

DEFICIÊNCIA INDUZIDA DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO EM MUDAS DE LULO

Daniel Lucas Magalhães Machado¹; Ariel Santivañez Aguilar², Roberta Camargos de Oliveira³, Diego Tolentino De Lima^{4*}

SAP 12890 Data envio: 23/09/2015 Data do aceite: 27/11/2015

Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 15, n. 1, jan./mar., p. 76-81, 2016

RESUMO - O Lulo (*Solanum quitoense*), espécie utilizada na alimentação humana e medicina natural, apresenta potencial de expansão em condições climáticas brasileiras. No entanto, mais pesquisas devem ser realizadas, com o intuito de fornecer aos produtores informações quanto ao melhor manejo da cultura. Neste sentido, objetivou-se avaliar o efeito da omissão dos nutrientes N, P e K sobre o crescimento, desenvolvimento e o estado nutricional das plantas de Lulo, visando o manejo nutricional de mudas. As mudas foram produzidas a partir de sementes em sacos plásticos em casa de vegetação, na Universidade Federal de Viçosa. Após quatro meses, as mudas foram transferidas para solução nutritiva completa e soluções preparadas com a supressão de N, P e K. O delineamento foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo duas plantas por parcela. As soluções foram renovadas a cada duas semanas e o volume, completado diariamente com água deionizada, mantendo-se o pH em torno de $5,5 \pm 0,5$. Os teores de N, P e K na parte aérea do tratamento completo e com omissão dos nutrientes foram, respectivamente, N = 32,20 e 18,24; P = 3,27 e 1,05; K = 56,88 e 16,91 g kg⁻¹. O desenvolvimento inicial das plantas foi afetado pela omissão de todos os nutrientes, sendo os sintomas condizentes com o padrão apresentado pela maioria das culturas. Os danos mais intensos e imediatos foram observados na ausência de N, causando, inclusive, apodrecimento das raízes secundárias e paralisação na emissão de novas raízes.

Palavras-chave: deficiência nutricional, macronutrientes, *Solanum quitoense*.

INDUCED DEFICIENCY OF NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM IN LULO SEEDLINGS

ABSTRACT - Lulo (*Solanum quitoense*), species used in food and natural medicine, has potential for expansion in Brazilian climatic conditions. However, more research should be conducted in order to provide informations to producers for the best crop management. In this sense, it is aimed to evaluate the effect of nutrients omission N, P and K on the growth, development and nutritional status of Lulo seedlings aimed the nutritional management of seedlings. The seedlings grown from seeds in plastic bags in greenhouse, at Federal University of Viçosa. After four months were transferred to complete nutrient solution and solutions prepared with the removal of N, P and K. The design was completely randomized, with four replications and two plants per plot. The solutions were renewed every two weeks and the volume completed daily with deionized water, with pH maintained around 5.5 ± 0.5 . The contents of N, P and K in the shoot at complete treatment and nutrient omission were, respectively, N = 32.20 and 18.24; P = 3.27 and 1.05; K = 56.88 and 16.91 g kg⁻¹. The initial plant growth was affected by the omission of all nutrients, and symptoms consistent with the pattern shown by most cultures. The most intense and immediate damages were observed in the absence of N, causing also causing deterioration of secondary roots and paralysis the issue of new roots.

Key words: macronutrients, nutritional deficiency, *Solanum quitoense*.

INTRODUÇÃO

O reconhecimento de frutos tropicais como fonte de nutrientes, função terapêutica, sabor exótico e atraente, adquiridos por baixo custo, aumentam a demanda pelos

mercados internacionais (LASEKAN; ABBAS, 2012; MESSINGER; LAUERER, 2015). Originária da América do Sul, plantas de Lulo (*Solanum quitoense* Lam. Var *septentrionale*), destacam-se entre nativas devido as

¹Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia na Universidade Federal de Uberlândia, UFU, Av. Amazonas s/nº, Umuarama, CEP 38400-902, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. E-mail: danielmagalhaes_agro@yahoo.com.br

²Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agronomia na Universidade Federal de Uberlândia, UFU, Av. Amazonas s/nº, Umuarama, CEP 38400-902, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. E-mail: ariel_trex89@hotmail.com

³Engenheira Agrônoma, Doutoranda em Agronomia na Universidade Federal de Uberlândia, UFU, Av. Amazonas s/nº, Umuarama, CEP 38400-902, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. E-mail: robertacamargoss@gmail.com

⁴Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia na Universidade Federal de Uberlândia, UFU, Av. Amazonas s/nº, Umuarama, CEP 38400-902, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. E-mail: diegotolentino10@hotmail.com. *Autor para correspondência

características citadas, as quais lhe atribuem qualidade para serem apreciadas em sucos e outros usos na agroindústria (PULIDO et al., 2008).

Além do uso dos frutos de Lulo na alimentação humana, como fonte de componentes essenciais (vitaminas e minerais) e medicinais, pesquisas revelaram que o aroma agradável e delicado de folhas e frutos, referenciado a compostos voláteis adicionais, foram confirmadas como precursores de aromas, podendo ser usado como uma fonte não-convencional de sabor (OSORIO et al., 2003), tais resultados salientam mais um potencial de uso da espécie.

Cultivadas em altitudes entre 1600 e 2450 m acima do nível do mar, as plantas de Lulo apresentam porte elevado (cerca de 2 m), com caules de coloração púrpura, frutos esféricos com casca amarelo-laranja quando maduros e sabor descrito como uma mistura de laranja, abacaxi e tomate (BEDOYA-REINA & BARRERO et al., 2010; FORERO et al., 2015).

Desde o final da Segunda Guerra Mundial, a introdução desta planta em regiões tropicais e subtropicais fora dos Andes, incluindo Flórida, vem se estabelecendo como um cultivo frutífero promissor. No entanto, em algumas zonas de produção, a falta de água para a irrigação, bem como a fertilidade e (ou) salinidade do solo limitam a sua produção (FLÓREZ et al., 2008).

Através da avaliação da fertilidade do solo, o agricultor pode fornecer, via adubação, as quantidades adequadas de nutrientes que asseguram a conformidade dos processos fisiológicos de desenvolvimento das culturas, sem os fatores limitantes do solo e (ou) substratos, evitando antagonismos e efeitos osmóticos negativos (CADAHÍA, 2005; GÓMEZ, 2006).

Para avaliar a fertilidade do solo e o estado nutricional de um cultivo utilizam-se vários métodos, entre eles o diagnóstico visual de deficiências nutricionais, as análises foliares e de solo (ORTEGA, 2008). O diagnóstico visual do estado nutricional das plantas consiste em caracterizar, descrever e/ou fotografar, mais precoce e detalhadamente possível, os sintomas de deficiência ou toxidez na planta-problema e compará-los com os sintomas-padrão descritos na literatura (FREITAS, 2011). O método do elemento faltante consiste na preparação de soluções com ausência do elemento que se quer avaliar; tendo-se em conta que também deve haver um tratamento com todos os elementos. A resposta da planta é medida através de variáveis como altura, área foliar, massa seca e fresca, rendimento fotossintético e, dentre outros, até mesmo pela qualidade dos frutos (CABEZAS; SÁNCHEZ, 2008; MARTÍNEZ et al., 2008).

Em culturas objeto de intensa investigação o banco de dados, de anos de experimentação agrônoma, são capazes de gerar modelos empíricos baseados nos conhecimentos coletados sobre as respostas das culturas à variação no ambiente de crescimento (JIMÉNEZ et al., 2011). Neste sentido, Lulo e demais espécies potenciais necessitam de maiores investigações para permitir extrapolações pelos produtores do comportamento das plantas, o que maximizaria o processo produtivo e consequentemente exploração no Brasil, uma vez que a espécie se adapta bem a vários ambientes brasileiros.

Objetivou-se avaliar o efeito das omissões dos nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio sobre o desenvolvimento e o estado nutricional de plantas de Lulo visando o manejo nutricional de mudas em casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Setor de Fruticultura da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG, no período de 10/08/2010 a 20/11/2010.

