



**UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA**

ALESSANDRA IANCKIEVICZ

**PRODUÇÃO E ASPECTOS NUTRICIONAIS DE PHYSALIS
FERTIRRIGADA EM VASO COM AREIA COM DIFERENTES
CONCENTRAÇÕES DE POTÁSSIO**

ALESSANDRA IANCKIEVICZ

**PRODUÇÃO E ASPECTOS NUTRICIONAIS DE PHYSALIS
FERTIRRIGADA EM VASO COM AREIA COM DIFERENTES
CONCENTRAÇÕES DE POTÁSSIO**

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

Orientador: Prof. Dr. Hideaki Wilson
Takahashi
Co-orientador: Prof. Dr. Gustavo Adolfo
Fregonezi

Londrina
2012

ALESSANDRA IANCKIEVICZ

**PRODUÇÃO E ASPECTOS NUTRICIONAIS DE PHYSALIS
FERTIRRIGADA EM VASO COM AREIA COM DIFERENTES
CONCENTRAÇÕES DE POTÁSSIO**

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

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dr. Claudemir Zucareli
UEL – Londrina - PR

Prof. Dr. Hélio Hiroshi Sugimoto
UNOPAR – Londrina - PR

Londrina, 15 de Fevereiro de 2012.

**Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

I11p lanckiewicz, Alessandra.

Produção e aspectos nutricionais de physalis fertirrigada em vaso com areia com diferentes concentrações de potássio / Alessandra lanckiewicz. – Londrina, 2012. 50 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. Plantas – Nutrição – Teses. 4. Plantas – Efeito do potássio – 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

Aos meus Pais Nivaldo e Marilene, pelo esforço dedicado durante todo o período do mestrado, pela compreensão quando não pude dar a atenção por eles merecida e pelo amor incondicional. Aos meus irmãos que sempre estiveram ao meu lado e fazem parte dessa conquista. Obrigada pela confiança.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me deu forças para vencer mais essa etapa e todas que ainda vou enfrentar.

Agradeço ao meu orientador prof. Dr. Hideaki Wilson Takahashi pela experiência passada, conselhos, dedicação, e pela amizade durante esses anos.

Ao Co-Orientador prof. Dr. Gustavo A. F. Fregonezi pela dedicação, colaboração, por sempre se dispor a ajudar mesmo com tantas coisas a fazer, e principalmente pela amizade e apoio.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, aos Professores do curso e a CAPES pela bolsa de estudos.

Ao meu companheiro, amigo, namorado Felipe Biazola De Grande, pelo incentivo, por me ajudar a enfrentar as dificuldades durante esses anos, pela paciência quando tudo estava complicado, por me escutar e confiar no meu trabalho.

A prof. Dra. Débora Santiago, que foi quem me incentivou e apoiou desde a inscrição para o mestrado, e é também responsável por eu concluir mais essa fase da minha vida, obrigada por sempre ajudar, pelas conversas, pela paciência e pelos bons momentos.

Aos amigos Fernando Rodini, Eliann Garcia Ferreira, Matheus Monteiro, Giovani Arieira, Mayra Ishikawa, principalmente pela amizade, mas também pela ajuda no trabalho de laboratório, por passar calor juntos na estufa, pelas colheitas, sem a ajuda de vocês esse trabalho seria mais pesado.

As amigas Carlize Chiavelli Lopes, Otavia Vilela e Camila Scolin, que mesmo distante sempre vão estar no meu coração.

Agradeço também algumas pessoas importantes para a realização desse trabalho, Jenniffer Schnitzer por repassar o conhecimento e experiência e aos

técnicos do laboratório de Solos, Márcio e João pela colaboração nas análises. Ao professor de inglês Ronnie pela paciência.

À todos os familiares que torceram e acreditaram na conclusão deste curso, fico muito grata.

IANCKIEVICZ, Alessandra. **Produção e aspectos nutricionais de physalis fertirrigada em vaso com areia com diferentes concentrações de potássio.** 2012. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

RESUMO

Originária dos Andes sul-americano a physalis, uma espécie frutífera da família das solanáceas, que tem como principal produtor a Colômbia, vem despertando interesse econômico dos agricultores no Brasil, devido ser um produto de alto valor comercial. Como se trata de uma cultura pouco estudada, o objetivo desse trabalho foi de avaliar o teor de nutrientes nas folhas caules e frutos da planta e a extração dos nutrientes durante um ciclo produtivo, visando também a produção. Para isso as plantas de physalis foram obtidas a partir de rebrotas de cultivo anterior, produzidas a partir de sementes, e foram transplantadas para vasos de 9L contendo areia grossa como substrato. O experimento foi conduzido em estufa com as plantas cultivadas recebendo diferentes doses de potássio (K) por meio da solução nutritiva, sob sistema de fertirrigação por gotejamento. O delineamento experimental foi de blocos com oito repetições. Os tratamentos utilizados foram 50, 100, 200 e 300 mg de K por litro de solução nutritiva de Hoagland e Arnon modificada. Para as avaliações, os frutos foram colhidos conforme amadurecimento, sendo realizadas quatro colheitas onde foram determinados o teor de sólidos solúveis (°Brix) dos frutos e as massas fresca e seca dos mesmos. Ao final do experimento as plantas foram coletadas e avaliadas quanto à massa fresca de caule e massa fresca de folhas, teor de nutrientes dos frutos, teor de nutrientes de partes das plantas, além da determinação de massa seca das plantas e extração de nutrientes pela planta e órgãos avaliados. Os resultados encontrados demonstraram que não houve diferença quanto à produção e qualidade dos frutos nos níveis de K estudados. Quanto aos teores de nutrientes verificou-se que houve diminuição na absorção de N, P, Ca, Mg e Fe, e que valores elevados de K podem prejudicar a absorção desses nutrientes. A média da extração total de N foi de 65,45 Kg.ha⁻¹, de P 7,44 Kg.ha⁻¹ e de K de 49,53 Kg.ha⁻¹.

Palavras-chave: Nutrição de plantas. Fertirrigação. Solução nutritiva. *Physalis peruviana* L.

IANCKIEVICZ, Alessandra. **Production and nutritional aspects of *Physalis* fertigated in pots containing sand with different concentrations of potassium.** 2012. 50 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

ABSTRACT

Physalis is originally from South American Andes and it is a fruit species of the solanaceous family whose its main producer is Colombia. It has been arousing an economic interests of famers in Brazil, due to be a high commercial value product. Since this is a culture relatively little studied, the objective of this study was to evaluate the nutrient content in leaves, stems and fruit of the plant and extraction of nutrients during a productive cycle, also aiming the production. So the plants of *Physalis* were obtained from resprouts of previous crops, produced from seeds and they were transplanted to pots containing 9L of coarse sand as a substratum. The experiment was conducted in greenhouses with crops receiving different doses of potassium (K) through the nutrient solution under drip fertigation system. The experimental design was blocks with eight repetitions. The treatments were 50, 100, 200 and 300 mg K per liter of Hoagland and Arnon nutrient solution modified. For evaluation, the fruits were picked according to their ripening, being conducted four harvests where it was determined the content of soluble solids (° Brix) of fruits and the fresh and dry masses of them. At the end of the experiment, the plants were picked and evaluated for fresh mass of stem and leaf, nutrient content of fruits, nutrient content of plants parts, beyond the determination of plants dry mass and nutrient uptake by plants and organs assessed. The results showed no difference in the production and quality of the fruits in the level of K studied. As for the nutrient content, it was found that there was a degreasing in absorption of N, P, Ca, Mg and Fe, and that high values of K may impair the absorption of these nutrients. The average of total extraction of N was 65,45 Kg.ha⁻¹, of P 7,44 Kg.ha⁻¹ and K 49,53 Kg.ha⁻¹.

Key-words: Nutrition of plants. Fertigation. Levels. Nutrient solution. *Physalis peruviana* L.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 PHYSALIS	11
2.2 POTÁSSIO	13
2.3 FERTIRRIGAÇÃO E CULTIVO PROTEGIDO	15
2.4 SOLUÇÃO NUTRITIVA.....	17
2.5 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	19
3 ARTIGO 1 –PHYSALIS FERTIRRIGADA COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE POTÁSSIO	21
3.1 RESUMO E ABSTRACT	22
3.2 INTRODUÇÃO	23
3.3 MATERIAL E MÉTODOS	24
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
3.4.1 Produção e Brix.....	27
3.4.2 Teor de Macronutrientes Primários	29
3.4.3 Teor de Macronutrientes Secundários.....	35
3.4.4 Teor de Micronutrientes.....	38
3.4.5 Extração de Nutrientes	39
3.5 CONCLUSÕES	40
REFERÊNCIAS	41
ANEXOS	47
ANEXO A – Extração ($\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de macro e micronutrientes em caule, folhas, frutos e plantas de Physalis, em função da dose de K da solução nutritiva	48

1 INTRODUÇÃO

A crescente procura nos mercados por produtos de alta qualidade, aliada ao aumento do poder aquisitivo dos consumidores, incentiva o cultivo de frutas consideradas exóticas. A produção de pequenas frutas no Brasil ainda é recente, e esse tipo de cultivo é interessante para agricultura familiar, tendo como características mais importantes o baixo custo de implantação, boa adaptação e principalmente alto valor de mercado.

A *Physalis peruviana* L. é uma espécie que está sendo incorporada ao cultivo de frutas no Brasil. *Physalis* como é conhecida no sul do país caracteriza-se por produzir frutos açucarados e com alto conteúdo de vitaminas A e C, ferro e fósforo, além de lhe serem atribuídas inúmeras propriedades nutracêuticas (CHAVES; SCHUCH; ERIG; 2005).

Por se tratar de uma cultura pouco explorada e de interesse comercial, ainda faltam informações sobre o cultivo de *physalis* no Brasil, sendo necessária a realização de estudos que abordem o custo da implantação da cultura, região de cultivo, as exigências nutricionais, entre outros fatores que influenciam no desenvolvimento da cultura. Atualmente, o cultivo de *physalis* no Brasil, especialmente na região Sul, é feito de maneira semelhante ao manejo e tratos culturais utilizados na cultura do tomate (RUFATO et al., 2008).

O conhecimento da exigência nutricional das plantas, adaptação da cultura, região e tipo de cultivo facilitam o manejo e a adubação, que são pontos importantes para obter sucesso na produção. Todos os nutrientes são importantes, sendo que os macronutrientes são exigidos em maiores quantidades quando comparados aos micronutrientes. Entretanto a faixa de toxidez e carência de micronutrientes é menor quando comparada as faixas dos macronutrientes, portanto deve haver um equilíbrio entre eles. O K é um macronutriente de grande importância, conhecido como nutriente da qualidade, responsável por melhorar características como sabor, cor e aroma dos frutos, e também é importante na regulação osmótica das plantas.

O equilíbrio entre as doses de adubos utilizadas facilitam o processo de absorção pelas plantas já que alguns nutrientes disputam o mesmo sítio de absorção.

O fornecimento de água e nutrientes para as plantas é um fator determinante na produção da cultura. Hoje em dia, uma técnica empregada é a fertirrigação, que utilizada de forma adequada aumenta o aproveitamento dos nutrientes pelas plantas, evitando assim o desperdício. O sucesso da fertirrigação depende de vários fatores, sendo que a solução nutritiva utilizada deve suprir a necessidade da planta em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura.

A solução nutritiva apresenta varias características como pH, relação de equilíbrio entre os nutrientes e a condutividade elétrica, que expressa a quantidade de íons presente na solução. A absorção de água e nutrientes pelas plantas sofrem algumas modificações que estão relacionadas com a variação da condutividade elétrica da solução nutritiva, provocando alterações na fisiologia das plantas. Podemos citar como exemplo a modificação da abertura estomática e aumento ou diminuição da área foliar, estes fatores estão relacionados à eficiência fotossintética, e conseqüentemente, a produção das plantas.

O cultivo comercial de hortaliças e algumas frutas em estufas plásticas é uma atividade crescente, principalmente nas proximidades das grandes concentrações urbanas, onde a capacidade de produção intensiva em pequenas áreas atende a grande demanda desses locais, tanto em quantidade como em qualidade. O uso intensivo do solo em ambientes protegidos pode limitar a produção e condenar o local de cultivo. Fatores como salinização e contaminação do solo podem torná-lo improdutivo. Uma alternativa para esse tipo de problema é o uso de substratos reutilizáveis em vasos e sacos plásticos.

