

DEFICIÊNCIA DE NUTRIENTES COM EFEITOS NO DESENVOLVIMENTO DE MORANGUEIROS

Nutrients deficiency with effects on the strawberries development

Caroline Farias Barreto^{1*}; Pricila Santos da Silva²; Renan Navroski³; Jorge Atilio Benati⁴; Gilberto Nava⁵; Luis Eduardo Correa Antunes⁶

¹Doutoranda em Agronomia; Universidade Federal de Pelotas; *carol_fariasb@hotmail.com

*Autor pra correspondência

²Doutoranda em Produção Vegetal, Universidade Estadual de Santa Catarina; pricilassilva@hotmail.com

³Mestrando em Agronomia; Universidade Federal de Pelotas; navroski@outlook.com

⁴Mestrando em Agronomia; Universidade Federal de Pelotas; jorgeatiliobenati@hotmail.com

⁵Pesquisador, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Clima Temperado, gilberto.nava@embrapa.br

⁶Pesquisador, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Clima Temperado, luis.antunes@embrapa.br

Artigo enviado em 26/06/2017, aceito em 25/09/2017 e publicado em 20/12/2017.

Resumo - A adubação do morangueiro é uma das principais práticas responsáveis pelo aumento da produção. Entretanto, ainda são insuficientes as informações sobre o efeito da omissão dos nutrientes minerais sobre o desenvolvimento do morangueiro. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento dos morangueiros, visualizar os sintomas de deficiência nutricionais e os teores de nutrientes nas folhas decorrentes da omissão de macro e micro nutrientes. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com nove tratamentos e três repetições. Os tratamentos constituíram-se de solução completa e omissão individual de cada um dos seguintes nutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu), manganês (Mn), zinco (Zn) e ferro (Fe). Avaliou-se: a massa fresca e seca da raiz, da parte aérea e da coroa, número de folhas e coroas, teores de macro e micronutrientes nas folhas e sintomas visuais de deficiência nutricional. A massa fresca e seca da parte aérea, o número de coroa e o número de folhas são mais prejudicados pela ausência de macronutrientes. O desenvolvimento do sistema radicular do morangueiro é menor na omissão dos macronutrientes. Menores teores de N, P, K, Ca, Mg e Fe nas folhas de morangueiro ocorrem quando são realizadas omissão desses elementos.

Palavras-chave - *Fragaria x ananassa* Duch. Omissão de nutrientes. Macronutrientes. Micronutrientes.

Abstract – Strawberry fertilization is one of the practices responsible for increasing yield. However, information on the effect of mineral nutrients omission on strawberry development is still insufficient. The objective of this work was to evaluate the growth of strawberries, to visualize the nutritional deficiency symptoms and the nutrient content in the leaves due macro and micro nutrients omission. The experimental design was a completely randomized design, with nine treatments and three replications. The treatments consisted of complete solution and individual omission of each of the following nutrients: nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), copper (Cu), manganese (Mn), zinc (Zn) and iron (Fe). The fresh and dry mass root, shoot and crown, number of leaves and crowns, macro and micronutrient contents in the leaves and visual symptoms of nutritional deficiency were evaluated. Fresh and dry shoot mass, crown number and number of leaves are further impaired by the absence of macronutrients. The development of the strawberry root system is lower in omission of the macronutrients. Lower levels of N, P, K, Ca, Mg and Fe in strawberry leaves occur when these elements are omitted.

Keywords – *Fragaria x ananassa* Duch. Omission of nutrients. Macronutrients. Micronutrient.

INTRODUÇÃO

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é uma espécie cultivada em todo o mundo e a área de produção aumenta a cada ano (PALENCIA et al., 2010), em razão de ser uma fruta apreciada pelos consumidores, devido a coloração, aroma, sabor (GIMÉNEZ et al., 2008) e por ser considerada fonte de vitaminas e minerais (SINGH et al., 2010). No Brasil a área de produção é de aproximadamente 4 mil hectares e 120 mil toneladas de frutas (KIRSCHBAUM et al., 2017).