A produção de mudas de *S. quitoense* foi feita por sementes provenientes de frutos colhidos de uma única planta existente na UFV. Após a germinação das sementes em canteiros, as plântulas foram transferidas para sacos de plástico, contendo uma mistura de substrato, areia e solo, na proporção 1:1:1, onde permaneceram por dois meses.

Após esse período, as plantas foram selecionadas buscando a maior a uniformidade possível. As raízes foram cuidadosamente lavadas com água, para a retirada do substrato, em seguida foram imersas em solução de sulfato de cobre. Posteriormente foram transferidas para baldes plásticos de cinco litros de capacidade, contendo solução nutritiva modificada de Hoagland & Arnon (1950), com aeração. A princípio, as mudas foram submetidas a um período de sete dias, para aclimação, na solução completa, diluída a 1/10 da concentração usual. Em seguida, as plantas foram transferidas para a mesma solução, porém com a diluição de 1/5 da força iônica, sendo mantidas por 15 dias. Após esse período até o final do experimento, utilizou-se a solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950) sem diluição.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições e quatro tratamentos. Cada parcela constituiu-se de duas plantas, totalizando oito plantas por tratamento. Os tratamentos foram: 1- Solução completa (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cl, Cu, Fe, Ni, Mn, Mo e Zn); 2- Solução com omissão de nitrogênio (-N); 3- Solução com omissão de fósforo (-P); 4- Solução com omissão de potássio (-K).

A solução nutritiva completa apresentou a seguinte composição: N = 15,6 mmol L⁻¹ (10% de NH₄⁺); P = 1,5 mmol L⁻¹; K = 7,8 mmol L⁻¹; Ca = 4,6 mmol L⁻¹; Mg = 1,6 mmol L⁻¹; S = 1,5 mmol L⁻¹; Cl = 20 mmol L⁻¹; Fe = 9 mmol L⁻¹; B = 4,6 mmol L⁻¹; Mn = 10 mmol L⁻¹; Zn = 1 mmol L⁻¹; Cu = 1 mmol L⁻¹; e Mo = 0,3 mmol L⁻¹ (Tabela 1).

As soluções nutritivas foram trocadas uma vez por semana completando-se diariamente o nível da solução com água destilada. O pH foi avaliado diariamente e ajustado para valores entre 5 e 6, quando necessário, com HCl 1N e NaOH 1N. Os nutrientes foram repostos com base na redução da condutividade elétrica, admitindo-se até 30,0% de depleção.

O crescimento das plantas foi avaliado pelos parâmetros: Altura (cm); Número de folhas; Área foliar (AF) de todas as folhas completamente expandidas, calculada pela seguinte fórmula: AF = comprimento x largura da folha (BOLÍVAR et al., 2009), assumindo a área similar à do retângulo.

Durante todo o experimento foram feitas observações sobre a evolução dos sintomas, até a manifestação máxima visível da deficiência do elemento. Os sintomas observados foram descritos e agrupados em tabela para facilitar a identificação da deficiência. Aos 40 dias após o início dos tratamentos foi feita uma

amostragem para determinar o teor de nutrientes nas folhas. Estabeleceu-se como padrão de referência a 3ª folha, a partir do ápice, por se tratar da folha madura mais jovem na planta.

TABELA 1. Composição das soluções nutritivas completas e com omissão de nutrientes.

Solução estoque	Completa	-N	-P	-K
	ml de solução estoque L ⁻¹ de solução de trabalho			
KH ₂ PO ₄	1,00	1,50	-	-
NaH ₂ PO ₄	-	-	-	1,50
KNO ₃	3,00	-	-	-
K ₂ SO ₄	-	6,30	1,30	-
CaNO ₃	3,00	-	4,60	4,60
CaSO ₄ **	-	0,63**	-	-
MgSO ₄	2,00	1,60	1,60	1,50
MgNO ₃	-	-	-	3,20
Fe EDTA	1,00	1,00	1,00	1,00
Micronutrientes*	1,00	1,00	1,00	1,00

