0,16 - 0,41	90,24
Ca	*	0,01 - 0,03	63,01
Mg	*	0,01 - 0,02	89,03
S	*	0,06 - 0,12	102,37
Nutriente	Significância a 5%	Acúmulo (mg/planta)	CV (%)
Fe	*	0,46 - 0,95	0,00
Cu	*	0,13 - 0,28	108,91
Zn	*	0,25 - 0,52	88,44
Mn	*	0,28 - 0,75	94,46

(\*) média significativas no teste de regressão a 5% de significância(ns) não significativo no teste de regressão a 5% de significância.

### 3.5 CONCLUSÃO

A cultura da *physalis* é tolerante a acúmulos salinos no substrato, e sua produção de biomassa responde linear e positivamente para o aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva, sem afetar a produção de frutos e teor de sólidos solúveis. O teor de nutrientes nas partes da planta tem resposta linear positiva para macronutrientes, porém com relação de antagonismo com os micronutrientes. A extração de nutrientes apresentou respostas quadráticas, tendo a solução de  $1,5 \text{ dS.m}^{-1}$  como tratamento de máximo acúmulo de nutrientes na planta.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, L. *Physalis* ou uchuva: Fruta da Colômbia chega ao Brasil. **Revista Rural**, São Paulo, s.v., n. 38, p. 11-12, 2008.
- ANDRIOLO, J.L. **O cultivo de plantas com fertirrigação**. Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, UFSM, 1996. 47 p.
- ANDRIOLO J.L., DUARTE T.S., LUDKE L., SKREBSKY E.C..Crescimento e desenvolvimento do tomateiro cultivado em substrato com fertirrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 28-32, 1997.
- ANDRIOLO J.L., DUARTE T.S., LUDKE L., SKREBSKY E.C. Caracterização e avaliação de substratos para o cultivo do tomateiro fora do solo. **Horticultura Brasileira**, n. 17, p. 215-219, 1999.
- ANDRIOLO, J.L., JÄNISCH, D.I., SCHMITT, O.J., VAZ, M.A.B., CARDOSO, F.L., ERPEN, L.. Concentração da solução nutritiva no crescimento da planta, na produtividade e na qualidade de frutas do morangueiro, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.3, p.684-690, 2009.
- ALVARADO, P.A., BERDUGO, C.A., FISCHER, G. Efecto de un tratamiento a 1,5 °C y dos humedades relativas sobre las características físico-químicas de frutos de uchuva *Physalis peruviana* L. durante el posterior transporte y almacenamiento. **Agronomía Colombiana** v.22, n.2, p.147-159. 2004.
- ARAÚJO, J.A.C., CASTELLANE, P.D.. **10 anos da plasticultura na FCAV**, Jaboticabal, UNESP, 1996. 104p.
- BERNAL, J.A.. **La Uchuva (*Physalis peruviana*) historia, taxonomia y biologia**, Tunja, p.1-5, 1986.
- BLANCO, F.F., FOLEGATTI, M.V., HENRIQUES NETO, D.. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: I. Concentração de nutrientes no solo e na planta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.1, p.26–33, 2008.
- BOFF, P., FONTES, P.C.R., VALE, F.X.. ZAMBOLIM, L.. Controle da Mancha-de-Estenfílio e da Pinta-Preta do tomateiro em função do sistema de condução. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.10, n.1, p.25–27, 1992.
- CARRIJO O.A., VIDAL, M.C., REIS, N.V.B., SOUZA, R.B., MAKISHIMA, N.. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, n.22, p.5-9, 2004.
- CARVALHO, L.A., TESSARIOLI NETO, J.. Produtividade de tomate em ambiente protegido, em função do espaçamento e número de ramos por planta. **Horticultura Brasileira**, v.23, p.986-989, 2005.
- CASTAÑEDA, G., PAREDES, R.. **Estudio del proceso respiratorio, principales ácidos orgánicos, azúcares y algunos cambios físico-químicos en el desarrollo**

del fruta de uchuva (*Physalis peruviana L.*). 2003. Trabalho de Conclusão de Curso – Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 2003.