A adubação do morangueiro é uma das principais práticas responsáveis pelo aumento da produtividade e da qualidade das frutas (VIGNOLO et al., 2011). Apesar da expansão da área de cultivo, as informações sobre o efeito da omissão dos nutrientes minerais sobre o desenvolvimento e produtividade, ainda são escassas (GIMÉNEZ et al., 2008). Além da produção no solo, tradicionalmente utilizado pelo produtor, novos sistemas estão sendo utilizados, como o caso da produção de morangos em sistemas fora de solo (FAGHERAZZI et al., 2017). Este sistema demanda conhecimento no manejo da nutrição mineral, da solução nutritiva e dos aspectos de produção envolvidos como pH e condutividade da solução. Desta forma, tornasse importante conhecer os efeitos sintomáticos da deficiência de nutrientes visando definir os pontos críticos de controle.

O cultivo em solução nutritiva representa uma excelente ferramenta para a diagnose nutricional das plantas, pois controla a composição da solução e elimina a heterogeneidade do solo (AVALHÃES et al., 2009). A diagnose por omissão fornece informações sobre os nutrientes que mais podem limitar o desenvolvimento da planta (MALAVOLTA, 2006) e, conseqüentemente, reduzir o crescimento e a produção das plantas. Os nutrientes minerais desempenham funções essenciais e específicas, portanto sua deficiência ou toxidez é observada através de quadros sintomatológicos, muitas vezes característicos para cada nutriente, sendo dependente da cultivar e dos fatores ambientais (OLIVEIRA et al., 2009).

Portanto, é relevante conhecer os sintomas visuais de deficiência nutricional para saber o efeito na planta e poder optar pela fertilização mais adequada (SILVA et al., 2009) auxiliando no manejo nutricional da cultura. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento e a composição mineral dos morangueiros a partir da omissão de macro e micro nutrientes em solução nutritiva.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, Rio

Grande do Sul, Brasil (latitude: 31°40'S e longitude: 52°26'W, com 60 m de altitude) durante os meses de setembro a novembro de 2016. O clima da região é classificado segundo Köppen, como do tipo "Cfa", ou seja, é temperado úmido com verões quentes (KOTTEK et al., 2006).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com 9 tratamentos e três repetições, sendo estes, solução completa e omissão individual de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn e Zn, totalizando 30 unidades experimentais. Cada unidade foi constituída de uma planta de morangueiro da cultivar Portola, plantada em vaso de plástico, com capacidade de 5 L contendo um dreno de ½" no fundo. Como substrato utilizou-se perlita e sílica na relação 2:1, sendo que a sílica foi colocada no fundo dos vasos e a perlita sobre a mesma.

A solução nutritiva utilizada foi a de Sarruge (1975) contendo 210,1 mg de N, 31 mg de P, 234,6 mg de K, 200,4 mg de Ca, 48,6 mg de Mg, 64,1 mg de S, 500 µg de B, 39 µg de Cu, 722 µg de Cl, 5000 µg de Fe, 502 µg de Mn, 12 µg de Mo e 98 µg de Zn por litro de solução. Nas soluções relativas aos tratamentos com omissão, as concentrações dos nutrientes foram idênticas às da solução completa, exceto quanto ao nutriente omitido.

No decorrer do experimento manteve-se o volume de 250 ml de solução em cada vaso. Para promover a aeração do substrato, os vasos foram drenados, em média, 4 vezes ao dia e a solução recolocada 2 horas após a drenagem. A solução nutritiva foi substituída uma vez por semana. Foi realizado o monitoramento do pH e condutividade elétrica da solução duas vezes por semana, mantendo-se o pH entre 6,5 e 7,0 e a condutividade elétrica entre 1,8 e 2,3 mS.cm⁻¹.