*1,6g de H₃BO₃; 2,26g de MnSO₄; 0,203g de CuSO₄; 0,124g de (NH₄)₆MO₇O₂₄; 1,64g de ZnSO₄;

**Valor expresso em g L⁻¹.

Em seguida, as plantas foram retiradas das soluções, sendo seus principais sintomas fotografados e descritos, realizaram-se as últimas avaliações de altura, número de folhas e área foliar. Posteriormente, as plantas foram divididas em raízes, caule e folhas e lavadas em água destilada e secas em estufa com circulação forçada de ar, 60 °C, até peso constante. Determinaram-se a massa seca da parte aérea (MSPA), a massa seca das raízes (MSR) e a massa seca total (MST). A parte aérea das plantas, foi moída e armazenada para as determinações químicas dos teores de macronutrientes no tecido vegetal seguindo a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias, comparadas pelo teste de Tukey (5%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Deficiência de nitrogênio

Os tratamentos promoveram diferenças nos parâmetros de crescimento das mudas de Lulo (Tabela 2), provocando sintomas visuais característicos para cada nutriente (N, P e K). Na avaliação, aos 40 dias, as diferenças nas médias de altura foram significativas, plantas com suprimento adequado de nutrientes apresentaram 55,38 cm, ao passo que em plantas submetidas a deficiência induzida houve reduções na estatura de até 49,0% (supressão de N) (Tabela 2).

Dos nutrientes omitidos, o que mais afetou negativamente o crescimento médio foi o N, o que era esperado, uma vez que o N participa da estrutura de inúmeras moléculas, sendo o principal limitante do crescimento, pois faz parte de proteínas, ácidos nucleicos e muitos outros constituintes celulares, como membranas e

hormônios (SOUZA; FERNANDES, 2006). Bolívar et al. (2009) confirmam que quando adicionado o nitrogênio, na solução nutritiva, a planta de Lulo mostrou um aumento de 24,0% em altura e 38,9% em área foliar. Epstein e Bloom (2006) destacam que na deficiência de N o crescimento nas plantas de tomate, outra solanácea, é retardado.

Todos os tratamentos afetaram significativamente a área foliar, sendo que, os maiores valores no período avaliado corresponderam as plantas submetidas ao tratamento 1 (solução completa), em contrapartida, as plantas que receberam o tratamento 2 (-N) mostraram os menores valores. A redução média observada para as plantas com omissão de N, P e K foi de 61,6, 47,1 e 53,3%, respectivamente (Tabela 2).

O melhor tratamento para a variável massa seca da parte aérea e radicular foi a solução completa, com valores de 113,13 e 62,50g, respectivamente (Tabela 2). O estudo demonstrou que a falta de N foi determinante na redução da massa seca da parte aérea, devido suas importantes funções nas plantas. Alves et al. (2008), em estudo com omissões de nutrientes em hidroponia, verificaram que o N foi o elemento mais limitante à produção de matéria seca em mudas de beterraba, vindo em seguida, em ordem decrescente, Ca, P, K, Mg, Zn, Cu e Fe. Resultados semelhantes foram encontrados por Prado et al. (2011), que em avaliação do crescimento e marcha de absorção de nutrientes em tomateiro, observaram maiores exigências nutricionais do tomateiro foram de K, N e Ca, respectivamente.

A omissão de nitrogênio limitou o crescimento das plantas de Lulo tanto em altura como em área foliar, com valores menores quando comparados ao tratamento com solução completa (Tabela 2). Isto pode estar

correlacionado à perda generalizada de clorofila, ocasionada pela deficiência de nitrogênio, levando a transtornos fisiológicos na planta (GUTIÉRREZ et al., 2002).

Ademais, deficiência de N na planta pode provocar alterações morfológicas, na produção de hormônios, na resistência de plantas às doenças, nas concentrações de açúcares e outros nutrientes (RUBIO et al., 2009; RICE, 2009). Todas estas interferências culminam em reduções consideráveis da expressão do potencial genético das espécies, como o encontrado no

presente trabalho, em que o elemento demonstra ser crítico para a nutrição do Lulo, já que houve um decréscimo de 49,0% em altura e de 61,6% em área foliar, quando comparado ao tratamento com solução completa.