CHAVES, A.C. **Propagação e avaliação fenológica de *Physalis* sp na região de Pelotas-RS.** 2006. 65 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

CORPORACIÓN COLOMBIA INTERNACIONAL. Universidad de los Andes y departamento de planeación nacional. **Análisis internacional del sector hortofrutícola para Colombia.** Bogotá: El Diseño, 1994. 165 p.

DA SILVA, J.T.A., SILVA, I.P., MOURA NETO, A., COSTA, E.L.. Aplicação de potássio, magnésio e calcário em mudas de bananeira 'prata anã (AAB). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 782-786, 2008.

EMBRAPA. **Cultivo de toamte para industrialização**, Embrapa Hortaliças Sistemas de Produção, 1-2ª Edição, 2006.

EPSTEIN, E., BLOOM, A.J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives.** Sinauer Associates Publishers, Sunderland, MA. 2005.

ETHUR, L.Z., BLUME, E., MUNIZ, M.F.B., ANTONIOLLI, Z.I., MILANESI, C.N.P., FORTES, F.O.. Presença dos gêneros *Trichoderma* e *Fusarium* em solo rizosférico e não rizosférico cultivado com tomateiro e pepineiro, em horta e estufa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.1, p.19-26, 2008.

FAGERIA, V. D.. Nutrient interacciones in crop plants. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.24, p.1269-1290, 2001.

FAYAD, J.A., FONTES, P.C.R., CARDOSO, A.A., FINGER, F.L.; FERREIRA, F.A.. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.1, p.90-94, 2002.

FERNANDES, A.L.T. **Fertirrigação na cultura do melão em ambiente protegido, utilizando fertilizantes organominerais e químicos.** 2001. 94 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

FERNANDES, M.S.. **Nutrição Mineral de Plantas.** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2006.

FERNANDES C., ARAÚJO J.A.C., CORÁ J.E.. Impacto de quatro substratos e parcelamento da fertirrigação na produção de tomate sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, n.20 p.559-563, 2002.

FISCHER, G. Crecimiento e desarrollo. p. 9-26. In: FLÓREZ, V.J., FISCHER, G., SORA, A.D.. **Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana L.*)**. Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2000.

FISCHER, G., ALMANZA, P.J. Nuevas tecnologías en el cultivo de la uchuva *Physalis peruviana L.* **Agrodesarrollo**, Tunja, v. 4, n. 1-2, p. 294, 1993.

FLÓREZ, V. J., FISCHER, G., SORA, A.. **Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.)**. Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 176 p, 2000.

FONTES, P.C.R., GUIMARÃES, T.C.. Manejo dos fertilizantes nas culturas de hortaliças cultivadas no solo, em cultivo protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 36-44, 1999.

FONTES P.C.R.,RONCHI, C.P.. Critical values of nitrogen índices in tomato plants grown in soil and nutrient solution determined by different statistical procedures. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.1421 – 1429, 2002.

FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. **Produção de tomate de mesa**. Viçosa: Aprenda Fácil, 196p. 2002.

FONTES P.C.R.,et al. Produção e qualidade do tomate produzido em substrato, no campo e em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, n.22, p. 614-619, 2004.

FRANCO, L.A., MATIZ, G.E., CALLE, J., PINZÓN, R., OSPINA, L.F.. Actividad antiinflamatoria de extractos y fracciones obtenidas de cálices de *Physalis peruviana* L..**Biomédica**, Bogotá, Colômbia, v.27, p.110-115, 2007.

FURLANI, P.R., FERNANDEZ JÚNIOR, F.. Cultivo hidropônico de morango em ambiente protegido. In: Simpósio Nacional Do Morango & Encontro De Pequenas Frutas E Frutas Nativas Do Mercosul, 2. Pelotas. **Anais...** Pelotas: Corrêa Antunez, L.E. et al. (Ed.),EMBRAPA, p.102-115., 2004. (Documentos 124).

GARATE, A., BONILLA, I. Nutrición mineral y producción vegetal. In: AZCÓN-BIETO, J., TALÓN, M. (Ed.). **Fundamentos de fisiología vegetal**. 2. ed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana, 2008. p. 143-164.