As plantas foram conduzidas por 85 dias, quando foram fotografadas no estúdio do Núcleo de Comunicação da Embrapa Clima Temperadas. Após realizou-se a contagem do número de coroas e folhas e pesagem da massa fresca da parte aérea, raiz e coroa. As massas frescas das partes das plantas foram acondicionadas em estufa de circulação forçada a 65° C por 72 horas e após foram pesadas para obtenção das massas secas e posteriormente moídas. Uma subamostra de 0,5 g do material moído foi submetida à digestão ácida nitroperclórica com HClO₄ (1,0 ml) + HNO₃ (6,0 ml) a 190 °C, em bloco digestor. No extrato foram determinadas as concentrações de fósforo (P) por espectrofotometria UV (método vanadato-molibdato) e potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) e cobre (Cu) por espectrometria de absorção atômica em chama. O nitrogênio (N) foi determinado pelo método micro-Kjeldahl, após a digestão de 0,2 g com

H₂O₂ (2,0 ml) + H₂SO₄ (5,0 ml) e sais catalisadores a 380 °C.

Os dados foram avaliados quanto à normalidade (teste de Sharipo-Wilk) e, posteriormente, submetidos à análise da variância, através do Teste F, e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade através do software estatístico ASSISTAT (SILVA e AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que houve diferença significativa para massa fresca da raiz (MFR), massa seca da raiz (MSR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da coroa (MFC), massa seca da coroa (MSC), número de coroa (NC), número de folhas (NF) e teor foliar de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn em função da omissão de macro e micronutrientes em mudas de morangueiro (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis massa fresca da raiz (MFR), massa seca da raiz (MSR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa fresca da coroa (MFC), massa seca da coroa (MSC), número de coroa (NC), número de folhas (NF) e teor foliar de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn em função da omissão de macro e micronutrientes em mudas de morangueiro

		Quadrado médio							
	GL	MFR	MSR	MFPA	MSPA	MFC	MSC	NC	NF
Tratamentos	8	67,23*	3,47*	301,06*	4,84 ^{ns}	27,59**	1,78 ^{ns}	6,05 **	144,88**
Resíduo	18	22,87	1,19	123,35	2,06	3,97	0,99	2,66	31,13
Total	26								

		Quadrado médio								
	GL	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
Tratamentos	8	0,48**	0,06**	1,00**	0,46**	0,04**	2,67 ^{ns}	34,72**	92,56**	122,2**
Resíduo	18	0,04	0,003	0,04	0,03	0,001	8,88	64,44	77,92	25,40
Total	26									

GL = grau de liberdade; ns = não significativo; *significativo pelo teste F a 5%; **significativo pelo teste F a 1%.

A massa fresca de raiz foi reduzida com a omissão de N, Mg e Ca em relação à testemunha e aos demais nutrientes (Tabela 2). Considerando-se a massa fresca da raiz, a ordem de limitação foi Completo >P>Mn>Fe>Zn>K>N>Mg>Ca. Em relação à massa seca de raiz, observou-se maiores reduções com a omissão dos macronutrientes (P, K, N, Ca e Mg). O fato do N reduzir a massa da raiz já era esperado, pois esse elemento é requerido em grande quantidade pelas culturas agrícolas e é o mais limitante para o crescimento e desenvolvimento das plantas (OLIVEIRA et al., 2010). O Mg tem como função ativar ou regular várias quinases, ATPases, carboxilase/oxigenase RuBP e outras enzimas do metabolismo de carboidratos (MARSCHNER, 2012) e dessa forma, a falta deste nutriente pode causar a redução do crescimento das raízes (YANG et al., 2013; CAKMAK, 2013).

A omissão de Ca provocou severas reduções no sistema radicular pelo fato de ser o principal macronutriente responsável pelo crescimento das raízes das plantas (DECHEN e NACHTIGALL, 2007). Resultados semelhantes foram obtidos por Pacheco et al. (2006) e Rodas (2008). Segundo Marschner (2012), na ausência de um suprimento de Ca exógeno o

crescimento das raízes cessa dentro de algumas horas, por causa da diminuição do alongamento celular diminuído e da divisão celular. Os sintomas de deficiência de Ca aparecem mais cedo, em comparação com outros nutrientes, e atingem mais severamente regiões meristemáticas, pois, o Ca é um elemento imóvel e não é redistribuído na planta, ocasionando a paralisação do crescimento dos meristemas, principalmente das raízes (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Entre os macronutrientes, as omissões de N, Ca, Mg, P e K foram as que apresentaram menor massa fresca e seca da parte aérea dos morangueiros. Rodas (2008), estudando a omissão de nutrientes em morangueiros, observaram que a omissão de macronutrientes afeta severamente a produção de massa seca, tanto da parte aérea como do sistema radicular.

