
COMPOSIÇÃO MINERAL DO RIZOMA E RAIZ EM PLANTAS DE *Strelitzia augusta* SOB DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES

COELHO, Viviane Amaral Toledo¹
SOUZA, Carla Giselly de²
NASCIMENTO, Ednardo Souza de³
LACERDA, Luiza Gobira⁴
CARDOSO, Patrícia Alves⁵

Recebido em: 2019.11.12

Aprovado em: 2020.04.23

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.3714

RESUMO: O objetivo foi avaliar o teor e acúmulo nutricionais do rizoma e raiz de plantas de *Strelitzia augusta*, em solução nutritiva, sob deficiência de macronutrientes. O experimento foi realizado em casa de vegetação do DCS/UFLA, Lavras–MG. O esquema estatístico utilizado foi o DIC com três repetições, contendo sete tratamentos, em solução nutritiva. Os tratamentos foram: solução nutritiva completa (controle) e soluções nutritivas com omissões individuais de N, P, K, Ca, Mg e S. Após a germinação, as mudas foram transferidas para a solução nutritiva completa com 10% da sua força iônica (período de adaptação), as quais permaneceram com aeração constante. As plantas foram selecionadas quanto à uniformidade de tamanho e transferidas para vasos de plástico (5L) com solução nutritiva a 100%, no qual foram aplicados os tratamentos. As plantas foram colhidas após 180 dias, sendo, posteriormente, coletada a matéria seca e realizada a análise química do rizoma e raízes das plantas. A omissão de macronutrientes afeta a produção de matéria seca do rizoma e raízes da planta bem como promovem alterações nos teores e nos acúmulos de nutrientes. As deficiências de macronutrientes causam alterações nos teores e acúmulos no rizoma e raízes dessa espécie, afetando o desempenho da planta.

Palavras-chave: *Strelitzia augusta*, Omissão de macronutrientes, Plantas ornamentais.

MINERAL COMPOSITION OF RHIZOME AND ROOT IN *Strelitzia augusta* PLANTS UNDER MACRONUTRIENT DEFICIENCIES

SUMMARY: The objective was to evaluate the nutritional content and accumulation of the rhizome and root of *Strelitzia augusta* plants, in nutrient solution, under macronutrient deficiency. The experiment was carried out in a greenhouse at DCS / UFLA, Lavras – MG. The statistical scheme used was the DIC with three replications, containing seven treatments, in nutrient solution. The treatments were: complete nutrient solution (control) and nutrient solutions with individual omissions of N, P, K, Ca, Mg and S. After germination, the seedlings were transferred to the complete nutrient solution with 10% of its ionic strength (adaptation period), which remained with constant aeration. The plants were selected for size uniformity and transferred to plastic pots (5L) with 100% nutrient solution, in which the treatments were applied. The plants were harvested after 180 days, after which the dry matter was collected and chemical analysis of the rhizome and roots of the plants was performed. The omission of macronutrients affects the production of dry matter from the rhizome and roots of the plant, as well as promoting changes in the contents and accumulations of nutrients. Deficiencies of macronutrients cause changes in the contents and accumulations in the rhizome and roots of this species, affecting the performance of the plant.

Keywords: *Strelitzia augusta*, Omission of macronutrients, Ornamental plants.

¹ Doutorado em Ciência do Solo pela Universidade Federal de Lavras e University of Queensland, na Austrália. Docente na Faculdade de Almenara, Almenara, Minas Gerais, Brasil.

² Doutorado em Nutrição e Produção Animal pela Universidade Federal da Paraíba e University of Queensland, Austrália e Pós-Doutoranda em Forragicultura pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil.

³ Mestre em Ciências da Saúde e Graduação em Pedagogia pela Universidade Estadual de Montes Claros. Docente na Faculdade de Alfa Almenara, Minas Gerais, Brasil.

⁴ Especialização em Farmacologia e Interação Medicamentosas pelo Centro Universitário Internacional. Coordenador de Curso do ALFA, Faculdade de Almenara, Almenara, Minas Gerais, Brasil.

⁵ Mestrado em Microbiologia Agropecuária pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Docente da Faculdade de Almenara, Almenara, Minas Gerais, Brasil.

INTRODUÇÃO

O setor de flores e plantas ornamentais no Brasil vem crescendo ao longo dos anos, tornando-se um dos segmentos do agronegócio que mais cresce na atualidade, tanto na produção de espécies temperadas quanto na de tropicais. No ano de 2014 a cadeia produtiva de flores no Brasil, movimentou R\$ 5,64 bilhões, o que correspondeu a um crescimento de 8% em relação ao ano de 2013. O crescimento deste setor pode estar relacionado ao aumento do poder aquisitivo da população brasileira, que passou a consumir mais flores e ao número de novas cultivares que vem sendo lançadas a cada dia no mercado brasileiro (MOREIRA; BENTO 2018). E é no desenvolvimento da floricultura tropical que o país mostra suas mais promissoras possibilidades ecológicas, produtivas e comerciais (TERAO; CARVALHO; BARROSO, 2005).