O objetivo desse estudo foi de avaliar dose de potássio para a cultura de *physalis*, obtendo assim o teor de nutrientes nas plantas, extração de nutrientes pelas plantas e produção de frutos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PHYSALIS

A physalis (*Physalis peruviana* L.), ou Uchuva como é conhecida na Colômbia, é uma solanácea originária do Peru, de hábitos silvestres ou semi-silvestres, que ocorre na América do Sul em altitudes entre 1500 e 3000 metros. Na Colômbia se cultiva em áreas entre 1800 e 2800 metros de altitude com temperaturas médias de 13 a 18 °C e precipitações de 1000 a 1800 mm/ano (FISCHER, 2000).

As plantas que chegam até dois metros de altura têm raízes ramificadas e fibrosas que atingem 50 a 80 cm de profundidade. Tem hábito de crescimento indeterminado necessitando assim de tutoramento podendo ser em espaldeira, “X” ou “V” e no sistema livre onde as plantas são mantidas com toda brotação e em contato com o solo. (RUFATO et al., 2008).

A propagação geralmente é feita por sementes que apresentam 85 a 90% de germinação. Segundo Acosta et al. (2007) a propagação também pode ser realizada com outras partes da planta sendo a mais recomendada estacas jovens do terço mais alto que apresentaram melhor enraizamento, longitude de raízes e massa seca da planta.

Desde a sementeira até a primeira colheita transcorre um período com cerca de 90 dias, dependendo da altitude. A colheita é contínua, permitindo realizar coletas semanais e em algumas ocasiões até duas vezes por semana, dependendo do grau de maturidade dos frutos. Com um adequado manejo em relação à fertilização, podas, controles fitossanitários e administração da água a cultura pode alcançar uma vida produtiva de até dois anos (ZAPATA et al., 2002). Fischer e Almanza (1993) citam que após 11 meses a qualidade e quantidade de frutos começam a declinar.

O fruto é caracterizado por apresentar coloração alaranjada, quando maduro, desenvolvendo-se dentro de um cálice formado por cinco sépalas, e podem alcançar de 1,25 a 2,5 centímetros de diâmetro. Segundo Mazzora et al. (2006) o cálice protege o fruto contra insetos, pássaros, patógenos e condições climáticas adversas, servindo de fonte de carboidratos durante os primeiros 20 dias de crescimento. Segundo Ávila et al. (2006), o cálice pode aumentar em 2/3 a vida de

pós colheita dos frutos além de ser um fator determinante na época de colheita. Os frutos de *physalis* podem ser industrializados e transformados em geléias, sucos e compotas. Também são atribuídas a ele propriedades medicinais como de fortificar o nervo ótico, purificar o sangue, diminuir a albumina dos rins, além disso, os frutos têm grande quantidade de cálcio (ESCOBAR, 2000).

Existe uma preocupação quanto ao armazenamento e transporte dos frutos por serem sensíveis. Ávila et al. (2006) em estudos sobre temperatura de armazenamento, concluíram que as características físico-químicas foram mantidas até os 20 dias de armazenamento, sendo que o dia crítico foi o sexto dia, com elevada taxa de respiração por se tratar de um fruto climatério.

Mazorra (2003) estabeleceu que o momento ótimo para a colheita é a partir de 50 dias após o aparecimento dos frutos, quando o cálice apresenta coloração verde-amarelado e fruto de cor amarelo-esverdeado, sendo que com essa idade as sementes apresentam 90% de germinação.

A Colômbia é o maior produtor mundial de *physalis*, segundo a Corporación Colombiana Internacional (2000), com produtividade média de 20 toneladas por hectare, e chegou a exportar no ano de 2000 quase duas toneladas de *physalis* in natura somente para Holanda, Alemanha, Inglaterra e França. Depois da Colômbia se destacam como produtoras a África do Sul e Nova Zelândia. No Brasil, a produtividade pode variar em função do tipo de condução; no sistema livre que é o menos recomendado, a produtividade pode chegar a 3 t.ha⁻¹, e no sistema "X" em espaldeira pode chegar a 8 t.ha⁻¹, em condições de campo (RUFATO et al., 2008). Em 2007, o Brasil produziu cerca de 17 toneladas de *physalis* (IBRAF, 2007).

Ainda faltam informações técnicas sobre a cultura no Brasil, por isso em regiões como no sul do país, onde ela vem sendo mais cultivada, o manejo é feito com base nas recomendações da cultura do tomate.

Estudos relacionados a tipos de condução de *physalis* foram realizados na região do planalto catarinense, onde Muniz et al. (2011) observaram que plantas conduzidas em X têm as melhores produções quando comparadas ao sistema em V e ao sistema livre; também relataram que para se obter maiores produtividades e frutos de melhor qualidade as plantas devem ser podadas permanecendo apenas os ramos tutorados.

Lima et al. (2010) trabalharam com tipos de condução e diferentes épocas de transplante das plantas no Rio Grande do Sul, e verificaram que a melhor

época de transplante é no mês de novembro e que o sistema de condução em “V” invertido e triangular é o que proporciona melhor crescimento e produtividade.

Trabalhando com plantas da espécie *Physalis angulata* L. em Feira de Santana na Bahia, Souza; Alcântara Júnior; Amorim (2007) demonstraram que as plantas desta espécie são pouco tolerantes a condições de salinização, visto que nestas condições a produção foi fortemente comprometida.

El-Tohamy; El-Abagy; Abou-Hussein; (2009), estudaram diferentes doses de N em *Physalis* cultivadas em areia e observaram que os resultados de rendimento, número de frutos, e diâmetro dos frutos aumentaram de forma significativa, elevando o nível de nitrogênio até 200 Kg N. ha⁻¹.

Segundo Rufato et al. (2008), trabalhos desenvolvidos na Universidade do Estado de Santa Catarina, com aplicações de nitrogênio e potássio demonstraram aumento de pH nas plantas conforme aumento da dose de potássio, por ser o cátion mais abundante no citoplasma, ocorrendo em alta concentração no cloroplasto, sendo que ambos atuam na neutralização de ânions orgânicos que estabilizam o pH da planta. Experimento conduzido em Capão do Leão, RS, onde plantas de *Physalis peruviana* L. foram submetidas a diferentes adubações, demonstraram que a adubação mínima para um adequado crescimento das plantas é a mesma recomendada para a cultura do tomateiro (LIMA et al., 2009).

2.2 POTÁSSIO

O potássio é o segundo nutriente mais requerido pelas plantas, perdendo apenas para o nitrogênio, e usualmente é o cátion mais abundante nas plantas. É atribuída ao potássio a responsabilidade pela qualidade dos frutos. Ele atua na síntese de proteínas, carboidratos, ATP e na distribuição da seiva elaborada e, ainda, está relacionado com a abertura e fechamento dos estômatos além da regulação osmótica da planta. Na resistência e na permeabilidade das membranas o nutriente em questão também tem papel fundamental, sendo que sua falta faz com que as plantas fiquem mais vulneráveis ao ataque de patógenos (MALAVOLTA, 2006), uma vez que acumulam nitrogênio e açúcares em suas folhas.

Na agricultura o potássio é um dos nutrientes mais utilizados. A forma de utilização mais aplicada pelos agricultores é o KCl. Esta forma de adubo potássico, quando em excesso, causa o principal efeito negativo deste nutriente, que

é a salinização do solo e que se agrava em situações de cultivo protegido. É um nutriente móvel nas plantas, por isso é encontrado em grandes quantidades nas células. As principais funções do potássio estão relacionadas à translocação de açúcares, a abertura e fechamento estomático, a regulação osmótica, a ativação de sistemas enzimáticos (sintetases, oxidoredutases, desidrogenases, transferases, cinases), além de incrementar a absorção de N, a síntese de proteínas e participar da síntese de amido nas folhas (MEURER, 2006; MALAVOLTA, 2006).

Não são conhecidos os efeitos de toxidez causados pelo excesso de K, no entanto, este nutriente pode interferir positiva ou negativamente na absorção de outros nutrientes. Segundo Marschner (1995) o K aumenta a taxa de absorção de NO_3^- e geralmente inibe a absorção de Ca e Mg. Fonseca e Meurer (1997) também observaram o efeito antagônico entre K e o Mg.

Segundo Malavolta (2006), o excesso de K gera desequilíbrio na relação K:Ca e K:Mg, menor formação da lamela média da parede por falta de Ca, quebra do funcionamento normal da membrana plasmática e baixa formação de ATP, vital para os processos fisiológicos. Segundo a literatura (MARSCHNER, 1995), quando oferecido em excesso ocorre um “consumo de luxo” do K, e isso interfere na absorção de outros nutrientes.

A deficiência do K é primeiramente observada nas folhas mais velhas, seguida pela necrose das margens das folhas. A disponibilidade de K no solo e a sua absorção pelas plantas parecem estar relacionadas com a disponibilidade dos cátions divalentes, Ca e Mg, dominantes do complexo de troca. Ainda assim, a absorção do K pelas plantas é favorecida em comparação com outras espécies catiônicas sendo, dentre os cátions macronutrientes, o que se apresenta, em geral, em menor e maior concentração no solo e na planta, respectivamente (OLIVEIRA; CARMELLO; MASCARENHAS, 2001).

Pela falta de estudos com a cultura de *Physalis*, tem-se como base alguns estudos realizados com a cultura do tomateiro, a solanácea de maior semelhança. No tomate, é conhecida a importância do K na síntese do licopeno, responsável pela coloração vermelha do fruto, na biossíntese de açúcares, ácidos orgânicos, vitamina C e teor de sólidos solúveis totais (MEURER, 2006).

Plantas de *physalis* quando restritas a soluções nutritivas com falta de K e B as plantas demonstraram uma mudança drástica na arquitetura e nos tecidos das plantas. A deficiência de nutrientes como Ca, Mg e P provocaram

modificações na coloração e qualidade das folhas, mas não afetaram o crescimento da planta (MARTÍNEZ et al., 2009).

Macedo e Alvarenga (2005) observaram aumento na acidez total, pH e Brix dos frutos de tomate com o incremento da dose K. Fontes; Sampaio; Mantovani; (2000) demonstraram aumento no rendimento total e comercial de tomate com o aumento na dose de K, até 97 mg K dm⁻³.

Feltrin et al. (2005) avaliando fontes de potássio na qualidade produtividade de frutos de tomate, observaram que a fonte de K utilizada influencia a produtividade do tomateiro de forma significativa, mas deve-se levar em conta a cultivar utilizada pois esta se comporta de maneira diferente quanto ao tipo de fertilizante utilizado. Já Michałojć e Buczkowska (2009), comparando diferentes fertilizantes de Potássio na cultura da Berinjela que também é uma solanácea, observaram que a maior produção de frutos foi obtida a partir de plantas fertilizadas com KCl, e observaram também que quando aplicado o fertilizante na forma KNO₃ as plantas apresentaram os maiores teores de matéria seca e vitamina C, melhorando assim a qualidade dos frutos.

Taiz e Zeiger (2004) citam que a deficiência de K em culturas no geral reduz o tamanho dos internódios, a dominância apical e o crescimento das plantas, além de retardar a frutificação e diminuir o tamanho e a coloração dos frutos.

2.3 FERTIRRIGAÇÃO E CULTIVO PROTEGIDO

A água e os fertilizantes são os fatores de produção que com maior frequência limitam os rendimentos das culturas. Desse modo, o controle da irrigação e da fertilidade do solo constitui critério preponderante para o êxito da agricultura.

Um dos principais meios para o fornecimento de água e nutrientes para o cultivo em substrato é a fertirrigação, pelo fato de aumentar a produtividade, melhorar a qualidade dos frutos e reduzir a utilização de nutrientes, pois são adicionados no momento de necessidade da cultura. Porém, um manejo inadequado pode ocasionar salinização do substrato e promover uma absorção excessiva de nutrientes pelas plantas causando sintomas de toxicidade (KAWAKAMI et al., 2007).

As maiores vantagens do cultivo fertirrigado protegido frente ao cultivo tradicional são: redução da mão-de-obra; manejo adequado da nutrição,

possibilitando melhor distribuição e localização do fertilizante; ajuste aos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura; possibilidade de automação; maior densidade de plantio; emprego em diversas regiões do mundo com carência de terras cultiváveis, incrementando assim a produtividade (MARTINEZ; BRACCINI; BRACCINI, 1997; FERNANDES; TESTEZLAF, 2002). A água utilizada na fertirrigação não pode apresentar sais que prejudicam a qualidade da solução nutritiva, provocando assim a salinização do solo.

A fertirrigação possibilita modificar as relações entre os nutrientes em pontos de maior densidade de raízes, ocasionando menores perdas de nutrientes por lixiviação e por volatilização. Em comparação com as técnicas convencionais de aplicação de fertilizantes, a fertirrigação minimiza os riscos de compactação do solo pelo menor trânsito de máquinas, economia de mão de obra e comodidade de aplicação (FURLANI E PIRES, 2007).