Os tratamentos também promoveram diferenças nos teores de nutrientes da parte aérea das mudas de Lulo (Tabela 3). Plantas que receberam o tratamento completo apresentaram teor de N na parte aérea de 32,2 g kg⁻¹, enquanto que no tratamento com omissão deste nutriente, o teor de N foi de 18,14 g kg⁻¹.

TABELA 2. Valores médios dos parâmetros vegetativos em plantas de Lulo, em função da omissão de nitrogênio, fósforo e potássio.

Tratamentos	Nº folhas	Altura (cm)	Área foliar (cm ²)	Matéria seca (g)			
				Raiz	Caule	Folha	Total
Completo	10,75 a*	55,38 a	6560,00 a	62,50 a	42,25 a	113,13 a	217,88 a
-N	6,75 c	28,25 c	2520,00 c	37,50 b	11,25 c	36,25 c	85,00 c
-P	9,00 ab	40,50 b	3467,00 b	40,13 b	20,88 b	59,38 b	120,39 b
-K	7,75 bc	38,50 bc	3060,00 bc	40,37 b	11,63 c	63,38 b	115,38 b
CV (%)	17,45	19,21	18,12	18,45	28,15	18,29	22,15

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

TABELA 3. Valores médios dos teores de nutrientes em plantas de Lulo, em função da omissão de nitrogênio, fósforo e potássio.

Tratamentos	Nutrientes					
	g kg ⁻¹					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Completo	32,20 b*	3,27 ab	56,88 a	41,56 a	19,48 a	0,98 a
-N	18,14 c	5,40 a	48,00 ab	38,29 ab	16,40 b	0,82 b
-P	41,20 a	1,05 b	43,24 b	37,18 ab	16,30 b	0,82 b
-K	36,27 ab	4,40 a	16,91 c	32,76 b	14,50 b	0,76 b
CV (%)	17,04	52,53	23,70	14,42	10,01	9,76

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

As plantas submetidas à solução completa apresentaram maiores teores de Mg e S (Tabela 3). Com relação à diminuição no teor de Mg, nas plantas submetidas à omissão de N, ele ocorre, segundo Marschner (1995) devido ao fato que a taxa de absorção de Mg é afetada negativamente pelo nitrogênio (NH₄⁺).

Além de clorose generalizada, observou-se paralisação de emissão de raízes novas e apodrecimento das raízes secundárias. Sintomas de clorose generalizada na ausência de N também foram observados em mudas de outras Solanácea, como *S. quitoense* var. *quitoense* (SALAS; RAMÍREZ, 2001) e *Lycopersicon esculentum* Mill (GENÚNCIO et al., 2006).

Os resultados dos sintomas visuais de deficiência das plantas de Lulo submetidas à omissão de nitrogênio foram similares aos reportados por, Angulo (2006). As mudas apresentaram, inicialmente, uma clorose uniforme da parte vegetativa, intensificando-se nas folhas mais velhas, o que é explicado pela elevada mobilidade do N na

planta, quanto à redistribuição (EPSTEIN; BLOOM, 2006). As folhas mais velhas ficaram necrosadas do ápice para a parte basal da folha, e evolução de uma clorose uniforme nas folhas mais jovens. Observou-se diminuição na área foliar e queda das folhas, devido à aceleração da senescência, sintoma característico desta deficiência.

Deficiência de fósforo

As variáveis de desenvolvimento foram afetadas significativamente pela omissão de fósforo, quando comparado ao tratamento completo. Pôde-se notar uma redução do número de folhas, altura da planta, bem como da área foliar em relação ao tratamento completo. A omissão do P provocou uma redução de 26,9% na altura das plantas e de 48,3% na matéria seca da parte aérea (caule + folhas), comparado ao tratamento completo (Tabela 2). Resultados estes que concordam com os obtidos por Cabezas e Sánchez (2008), que também observaram redução na altura das plantas e teor de matéria

seca da parte aérea em plantas de Lulo cultivadas em viveiro em Cundinamarca, na Colômbia.