Em Minas Gerais o mercado de produção e de comercialização de flores é promissor, tanto de clima temperado quanto de clima tropical, devido à sua diversidade climática. A produção está distribuída em todas as regiões do estado, porém, para as flores tropicais, duas se destacam, a região Norte e a Zona da Mata (LUZ *et al.*, 2005). As principais espécies tropicais cultivadas são: helicônias, alpínias, abacaxis ornamentais, estrelícias, bastões-do-imperador e gengibres ornamentais, entre outras.

A *Strelitzia augusta* Thumb., também conhecida como ave-do-paraíso-branca, pertence à ordem *Zingiberales*, anteriormente incluída na família *Musaceae*, hoje pertence à família *Strelitziaceae*. É uma árvore semi-lenhosa, ereta, forma touceiras, com quatro a sete metros de altura, de folhagem decorativa, grandes, coriáceas e recurvadas. Tem origem na África do Sul e suas inflorescências são grandes, com espatas em forma de barco e flores brancas que se abrem sucessivamente (LORENZI; MELO FILHO, 2001; LAMAS, 2002).

Vários fatores estão envolvidos na qualidade dos produtos da floricultura, destacando-se entre eles, a adubação e a nutrição das plantas (FURLANI; CASTRO, 2001). Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o teor e acúmulo nutricionais do rizoma e raiz de plantas de *Strelitzia augusta*, em solução nutritiva, sob deficiência de macronutrientes.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi realizado durante os meses de setembro a março, em casa de vegetação do Departamento Ciência do Solo, na Universidade Federal de Lavras (Lavras, MG). As coordenadas geográficas são 21°14'30" de latitude Sul e 45°00'10" de longitude Oeste, altitude de 918 m (BRASIL, 1992).

As plantas de *Strelitzia augusta*, utilizadas no experimento, foram propagadas via sementes e germinadas em bandeja de poliestireno expandido com 72 células individualizadas, com vermiculita. Trinta dias após a germinação, as mudas foram transferidas para a solução nutritiva completa de Hoagland; Arnon (1950), com 10% da sua força iônica (período de adaptação), as quais permaneceram sob aeração constante da solução. A força iônica da solução nutritiva foi aumentada gradativamente durante o período experimental até atingir 100%.

Após o período de adaptação, as plantas foram transplantadas para vasos com capacidade para 5 litros e aplicaram-se os tratamentos sob a técnica do elemento faltante. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com três repetições e sete tratamentos: Solução Hoagland e Arnon (1950) completa (controle), solução completa menos N (-N), solução completa menos P (-P), solução completa menos K (-K), solução completa menos Ca (-Ca), solução completa menos Mg (-Mg) e solução completa menos S (-S). Cada parcela experimental foi constituída por uma planta por vaso.

Após os 180 dias de experimentação, as plantas foram colhidas, sendo lavadas as partes aéreas de cada planta em água corrente e em seguida em água destilada, sendo levadas para estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65°-70°C, até que apresentasse peso constante. Posteriormente, o material vegetal foi pesado em balança de precisão para a determinação da massa de matéria seca.

Após a secagem, procedeu-se também à moagem para análise química, determinando-se os teores nutricionais da parte aérea seguindo os métodos descritos por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias avaliadas pelo teste Scott; Knott, a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2010).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) do rizoma e raiz de *Strelitzia augusta*, tiveram diferenças significativas em função dos tratamentos estudados e encontram-se na Tabela 1.

Os maiores teores de N do rizoma foram observados nas plantas dos tratamentos sob omissão de K e Ca com valores de 64,17 e 50,04 g.kg⁻¹, devido, provavelmente, ao efeito de concentração desse nutriente e ausência do mecanismo de inibição competitiva existente entre N

x K e N e Ca (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). O menor teor desse nutriente foi observado nas plantas do tratamento sob omissão de N, com redução de 82,15%, em comparação ao tratamento completo. Resultados semelhantes foram observados por Frazão (2008) em plantas de bastão-do-imperador *Etilingera elatior*) e por Pinho (2007) em plantas de bananeira ornamental (*Musa velutina*).

Os maiores teores de N na raiz foram encontrados nas plantas dos tratamentos sob omissão de K, com valor 52,56% maior, em comparação ao tratamento completo. Esse fato pode ser explicado pelo efeito de concentração, já que nesse tratamento as plantas tiveram baixa produção de matéria seca. Os menores teores de N foram observados em plantas sob omissão desse nutriente, com redução de 73,63%, quando comparadas ao tratamento completo. Esses resultados corroboram com os encontrados por Naiff (2007), estudando omissão de macronutrientes em plantas de *Alpinia purpurata*.