A fertirrigação localizada possibilita a aplicação em função das demandas hídrica e nutricional da planta sendo o sistema de irrigação por gotejamento o mais utilizado no cultivo do tomateiro. Nos sistemas automatizados de irrigação, em estruturas de proteção, o uso de temporizador (irrigation controler) têm facilitado o manejo eficaz e eficiente da fertirrigação (MACÊDO; ALVARENGA, 2005).

O cultivo em ambiente protegido permite a produção de hortaliças e frutas em qualquer época do ano, mesmo em condições climáticas desfavoráveis, possibilitando o prolongamento do período de colheita, o aumento da produtividade e a melhoria da qualidade do produto (CARRIJO et al., 2004).

Entretanto, os problemas de fertilidade do solo no cultivo protegido poderão ser ainda maiores do que os do cultivo intensivo a céu aberto, pois pela proteção proporcionada contra as chuvas, evita-se lixiviação de nutrientes e, aumenta-se a sua concentração na camada de solo explorada pelas raízes (TAKAZAKI; DELLA VECCHIA, 1993).

O cultivo do tomateiro em ambiente protegido é uma das técnicas empregadas para obter elevadas produtividades nos períodos de entressafra, superiores a 100 t/ha em ciclo de aproximadamente 150 dias (ANDRIOLO et al., 1997). Para atingir tais rendimentos, são necessárias doses adequadas de nutrientes, normalmente elevadas. Inúmeras recomendações de adubação para uso regional encontram-se na literatura. Entretanto apresentam diferenças entre os

valores (RATTIN; ANDRIOLO; WITTER, 2003). Se a recomendação para a cultura do tomate ainda gera muitas dúvidas, para culturas pouco estudadas como a *physalis*, isto torna-se mais preocupante.

2.4 SOLUÇÃO NUTRITIVA

A composição ideal de uma solução nutritiva depende não somente das concentrações dos nutrientes, mas também de outros fatores ligados ao cultivo, incluindo-se o tipo ou o sistema hidropônico, os fatores do ambiente, a época do ano, o estágio fenológico, a espécie vegetal e o cultivar em produção (FURLANI et al., 2009).

Epstein e Bloom (2005) afirmam que se a concentração de um nutriente essencial no tecido vegetal está abaixo do nível necessário para um ótimo crescimento indica que a planta é deficiente nesse nutriente, provocando assim uma alteração na rota metabólica que esse nutriente participa, afetando os demais processos envolvidos.

Malavolta; Vitti; Oliveira; (1997), citam que o conhecimento da exigência nutricional e da concentração dos nutrientes por meio de órgãos representativos nas plantas é importante para estabelecer as quantidades de nutrientes a serem aplicadas por meio dos fertilizantes obtendo, assim, melhores rendimentos.

No Brasil, nas pesquisas que envolvem nutrição mineral de plantas, algumas soluções nutritivas têm sido bastante utilizadas como as propostas por Hoagland e Arnon (1950), Sarruge (1975), Castellane e Araújo (1994) e Furlani et al. (1999). O efeito da concentração da solução nutritiva sobre o crescimento da planta, a produtividade e a qualidade dos frutos é influenciado também pelas condições ambientais como temperatura, evapotranspiração e umidade relativa do ar. Em ambientes de elevadas temperaturas e baixa umidade ocorre maior evapotranspiração e conseqüentemente maior absorção de nutrientes, sendo possível a utilização de solução nutritiva com menores concentrações.

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. Taiz e Zeiger (2004) citam que com o aumento da pressão salina ocorre também o aumento da pressão osmótica do meio fazendo com

que a planta tenha dificuldade em absorver água suficiente para repor a perda que ocorre pela transpiração, mesmo em solução nutritiva que é um ambiente com água disponível. Por outro lado, solução nutritiva com baixas concentrações, combinadas com condições ambientais de reduzida demanda evaporativa, diminuem tanto o teor de massa seca como a qualidade da produção pela redução na absorção de nutrientes (LORENZO et al., 2003).

Barbosa e Martinez (1996) citam que as plantas absorvem mais água que nutrientes, desse modo o volume consumido diariamente deve ser repostado com água ao invés da adição de mais solução nutritiva, caso contrário, haverá uma crescente salinização no meio de cultivo, prejudicando assim o desenvolvimento radicular e a absorção de água. Com a atividade de absorção, ocorre diminuição dos nutrientes na solução nutritiva, e quando a capacidade de nutrição dessa solução se esgota a mesma deve ser trocada para impedir o acúmulo de certos nutrientes não absorvidos na mesma proporção que os demais. O problema é mais sério para os micronutrientes, onde o limite entre carência e toxidez muitas vezes é estreito (MARTINEZ, 1997).

Para o sucesso da fertirrigação em vasos com uso de substratos, a escolha da solução nutritiva é fundamental, deve ser formulada de acordo com a necessidade nutricional da espécie a ser cultivada, e apresentar quantidades adequadas dos nutrientes essenciais para um bom desenvolvimento da cultura. Resultados obtidos por Martinez et al. (2008), demonstram que a deficiência de Boro na solução nutritiva utilizada na fertirrigação, diminuiu consideravelmente a massa fresca, seca e tamanho dos frutos de *physalis*, demonstrando sua importância em relação ao transporte de fotoassimilados. Também foi observada redução drástica da produção quando a solução nutritiva apresentava deficiência de N, K e P.

Estudos sobre o rachamento dos frutos de *physalis*, realizados por Cooman; Torres; Fischer, (2005), demonstram que a deficiência dos nutrientes Ca e B na solução nutritiva promoveram aumento de 5,5 a 13% de frutos rachados em relação a plantas cultivadas com doses adequadas de Ca e B. Convém salientar que os frutos de *physalis* apresentam rachaduras que são relacionadas a fatores genéticos e não nutricionais, semelhantes ao que acontece com o da cultura do tomate que apresenta suscetibilidade ao rachamento dos frutos.

2.5 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

A condutividade elétrica de uma solução é definida como a capacidade desta em conduzir corrente elétrica. O princípio dos aparelhos de medição estão relacionados a aplicação de corrente alternada em eletrodos imersos em solução (RADIOMETER ANALYTICAL, 2004).

A condutividade elétrica é proporcional ao conteúdo total de íons, assim quando a condutividade elétrica cai 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 condutividade elétrica e quantidade total de íons dissolvidos (MARTINEZ, 1997).

Existem na literatura várias formas de controlar e monitorar a condutividade elétrica da solução nutritiva. Andriolo et al. (2009) monitoraram diariamente a condutividade elétrica da solução nutritiva e quando os valores situavam-se acima ou abaixo de 10% do valor original, era feita a adição de água ou de volumes complementares de solução nutritiva para retornar ao valor original.

O extrator de cápsula porosa é uma forma de extrair a solução do solo dos cultivos. Esta é uma maneira prática de se monitorar as condições de condutividade elétrica e pH, possibilitando a verificação da salinização do substrato. A quantidade de íons extraída pela cápsula porosa é a mais próxima da solução do solo que é absorvida pelas plantas segundo trabalhos realizados por Silva (2002). Ainda segundo o mesmo autor, a utilização de extratores de solução do solo na cultura do Pimentão demonstrou que o uso deste tipo de aparelho além de ser de fácil acesso possibilita determinar a concentração de nitrato e potássio com excelente precisão; com menor precisão para Cálcio e Magnésio e para determinação de Fósforo e Enxofre não é indicado o uso.

Helbel Junior et al. (2008), estudando a influência da condutividade elétrica na cultura da alface observaram que para a solução de menor condutividade elétrica ($0,8 \text{ dS m}^{-1}$), obteve-se menor produtividade quando comparado ao tratamento de maior condutividade elétrica ($1,2 \text{ dS m}^{-1}$), este resultado pode ser consequência da carência de nutrientes minerais na sua composição, verificada através de sua menor condutividade elétrica, sugerindo que apenas a disponibilidade dos elementos minerais na rizosfera, pode não ser suficiente para um

crescimento vegetal satisfatório, sendo necessário que os nutrientes estejam nas concentrações e relações adequadas, principalmente no cultivo hidropônico ou fertirrigado, onde a deficiência ou a toxidez de um determinado nutriente mineral se manifesta mais rapidamente do que no solo.

3 ARTIGO

PRODUÇÃO E ASPECTOS NUTRICIONAIS DE PHYSALIS FERTIRRIGADA EM VASO COM AREIA COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE POTÁSSIO.

PRODUÇÃO E ASPECTOS NUTRICIONAIS DE PHYSALIS FERTIRRIGADA EM VASO COM AREIA COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE POTÁSSIO.

3.1 RESUMO E ABSTRACT

Resumo

Originária dos Andes sul-americano a physalis, uma espécie frutífera da família das solanáceas, que tem como principal produtor a Colômbia, vem despertando interesse econômico dos agricultores no Brasil, por ser um produto de alto valor comercial. Como se trata de uma cultura pouco estudada, o objetivo desse trabalho foi de avaliar o teor de nutrientes nas folhas caules e frutos da planta e a extração dos nutrientes durante um ciclo produtivo, visando também a produção. Para isso as plantas de physalis foram obtidas a partir de rebrotas de cultivo anterior, produzidas a partir de sementes, e foram transplantadas para vasos de 9L contendo areia grossa como substrato. O experimento foi conduzido em estufa com as plantas cultivadas recebendo diferentes doses de potássio (K) por meio da solução nutritiva, sob sistema de fertirrigação por gotejamento. O delineamento experimental foi de blocos com oito repetições. Os tratamentos utilizados foram 50, 100, 200 e 300 mg de K por litro de solução nutritiva de Hoagland e Arnon modificada. Para as avaliações, os frutos foram colhidos conforme amadurecimento, sendo realizadas quatro colheitas onde foram determinados o teor de sólidos solúveis (°Brix) dos frutos e as massas fresca e seca dos mesmos. Ao final do experimento as plantas foram coletadas e avaliadas quanto à massa fresca de caule e massa fresca de folhas, teor de nutrientes dos frutos, teor de nutrientes de partes das plantas, além da determinação de massa seca das plantas e extração de nutrientes pela planta e órgãos avaliados. Os resultados encontrados demonstraram que não houve diferença quanto à produção e qualidade dos frutos nos níveis de K estudados. Quanto aos teores de nutrientes verificou-se que houve diminuição na absorção de N, P, Ca, Mg e Fe, e que valores elevados de K podem prejudicar a absorção desses nutrientes. A média da extração total de N foi de 65,45 Kg.-1 N ha⁻¹, de P 7,44 Kg.-1 p ha⁻¹ e de K de 49,53 Kg.-1 de K ha⁻¹.

Palavras-chave: Nutrição de plantas. Fertirrigação. Solução nutritiva. Physalis peruviana L.

Abstract

Physalis is originally from South American Andes and it is a fruit species of the solanaceous family whose its main producer is Colombia. It has been arousing an economic interests of famers in Brazil, due to be a high commercial value product. Since this is a culture relatively little studied, the objective of this study was to evaluate the nutrient content in leaves, stems and fruit of the plant and extraction of nutrients during a productive cycle, also aiming the production. So the plants of Physalis were obtained from resprouts of previous crops, produced from seeds and they were transplanted to pots containing 9L of coarse sand as a substratum. The experiment was conducted in greenhouses with crops receiving different doses of potassium (K) through the nutrient solution under drip fertigation system. The

experimental design was blocks with eight repetitions. The treatments were 50, 100, 200 and 300 mg K per liter of Hoagland and Arnon nutrient solution modified. For evaluation, the fruits were picked according to their ripening, being conducted four harvests where it was determined the content of soluble solids (° Brix) of fruits and the fresh and dry masses of them. At the end of the experiment, the plants were picked and evaluated for fresh mass of stem and leaf, nutrient content of fruits, nutrient content of plants parts, beyond the determination of plants dry mass and nutrient uptake by plants and organs assessed. The results showed no difference in the production and quality of the fruits in the level of K studied. As for the nutrient content, it was found that there was a decreasing in absorption of N, P, Ca, Mg and Fe, and that high values of K may impair the absorption of these nutrients. The average of total extraction of N was 65,45 Kg.ha⁻¹, of P 7,44 Kg.ha⁻¹ and K 49,53 Kg ha⁻¹.

Key-words: Nutrition of plants. Fertigation. Levels. Nutrient solution. *Physalis peruviana* L.

3.2 INTRODUÇÃO

A *Physalis peruviana* L. é uma espécie que está sendo incorporada ao cultivo de frutas no Brasil. *Physalis*, como é conhecida no sul do país, caracteriza-se por produzir frutos açucarados e com bom conteúdo de vitaminas A e C, ferro e fósforo, além de lhe serem atribuídas inúmeras propriedades nutracêuticas (CHAVES; SCHUCH; ERIG, 2005).