GARGANTINI, H., BLANCO, H. G. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro. **Bragantia**, Piracicaba,v. 22, n. 1, p. 693-714,1963.

GENÚNCIO, G.C., MAJEROWICZ, N., ZONTA, E., SANTOS, A.M., GRACIA, D., AHMED, C.R.M., SILVA, M.G.. Crescimento e produtividade do tomateiro em cultivo hidropônico NFT em fungos da concentração iônica da solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.175-179, 2006.

GONDIM, A.R.O., FLORES, M.E.P., MARTINEZ, H.E.P., FONTES, P.C.R., PEREIRA, P.R.G.. Condutividade elétrica na produção e nutrição de alface em sistema de cultivo hidropônico NFT. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 6, p. 894-904, 2010.

GOTO, R.,GUIMARÃES, V. F., ECHER, M. M.. Aspectos fisiológicos e nutricionais no crescimento e desenvolvimento de plantas hortícolas, **Agropecuária**, v. 2, p. 241-268, 2001.

GUSMÃO, S.A.L.. **Efeito da poda e da densidade de plantio sobre a produção do tomateiro (*Lycopersicon esculentum Mill.*)**. 1988. 102 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

GUTIERREZ, A.S.D. Falando de tomate e classificação, Centro de Qualidade em Horticultura **CEAGESP**, s.d., Disponível em: <[http://www.hortibrasil.org.br/jnw/index.php?option=com\\_content&view=article&id=721%3Afalando-de-tomate-no-espirito-santo-comercializacao-e-classificacao&catid=65%3Apalestras&Itemid=109](http://www.hortibrasil.org.br/jnw/index.php?option=com_content&view=article&id=721%3Afalando-de-tomate-no-espirito-santo-comercializacao-e-classificacao&catid=65%3Apalestras&Itemid=109)>. Acesso em: 25 abr. 2010.

GRATTANS, S.R., GRIEVE, C.M.. Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. In: PESSARAKLI, M. **Plant and Crop Stress**. Tucson: Marcel Dekker, 1993. p.203-226.

HELBEL JUNIOR, C., REZENDE, R., FREITAS, P.S.L., GONÇALVES, A.C.A., FRIZZONE, J.A.. Influência da condutividade elétrica, concentração iônica e vazão de soluções nutritivas na produção de alface hidropônica, **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1142-1147, 2008.

HOFFMANN, A. Apresentação. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 1., 2003, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: [s.n.], 2003. p. 6.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Previsão e acompanhamento de safras nos Estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina e no Distrito Federal - Safras 1986/1987 a 1999/2000**. Estatísticas básicas: séries retrospectivas Rio de Janeiro, 2004 <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/estatisticas\\_previsao\\_safras/default.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/estatisticas_previsao_safras/default.shtm)>. Acesso em: 25 ago. 2010.

KRAUSS, S., SCHNITZLER, H., GRASSMAN, J., WOITKE, M.. The influence of different electrical conductivity values in a simplified recirculating soilless system on inner and outer fruit quality characteristics of tomato. **Journal of agricultura na food chemistry**, v.54, n.2, p.441-448, 2006.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Editora RIMA, 2000. 531 p.

LIETEN, F., LONGUESSERRE, J., BARUZZI, G., LOPEZ-MEDINA, J., NAVATEL, J.C., KRUEGER, E., MATALA, V., PAROUSSI, G..Recent situation of strawberry substrate culture in Europe. **Acta Horticulturae**, v.649, p.193-196, 2004.

LIMA, A.A., ALVARENGA, M.A.R., RODRIGUES, L., CARVALHO, J.G.. Concentração foliar de nutrientes e produtividade de tomateiro cultivado sob diferentes substratos e doses de ácidos húmicos. **Horticultura Brasileira** v.29, p.63-69, 2011.

LIMA, C.S.M., SEVERO, J., MANICA-BERTO, R., SILVA, J.A., RUFATO, L., RUFATO, A.R.. Características físico-químicas de physalis em diferentes colorações do cálice e sistemas de condução. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.4, p. 1061-1068, 2009.