Os sintomas da carência de N são primeiramente clorose generalizada das folhas mais velhas pela sua proteólise, resultando no colapso dos cloroplastos, ocorrendo declínio dos teores de clorofila. E os aminoácidos resultantes da proteólise são mobilizados para as partes mais novas, visto que o N é um nutriente de alta mobilidade no tecido vegetal. Com o agravamento da deficiência, toda a planta se torna clorótica pelo baixo teor de clorofila (COELHO *et al.*, 2012).

Apenas as plantas cultivadas em solução deficiente em P apresentaram queda no teor desse elemento, com redução de 97,21%, quando comparado ao tratamento completo. Coelho *et al.*, (2012) trabalhando com sintomas visuais de deficiência de macronutrientes e boro em plantas de gengibre ornamental, observaram que após 56 dias da instalação do experimento, as plantas com carência de P começaram a manifestar os sintomas de deficiência. Os primeiros sintomas verificados nas plantas sob deficiência desse nutriente ocorreram nas folhas mais velhas devido à alta mobilidade de P nos tecidos vegetais das plantas sob deficiência de P.

Assim como no rizoma, na raiz, houve queda significativa do teor de P, somente nas plantas cultivadas sob omissão desse elemento, com redução de 93,26% em comparação ao tratamento completo. As plantas com omissões de K, Ca e Mg apresentaram altos teores desse nutriente, indicando efeito de concentração do mesmo. Além disso, Bergmann (1992) relata que a deficiência de P acarreta manchas necróticas marrom-escuras nas folhas velhas, lesões necróticas nas margens das folhas e morte com queda de folhas mais velhas. Souza *et al.* (2015) observaram que o maior teor de P nas raízes foi constatado na condição de omissão de N.

Com exceção do tratamento -K, não houve diferença significativa entre os tratamentos estudados para o teor de K. Entretanto, os maiores valores foram observados nas plantas com omissões de N, Ca e Mg, refletindo o efeito de concentração desse nutriente e ausência do

mecanismo de inibição competitiva existente entre K x N, K x Ca e K x Mg (BERGMANN, 1992).

Em relação ao teor de K da raiz, os maiores valores foram verificados nas plantas com omissões de Ca e Mg, o que pode ser explicado pela ausência do mecanismo de inibição competitiva entre K x Ca e K x Mg (MALAVOLTA, 2006). O menor teor de K foi encontrado quando se omitiu esse nutriente, com redução de 92,48%, quando comparado ao tratamento completo. Resultados semelhantes foram observados por Frazão (2008) em plantas de bastão-do-imperador e por Almeida (2007) em plantas de copo-de-leite. Além disso, Coelho *et al.* (2012) trabalhando com gengibre ornamental revelou que as raízes das plantas sob omissão de K eram menos desenvolvidas em comparação ao tratamento completo.

TABELA 1: Produção de matéria seca (MS) e teor (T) de nutrientes do rizoma e raiz de plantas de *Strelitzia augusta* sob omissão de macronutrientes. UFLA, Lavras, MG.

Tratamento	MS (g)	Teores Nutricionais no rizoma										
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		g.kg ⁻¹						mg.kg ⁻¹				
Completo	8,5	36,59d	8,61A	28,00a	2,50b	3,55b	3,30a	144,96a	4,04a	236,49a	81,33e	76,78a
-N	1,91	6,53c	7,17A	25,67a	2,41b	4,74a	2,78b	112,25b	0,81c	265,94a	746,77a	33,20c
-P	10,02	32,43c	0,24b	25,33a	1,69c	3,83b	2,11c	92,52b	1,48c	277,54a	478,87b	64,17b
-K	5,28	64,17a	10,31A	1,67b	3,80a	3,24b	3,85a	136,67a	3,24a	263,26a	172,16c	71,03b
-Ca	4,94	50,04b	10,42A	27,00a	0,20d	3,00b	3,51a	92,37b	4,55a	126,72b	127,77d	81,82a
-Mg	5,53	40,77c	10,62A	27,33a	2,82b	0,33c	2,32c	123,32a	2,41b	290,03a	38,12e	84,06a
-S	7,24	43,68c	9,36A	23,33a	1,92c	4,62a	2,95b	113,76b	3,73a	240,95a	109,80d	87,71a
CV (%)		12,97	20,05	11,2	13,3	17,57	11,32	13,68	15,2	23,8	11,26	11
		Teores Nutricionais na raiz										
Completo	6,3	33,23b	11,27A	26,60a	2,23b	2,44c	4,25a	201,94a	8,81c	4210,38c	130,65c	81,75c
-N	6	9,24c	8,91b	23,70b	2,08b	3,23a	3,22b	146,35b	3,42d	1091,42d	364,99b	41,33d
-P	7,37	32,99b	0,76c	23,20b	1,75b	2,90b	5,57a	106,44c	23,84a	5355,34b	527,45a	274,59a
-K	3,35	50,73a	12,24A	2,00c	2,99a	2,79b	5,07a	141,01b	9,65c	6597,68a	75,19c	64,08d
-Ca	4,11	39,11b	11,87A	27,60a	0,19c	1,92d	4,91a	101,71c	10,42c	3259,52c	118,27c	83,51c
-Mg	3,87	30,52b	11,60A	23,63b	2,85a	0,65e	3,30b	156,89b	8,07c	4358,52c	151,99c	87,70c
-S	6,37	33,59b	11,97A	22,80b	2,08b	2,31c	3,29b	104,77c	13,41b	3974,78c	108,28c	120,62b
CV (%)		12,84	9,79	7,26	24,15	8,26	14,9	12,78	8,72	15,24	25,79	14,86