Desde a sementeira até a primeira colheita transcorre um período com cerca de 90 dias, dependendo da altitude. A colheita é contínua, permitindo realizar coletas semanais. Com um adequado manejo em relação à fertilização, podas, controles fitossanitários e administração da água, a cultura pode alcançar uma vida produtiva de até dois anos (ZAPATA et al., 2002).

Por se tratar de uma cultura recente e de interesse comercial, ainda, faltam informações sobre o cultivo de *physalis* no Brasil, sendo necessária a realização de estudos levando em conta o custo da implantação da cultura, a região de cultivo, as exigências nutricionais entre outros fatores que influenciam o desenvolvimento da cultura. Atualmente o cultivo de *physalis* no Brasil, especialmente na região Sul, é feito de acordo com o manejo e os tratos culturais utilizados na cultura do tomate (RUFATO, 2008).

Para uma adubação adequada deve haver o equilíbrio dos nutrientes a serem disponibilizados para a planta. O potássio é um macronutriente de grande

importância na agricultura, e um dos nutrientes mais exigidos pelas culturas (MALAVOLTA, 2006).

As principais funções do potássio estão relacionadas à translocação de açúcares, a abertura e fechamento estomático, a regulação osmótica, a ativação de sistemas enzimáticos (sintetases, oxidorreduções, desidrogenases, transferases, cinases), além de incrementar a absorção de N, a síntese de proteínas e participar da síntese de amido nas folhas (MEURER, 2006; MALAVOLTA, 2006). Ele também é conhecido como o nutriente da qualidade melhorando características como sabor, cor e aroma dos frutos.

A adubação realizada com uso de solução nutritiva deve ser estudada com o objetivo de suprir as necessidades da cultura em questão, cultivada sob fertirrigação. Deve-se levar em conta o equilíbrio dos nutrientes na solução, proporcionando equilíbrio entre a água e os nutrientes, para não haver falta desses componentes para as plantas. Uma das características da solução nutritiva é a condutividade elétrica que é proporcional à quantidade de íons presente na solução nutritiva. Segundo Malavolta (1997), o conhecimento da exigência nutricional e da concentração dos nutrientes por meio de órgãos representativos nas plantas é importante para estabelecer as quantidades de nutrientes a serem aplicadas por meio dos fertilizantes obtendo, assim, melhores rendimentos.

O cultivo fertirrigado geralmente é utilizado em situações de cultivo protegido, onde se tem melhor controle das condições ambientais e conseqüentemente melhor aproveitamento da água e adubos, gerando assim economia para o produtor. No cultivo protegido deve-se tomar cuidado com a adubação, pois a alta concentração de adubo no solo ou substrato pode prejudicar a absorção das plantas e inviabilizar o solo ou substrato do local pela salinização.

Esse trabalho foi desenvolvido utilizando doses de K no cultivo de *physalis* fertirrigado, com o objetivo de melhorar a qualidade nutricional e a produção dos frutos assim como avaliar o teor de nutrientes na planta e nos frutos de *physalis* e a extração dos nutrientes durante um ciclo produtivo.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em estufa do tipo arco situado do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina (UEL), cujas as

coordenadas geográficas são 23°18'S e 51°09'W, com 560 m de altitude. O clima da região, segundo a classificação de Köppen é Cfa, (IAPAR, 2010).

As plantas utilizadas foram rebrotas de cultivo anterior, produzidas a partir de sementes tiradas do fruto comercial, sendo a espécie *Physalis peruviana* L. e foram transplantadas para vasos de 9L contendo areia grossa como substrato.

As rebrotas foram irrigadas com água por 45 dias com o objetivo de lavar o substrato dos vasos. O experimento teve início em 3 de Março e foi finalizado em 23 de Agosto de 2011.

O experimento foi fertirrigado diariamente pelo sistema de gotejamento, contando com dois bicos gotejadores por vaso. A solução nutritiva foi armazenada em galões com capacidade de 90 litros. A necessidade de irrigação foi de acordo com a evapotranspiração da cultura e avaliada por meio de tensiômetros instalados nos vasos que indicaram a necessidade de cinco ciclos de fertirrigação ao dia com duração de dois minutos. As bombas eram ligadas automaticamente através de um timer.

As plantas foram conduzidas com três ramos, tutoradas em espaldeira, com o propósito de mantê-las eretas. O espaçamento entre os vasos foi de 1,00 m e 0,25 m entre os ramos. Foi realizada semanalmente poda de manutenção, para evitar crescimento excessivo dos ramos.

O experimento foi constituído por quatro doses de potássio, sendo 50, 100, 200 e 300 mg L⁻¹ de K. Cada tratamento continha oito repetições totalizando 32 plantas. Os outros nutrientes foram aplicados a partir da solução nutritiva utilizada preparada a partir da solução de Hoagland e Arnon modificada (1950) e continha os seguintes sais: 198g de N; 43,6g de P; 233g de Ca; 54g de Mg; e 78g de S; para os micronutrientes foi utilizado uma solução contendo 0,5mg de B; 0,2mg de Cu; 0,08mg de Mo; 0,8mg de Mn; 0,5mg de Zn (mg L⁻¹) e uma solução de tensoferro com 5,0 mg L⁻¹ de Fe. Foram ajustadas as quantidades dos sais utilizados na solução nutritiva, de modo a alcançar os níveis de K estabelecidos para cada tratamento. A condutividade elétrica da solução nutritiva foi mantida entre 2,5 e 3,5 dS m⁻¹. Não foram necessárias correções do pH das soluções nutritivas, pois este variou entre 5,5 e 6,5, durante o experimento.

Para controlar a concentração de sais na solução nutritiva foi utilizada a condutividade elétrica (CE) do substrato, determinada a partir da solução do solo coletada em intervalos de 15 dias. Os vasos foram irrigados com a solução

nutritiva e após 30 e 60 minutos da irrigação, com ajuda de extrator da solução do solo foi retirada quantidade suficiente para determinar a CE, importante para verificar a salinização do substrato e/ou evitar a falta de nutrientes. Após a leitura da solução extraída, se os valores de CE estivessem próximos dos valores da solução original a fertirrigação era mantida ligada, conforme a necessidade do tratamento até a próxima leitura. Já quando os valores de CE estavam 15% acima do valor máximo ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$) era acionada somente a irrigação (água) até estabilização conforme a medida da CE da solução original do tratamento, essa irrigação era ligada de acordo com programação do timer e após 24 horas era feita nova leitura da CE para verificar se a medida tinha baixado, e então a fertirrigação era acionada novamente.

Foram coletadas as folhas índice, 4 folha a partir do broto, em duas fases fenológicas, sendo a coleta 1 no início do florescimento e a coleta 2 em fase de produção de frutos, conforme metodologia utilizada por Oliveira et al. (2009) para a cultura de tomate, e foi realizada avaliação dos teores de nutrientes dos tecidos separados sendo que o cálice dos frutos foi determinado junto com os frutos.

Ao final do experimento, quando as plantas se encontravam em início de processo de senescência foram coletadas e foi determinado peso fresco de caule e peso fresco de folhas, os frutos verdes também foram coletados e pesados para determinação do teor total de nutrientes nestes frutos. Os frutos maduros foram coletados em quatro colheitas realizadas seguindo orientação de Rufato et al. (2008), quando os frutos estavam com a coloração amarelada e coloração verde amarelada do cálice. Nos frutos colhidos foi determinado o teor de sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$), utilizando um refratômetro portátil, também foi determinado o peso fresco dos frutos. Todas as amostras foram lavadas em água corrente, após em água destilada e secas em estufa de ar forçado a temperatura de 60° C até atingirem massa constante. Depois de secas foi determinada a massa seca (MS) de todas as amostras e as plantas foram moídas em moinho do tipo Willey e preparadas através das digestões sulfúricas (N) e nítrico-perclórica (demais nutrientes), segundo Malavolta; Vitti; Oliveira, (1997). Os teores de nutrientes nos tecidos foram determinados nos equipamentos: Espectrofotômetro de Absorção Atômica (Ca, Fe, Mg, Mn e Zn), Espectrofotômetro com azul-de-molibdênio (P), Espectrofotômetro com Cloreto de Bário (S), Fotômetro de chama (K) e Micro-destilador seguido de Titulação - Kjeldahl (N).

Mediante o produto dos teores de nutrientes pela massa seca das

diferentes partes das plantas (folhas, caule, frutos), estimou-se a exportação de nutrientes pela remoção do material podado, em cada parcela experimental.

Com os dados obtidos foi realizada uma análise prévia de normalidade e homogeneidade de dados e após foram submetidos a análise de variância e de regressão no nível de 5% de significância.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.4.1 Produção e Brix

A Tabela 1 demonstra o resumo da análise de variância dos dados biométricos avaliados. Os dados apenas com a média do tratamento foram as variáveis que não foram influenciadas pelos tratamentos aplicados.

Somente os parâmetros MS de caule, MS de folhas índices 1 e 2 (Figura 1) foram influenciados em função das diferentes doses de K na solução nutritiva. A produção de fruto (g planta^{-1}) não foi influenciada pelo aumento da dose de K na solução nutritiva com média de $441,73 \text{ g planta}^{-1}$, o mesmo ocorreu com MS de folhas com média de $58,86 \text{ g planta}^{-1}$. Martinez et al. (2008), testando solução nutritiva com restrição de K no cultivo fertirrigado de physalis em areia, observaram que os frutos tiveram tamanho menor que a testemunha assim como peso seco de frutos e cálice, rendimento de frutos por planta.

No trabalho desenvolvido em vaso contendo areia e fertirrigado, o tratamento com menor concentração de K com 50 mg K L^{-1} de solução mostrou ser suficiente, resultando em falta de resposta para os níveis de potássio estudados. Estudos realizados por Genuncio (2009) onde testou diferentes doses de K em quatro cultivares diferentes de tomate, solanácea como a physalis, demonstrou que a maior dose de K (400 Kg K ha^{-1}) estimulou o crescimento vegetativo das plantas de tomateiro no experimento fertirrigado, com aumentos na massa seca de folha e caule e diâmetro de caule, além do aumento na produção de frutos comerciais, portanto foram parcialmente semelhantes aos resultados encontrados nesse estudo.

O teor de sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{Brix}$) dos frutos não apresentou resposta com valor médio dos tratamentos de $15,58^{\circ}\text{Brix}$. Como o K é conhecido como o nutriente da qualidade segundo Raij (1990), pois ele altera características como a cor, tamanho, acidez, resistência no transporte, armazenamento, valor

nutritivo e qualidades industriais, nesse estudo pode-se verificar que as diferentes doses de K utilizadas não influenciaram no teor de sólidos solúveis dos frutos, ou seja, não modificou a quantidade de açúcar neles presente.

Martinez et al. (2008) em trabalho com *physalis* com restrição de K encontrou 2,83° Brix. Resultados semelhantes aos obtidos nesse trabalho foram encontrados por Costa et al. (2004) que estudaram a concentração de potássio na solução nutritiva na cultura do melão e não observaram acréscimo do teor de sólidos solúveis (Brix) em solução com concentração de K maior que 66 mg L⁻¹.