MACHADO, A.Q., ALVARENGA, M.A.R., FLORENTINO, C.E.T. Produção de tomate italiano (saladete) sob diferentes densidades de plantio e sistemas de poda visando ao consumo *in natura*. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.149-153, 2007.

MALAVOLTA E, VITTI G.C., OLIVEIRA A.S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba, Potafós, 1997. 319p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ceres, 2006. 638p

MARIM, B.G., SILVA, D.J.H., GUIMARÃES, M.A., BELFORT, G. Sistemas de tutoramento e condução do tomateiro visando produção de frutos para consumo *in natura*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.951-955, 2005.

MARTINEZ, H. E. P. **Formulação de soluções nutritivas para cultivos hidropônicos comerciais**. Jaboticabal: Funep, 1997. 31 p.

MARTÍNEZ, F.E., SARMIENTO, J., FISCHER, G., JIMÉNEZ, F.. Síntomas de deficiencia de macronutrientes y boro em plantas de uchuva (*Physalis peruviana* L.), **Agronomia Colombiana**, v.27, n.2, p.169-178, 2009.

MAZORRA, M.F., MIRANDA, D., FISCHER, G., VALENCIA, M.C.. **Desarrollo del fruto y aspectos anatómicos de las estructuras reproductivas de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en la zona de Subia (Cundinamarca)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) – Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2003.

MAZORRA, M. F., QUINTANA, A.P., MIRANDA, D., FISCHER, G., VALENCIA, M.C.. Aspectos anatómicos de la formación y crecimiento del fruto de Uchuva *Physalis peruviana* (*Solanaceae*). **Acta biológica Colombiana**, v.11, n.1, p.69-81, 2006.

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.

MOTA, P.R.D., **Aplicação via fertirrigação de soluções com diferentes condutividades elétricas para produção de Gérbera (*Gerbera jamesonii* L.) sob ambiente protegido**. 2007, 133 f. Tese (Doutorado) – Unesp, Botucatu, 2007

MOTA, P. R. D., VILLAS BÔAS, R. L., SOUSA, V. F.. Concentração de sais da solução avaliada pela condutividade elétrica na zona radicular do crisântemo sob irrigação por gotejamento. **Irriga**, Botucatu, v. 11, n. 4, p. 532-542, 2006.

OLIVEIRA, C.R. **Cultivo em ambiente protegido**. Campinas. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral-CATI. 1999.

OLIVEIRA, A.R., OLIVEIRA, S.A., GIORDANO, L.B., GOEDERT, W.J.. Absorção de nutrientes e resposta à adubação em linhagens de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.27, p.498-504, 2009.

OLIVEIRA, V.R., FONTES, P.C.R. CAMPOS, J.P. REIS, F.P.. Qualidade do tomateiro afetada pelo número de ramos por planta e pela poda apical. **Revista Ceres**, v.43, p.309-318, 1996.

PAULINO, H.B., TARSITANO, M.A.A., HERNANDEZ, F.B.T., BUZETTI, S. Viabilidade econômica da cultura do melão (*Cucumis melo* L.) na região de Ilha Solteira – SP. **Scientia Agrícola**, n.51, p.519-523,1994.

PICANÇO, M.C., LEITE G.L.D., GUEDES, R.N.C., SILVA, E.E.A.. Effect of spacing and chemical control on losses and pest attacks on tomato plant with vertical tutoring in Brazil. **Crop Protection**, v.17, p.447–452, 1998.

PIMENTEL, L.D., SANTOS, C.E.M., WAGNER JÚNIOR, A., SILVA, V.A., BRUCKNER, C.H.. Estudo de viabilidade econômica na cultura da Noz- Macadâmia no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n;3, p.500-507, 2007.

POERSCHKE, P.R.C., BURIOL, G.A., STRECK, N.A., ESTEFANEL, V.. Efeito de sistemas de poda sobre o rendimento do tomateiro cultivado em estufa de polietileno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.25, n.3, p.379-384, 1995.

PRADO, R.M., SANTOS, V.H.G., GONDIM, Q.R.O., ALVES, A.U., CECÍLIO FILHO, A.B., CORREIA, M.A.R.. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes em tomateiro cultivar Raísa cultivado em sistema hidropônico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.1, p.19-30, 2011.