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

Coelho *et al.* (2017) trabalhando com deficiências nutricionais, e composição mineral de *Zingiber spectabile*, observou que a omissão de K da solução de cultivo acarretou em aumento nos teores de Mn e Zn na parte aérea e rizoma dessas plantas. Entretanto não observou diferença para as raízes.

Os maiores teores de Ca no rizoma foram observados nas plantas cultivadas sob omissão de K, o que pode ser justificado pela ausência do mecanismo de inibição competitiva entre esses cátions na omissão de um deles (MALAVOLTA, 2006). Os menores teores de Ca foram observados nas plantas do tratamento em que se omitiu esse elemento, com redução de 92%, em comparação ao tratamento completo.

Os maiores teores de Ca da raiz foram observados nas plantas dos tratamentos -K e -Mg, devido, possivelmente, a ausência do mecanismo de inibição competitiva entre esses cátions (MALAVOLTA, 2006). Já os menores teores foram observados quando se omitiu esse nutriente, com redução de 91,48%, em comparação ao tratamento completo. Resultado esse, refletido no acúmulo desse nutriente.

Souza *et al.* (2015) estudando amoreira-preta observou que o maior valor de Ca encontrados na parte aérea, foi verificado nas plantas dos tratamentos sob omissão de N (efeito de

concentração de Ca, devido à menor produção de biomassa, limitada pelo fornecimento de N), enquanto os menores valores foram observados em plantas com solução nutritiva sem Ca. Quanto aos teores de Ca nas raízes, os menores valores foram encontrados em plantas cultivadas em solução nutritiva com ausência de N, P, K, Ca, Mg, B e Fe, quando comparadas com o tratamento controle

Coelho *et al.* (2012) observaram que o sintoma típico da ausência de Ca é a necrose das regiões meristemáticas jovens, como ápices das raízes e folhas mais novas, possivelmente pela dissolução da parede celular. Nas folhas mais jovens, o primeiro sintoma é a clorose em suas extremidades e, nos estágios mais avançados, ocorre necrose. As plantas utilizam Ca na síntese da parede celular, particularmente na lamela média, que separa as células em divisão, além do requerido para funcionamento normal das membranas vegetais. Por esse motivo, os sintomas de carência do Ca ocorrem nas partes mais jovens, tanto na parte aérea como no sistema radicular.

Para o teor de Mg, os maiores valores foram observados nas plantas cultivadas sob omissão de N. Esse fato deve-se à ausência do mecanismo de interação competitiva entre Mg x N (BERGMANN, 1992). Quando o Mg foi omitido da solução nutritiva, foi verificado o menor teor desse nutriente, com redução de 73,36% em comparação ao tratamento completo. Resultados semelhantes foram observados por Frazão (2008), em plantas de *Etilingera elatior* (bastão-do-imperador).

Na análise do Mg no rizoma, os maiores teores foram verificados nas plantas dos tratamentos -N e -S, resultado do efeito de concentração desse nutriente nas plantas sob deficiência de N, no caso do resultado encontrado no tratamento sob omissão de S para essa característica, não há relatos na literatura sobre antagonismo entre o Mg e o S. Já os menores teores foram verificados nas plantas sob omissão de Mg, com redução de 90,70%, quando comparados ao tratamento completo.

Os sintomas de carência de Mg são primeiramente visualizados nas folhas mais velhas pela mobilidade desse nutriente no tecido vegetal, caracterizados por clorose entre as nervuras. Tal fenômeno pode ser explicado pela permanência da clorofila nas nervuras por períodos maiores que a clorofila do limbo foliar (entre as nervuras). Sob deficiência severa, toda a planta se torna clorótica (COELHO *et al.*, 2012).

Em relação aos teores de S no rizoma, os maiores foram observados nas plantas sob omissões de K e Ca, não diferindo estatisticamente do tratamento completo. Esses dados corroboram com os encontrados por Naiff (2007), estudando plantas de *Alpinia purpurata*.

Souza *et al.*, (2015) verificou que no sistema radicular, o maior valor de S foi observado em plantas submetidas a solução nutritiva com ausência de N, pois há uma relação positiva entre os elementos N e S.