A omissão de N na solução reduziu em 41% a massa seca da parte aérea, em relação ao tratamento completo. Segundo Oliveira et al. (2010), o N é o nutriente que mais afeta o crescimento e desenvolvimento de plantas de morangueiro. Rodas (2008) observou redução de 65% na massa seca da parte aérea de plantas de morangueiros com omissão de N. Essa redução da biomassa das plantas está

relacionada com a síntese de proteínas e de ácidos nucleicos que é comprometida pela ausência de N, e consequentemente promove a redução do crescimento vegetal (MARSCHNER, 2012).

Os tratamentos com omissão de Mn, Fe e Zn não apresentaram diferença significativa de massa seca e fresca da parte aérea e de raiz em comparação com o tratamento completo. Resultados semelhantes foram

obtidos por Pacheco et al. (2006) para o nutriente Zn e por Rodas (2008) para os nutrientes Fe e Zn, os quais atribuem a menor redução de crescimento em relação aos macronutrientes devido às reservas de Fe e Zn nas plantas antes da aplicação dos tratamentos de omissão dos mesmos.

Tabela 2. Valores médios de massa fresca e seca de raiz e parte aérea de mudas de morangueiro sob omissão de macro e micronutrientes

Tratamentos	Massa Fresca		Massa Seca	
	Raiz (g)	Parte aérea (g)	Raiz (g)	Parte aérea (g)
Completo	18,42 a	26,29 a	4,33 a	4,60 a
-N	7,93 b	4,62 b	1,52 b	1,89 b
-K	11,15 a	11,82 b	1,89 b	3,71 b
-P	16,66 a	8,71 b	2,03 b	3,21 b
-Ca	5,82 b	5,47 b	1,25 b	2,34 b
-Mg	6,37 b	8,09 b	1,07 b	2,72 b
-Mn	16,63 a	24,54 a	3,77 a	5,68 a
-Fe	16,24 a	24,98 a	3,00 a	4,15 a
-Zn	14,90 a	16,62 a	2,77 a	4,88 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A massa fresca da coroa foi mais limitante com a omissão de P e Ca, enquanto que o Mn, completo e Mg apresentaram maiores valores de massa fresca (Tabela 3). Entretanto, para a massa seca das coroas não houve diferença entre as omissões dos nutrientes.

O número de coroas e número de folhas foram maiores no tratamento completo e na omissão

dos micronutrientes, em relação à omissão dos macronutrientes. Desta forma, observou-se nas mudas de morangueiros que, além da massa fresca e seca da parte aérea, o número de coroa e o número de folhas também foram mais prejudicados pela ausência de macronutrientes, em relação à ausência dos micronutrientes (Tabelas 2 e 3).

Tabela 3. Valores médios de massa fresca de coroa, massa seca de coroa, número de coroa e número de folhas de mudas de morangueiro sob omissão de macro e micronutrientes

Tratamentos	Massa fresca da coroa (g)	Massa seca da coroa (g)	Número de coroa	Número de folhas
Completo	8,81 a	2,14 ns	5,00 a	25,33 a
-N	5,66 b	1,59	3,33 b	14,00 b
-K	9,50 a	3,35	3,00 b	17,66 b
-P	3,08 c	1,15	4,00 b	16,33 b
-Ca	3,16 c	1,70	2,33 b	12,00 b
-Mg	8,60 a	2,32	3,00 b	14,00 b
-Mn	11,63 a	3,11	6,33 a	32,00 a
-Fe	7,19 b	2,84	4,00 a	20,66 a
-Zn	6,46 b	2,36	6,33 a	22,66 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. ns=não significativo.

Os teores de N, P, K, Ca e Mg foram estatisticamente menores nos tratamentos em que houve respectivamente omissão desses elementos (Tabela 4). A parte aérea das plantas cultivadas em solução nutritiva completa apresentou 2,01 g kg⁻¹ de N total, enquanto as deficientes apresentaram 1,08 g kg⁻¹ do elemento. Sob omissão de P, sua concentração na solução nutritiva reduziu aproximadamente cinco vezes, ou seja, caiu de 0,56 g kg⁻¹ (solução completa) para 0,1 g kg⁻¹.