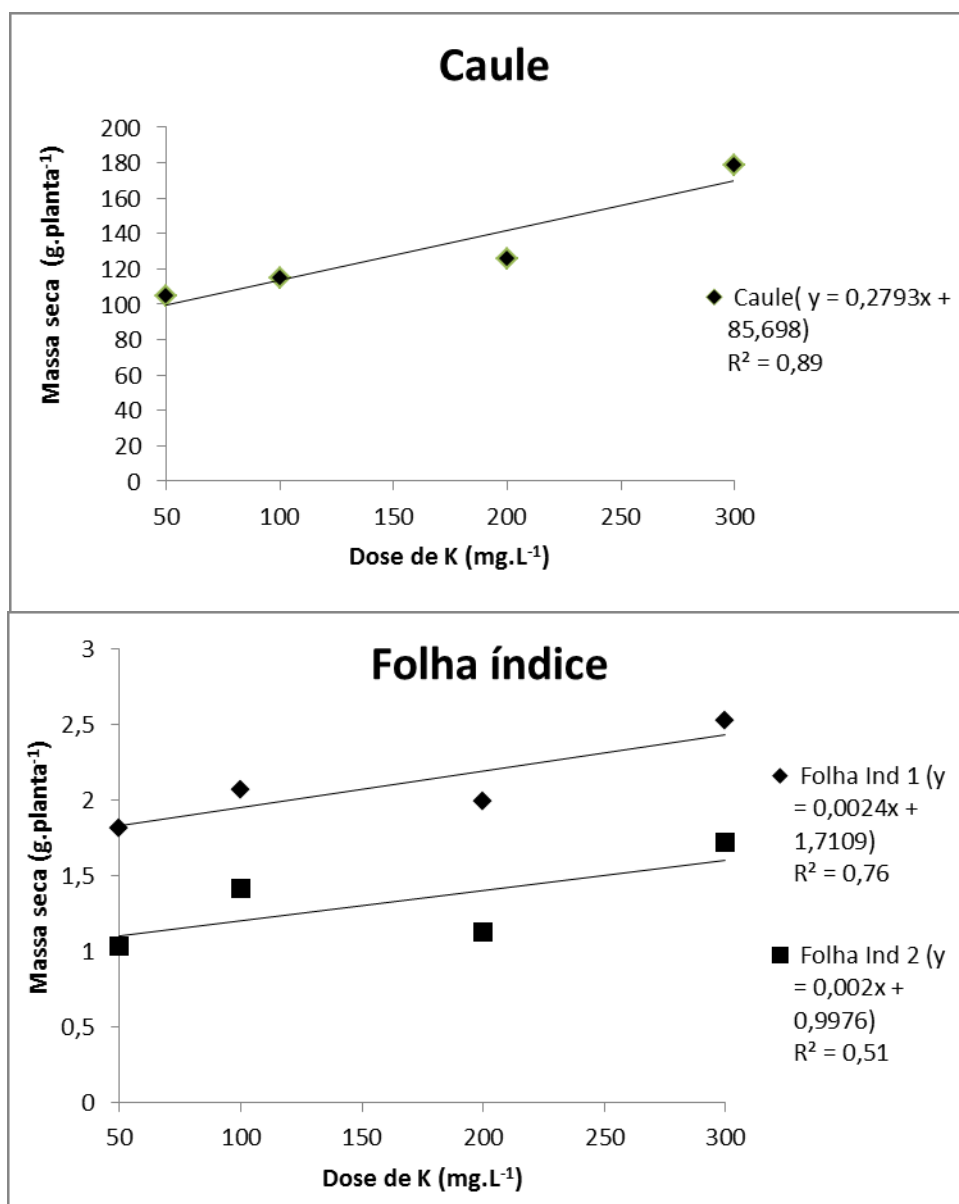
Andriolo et al. (2009) observaram que o aumento da dose de K na solução nutritiva na cultura do morangueiro diminui o crescimento, a produção e a qualidade organoléptica dos frutos. Hartz et al. (1999), estudando requerimento máximo de potássio para rendimento de tomate industrial não observaram diferenças significativas nos frutos, no teor de sólidos solúveis e na cor do frutos, porém verificaram tendência de aumento da concentração de K na planta como um todo conforme aumento da adubação com esse nutriente.

Tabela 1 – Produção (g.planta⁻¹), Brix (°Brix) e Massa seca (g.planta⁻¹) de *physalis* em função das doses de potássio na solução nutritiva.

Variável	Significância	Média/ Intervalo de Variação	C.V
Brix do fruto	NS	15,58	2,97
MS caule	*	104,88 - 178,59	30,94
MS Folha	NS	58,86	57,33
MS Folha Índice 1	**	1,79 - 2,52	11,94
MS Folha Índice 2	**	1,03 - 1,71	20,93
Produção	NS	441,73	40,89

*Significativo (p < 0,05), **significativo (p < 0,01), NS= não significativo.

Figura 1 – Massa seca de caule, folha índice (coletas 1 e 2), de plantas de *Physalis* com diferentes doses de potássio na solução nutritiva.



3.4.2 Teor de Macronutrientes Primários

Os teores de macro e micronutrientes avaliados estão nas Tabelas 2 e 3 que apresentam um resumo da análise de variância, os resultados estão também ilustrados nas Figuras 2, 3 e 4. Na Figura 2 observa-se que os teores de K em todos os órgãos da planta, apresentam resposta linear positiva. O aumento na dose de K causou o aumento desse nutriente na planta, isso demonstra que a planta respondeu à adubação potássica. O teor de K no caule das plantas foi de 20,71 a

40,37g K Kg⁻¹. O teor de K nas folhas variou de 18,93 a 51,21 g de K Kg⁻¹ e o teor de K nos frutos ficou entre 14,61 a 23,09g K Kg⁻¹.

Na folha índice 1 a variação também foi linear positiva de 21,26 a 81,84g K Kg⁻¹, na coleta 2 (folha índice 2) também houve uma resposta positiva, mas a variação (21,46g até 44,00g K Kg⁻¹) foi menor que para a coleta 1 nos tratamentos 3 e 4, isso demonstra que houve efeito de translocação deste nutriente na coleta 2, possivelmente por ter sido transferido para os frutos visto que nesse estágio de desenvolvimento os frutos estavam em plena expansão. Porém, do ponto de vista de eleger a melhor posição da folha para avaliar o estado nutricional para o K, opta-se pela folha índice 1 por ter apresentando maior sensibilidade no teor de K na folha em função da mudança de disponibilidade desse elemento na solução circundante das raízes. Em tomate os teores de K adequados nas folhas devem estar entre 30 a 50g K Kg⁻¹, segundo Silva e Giordano (2000). Os resultados obtidos nesse estudo mostraram que havia disponibilidade de K nas duas análises de ambas as folhas índices para um adequado desenvolvimento da cultura, de acordo com os padrões do tomateiro.

Para o Nitrogênio (Figura 2) que foi avaliado em todos os órgãos, porém o efeito das doses de K foram significativos apenas no caule e folha índice, as coletas 1 e 2 tiveram resposta linear negativa para regressão. O teor de N no caule foi de 19,04 a 14,13g N Kg⁻¹, diminuindo conforme aumento da dose de K, o que pode ser explicado devido ao fator de diluição, pois conforme demonstra o gráfico de massa seca (Figura 1) houve aumento da massa seca do caule em função dos tratamentos. Essa diminuição também pode ser explicada pelo excesso de absorção de cátion K, que causa um desequilíbrio do pH interno da célula, alcalinizando o mesmo, e com isso pode ocorrer diminuição de extrusão de H⁺ no apoplasto dificultando assim o transporte de nitrato via simporte H-NO₃ e, conseqüentemente, causando uma diminuição do teor de N foliar (MARSCHNER, 1986).

Essa mesma justificativa também serve para o P e o S que também são ânions cujo transporte pela membrana plasmática é do tipo simporte em que um próton H⁺ e os ânions são cotransportados do apoplasto para simplasto.

As folhas índice nas coletas 1 e 2, como houve aumento da massa seca e o teor de N diminuiu em ambas coletas 1 e 2 com o aumento da disponibilidade K na solução (Tabela 2), pode-se dizer que também houve o efeito

de diluição. Resultados encontrados por Hartz; Miyao; Valencia, (1998) avaliando o estado nutricional na cultura do tomate, com coleta de folhas em diferentes estádios fenológicos, também constataram que conforme a cultura se desenvolve o teor de N diminuiu, concordando com os resultados obtidos nesse trabalho.

Os teores de N na folha obtidos no trabalho estão de acordo com os recomendados por Raij et al. (1997) para a cultura do tomate (40 a 60 g N Kg⁻¹). Observa-se que os teores de N nas folhas são superiores aos encontrados no caule como ocorre para a maioria das espécies cultivadas.

Para os teores de Fósforo (Figura 2) na planta, os efeitos das doses de K foram significativas para as variáveis caule, folhas e folha índice na coleta 2 e apresentaram resposta linear negativa, conforme aumento da dose de K na solução. No caule o teor de P variou de 3,23 g P Kg⁻¹ a 2,61 g P Kg⁻¹, como houve o aumento da massa seca do caule, essa diminuição no teor de P no caule pode ser explicada pela diluição. Nas folhas, os teores variaram de 2,98; a 2,45 g P Kg⁻¹, esses teores ficam dentro do recomendado por Malavolta, Vitti, Oliveira, (1997) para o tomateiro (2,5 a 8 g P Kg⁻¹). Na folha índice da coleta 2, os teores foram de 3,42 a 2,32 g P Kg⁻¹, esses teores são semelhantes aos obtidos por Hartz et al. (1998) que também observaram que o teor de P (2,5 a 4,1 g P Kg⁻¹) nas folhas de tomate também diminuiu conforme o desenvolvimento da cultura, isso pode ser explicado pelo fato do nutriente ser transferido para outras partes da planta como frutos por exemplo.

Os teores de P em folha são menores do que os observados por Malavolta (2006) (5 g P Kg⁻¹) na cultura do tomateiro na época de florescimento, o que explica a necessidade de se estabelecer critérios específicos para a cultura de *physalis*.

Tabela 2 – Teores de macro (g.Kg^{-1}) e micronutrientes (mg.Kg^{-1}) em caule, folhas e frutos de *physalis* em função das doses de K na solução nutritiva.

	Variável	Significância	Média/ Intervalo de Variação	C.V
Caule	Nitrogênio	*	19,04 - 14,13	18,72
	Fósforo	**	3,23 - 2,61	10,68
	Potássio	**	20,71 - 40,37	26,98
	Cálcio	**	9,16 - 4,34	25,21
	Magnésio	**	3,52 - 1,32	24,27
	Enxofre	**	12,25 - 9,28	15,3
	Ferro	NS	112,63	42,26
	Manganês	NS	68,87	19,8
	Zinco	NS	21,06	48,98
	Cobre	**	9,85 - 11,20	6,63
Folha	Nitrogênio	NS	42,19	6,32
	Fósforo	**	2,97 - 2,44	12,61
	Potássio	**	17,41 - 51,21	16,64
	Cálcio	**	20,00 - 9,23	27,47
	Magnésio	**	8,16 - 6,36	15,11
	Enxofre	*	21,35 - 21,88	9,47
	Ferro	**	277,36 - 198,76	42,93
	Manganês	**	334,46 - 236,97	14,59
	Zinco	*	44,08 - 46,45	15,94
	Cobre	NS	21,81	8,93
Frutos	Nitrogênio	NS	17,55	9,97
	Fósforo	NS	2,11	4,29
	Potássio	**	14,61 - 13,09	4,81
	Cálcio	*	0,81 - 0,91	27,27
	Magnésio	**	0,99 - 1,13	8,66
	Enxofre	NS	3,92	11,15
	Ferro	**	50,23 - 23,52	24,11
	Manganês	NS	30,77	11,74
	Zinco	NS	11,06	16,86
	Cobre	*	13,60 - 11,34	13,2

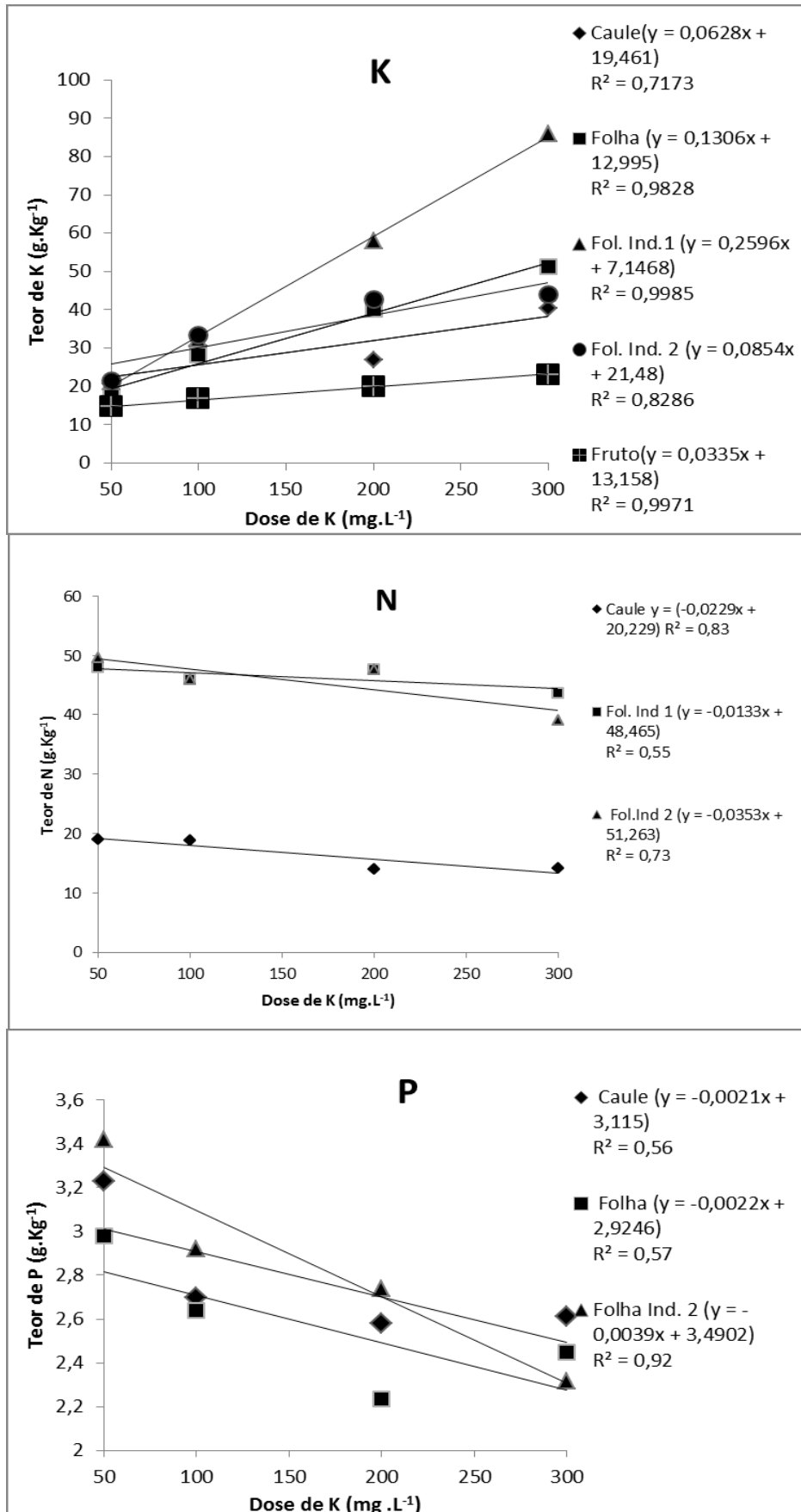
*Significativo ($p < 0,05$), **significativo ($p < 0,01$), NS= não significativo.