Mesmo sendo menor o teor de enxofre em relação à testemunha, alto teor de S verificado nas plantas do tratamento em que se omitiu esse nutriente pode ser explicado pela capacidade das folhas conseguirem absorver o gás SO₂ do ar (MALAVOLTA, 2006). Provavelmente houve uma contaminação do ar por S, já que o local de condução do experimento fica próximo a laboratórios que trabalham com esse elemento, o que proporcionou uma absorção foliar do mesmo.

Houve diminuição nos teores de S na raiz das plantas cultivadas sob a omissão desse elemento, bem como na ausência de N e Mg. O menor teor de Mg foi observado quando se omitiu esse nutriente da solução de cultivo, com redução de 84,09%, em comparação ao tratamento completo.

Os tratamentos sob omissão de K e Mg não diferiram da testemunha, apresentando os maiores teores de B no rizoma. O alto teor desse nutriente nas plantas sob omissão de K, deve-se a redução do efeito antagônico entre B e K (BERGMANN, 1992), favorecendo a absorção de B. Resultados semelhantes foram encontrados por Frazão (2008), estudando plantas de bastão-do-imperador (*Etilingera elatior*).

Coelho *et al.*, (2017) analisando-se os teores de B no rizoma de *Zingiber spectabile*, observaram que a omissão de K acarretou aumento dos teores desse micronutriente no tecido vegetal.

Plantas cultivadas sob omissão de Ca, Mg e S apresentaram teores mais elevados de Zn no rizoma, não diferindo estatisticamente daquelas cultivadas em condições normais. Para a omissão de Ca, esse resultado pode ser explicado pela ausência do mecanismo de inibição competitiva entre Zn x Ca (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

A carência de Ca, normalmente, retarda o crescimento e causa a morte dos ponteiros. O cálcio é absorvido pelas raízes como Ca⁺² e o seu movimento ascendente se dá por meio de reações de troca em vasos condutores, mais do que por fluxo de massa. Depois de localizado nas folhas, o Ca se torna imóvel. A falta de cálcio afeta, particularmente, os pontos de crescimento da raiz, sendo que aparecem núcleos poliploides, células binucleadas, núcleos constrictos e divisões amitóticas, bem como cessa o desenvolvimento e há escurecimento e morte (SOUZA *et al.*, 2015).

Todas as omissões resultaram em diminuição do teor de B em raízes de *Strelitzia augusta* e esse resultado refletiu no acúmulo desse nutriente nessa espécie. Os maiores teores e acúmulos de Zn foram encontrados nas plantas cultivadas sob omissão de P, com valores bem mais

elevados dos observados nas plantas do tratamento completo. Isso se deve, à ausência do mecanismo de inibição não competitiva, existente entre esses nutrientes (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). Esses resultados corroboram com os encontrados por Frazão (2008), estudando plantas de *Etilingera elatior* (bastão-do-imperador).

Para os teores de Cu do rizoma, os maiores valores foram encontrados nas plantas dos tratamentos -Ca, completo, -S e -K. Esse fato pode ser explicado pelo efeito de concentração do Cu e ausência do mecanismo de inibição competitiva entre Cu x Ca e Cu x K (MALAVOLTA, 2006). Já os menores teores de Cu foram observados nas plantas dos tratamentos -P e -N, devido, provavelmente no caso da omissão de P efeito de diluição. Todos os tratamentos apresentaram queda nos acúmulos de Cu no rizoma das plantas em relação à testemunha.

Os maiores teores de Cu da raiz foram encontrados nas plantas sob omissão de P. A literatura cita que esses elementos apresentam certo antagonismo, haja vista que no excesso de um, a planta apresenta deficiência do outro. Já o menor teor foi observado nas plantas sob omissão de N. Houve aumento no teor de Fe das raízes quando se omitiu K da solução de cultivo, reflexo da baixa produção de matéria seca de raízes dessas plantas e pela ausência do mecanismo de inibição competitiva Fe x K (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

As raízes das plantas sob carência de Cu apresentaram diminuição no crescimento, conferindo um aspecto menos denso ao sistema radicular, além de raízes com coloração mais escura. O Cu atua na síntese de proteínas, diminuindo em plantas deficientes, o que pode ser devido ao seu papel como co-fator para a síntese de enzimas do DNA e RNA (PINHO *et al.*, 2012).

Dentre os tratamentos estudados, somente na omissão de Ca houve queda nos teores de Fe nos rizomas das plantas. Na omissão de P houve o maior acúmulo de Fe devido à grande produção de matéria seca do rizoma e ao alto teor do elemento nessa parte da planta.

Souza *et al.* (2015) estudando sintomas de deficiência de macronutrientes na amoreira-preta observaram que com a omissão de Fe, ocorreu clorose internerval nas folhas mais novas, formando um reticulado fino. Em seguida, identificou-se necrose foliar, que evoluiu das margens para o centro, e morte do meristema apical.