Quando se comparou o teor de fósforo na folha do tratamento completo e a omissão de P na solução nutritiva, observou-se que, o teor de P não apresentou diferença estatística ($p > 0,05$), apesar de numericamente maior, o que pode ser explicado pelo alto coeficiente de variação (Tabela 3). Todavia aportes de fósforo podem ser acumulados durante a fase de adaptação da muda, de maneira que as plantas podem ter utilizado o P de reserva da semente sob a forma de fitatos, que somam 50,0% a 80,0% do fósforo total nas sementes (LOTT et al., 1995), que supre parte do P para a planta no início de seu desenvolvimento.

Com relação aos outros nutrientes acumulados na folha, houve diminuição nos teores de Mg (19,48 até 16,3 g kg^{-1}), S (0,98 até 0,82 g kg^{-1}) e aumento no Zn (45,55 até 60,65 mg kg^{-1}) (Tabela 3). O aumento no teor deste último nutriente, pode ter ocorrido devido ao efeito da omissão de P, que provocou diminuição da matéria seca (Tabela 2), e com isso provavelmente houve efeito de concentração.

Com a omissão de P nas plantas, observou-se um discreto aparecimento de sintomas visuais. Houve leve murchamento das folhas mais novas, bordas recurvadas para cima, folhas mais velhas com coloração verde mais escura, seguindo-se de tons roxos na nervura central. Constatou-se também um lento desenvolvimento das mudas. As plantas deficientes em fósforo têm seu crescimento reduzido por estar ligado à função estrutural do nutriente e no processo de transferência e armazenamento de energia (MALAVOLTA, 1997), influenciando vários processos metabólicos como a síntese de proteínas e ácido nucléico.

Deficiência de potássio

As plantas de Lulo foram afetadas pela omissão de K tendo os valores da altura, número de folhas, diâmetro de caule e área foliar significativamente inferiores ($p > 0,05$) à testemunha com solução nutritiva completa, resultando em diminuição da produção de massa seca da parte aérea, raízes e planta inteira (Tabela 2). A falta do potássio na solução nutritiva diminuiu os teores desse elemento na parte aérea, de 56,88 para 16,91 g kg^{-1} , comparado com o tratamento completo. Logo, quando as plantas foram suprimidas de K, apresentaram teores foliares abaixo do sugerido por Furlani et al. (1978), de 25,4 g kg^{-1} . Observou-se ainda, uma diminuição significativa de 21,2% e 25,6% nos teores dos macronutrientes Ca e Mg, respectivamente em relação à testemunha (Tabela 3). Considerando que em todos os tratamentos havia NH_4^+ , pode-se supor que nestes houve maior interação competitiva entre Ca e Mg com essa forma de nitrogênio.

Os sintomas de deficiência de K caracterizaram-se pela clorose nas pontas e margens das folhas mais velhas, seguida de secamento e necrose do tecido. Em plantas com deficiência de potássio, os compostos nitrogenados solúveis, inclusive as aminas e putrescinas, muitas vezes, se acumulam, sendo a última provavelmente responsável pelas manchas necróticas que aparecem nas

folhas deficientes nesse nutriente, previamente em folhas mais velhas devido a mobilidade no interior dos tecidos vegetais (EPSTEIN; BLOOM, 2006; MEURER, 2006). A necrose foi observada a partir de 20 dias após a aplicação do tratamento. Os sintomas visuais de deficiência de K foram semelhantes aos descritos por Bolívar (2009) em plantas de Lulo, Franco (2008) em uchuva (*Physalis peruviana*) e por Avalhães (2009) em mudas de *Brassica oleraceae*. O principal papel do K na produção de biomassa das plantas ocorre pelo fato de ser grande ativador enzimático, ou seja, induz mudanças de conformação nas enzimas e aumenta-se a taxa das reações catalíticas (V_{max}) e, em muitos casos, também a afinidade pelo substrato (K_m) (TAIZ; ZEIGER, 2009).