Tabela 3 – Teores de macro (g Kg^{-1}) e micronutrientes (mg Kg^{-1}) em folhas índice de physalis em função das doses de K na solução nutritiva.

	Variável	Significância	Média/ Intervalo de Variação	C.V
Folha Índice 1	Nitrogênio	**	48,03 - 43,63	5,37
	Fósforo	NS	2,34	12,57
	Potássio	**	21,26 - 81,84	11,64
	Cálcio	**	20,13 - 11,86	31,54
	Magnésio	**	7,16 - 5,18	19,62
	Enxofre	NS	22,04	11,07
	Ferro	**	332,33 - 232,89	20,94
	Manganês	*	78,24 - 59,83	24,35
	Zinco	**	39,20 - 8,62	47,67
	Cobre	NS	6,13	42,89
Folha Índice 2	Nitrogênio	**	49,57 - 39,04	11,13
	Fósforo	**	3,41 - 2,31	14,92
	Potássio	**	21,46 - 44,00	19,69
	Cálcio	**	25,44 - 10,30	18,28
	Magnésio	*	7,54 - 6,31	19,28
	Enxofre	NS	26,39	14,34
	Ferro	**	746,53 - 308,91	17,82
	Manganês	**	137,64 - 289,84	32,91
	Zinco	*	57,70 - 38,70	28,41
	Cobre	NS	10,1	21,76

*Significativo ($p < 0,05$), **significativo ($p < 0,01$), NS= não significativo.

Figura 2 – Teor de macronutrientes primário (g Kg^{-1}) em caule, folhas, folhas índice e frutos de *Physalis*, submetidas a diferentes de K da solução nutritiva



3.4.3 Teor de Macronutrientes Secundários

Para os teores de Ca (Figura 3) os órgãos da planta avaliados, obtiveram respostas significativas quanto as doses de K aplicadas. Para variável caule, folha índice 1 e folha índice 2, obteve-se uma resposta linear negativa, quando houve o aumento da dose de K da solução nutritiva. Esses resultados mostram que houve inibição competitiva com o K, pois houve menor absorção de Ca conforme o aumento da dose de K na solução nutritiva. Nas folhas o Ca teve uma resposta quadrática com o aumento da dose de K. Os níveis de Ca variaram de 20,00 a 9,23 g Ca Kg⁻¹, sendo o maior teor encontrado no tratamento 2. Esse resultado era esperado, pois o K (monovalente) é absorvido mais rápido que o Ca (bivalente), pois é um cátion de menor tamanho molecular, sendo absorvido mais rapidamente e os dois nutrientes competem pelo mesmo sítio carregador na célula (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA; 1997).

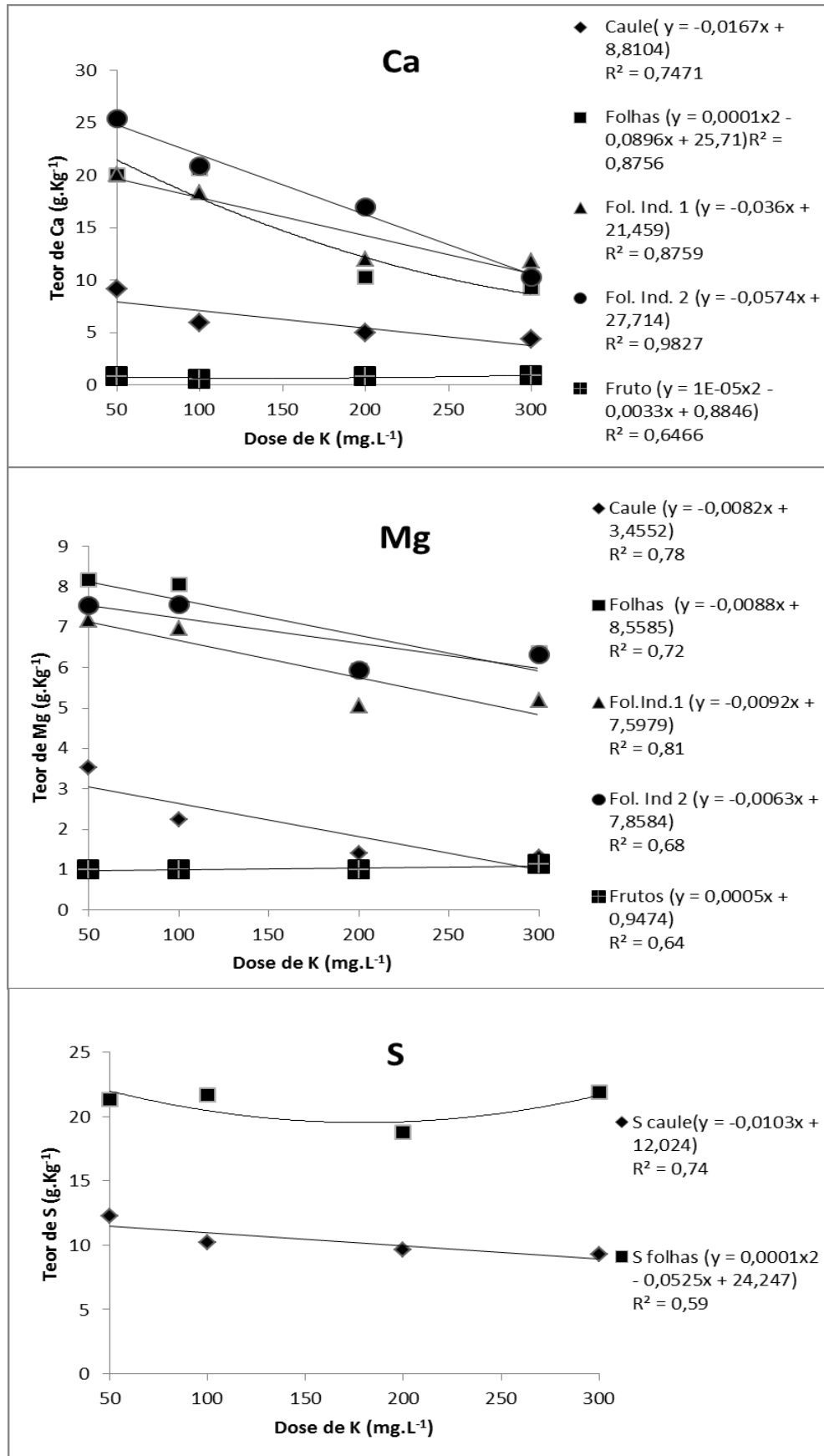
O teor de Ca nas folhas índice da coleta 1 variaram de 20,13 a 11,86 g Ca Kg⁻¹ e na segunda coleta o teor variou de 25,44 a 10,30 g Ca Kg⁻¹, como o peso de MS da folha índice nas duas coletas foram crescentes conforme aumento da dose de K na solução nutritiva, como pode-se observar no gráfico (Figura 1), isso demonstra que o Ca apesar de ser imóvel na planta, sofreu o efeito de diluição e diminuiu. Os níveis de Ca considerados ideais por Silva e Giordano (2000) nas folhas de tomateiro são de 15 a 30 g Kg⁻¹. Os teores encontrados nos tratamentos 3 e 4 estão abaixo desses teores mostrando que altas doses de K podem interferir no teor de Ca de plantas de physalis. Nos frutos houve resposta quadrática sendo o maior valor encontrado para o tratamento 4, em seguida pelo tratamento 1, 3 e 2 e variou de 0,91 a 0,56 g Ca Kg⁻¹ (Figura 3).

Para o Magnésio (Figura 3) todos os órgãos avaliados tiveram resposta linear negativa quanto a dose de K aplicada, conforme aumento da dose, menor a concentração do nutriente na planta, apenas para frutos houve resposta linear positiva. No caule o teor de Mg variou de 3,52 a 1,32 g Mg Kg⁻¹. Para folhas o teor de Mg variou de 8,16 a 6,36 g Mg Kg⁻¹ para o tratamentos 1 e 4 respectivamente. Na folha índice coletada tanto na primeira coleta (T1 7,16 a T4 5,18 g Mg Kg⁻¹) como na segunda coleta (T1 7,54 a T4 6,13 g Mg Kg⁻¹) apresentaram resposta linear negativa apesar da decrescente concentração do nutriente nas folhas, em geral os teores obtidos com o trabalho estão dentro dos

níveis considerados adequados para o tomateiro, de 4,0 a 6,0 g Kg⁻¹ por Silva e Giordano. Para o teor de Mg nos frutos, o maior valor foi encontrado no tratamento 4 com 1,13 g Mg Kg⁻¹ e o menor valor de 0,99 nos tratamentos 1, 2 e 3. Malavolta (2006), cita que o K e Mg assim como o Ca tem competição pelo mesmo sítio na célula (sinergismo), nesse caso o aumento do teor de K induziria a deficiência de Mg na planta. Quando altas doses de K são aplicadas em culturas que respondem a adubação, geralmente o nível de Mg no tecido foliar é reduzido ficando abaixo do teor ideal para um bom desenvolvimento da cultura (MALAVOLTA, 1982).

O Enxofre (Figura 3) apresentou diferenças estatísticas em caule e folhas. O teor de S no caule apresentou resposta linear negativa conforme aumento da dose de K da solução nutritiva, os teores variaram de 12,25 a 9,28 g S Kg⁻¹. Para as folhas, a resposta foi quadrática e o menor teor foi encontrado no tratamento 3 seguido pelos tratamentos 1, 2 e 4 (18,79; 21,35; 21,64; 21,88 g S Kg⁻¹); os teores de S nas folhas estão acima do padrão de concentração considerado adequado para folhas do tomateiro, que é de 3,0 a 6,0 g Kg⁻¹ (HARTZ; MIYAO; VALENCIA, 1998).

Figura 3 – Teor de macronutrientes (g Kg^{-1}) em caule, folhas, folhas índice e frutos de *Physalis*, submetidas a diferentes doses de K da solução nutritiva.



3.4.4 Teor de Micronutrientes

O Fe respondeu de forma linear negativa nos órgãos folhas, folhas índice coletas 1 e 2 e frutos. Para folhas o valor variou de 277,36 a 198,76 mg Fe Kg⁻¹. Para folha índice da coleta 1 teve uma variação de 332,33 a 232,89 mg Fe Kg⁻¹. Na coleta 2 da folha índice o teor encontrado foi maior e variou de 746,53mg Fe Kg⁻¹ a 308,91 mg Fe Kg⁻¹. Esses teores de Fe encontrados nas folhas das plantas são considerados dentro e acima das faixas ideais para Raij et al. (1996) que encontraram de 100-300 mg Kg⁻¹ Fe Kg⁻¹ em tomateiro. Nos frutos os valores de Fe encontrados foram de 50,32 a 23,52 mg Fe Kg⁻¹. Segundo Malavolta (2006), a absorção do Fe é influenciada por K, Ca e Mg, que dependendo da concentração podem provocar sinergismo ou inibição, como a concentração de K aumenta na solução nutritiva, a absorção de Fe foi influenciada.