Para o teor de Mn do rizoma, os maiores valores foram observados nas plantas com omissão de N, refletindo efeito de concentração desse nutriente devido à baixa produção de matéria seca nessas plantas. Os maiores teores de Mn da raiz foram encontrados nas plantas cultivadas sob omissões de P, com valores muito superiores ao completo. Pinho *et al.*, (2012) estudando o Antúrio observou que as plantas sob omissão desse nutriente apresentaram menor porte, quando comparadas às plantas do tratamento completo.

Os acúmulos de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) do rizoma de *Strelitzia augusta*, apresentaram diferenças significativas em função dos tratamentos estudados e encontram-se na Tabela 2.

Os maiores acúmulos de N do rizoma foram encontrados nos tratamentos -K, -P, -S e completo, provavelmente devido ao alto teor verificado no primeiro e à maior produção de matéria seca nos demais, enquanto o menor acúmulo foi encontrado nas plantas do tratamento em que se omitiu o N.

Os maiores acúmulos de N da raiz foram encontrados nas plantas dos tratamentos -S, completo e -P, possivelmente pela maior produção de matéria seca. Já os menores valores foram encontrados nas plantas sob omissão de N e Mg, com reduções de 73,63 e 42,39%, respectivamente, quando comparadas ao tratamento completo.

Em relação ao acúmulo de P do rizoma, somente houve diferença estatística para as plantas dos tratamentos sob omissões de P e N. Para a omissão de P, esse fato pode ser explicado pelo baixo teor encontrado, enquanto para a omissão de N, pela baixa produção de matéria seca do rizoma.

Os maiores acúmulos de P da raiz, foram observados nas plantas dos tratamentos completo e -S, devido provavelmente a maiores produções de matéria seca de raiz. Os menores valores foram encontrados nas plantas sob omissão de P, com redução de 93,23%, em comparação ao tratamento completo.

Souza *et al.*, (2015) observaram que para o acúmulo de fósforo no sistema radicular, os menores valores foram encontrados em plantas dos tratamentos com omissões de Fe, K, B, Ca e P, quando comparados com o tratamento controle

TABELA 2: Produção de matéria seca (MS) e acúmulo (AC) de nutrientes pelo rizoma e raiz de plantas de *Strelitzia augusta* sob omissão de macronutrientes. UFLA, Lavras, MG.

Tratamento	Acúmulo Nutricionais no rizoma											
	MS (g)	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g.kg ⁻¹						mg.kg ⁻¹					
Completo	312,10a	73,30a	235,53a	21,14a	30,62a	27,80A	1214,06a	34,53a	2014,38b	697,78c	653,94a	
-N	12,34c	13,56b	48,12c	4,60c	8,77c	5,36d	215,14d	1,54d	516,04c	1434,89b	62,03c	
-P	325,24a	2,37b	257,48a	16,96b	38,50a	21,04b	925,98b	14,78c	2771,68a	4804,04a	639,88a	
-K	338,71a	54,47a	10,56c	20,14a	17,10b	20,33b	723,70b	17,18c	1390,36b	908,17c	375,23b	
-Ca	244,88b	51,46a	135,01b	0,98c	14,79b	17,27b	454,96c	22,60b	669,07c	627,02c	407,17b	
-Mg	226,94b	58,75a	152,12b	15,49b	1,82c	12,90c	688,28b	13,14c	1610,57b	212,19d	464,23b	
-S	315,80 ^a	67,84a	169,25b	13,81b	33,38a	21,39b	822,90b	27,00b	1751,60b	795,48c	633,56a	
CV (%)	16,34	25,42	16,42	15,51	25,73	11,41	14,78	19,38	28,38	19,08	18	
Acúmulo Nutricionais na raiz												
Completo	210,40 ^a	71,18a	166,60a	14,23a	15,40a	27,00a	1247,75a	55,10c	26538,85b	822,30c	515,09c	
-N	55,49c	52,57b	143,16a	12,60a	18,44a	18,67b	886,13b	21,11d	6557,73d	2048,92b	262,56d	
-P	209,48 ^a	4,82C	147,13a	11,11a	18,35a	32,20A	678,12c	151,16a	33931,76a	3355,66a	1737,71a	
-K	169,96 ^a	41,14b	6,61c	9,96a	9,36b	15,48b	474,50c	32,19d	22098,01b	242,47c	214,94d	
-Ca	161,65 ^a	48,86b	113,50b	0,54b	8,06b	20,10b	417,10c	42,80d	13391,19c	486,99c	343,39d	
-Mg	121,21b	44,19B	91,63b	11,44a	2,45c	12,86b	596,37c	31,66d	16529,18c	588,81c	341,71d	
-S	210,61 ^a	74,94a	142,55a	13,09a	14,45a	20,64b	656,76c	83,84b	25071,17b	678,98c	754,55b	
CV (%)	21,23	18,58	20,3	25,22	21,05	17,41	18,43	12,56	20,91	22,42	19,09	

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

Os maiores acúmulos de K do rizoma foram verificados nas plantas dos tratamentos -P, completo e -S, possivelmente devido à maior produção de matéria seca. Já os menores acúmulos desse nutriente foram encontrados nas omissões de K e N com reduções de 95,52 e 79,57%, respectivamente, em comparação ao tratamento completo.