CONCLUSÕES

O desenvolvimento inicial de mudas de *S. quitoense* é afetado negativamente pela omissão de nitrogênio, fósforo e potássio.

Os sintomas de deficiência nutricional das mudas de Lulo são condizentes com o padrão apresentado pela maioria das culturas.

Danos mais intensos e imediatos foram observados na ausência de nitrogênio.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Fitotecnia da UFV por ceder o uso da área experimental e laboratórios.

Ao CNPQ pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A.U.; PRADO, R.M.; GONDIM, A.R.O.; FONSECA, I.M.; CECÍLIO FILHO, A.B. Desenvolvimento e estado nutricional da beterraba em função da omissão de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.26, n.2, p.282-285, 2008.
- ANGULO, R. **Lulo: el cultivo: *Solanum quitoense* Lam.** Bogotá: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 2006. 99p.
- AVALHÃES, C.C.; PRADO, R.M.; ROMUALDO, L.M.; ROZANE, D.E.; CORREIA, M.A.R. Omissão de macronutrientes no crescimento e no estado nutricional de plantas de repolho cultivado em solução nutritiva. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.25, n.5, p.21-28, 2009.
- BEDOYA-REIN, O. C.; BARRERO, L.S. Preliminary assessment of COSII gene diversity in lulo and a relative species: Initial identification of genes potentially associated with domestication. **Gene**, v.458, n.1-2, p.2736, 2010.
- BOLÍVAR, M.I.V.; MEDELLÍN, L.A.C.; TRUJILLO, M.M.P. Efecto de las deficiencias de algunos nutrientes en plantas de lulo (*Solanum quitoense* var. *quitoense*) en etapa de vivero. **Facultad de Ciencias Básicas**, Cundinamarca, v.5, p.64-81, 2009.
- CABEZAS, M.; SÁNCHEZ, C.A. Efecto de las deficiencias nutricionales en la distribución de la materia seca en plantas de vivero de curuba (*Passiflora mollissima* Bailey). **Agronomía Colombiana**, Bogotá, v.26, n.2, p.197-204, 2008.
- CADAHÍA, C. **Fertirrigación: Cultivos Hortícolas, Frutales y Ornamentales**. Madrid: Libros Mundi-Prensa, 2005. 681p.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Tradução Maria Edna Tenório Nunes. 2nd ed. Londrina: Editora Planta, 2006. 403 p.
- FLÓREZ, S.L.; LASPRILLA, D.M.; CHAVES, B.; FISCHER, G.; MAGNITSKLY, S. Growth of lulo (*Solanum quitoense* Lam.) plants affected by salinity and substrate. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.2, p.402-408, 2008.
- FORERO, D.P.; ORREGO, C.E.; PETERSON, D.G.; OSORIO, C. Chemical and sensory comparison of fresh and dried lulo (*Solanum quitoense* Lam.) fruit aroma. **Food Chemistry**, Washington, v.169, p.85-91, 2015.