No tratamento com omissão de K foi verificado o maior teor de Mg e também o contrário,

ou seja, na omissão de Mg houve um maior acúmulo de K, ambos corroborando com os resultados de Rodas (2008).

A omissão de Ca nos morangueiros proporcionou aumento no teor de K nas folhas. Segundo Jones Junior (2012) o antagonismo entre K e Ca é de caráter fisiológico e acontece durante a absorção e translocação dos mesmos. Segundo este mesmo autor, a relação entre K, Ca e Mg influenciam na concentração dos mesmos.

Tabela 4. Teor de macronutrientes (g kg⁻¹) na parte aérea de mudas de morangueiro sob omissão de nutrientes

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg
Completo	2,01 a	0,56 a	2,57 a	1,10 b	0,38 c
-N	1,08 b	0,36 b	2,50 a	1,60 b	0,38 c
-K	2,25 a	0,51 a	0,92 b	1,83 a	0,54 a
-P	1,43 a	0,10 c	2,16 a	1,11 b	0,31 d
-Ca	1,93 a	0,51 a	2,68 a	0,47 c	0,49 a
-Mg	2,33 a	0,52 a	2,99 a	1,20 b	0,10 e
-Mn	2,09 a	0,39 b	2,45 a	1,42 b	0,42 c
-Fe	2,07 a	0,49 a	2,43 a	1,56 b	0,41 c
-Zn	2,00 a	0,56 a	2,35 a	1,42 b	0,44 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Independentemente do tratamento, não ocorreram diferenças nos teores de Cu nas folhas de morangueiro (Tabela 5).

O teor do Fe foi menor no tratamento em que houve omissão desse elemento, mas a omissão de Fe favoreceu o aumento do teor de Mn nas folhas de morangueiro, semelhante ao observado por Rodas (2008). Nos tratamentos com omissão de Zn, Fe, Mn,

K e no completo foram obtidos menores teores de Mn na folha de morangueiro.

Os teores de Zn na folha foram maiores nos tratamentos com omissão de Ca e Mg, corroborando com os resultados de Rodas (2008) para omissão de Ca. Malavolta et al. (2006) atribuem estes resultados à ausência do mecanismo de inibição não competitiva entre Zn e Ca quando da omissão de Ca na solução.

Tabela 5. Teor de micronutrientes (mg kg⁻¹) na parte aérea de mudas de morangueiro sob omissão de nutrientes

Tratamentos	Cu	Fe	Mn	Zn
Completo	10,66 ns	32,33 e	44,33 b	11,66 b
-N	10,00	71,00 c	113,00 a	20,00 b
-K	10,66	74,33 c	177,66 a	20,66 b
-P	12,00	75,66 c	78,33 b	17,66 b
-Ca	10,66	105,00 b	136,66 a	28,00 a
-Mg	12,33	142,33 a	149,66 a	29,33 a
-Mn	9,66	65,00 c	40,33 b	17,00 b
-Fe	10,00	52,00 d	39,00 b	15,00 b
-Zn	11,66	37,33 e	31,33 b	11,33 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A omissão de N afetou o crescimento da parte aérea das plantas (Figura 1A). Observou-se clorose generalizada seguida de necrose nas bordas das folhas, evoluindo das folhas mais velhas para as mais novas e houve redução na emissão de novas folhas (RODAS 2008; PACHECO et al., 2006). O N exerce várias funções nas plantas, como constituinte de membranas e proteínas, ácidos nucleicos, hormônios, enzimas e da clorofila, tendo em vista que o N é, depois do Carbono, o elemento requerido em maiores quantidades, sua ausência causa clorose nas folhas, devido a diminuição da síntese de clorofila (MARSCHNER, 2012).