Os maiores acúmulos de K da raiz foram observados nas plantas dos tratamentos completo e -S, possivelmente pela maior produção de matéria seca. Já o menor acúmulo foi observado nas plantas sob omissão de K, com redução de 96,03%, quando comparadas ao tratamento completo.

Os maiores acúmulos de Ca no rizoma foram encontrados nas plantas do tratamento completo e sob omissão de K, devido, provavelmente, à grande produção de matéria seca pelas plantas no primeiro e ao alto teor de no segundo tratamento citado. Os menores acúmulos foram observados nas plantas sob omissão de Ca e N, pelo fato de apresentarem baixa produção de matéria seca e baixos teores do elemento no rizoma.

Os maiores acúmulos de Mg do rizoma foram observados nas plantas dos tratamentos completo, -P e -S, possivelmente pela maior produção de matéria seca aliada aos maiores teores do elemento no rizoma. Pelo menor teor de Mg no rizoma, o tratamento onde se omitiu esse elemento apresentou também o menor acúmulo, com redução de 94,05%, em comparação ao tratamento completo.

As plantas cultivadas sob solução nutritiva completa apresentaram maiores acúmulos de S em relação àquelas cultivadas sob omissão nutricional, isso se deve ao fato de as mesmas apresentarem alto teor do elemento aliado à boa produção de matéria seca.

Em relação ao acúmulo de Mg da raiz, os maiores valores foram verificados nas plantas dos tratamentos -N, -P e -S, não diferindo do tratamento completo, devido, possivelmente, a maior produção de matéria seca pelas plantas nesses tratamentos.

Os maiores acúmulos de S nas raízes foram encontrados nas plantas cultivadas sob omissão de P e no tratamento completo, devido à maior produção de matéria seca aliada ao alto teor do elemento em sua constituição.

Todos os tratamentos resultaram em queda no acúmulo de B em rizomas quando comparados ao tratamento completo, reflexo dos altos teores aliados à grande produção de matéria seca nessa parte pelas plantas nessa condição.

Assim como o acúmulo de B do rizoma, os maiores acúmulos foram verificados nas plantas dos tratamentos completo, -P e -S, devido provavelmente a maior produção de matéria seca.

Os maiores acúmulos de Mn no rizoma foram verificados nas plantas dos tratamentos sob omissões de P, devido, provavelmente, à maior produção de matéria seca. Pinho *et al.* (2012)

observaram que as plantas sob omissão de Mn apresentaram menor porte, quando comparadas às plantas do tratamento completo. Além disso, o autor relata que o Mn está ligado à síntese de clorofila, e a maior parte dele encontra-se nos cloroplastos, participando de processos de transporte eletrônico na fase luminosa da fotossíntese e sob omissão de Mn a estrutura dos cloroplastos é alterada

Em relação ao acúmulo de Cu da raiz, os maiores valores foram observados nas plantas do tratamento -P, devido, possivelmente, à maior produção de matéria seca. Pinho *et al.*, (2012) observaram que as plantas com omissão de Cu apresentaram porte reduzido, e com o avanço da carência as folhas mais novas eram mal formadas com maior espessura e encarquilhadas.

Foram observados os maiores acúmulos de Fe na raiz em plantas sob omissão de P, devido à maior produção de matéria seca. Entre as partes das plantas, a raiz foi o órgão que apresentou os maiores teores e acúmulos de Fe, indicando sua menor mobilidade dentro da planta. Souza *et al.* (2015) relata que o transporte de ferro se dá na corrente transpiratória e, no exsudado do xilema, o ferro aparece largamente como quelado de ácido cítrico. Na planta em desenvolvimento e na adulta, entretanto, não se dá, praticamente, a redistribuição do Fe e, como consequência, a lâmina foliar amarelece, enquanto as nervuras podem ficar verdes durante algum tempo, destacando-se como um reticulado muito fino. Em casos extremos, as folhas adquirem coloração esbranquiçada.

Os maiores acúmulos de Mn da raiz foram encontrados nas plantas cultivadas sob omissões de P, com valores muito superiores ao completo.

CONCLUSÃO

O balanço nutricional de qualquer vegetal é importante para seu crescimento saudável, visto que as deficiências de macronutrientes causam alterações nos teores e acúmulos do rizoma e raízes de plantas de *Strelitzia augusta*.