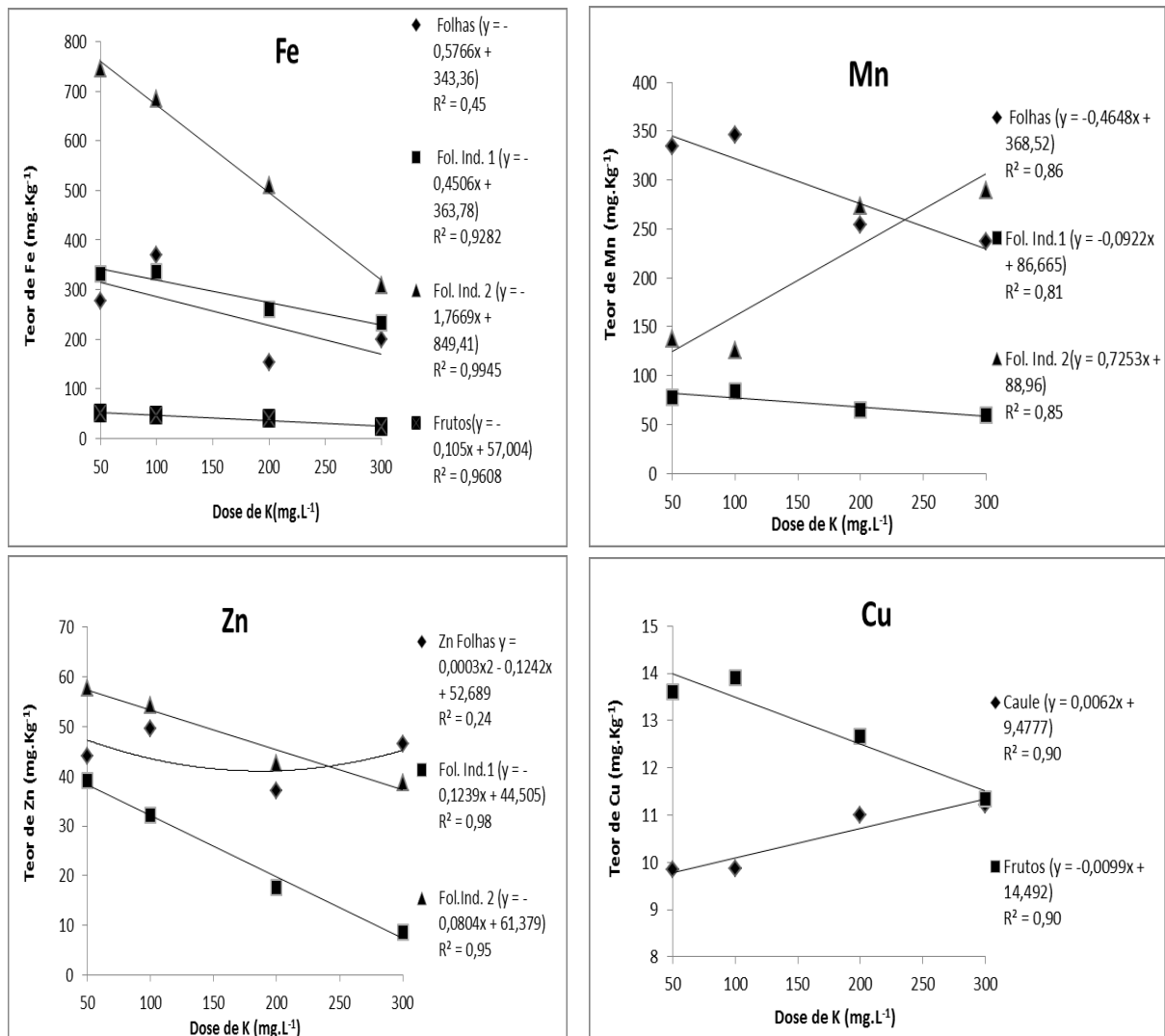
O manganês (Figura 4) apresentou resposta somente nas folhas e folha índice (coletas 1 e 2). Para as folhas das plantas obteve-se uma resposta linear negativa, menor teor de Mn quando a dose de K foi maior, os valores variaram de 334,46 a 236,97 mg Mn Kg⁻¹. A folha índice da coleta 1 apresentou resposta linear negativa e a coleta 2 apresentou resposta linear positiva, na coleta 1 os teores encontrados variaram de 78,24 a 59,83 mg Mn Kg⁻¹ e na segunda coleta de 137,64 a 289,84 mg Mn Kg⁻¹. Esses teores encontrados nas folhas estão abaixo dos teores recomendados por Silva e Giordano (2000) que estão entre 250 a 400 mg Mn Kg⁻¹, mas estão acima dos teores encontrados por Raij et al. (1996) (50-250 mg Mn Kg⁻¹).

Para o zinco (Figura 4) houve resposta significativa somente nas folhas e folhas índice. Para folhas houve resposta quadrática sendo o maior valor encontrado no tratamento 2 seguido dos tratamentos 4, 1 e 3 com teores variando de 49,63 a 37,06 mg Zn Kg⁻¹), esse fato pode ter ocorrido devido a mistura de folhas novas e folhas mais velhas na análise das folhas com um todo, pois o Zn se acumula nas folhas mais velhas da planta. Para as coletas de folha índice em ambas as épocas de coleta houve resposta linear negativa, na coleta 1 os valores variaram de 39,21 a 8,62 mg Zn Kg⁻¹ e na coleta 2 os valores variaram menos e os teores encontrados foram mais altos (de 57,71 a 38,70 mg Zn Kg⁻¹).

O cobre teve resposta linear positiva quanto a dose de K utilizada em caule e frutos. No caule os valores variaram de 9,85 a 11,20 mg Cu Kg⁻¹. Para frutos houve resposta linear negativa e os valores variaram de 13,60 a 11,34 mg Cu

Kg^{-1} para os tratamentos 1 e 4, respectivamente. Segundo Malavolta (1987), o Cu e o Zn têm relação de inibição competitiva, como no estudo foi observado que houve um aumento no teor de Cu no caule, e houve redução no teor de Zn das folhas, pode-se dizer que o Cu pode ter afetado a absorção de Zn.

Figura 4 – Teor de micronutrientes (mg Kg^{-1}) em caule, folhas, folhas índice e frutos de *Physalis*, submetidas a diferentes doses de K da solução nutritiva.



3.4.5 Extração de Nutrientes

A Tabela 4 (anexo) mostra o resumo da análise de variância para os resultados de extração de nutrientes pela planta de *physalis* nos diferentes órgãos avaliados, para regressão os dados estão demonstrados em gráficos (Figuras 5 e 6).

Para extração de nutrientes pelo caule, os nutrientes N, Fe e Zn não foram significativos, os demais nutrientes apresentaram resultados significativos com P apresentando uma resposta linear positiva e K, Ca, Mg e S com resposta quadrática nos diferentes órgãos avaliados (Figura 5). A extração de P pelo caule aumentou conforme aumento da dose de K na solução nutritiva. O P é um ânion e a entrada de cátions na planta como, por exemplo, o K facilita absorção e extração de P pela planta, desde que exista um equilíbrio catiônico na planta (fonte).

Para o nutriente K a maior extração pelo caule foi verificada no tratamento 1 seguido pelo tratamento 4, 2 e 3, apresentando em média de 9,49 a 6,17 Kg. ha⁻¹.

O tratamento que mais extraiu Ca pelo caule das plantas foi o tratamento 1, seguido pelos tratamentos 4, 2 e 3 variando de 9,24 a 7,61 Kg.ha⁻¹. A extração de Mg pelo caule das plantas foi maior no tratamento 1, 2 4 e 3, respectivamente. Isso pode ser explicado devido ao aumento das doses do cátion K que atrapalham a absorção de outro cátion no caso o Mg.

O S apresentou extração pelo caule das plantas na seguinte ordem 4, 1, 3 e 2 variando de 16,60 a 11,23 Kg ha⁻¹. Para as folhas das plantas somente o K foi significativo com resposta linear positiva e extraíram no tratamento 1 8,65 e 41,79 Kg ha⁻¹ no tratamento 4, os demais macro e micronutrientes não foram significativos. Para os frutos somente Fe e Zn foram significativos, os demais nutrientes foram indiferentes aos tratamentos recebidos. Quando analisada a planta toda somente K foi significativo conforme aumento das doses de K da solução nutritiva extraíndo um total 34,83 no tratamento 1 a 74,34 Kg ha⁻¹ no tratamento 4.

3.5 CONCLUSÕES

Os resultados encontrados demonstraram falta de resposta quanto à produção e qualidade dos frutos nos níveis de K estudados. O potássio teve seu teor aumentado em todas as partes avaliadas da planta, esse resultado já era esperado, pois houve aumento da dose de potássio na solução nutritiva. Quanto aos teores de outros nutrientes verificou-se que houve diminuição na absorção de N, P, Ca, Mg e Fe, e que valores elevados de K podem diminuir a absorção desses nutrientes. A média da extração total de N foi de 65,45 Kg N ha⁻¹, de P 7,44 Kg P ha⁻¹ e de K de 49,53 Kg K ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA, F.J.L.; TENJO, N.R.G.; FISCHER, G.; LASPRILLA, D.M. Propagación de uchuva (*Physalis peruviana* L.) mediante diferentes tipos de esquejes y sustratos. **Revista Facultad Nacional Agronomía**, Medellín, n.61, p. 4347-4357, 2008.
- 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.; 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.
- ÁVILA, A.J.; MORENO, P.; FISCHER, G.; MIRANDA, D. Influencia de la madurez del fruto y del secado del cáliz en uchuva (*Physalis peruviana* L.), almacenada a 18°C. **Acta Agronómica Colombiana**, Palmira, v.55, n.4, p. 29-38, 2006.
- BARBOSA, J.G.; MARTINEZ, H.E.P. **O cultivo hidropônico do crisântemo**. Viçosa: UFV, 9 p. 1996.
- 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.
- CASTELLANE, P.D.; ARAÚJO, J.A.C. **Cultivo sem solo: hidroponia**. Jaboticabal: Funep. 4.ed., 43 p. , 1994.
- COSTA, C.C.; CECÍLIO FILHO, B.A.; CAVARIANNI, L.R.; BARBOSA, C.J. Concentração de potássio na solução nutritiva e a qualidade e número de frutos de melão por planta em hidroponia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.3, p. 731-736, 2004.
- CHAVES, A.C.; SCHUCH, M.W.; ERIG, A.C. Estabelecimento e multiplicação *in vitro* de *Physalis peruviana* L. **Revista Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.29, p. 1281-1287, 2005.
- COOMAN, A.; TORRES, C.; FISCHER, G. Determinación de las causas del rajado del fruto de uchuva (*Physalis peruviana* L.) bajo cubierta. II. Efecto de la oferta de calcio, boro y cobre. **Agronomía Colombiana**, Bogotá, n.23, p. 74-82, 2005.
- CORPORACIÓN COLOMBIANA INTERNACIONAL (CORPOICA). **El mercado de la Uchuva**. Bogotá: CCI Exótica, v.3, 5 p. , 2000.
- EL-TOHAMY, W.A.; EL-ABAGY, H.M.; ABOU-HUSSEIN, S.D.N. Response of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) to nitrogen application under sandy soil conditions. **Journal Gesunde Pflanzen**, Israel, n.61, p. 123–127, 2009.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição Mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Sunderland: Sinauer Associates, 400 p.,2005.

ESCOBAR, O.C. Manejo agronómico de materiales de uchuva (*Physalis peruviana*) em la region de Tierradentro, Departamento del Cauca. **Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA)**, Colômbia. Boletim Técnico, n.31, 22 p., 2000.

FELTRIN, D.M.; POTT, A.C.; FURLANI, P.R.; CARVALHO, C.R.L. Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de tomateiro fertirrigado com cloreto e sulfato de Potássio. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.4, n.1, p. 17-24, 2005.

FERNANDES, A.L.T.; TESTEZLAF, R. Fertirrigação na cultura do melão em ambiente protegido, utilizando fertilizantes organominerais e químicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.1, p. 45-50, 2002.

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.

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

FONSECA, J.A.; MEURER, E.J. Inibição da absorção de magnésio pelo potássio em plântulas de milho em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, p. 47-50, 1997.

FONTES, P.C.R.; SAMPAIO, R.A.; MANTOVANI, E.C. Tomato Yield and potassium concentrations in soil and in plant petioles as affected by potassium fertirrigation. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.3, p. 575-580, 2000.

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIM, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Boletim Técnico IAC, 180. Campinas: Instituto Agrônomo, 52 p., 1999.

FURLANI, P.R.; PIRES, R.C.M. Fertirrigação em pequenas frutas. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 4., 2007, Vacaria. **Anais...** Bento Gonçalves: EMBRAPA, p. 17-22, 2007.

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo Hidropônico de Plantas: Parte 2 - Solução Nutritiva**. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/hidroponiap2/index.htm>. Acesso em: 23 jan. 2012.