O P quando omitido reduziu o tamanho da parte aérea, apresentando arroxamento das bordas das folhas mais velhas e redução da emissão de novas folhas (Figura 1B). De acordo com Taiz e Zeiger (2013), o P é um componente dos nucleotídeos utilizados no metabolismo energético das plantas e a coloração arroxada das folhas de plantas deficientes está relacionada à produção de antocianinas em excesso, uma vez que os carboidratos não utilizados no metabolismo do P podem ser empregados na produção destes pigmentos.

Na ausência de K, observou-se clorose seguida de necrose nas bordas das folhas, conforme caracterizado por Taiz e Zeiger (2013), evoluindo das folhas mais velhas para as mais novas (Figura 1C), além de folhas com leve enrugamento, que também foi observado por Santos (2016) em folhas de *Cordia alliodora*.

A omissão de Ca apresentou redução do crescimento da planta, clorose generalizada seguida de necrose nas bordas das folhas, paralização da emissão de novas folhas e de raízes (Figura 1D). Esses mesmos sintomas foram observados por Rodas (2008) e Pacheco et al. (2006). Como o Ca é um elemento imóvel na planta, seus principais sintomas de deficiência estão ligados a regiões meristemáticas e pontos de crescimento, explicando assim a paralização

do crescimento tanto das raízes como da parte aérea (TAIZ e ZEIGER, 2013).

A ausência de Mg reduziu drasticamente o crescimento da parte aérea da planta, causando o encarquilhamento e necrose das folhas (Figura 1E). Rodas (2008) também observou redução do crescimento e necrose das folhas de morangueiros. O Mg é o elemento central da molécula de clorofila, que possui função de atuar na otimização da absorção de luz e transferir energia para os centros de reação da fotossíntese (TAIZ e ZEIGER, 2013), portanto a falta desse elemento desencadeará em problemas na eficiência da fotossíntese.

Em relação aos micronutrientes, a omissão de zinco provocou clorose internerval de folhas novas e redução na emissão de novas folhas (Figura 1F). O ferro quando omitido apresentou branqueamento das folhas e nervuras com coloração verde escura, contudo não evoluiu para necrose até o momento de destruição do experimento (Figura 1G). As nervuras de coloração verde são sintomas típicos da deficiência de Fe em morangueiro (VALENTINUZZ et al., 2015; RODAS, 2008). A omissão de manganês influenciou pouco o desenvolvimento da parte aérea das mudas, porém sintomas visuais de clorose internerval, de aspecto rugoso, foram observados nas folhas mais novas (Figura 1H).

CONCLUSÃO

A omissão de N promove maior redução do crescimento das mudas de morangueiro, em relação ao tratamento completo.

As omissões de Ca, Mg e N são as que mais comprometem o acúmulo de massa fresca de raízes, reduzindo de 31,6%, 34,58% e até 43%, respectivamente, em relação a solução completa.

Menores teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e Fe são comprovadas pela análise química das folhas quando são realizadas as omissões desses nutrientes na solução.



Figura 1. Sintomas visuais de deficiência de macronutrientes e micronutrientes em relação ao tratamento completo em mudas de morangueiro. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2017. Fotos: Paulo Lanzetta.

REFERÊNCIAS

AVALHÃES, C.; PRADO, R. de M.; ROZANE, D.E.; ROMUALDO, L.M.; CORREIA, M.A.R. Omissão de macronutrientes no crescimento e no estado nutricional de capim-elefante (cv. Mott) cultivado em solução nutritiva. *Scientia Agraria*, v.10, n.3, p.215-222, 2009.

CAKMAK, I. Magnesium in crop production, food quality and human health. *Plant and Soil*, v.368, p.01-04, 2013.

DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.V.; BARROS, N.F. de; FONTES, R.L.F.; CANTARUTT, R.B.; NEVES, J.C.L. *Fertilidade do Solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, cap. 3, p. 92-132.

FAGHERAZZI, A.F.; GRIMALDI, F.; KRETZSCHMAR, A.A.; MOLINA, A.R.; GONÇALVES, M.A.; ANTUNES, L.E.C.; BARUZZI, G.; RUFATO, L. Strawberry production progress in Brazil. *Acta Horticulturae*, n.1156, v. 1, p. 937-940, 2017.

GIMÉNEZ, G.; ANDRIOLO, J.; GODOI, R. Cultivo sem solo do morangueiro. *Ciência Rural*, v.38, n.1, p.273-279, 2008.