- FRANCO, S. Guía de deficiencias nutricionales en plantas de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en estadio prereproductivo. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, 2008. 74p.
- FREITAS, M.S.M.; MONNERAT, P.H.; CARVALHO, A.J.C.; VASCONCELOS, M.A.S. Sintomas visuais de deficiência de macronutrientes e boro em maracujazeiro-doce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.4, p.1329-1341, 2011.
- FURLANI, A.M.C.; FURLANI, P.R.; BATAGLIA, O.C.; HIROCE, R.; GALLO, J.R.; BERNARDI, J.B.; FORNASIER, J.B.; CAMPOS, H.R. Composição mineral de diversas hortaliças. **Bragantia**, São Paulo, v.37, n.5, p.33-44, 1978.
- 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 função da concentração iônica da solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.2, p.175-179, 2006.
- GÓMEZ, M.I. **Manual técnico de fertilización de cultivos**. Bogotá: Microfertisa S.A. Produmedios, 2006. 116 p.
- GUTIÉRREZ, M.C.; BOTÍA, T.C.; MEDINA, L.M. 2002. Determinación de síntomas por deficiencia inducida de nutrimentos en *Solanum quitoense* Lamb. y *Physalis peruviana* L. In: MEMORIAS DEL 4º SEMINARIO DE FRUTALES DE CLIMA FRÍO MODERADO, 2002, Medellín. **Anais...** Medellín, 2002. pp. 76-80.
- HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. **The water-culture method for growing plants without soil**. Berkeley: University of California, College of Agriculture, Californian Agricultural Experimental Station, 1950, 39 p. (Bulletin 347).
- JIMÉNEZ, D.; COCK, J.; JARVIS, A.; GARCIA, J.; SATIZÁBAL, H.F.; DAMME, P.V.; PÉREZ-URIBE, A.; BARRETO-SANZ, M.A. Interpretation of commercial production information: A case study of lulo (*Solanum quitoense*), an under-researched Andean fruit. **Agricultural Systems**, Oxford, v.104, n.3, p.258-270, 2011.
- LASEKAN, O.; ABBAS, K.A. Distinctive exotic flavor and aroma compounds of some exotic tropical fruits and berries: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Philadelphia, v.52, n.8, p.726-735, 2012.
- LOTT, J.N.; GREENWOOD, J.S.; BATTEM, G.D. Mechanisms and regulation of mineral nutrient storage during seed development. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (eds). **Seed Development and Germination**. New York: Marcel Dekker, 1995, p.215-235.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2nd ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. New York: Academic Press, 1995. 889p.
- MARTÍNEZ, F.; SARMIENTO, J.; FISCHER, G.; JIMÉNEZ, F. Efecto de la deficiencia de N, P, K, Ca, Mg y B en componentes de producción y calidad de uchuva (*Physalis peruviana* L.). **Agronomía Colombiana**, Bogotá, v.26, n.3, p.389-398, 2008.
- MESSINGER, J.; LAUERER, M. *Solanum quitoense*, a new greenhouse crop for Central Europe: Flowering and fruiting respond to photoperiod. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.183, p.23-30, 2015.
- MEURER, E. J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.281-298.
- ORTEGA, D. Manejo integrado de riego y fertilización en sistemas de producción de flores de corte bajo invernadero. In: ORTEGA, D. (Org.) **Actualización en fertilización de cultivos y uso de fertilizantes**. Bogotá: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 2008. p.87-103.
- OSORIO, C.; DUQUE, C.; BATISTA-VIERA, F. Studies on aroma generation in lulo (*Solanum quitoense*): enzymatic hydrolysis of glycosides from leaves. **Food Chemistry**, Washington, v.81, n.3, p.333-340, 2003.
- PRADO, R.M.; SANTOS, V.H.G.; GONDIM, A.R.O.; ALVES, A.U.; CORREA, 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.
- PULIDO, S.; BOJACA, C.R.; SALAZAR, M.; CHAVES, B. Node appearance model for Lulo (*Solanum quitoense* Lam.) in the high altitude tropics. **Biosystems engineering**, London, v.101 n. 4, p.383-387, 2008.
- RICE, R.W. The physiological rol of minerals in the plant. In: DATNOFF, L.E.; ELMER, W.H.; HUBER, D.M. (Eds). **Mineral nutrition and plant disease**. St Paul: APS Press, 2009, p.9-29.
- RUBIO, V.; REGLA B.; IRYGOYEN, M.L.; LÓPEZ, X.C.; ROJAS-TRIANA, M.; PAZ-ARES, J. Plant hormones and nutrient signaling. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v. 69, p.361-373, 2009.
- SALAS, E.; RAMÍREZ, C. Determinación del N y P en abonos orgánicos mediante la técnica del elemento faltante y un bioensayo microbiano. **Agronomía Costarricense**, San José, v.25, n.2, p.25-34, 2001.
- SOUZA, S.R.; FERNANDES, M.S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M.S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.215-252.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.