GENUNCIO, G. C. **Crescimento e produção do tomateiro em sistemas de cultivo a campo, hidropônico e fertirrigado, sob diferentes doses de nitrogênio e potássio**. 2009. Tese (Doutorado em Agronomia, Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

HARTZ, T.K., MIYAO, E.M. VALENCIA, J.G. DRIS evaluation of the nutritional status of processing tomato. **HortScience**, n.33, p. 830-832, 1998.

HARTZ, T.K.; MIYAO, G.; MULLEN, R.J.; CAHN, M.D.; VALENCIA, J.; BRITTAN, K.L. Potassium requirements for maximum yield and fruit quality of processing tomato. **Journal of the American Society Horticultural Science**, n.124, p. 199-204, 1999.

HELBEL JÚNIOR, 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 Agrotécnica**, Lavras, v.32, n.4, p. 1142-1147, 2008.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.L. **The water culture methods for growing plants without soil**. Berkeley: University of California, 1950. 32 p.

IAPAR. **Cartas Climáticas do Estado do Paraná**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597>>. Acesso em: 29 maio 2010.

IBRAF Instituto Brasileiro de Frutas (2007) **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br>>. Acesso em: 20 junho 2011.

KAWAKAMI, F.P.C.; ARAUJO, J.A.C.; IUNCK, A.V.; FACTOR, T.L.; CORTEZ, G.E.P. Manejo da fertirrigação em função da condutividade elétrica da solução nutritiva drenada no cultivo de tomate cereja sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, n.25, Suplemento-resumo. 2007.

LIMA, C.S.M.; BETEMPS, D.L.; CARVALHO, S.F.; AMARAL, P.A.; RUFATO, A.R. Crescimento de plantas de *physalis* submetidas a diferentes adubações. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA/ XI ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO/ I MOSTRA CIENTÍFICA, 18., 2009, UFPel. **Anais...** Pelotas, UFPel. 2009.

Lima, M.S.; Tomaz, F.P.Z.; Rufato, A.R.; Fachinello, J.C. Sistemas de tutoramento e épocas de transplante de *physalis*. **Ciência Rural**, Santa Maria, Online. 2010.

LORENZO, P.; SÁNCHEZ-GUERRERO, M.C.; MEDRANO, E.; GARCÍA, M.L.; CAPARRÓS, I.; GIMÉNEZ, M. External greenhouse mobile shading: effect on microclimate, water use efficiency and yield of a tomato crop grown under different salinity levels of the nutrient solution. **Acta Horticulturae**, v.609, p. 181-186, 2003.

MACÊDO, L. de S.; ALVARENGA, M.A.R. Efeitos de lâminas de água e fertirrigação potássica sobre o crescimento, produção e qualidade do tomate em ambiente protegido. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.2, p. 296-304, 2005.

MAIA, P.M.E.; AROUCHA, E.M.M.; SILVA, O.M.P.; SILVA, R.C.P. Desenvolvimento e qualidade do Rabanete sob diferentes fontes de Potássio. **Revista Verde**, Mossoró, v.6, n.1, p. 148 – 153, 2011.

MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e adubação do abacaxizeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ABACAXICULTURA, 1. 1982, Jaboticabal. **Anais...** p. 121-153.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 309 p.

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

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1986. 647p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p

MARTINEZ, H.E.P.; BRACCINI, M.C.L.; BRACCINI, A.L. Cultivo Hidropônico do Tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Revista UNIMAR**, Maringá, v.19, n.3, p. 721-740, 1997.

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

MARTÍNEZ, F.B.; SARMIENTO, J.; FISCHER, G.; JIMÉNEZ, F. Efecto de la deficiencia de N, P, K, Ca, Mg y B em componentes de producción y calidad de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Agronomía Colombiana**, Bogotá, v.26, n.3, p. 389-398, 2008.

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

MAZORRA, M.F.; QUINTANA, Á.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**, Colômbia, v.11, p. 69-81, 2006.

MAZORRA, M.F. **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 (Graduação), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2003.

MEURER, E.J. Potássio. In: FERNANDES, M.S., **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 432 p., 2006.

MICHACHAŁOJĆ, Z.; BUCZKOWSKA, H. Influence of varied potassium fertilization on eggplant yield and fruit quality in plastic tunnel cultivation. **Folia Horticulturae**, v.21, n.1, p. 17-26, 2009.

MORAES, J.C.B.; SALCEDO, I.H.; SOUSA, V.F. Doses de Potássio por gotejamento no estado nutricional do maracujazeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.8, p. 763–770, 2011.

MUNIZ, J.; KRETZSHMAR, A.A.; RUFATO, L.; PELIZZA, T.R.; MARCHI, T.; DUARTE, A.E.; LIMA, A.P.F.; GARANHANI, F. Sistemas de condução para o cultivo de *Physalis* no planalto catarinense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, (on line). Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/2011nahead/aop07911.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2011.

OLIVEIRA, F.A.; CARMELLO, Q.A.C.; MASCARENHAS, H.A.A. Disponibilidade de potássio e suas relações com cálcio e magnésio em soja cultivada em casa de vegetação. **Scientia Agricola**, v.58, n.2, p. 329-335, 2001.

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.

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

RAIJ, B. van. Potássio: necessidade e uso na agricultura moderna. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1990. 45 p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. **Boletim Técnico Instituto Agrônomo de Campinas**, Campinas, n.100, p. 1-285, 1996.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. **Boletim Técnico Instituto Agrônomo de Campinas**, Campinas, n.100, 2.ed. Campinas, 285 p. 1997.

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.

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

SARRUGE, J.R. Soluções nutritivas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.1, n.3, p. 231-233, 1975.

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

SILVA, Ê.F.F. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade na cultura do pimentão utilizando extratores de solução do solo**. 2002. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002

SOUZA, N.K.R.; ALCÂNTARA JÚNIOR, J.P.; AMORIM, S.M.C. Efeito do stresse salino sobre a produção de fitomassa em *Physalis angulata* L. (Solanaceae). **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v.5, n.4, p. 379-384, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2004. 719 p.

TAKAZAKI, P.E.; DELLA VECCHIA, P.T. Problemas nutricionais e fisiológicos no cultivo de hortaliças em ambiente protegido. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafós, p. 481-487. 1993.

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.

ZAPATA, J.L.; SALDARRIAGA, A.; LONDOÑO, M.; DIAZ, C. **Manejo del cultivo de la Uchuva en Colombia**. Antioquia, Colombia. Boletín Técnico. 42 p. 2002.

ANEXOS

ANEXO A

Tabela 4 – Extração (Kg.ha^{-1}) de macro e micronutrientes em caule, folhas, frutos e plantas de *Physalis*, em função da dose de K da solução nutritiva.

	Variável	Significância	Média/ Intervalo de Variação	C.V
Caule	Nitrogênio	NS	20,76	29,26
	Fósforo	*	3,00 - 4,65	28,42
	Potássio	*	9,49 - 7,61	30,05
	Cálcio	*	9,24 - 7,61	30,05
	Magnésio	**	3,19 - 2,32	30,63
	Enxofre	*	12,85 - 16,60	27,45
	Ferro	NS	0,145	46,37
	Manganês	**	0,08 - 0,11	31,3
	Zinco	NS	0,025	54,84
	Cobre	**	0,01 - 0,019	30,88
	Folha	Nitrogênio	NS	24,94
Fósforo		NS	1,48	54,85
Potássio		**	8,65 - 41,79	75,11
Cálcio		NS	8,48	62,38
Magnésio		NS	4,14	57,69
Enxofre		NS	12,34	59,81
Ferro		NS	0,14	73,45
Manganês		NS	0,15	46,08
Zinco		NS	0,02	61,37
Cobre		NS	0,012	52,49
Frutos		Nitrogênio	NS	19,74
	Fósforo	NS	2,38	41,87
	Potássio	NS	20,67	37,89
	Cálcio	NS	1,08	50,78
	Magnésio	NS	1,17	43,39
	Enxofre	NS	4,96	42,84
	Ferro	**	0,05 - 0,02	47,52
	Manganês	NS	0,04	42,07
	Zinco	*	0,016 - 0,013	43,1
	Cobre	NS	0,02	39,49
	Planta	Nitrogênio	NS	65,45
Fósforo		NS	7,44	34,57
Potássio		*	34,83 - 74,34	44,88
Cálcio		NS	17,09	42,1
Magnésio		NS	7,92	43,26
Enxofre		NS	30,47	39,13
Ferro		NS	0,33	51,41
Manganês		NS	0,28	37,48
Zinco		NS	0,06	45,5
Cobre		NS	0,04	36,85

*Significativo ($p < 0,05$), **significativo ($p < 0,01$), NS= não significativo

Figura 5 –Extração ($\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de macronutrientes em caule, folhas e plantas de *Physalis*, em função da dose de K da solução nutritiva.

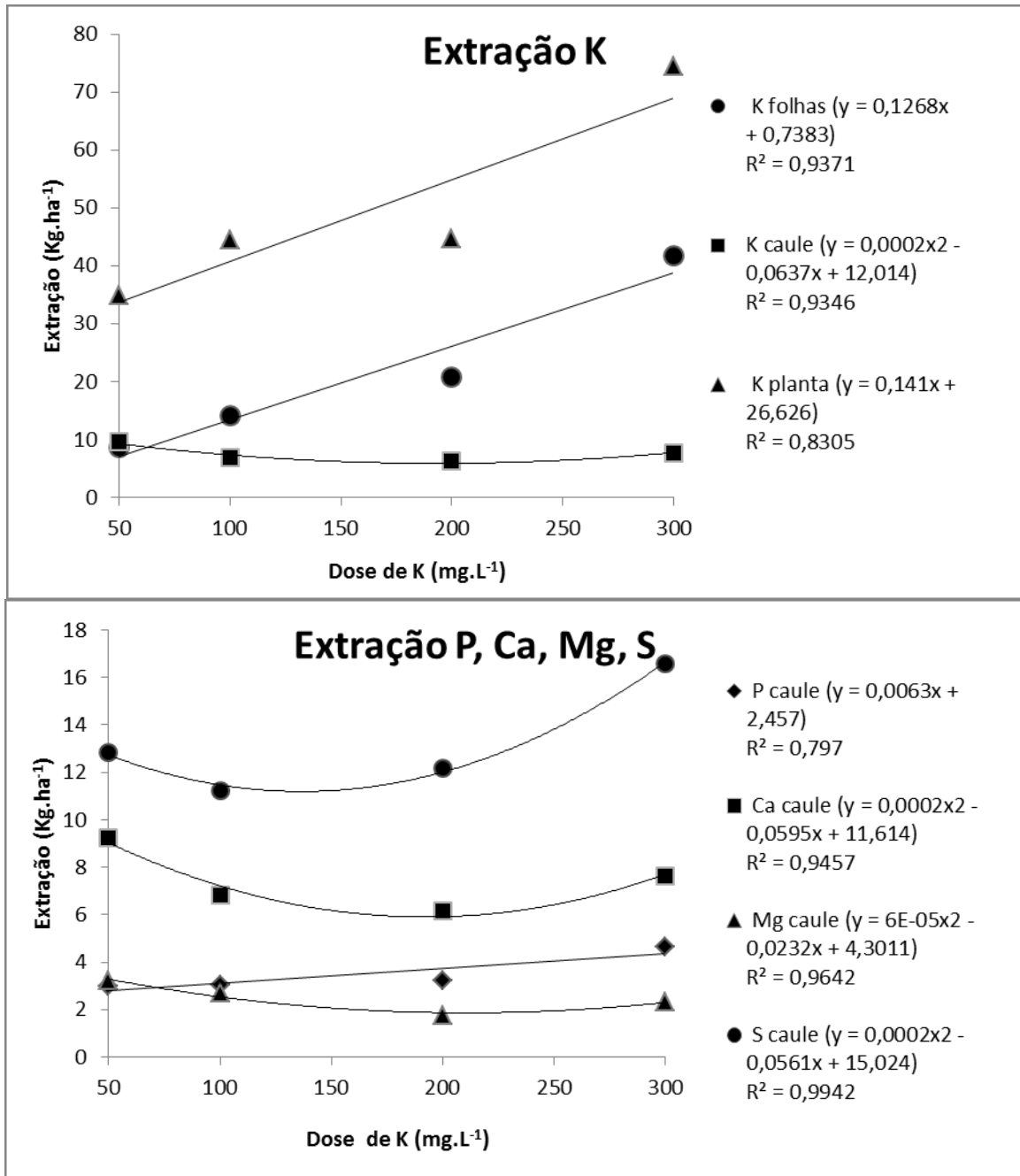


Figura 6 –Extração ($\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de micronutrientes em caule, folhas, frutos e plantas de *Physalis*, em função da dose de K da solução nutritiva.