RADIOMETER ANALYTICAL. **Conductivity**: theory and practice. France, 2004. Disponível em: <<http://www.radiometer-analytical.com>> Acesso em: 2 jun. 2010.

RATTIN, J.E.; ANDRIOLO, J.L.; WITTER, M.. Acumulação de massa seca e rendimento de frutos de tomateiro cultivado em substrato com cinco doses de solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 26-30, 2003.

ROCHA, A.O., FERREIRA, R.B., MATTEUCCI, M.B.A., LEANDRO, W.M., GONCALVES, J.M. ; RIOS, L.C., DANTAS, G.G.. Avaliação do estado nutricional pela análise foliar da cultura do tomate industrial submetido ao sistema de irrigação por gotejo na região de Goiânia-GO.. In: **46º Congresso Brasileiro de Olericultura**, 2006, Goiânia. 46 Congresso Brasileiro de Olericultura.

RUFATO, L., RUFATO, A.R., SCHLEMPER, C., LIMA, C., KRETZSCHMAR, A.A.. **Aspectos técnicos da cultura da physalis**. Lages: CAV/ UDESC; Pelotas: UFPel, 2008. 100p.

RUGHOO, M., GOVINDEN, N. Response of three salad tomato varieties to staking and pruning. **Revue Agricole et Sucriere**, n. 78, p. 26- 34, 1999.

SANTOS, H.S., PERIN, W.H., TITATO, L.G., VIDA, J.B., CALLEGARI, O.. Avaliação de sistemas de condução em relação à severidade de doenças e à produção do tomateiro. **Acta Scientiarum** v.21, p. 453-457, 1999.

SARA MEJÍA, M.T., EDGAR, I., ESTRADA, S., FRANCO, P.M.. Respuesta Del tomate chonto cultivar Unapal Maravilla, a diferentes concentraciones de nutrientes. **Acta Agronómica** (Colômbia), v.56, n.2, p.75-83, 2007.

SCHNEIDER, E. P., PAGOT, E., NACHTIGAL, J.C., BERNARDI, J.. Ações para o desenvolvimento da produção orgânica de pequenas frutas na região dos Campos de Cima da Serra, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz alta, v.2, n.2, p.245-248, 2007.

SEDIYAMA , M.A.N.; FONTES, P.C.R.; SILVA, D.J.H. Práticas culturais adequadas ao tomateiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 24, n.219, p.19-25, 2003.

SILVA, J.B.C., GIORDANO L.B.. **Tomate para processamento industrial**. Brasília, Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia–Embrapa Hortaliças. 2000. 168 p.

SILVA, D.J.H., SEDIYAMA, M.A.N., MATA, A.C., ROCHA, D.M., PICANÇO, M.C.. Produção de frutos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) em quatro sistemas de cultivo. **Revista Ceres**, Brasília, v.44, n.252, p.129-141,1997.

VEDUIM, J.V.R., BARTZ, H.R. Fertilidade do solo e rendimento do tomateiro em estufa de plástico. **Ciência Rural**, v. 28, n. 28, p. 229-233, 1998.

VELASQUEZ, H.J.C., GIRALDO, O.H.B., ARANGO, S.S.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. 3785-3796, 2007.

YEH, D.M., LIN, L., WRIGHT, C.J.. Effects of mineral nutrient deficiencies on leaf development, visual symptoms and shootroot ratio of *Spathiphyllum*. **Scientia Horticulturae**, v.86, n.3, p.223-233, 2000.

WAMSER, A.F., MUELLER, S., BECKER, W.F., SANTOS, J.P.. Produção do tomateiro em função dos sistemas de condução de plantas. **Horticultura Brasileira** v.25, p. 238-243, 2007.

ZAPATA, J.L., SALDARRIAGA, A., LONDOÑO, M., DIAZ, C.. **Manejo del cultivo de la uchuva en Colombia**. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Regional 4, Centro de Investigación «La Selva», Apartado Aéreo 100, Rionegro, Antioquia, Colombia.. 2002. 42 p, Boletim Técnico.