JONES JUNIOR, J.B. *Plant Nutrition and Soil Fertility Manual*, 2.ed. CRC Press, 2012. 273p.

KIRSCHBAUM, D.S.; VICENTE, C.E.; CANO-TORRES, M.A.; GAMBARDILLA, M.; VEIZAGA-PINTO, F.K.; ANTUNES, L.E.C. Strawberry in South America: from the Caribbean to Patagonia. *Acta Horticulturae*, n. 1156, v. 1, p. 947-956, 2017.

KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. *World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated*. Meteorologische Zeitschrift, v. 15, n.3, p.259-263, 2006.

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

MARSCHNER, P. *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. 3 ed. New York: Academic Press, 2012. 651p.

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*, v.27, p.: 498-504, 2009.

OLIVEIRA, C.S.; COCCO, C.; ANDRIOLO, J.L.; BISOGNIN, D.A.; ERPEN, L.; FRANQUEZ, G.G. Produção e qualidade de propágulos de morangueiro em diferentes concentrações de nitrogênio no cultivo sem solo. *Revista Ceres*, v. 57, n.4, p. 554-559, 2010.

PACHECO, D.D.; RIBEIRO, D. P.; DIAS, M.S.C.; ANTUNES, P.D.; LIMA, L.M.S.; PINHO, D.B.; RUAS, L.O.; MOREIRA, S.A.F.; SOUZA, F.V.; ALMEIDA JÚNIOR, A.B.; SOUZA, R.P.D. Sintomas visuais de deficiências minerais em morangueiro cultivado no norte de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19, 2006, Cabo Frio. *Palestras e resumos...* Cabo Frio: SBF, 2006.

PALENCIA, P.; MARTINEZ, F.; RIBEIRO, E.; PESTANA, M.; GAMA, F.; SAAVEDRA, T.; VARANNES, A.; CORREIA, P.J. Relationship between tipburn and leaf mineral composition in strawberry. *Scientia horticulturae*, v.126, n.2, p.242-246, 2010.

RODAS, C.L. *Deficiências nutricionais no morangueiro: caracterização de sintomas visuais, produção e nutrição mineral*. 2008. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

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

SANTOS, N.J.R. *Níveis de nitrogênio e potássio: efeitos sobre a nutrição e crescimento inicial de Cordia alliodora (Ruiz e Pav.) Oken*. 2016. Tese 35 f. (Doutorado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.

SILVA, E.; TANURE, L.P.P.; SANTOS, S.R.; JÚNIOR, P.S. de R. Sintomas visuais de deficiências nutricionais em pinhão-manso. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, n.4, p.392-397, 2009.

SILVA, F. de A.S.; AZEVEDO, C.A.V. de. The Assisat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

SINGH, R.; GUPTA, R.K.; PATIL, R.T.; SHARMA, R.R.; ASREY, R.; KUMAR, A. JANGRA, K.K. Sequential foliar application of vermicompost leachates improves marketable fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.). *Scientia Horticulturae*, v.124, n. 1, p.34-39, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 5 ed. Porto Alegre: Artmed. 2013. 918 p.

VALENTINUZZI, F.; PII, Y.; VIGANI, G.; LEHMANN, M., CESCO, S.; MIMMO, T. Phosphorus and iron deficiencies induce a metabolic reprogramming and affect the exudation traits of the woody plant *Fragaria* × *ananassa*. *Journal of Experimental Botany*, v.66, n.20, p. 6483-6495, 2015.

VIGNOLO, G., ARAÚJO, V.F.; KUNDE, R.J.; SILVEIRA, C.A.P.; ANTUNES, L.E.C. Produção de morangos a partir de fertilizantes alternativos em pré-plantio. *Ciência Rural*, v.41, n.10, 2011.

YANG, L.T.; YANG, G.H.; YOU, X.; ZHOU, C.P.; LU, Y.B.; CHEN, L.S. Magnesium deficiency-induced changes in organic acid metabolism of *Citrus sinensis* roots and leaves. *Biologia Plantarum*, v.3, p.481-486, 2013.