Os teores dos macronutrientes encontrados no rizoma de *Strelitzia augusta* no tratamento completo são (g kg^{-1}): N 36,59; P 8,61; K 28,0; Ca 2,50; Mg 3,55; S 3,30, e os teores dos micronutrientes encontrados no rizoma de *Strelitzia augusta* no tratamento completo são (mg kg^{-1}): B 144,56; Cu 4,64; Fe 236,49; Mn 81,33; Zn 76,78.

A ordem decrescente de acúmulo de macronutrientes no rizoma de *Strelitzia augusta* em solução nutritiva é N>K>P>Mg>Ca>S. A ordem decrescente de acúmulo de micronutrientes no rizoma de *Strelitzia augusta* em solução nutritiva é Fe>B>Mn>Zn>Cu.

Os teores dos macronutrientes encontrados nas raízes de *Strelitzia augusta* no tratamento completo são (g kg⁻¹): N 33,23; P 11,27; K 26,60; Ca 2,33; Mg 2,44; S 4,25, e os teores dos micronutrientes encontrados no rizoma de *Strelitzia augusta* no tratamento completo são (mg kg⁻¹): B 201,94; Cu 8,81; Fe 4210,38; Mn 130,65; Zn 81,75.

A ordem decrescente de acúmulo de macronutrientes no rizoma de *Strelitzia augusta* em solução nutritiva é N>K>P>S>Mg>Ca. A ordem decrescente de acúmulo de micronutrientes nas raízes de *Strelitzia augusta* é a mesma apresentada no rizoma.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. F.A. **Nutrição mineral em plantas de copo-de-leite: deficiência de nutrientes e adubação silicatada**. 2007. 109p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.
- BERGMANN, W. **Nutritional disorders of plants**. New York: Gustav Fischer, 1992. 741p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Meteorologia. **Normais climatológicas: 1961-1990**. Brasília: SNI/INME, 1992. 84 p.
- COELHO, V. A. T. *et al.* Potássio e sódio na composição mineral e crescimento em plantas de *Zingiber spectabile*. **Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias** ISSN (on line) 1981-0997. v.12, n.1, p.35-40, 2017.
- COELHO, V. A. T. *et al.* Caracterização de sintomas visuais de deficiências de macronutrientes e boro em plantas de gengibre ornamental. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. v. 18, n.1, p. 47-55, 2012.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR** software: versão 5.6. Lavras: DEX/UFLA, 2010. Software.
- FRAZÃO, J. E. M. **Diagnose da deficiência nutricional e crescimento do Bastão-do-Imperador *Etilingera elatior* (Jack) R. M. Smith com o uso da técnica do elemento faltante em solução nutritiva**, 2008. 67p. Tese (Doutorado em solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.
- FURLANI, A. M. C.; CASTRO, C. E. F. Plantas ornamentais e flores. **In: FERREIRA, M.E. CRUZ, M. C. P.; RAIJ, B.; ABREU, C. A. Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/ FAPESP/ POTAFOS, 2001. p.533-552.
- HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.L. **The water culture methods for growing plants without soil**. Berkeley, California Agriculture Experiment Station, 1950. 32 p. (Bulletin, 347).
- LAMAS, A. M. **Floricultura tropical: técnicas de cultivo**. Recife: SEBRAE/PE, 2002, 88p.
- LORENZI, H.; MELO FILHO, L. E. **As plantas tropicais de R. Burble Marx**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2001. 488p.

-
- LUZ, P. B., *et al.* Cultivo de Flores Tropicais. In: INFORME AGROPECUÁRIO. EPAMIG. **Floricultura**. Belo Horizonte-MG, v. 26, n. 227, 2005.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das Plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- MOREIRA, M. L.; BENTO, C. S. **Levantamento da produção de flores e plantas ornamentais no Caparaó Capixaba**. SEAGRO: Anais de Semana Acadêmica do Curso de Agronomia do CCAE/UFES, v. 2, n.1, 2018 ISSN: 2594-4452
- NAIFF, A. P. M. **Crescimento, Composição Mineral e Sintomas Visuais de Deficiências de Macronutrientes em Plantas de *Alpinia purpurata* cv. Jungle King**. 2007. 77p. Tese de Mestrado. Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-PA.
- PINHO, P.J.; FRAZÃO, J.E.M.; SOUZA, G.A.; CARVALHO, J.G.; BASTOS, A.R.R.; OLIVEIRA, N.P. Sintomas visuais de deficiências simples e múltiplas de micronutrientes em antúrio. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.18, p.63–70, 2012.
- SOUZA, F. B. M. *et al.* Sintomas visuais de deficiência de macronutrientes, boro e ferro e composição mineral de amoreira preta. e-ISSN 1983-4063. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 45, n. 2, p. 241-248, abr./jun. 2015.
- TERAO, D.; CARVALHO, A. C. P. P.; BARROSO, T. C. S. **Flores tropicais**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 225 p.