

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997

v.7, n.1, p.9-16, jan.-mar., 2012

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI:10.5039/agraria.v7i1a1057

Protocolo 1057 – 08/09/2010 *Aprovado em 19/09/2011

Luciana D. B. Ferreira¹

Eliana P. Fernandes²

Marcos D. Ferreira²

Wilson M. Leandro²

Acúmulo de macronutrientes em cultivares de crisântemo para vaso, em Goianira – GO

RESUMO

O potencial ornamental do crisântemo é expresso pelo atendimento às suas exigências nutricionais. Esta demanda por nutrientes pode ser diferenciada ao longo do ciclo de cultivo e entre cultivares. Este trabalho objetivou determinar o acúmulo de macronutrientes em crisântemo em vaso, cultivares White Diamond - WD, Eugene Yellow - EY e Durban - DB. Conduziu-se um experimento sob telado agrícola em Goianira-GO, entre agosto e outubro de 2007. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, fatorial 3 x 5, com três cultivares, cinco estádios fenológicos e cinco repetições. Os dados foram coletados aos 20; 34; 48; 62 e 76 dias após plantio. Quantificou-se o acúmulo de N, P e K na folha, haste, inflorescências e no somatório das partes. As acumulações de nutrientes nos diferentes órgãos das plantas diferiram entre as cultivares. Na cultivar WD, o N e K acumularam em maiores quantidades nas inflorescências e o P, nas folhas. Na EY, os maiores acúmulos de N e K ocorreram nas folhas e o P, nas hastes. Na cultivar DB, os maiores acúmulos de N, P e K foram observados nas inflorescências. O acúmulo de nutrientes foi crescente com máximos observados aos 76 DAP. A sequência dos macronutrientes acumulados foi K > N > P.

Palavras-chave: Absorção de nutrientes, acúmulo de nutrientes, *Dendranthema grandiflorum*

Macronutrient accumulation in chrysanthemum cultivars for pot, in Goianira, Brazil

ABSTRACT

The chrysanthemum ornamental potential is expressed by meeting its nutritional requirements. This nutrient demand may vary both during the crop cycle and between cultivars. This paper describes the macronutrients accumulation in the following vase-grown chrysanthemum cultivars: White Diamond - WD; Eugene Yellow - EY; and Durban - DB. The experiment was conducted under nursery farm conditions in Goianira, Goiás, Brazil, between August and October, 2007, using a randomized experimental design in a 3 x 5 factorial scheme, with three cultivars, five growth stages and five replications. Data were collected at 20, 34, 48, 62 and 76 days after planting (DAP). The accumulation of N, P and K in leaves, stems, inflorescences and the global sum of its parts was quantified. The nutrients accumulation in different plant organs differed among cultivars. For cultivar WD, N and K accumulated in greater amounts in the inflorescences and P, in the leaves. For EY, the highest accumulation of N and K was in the leaves and for P, in the stems. For cultivar DB, the most expressive accumulation of N, P and K was observed in the inflorescences. For all the macronutrients assessed, accumulation increased at each time point, reaching a maximum at 76 DAP. The accumulation scale for macronutrients was K > N > P.

Key words: Nutrient absorption, nutrient accumulation, *Dendranthema grandiflorum*.

¹ Agência Goiana de Assistência Técnica e Pesquisa Agropecuária (Emater), Campus Experimental do Centrar, Rua 227A, 331, Setor Leste Universitário, CEP 74.610-060, Goiânia-Goiás, Brasil. Fone: (62) 3201-8736. Fax: (62) 3201.8736.. E-mail: lucianadbf@yahoo.com.br

² Universidade Federal de Goiás, Rodovia Goiânia Nova Veneza, Km 0, CEP 74001-970, Goiânia-GO, Brasil. Caixa-Postal 131. Fone: (62) 3521-1539 Ramal 28. E-mail: elianafernandes.ufg@gmail.com; marcosdomingos@yahoo.com.br; wilson-ufg@bol.com.br

INTRODUÇÃO

O crisântemo em vaso, após a rosa, é a segunda planta florífera em volume de produção no Brasil. Apresenta diversidade no formato, cor e tamanho das inflorescências, além do rápido crescimento da planta e da versatilidade de usos. Essas características permitem que essas plantas atendam as diferentes exigências dos consumidores possibilitando uma demanda contínua de abastecimento (Junqueira & Peetz, 2004).

Nos diversos sistemas de produção, os produtores devem focar-se no manejo adequado das práticas de cultivos, na adequação aos fatores ambientais e na qualidade desejada do produto final. Dentre essas práticas, o uso correto do conhecimento sobre as necessidades nutricionais da cultura promove impacto sobre a qualidade, a produtividade e a longevidade das plantas (Kämpf, 2005).

O cultivo de crisântemo em vaso utiliza pequenos volumes de substrato, sendo necessária a aplicação de fertilizantes nos momentos de maior demanda para que favoreçam o desempenho metabólico do vegetal. Assim, o crescimento das plantas pode ser controlado pelo produtor, por meio de adubações criteriosas e balanceadas (Minami, 2000).

Observa-se, ainda, que a síntese de metabólitos está em função da constituição genética do vegetal e da disponibilidade dos elementos químicos no ambiente, e que a quantidade e a proporção de nutrientes absorvidos estão em função de características intrínsecas do vegetal e também dos fatores externos que condicionam o processo. Assim, diferenças nos conteúdos de nutrientes nas diferentes partes das plantas são observadas entre espécies e até entre cultivares. Por outro lado, o acúmulo e a distribuição dos nutrientes minerais na planta dependem de seu estágio fenológico (Goto et al., 2001).

Para o adequado desenvolvimento de plantas de crisântemo e a obtenção de produtividades satisfatórias é essencial, então, a correta disponibilidade de água e nutrientes em quantidade e em momento oportuno. Neste sentido, pesquisas foram e têm sido conduzidas buscando adequar aspectos nutricionais à cultura de crisântemo no Brasil, como as desenvolvidas por Mota (2004), Rodrigues (2006) e Fernandes (2006). Com isso, observou-se que esta cultura apresenta exigências diferenciadas por nutrientes durante o seu desenvolvimento e entre as diversas cultivares.

Os nutrientes minerais influenciam o crescimento das plantas pelo efeito no suprimento de assimilados. Como os diferentes órgãos vegetativos que compõem uma planta funcionam como fonte ou dreno, o conhecimento sobre o acúmulo de nutrientes em cada uma dessas partes, durante o ciclo de produção, é importante para a compreensão e descrição (Taiz & Zeiger, 2004).

Segundo Lima & Haag (1989), o acúmulo de nutrientes em crisântemos acompanha a produção de matéria seca, apresentando aumentos significativos durante o período de intensificação do desenvolvimento dos botões florais e abertura de inflorescências. Malavolta et al. (1997) citam que a composição mineral nos tecidos vegetais varia conforme a espécie, cultivar, órgão e idade da planta e que a absorção de

nutrientes segue um padrão de crescimento ou acúmulo de massa seca. Assim, o conhecimento da marcha de acúmulo pode ser usado para determinar o uso de fertilizantes.

Verifica-se, ainda, que as recomendações sobre adubação de crisântemos utilizadas no Brasil provêm ou são ajustadas de outros países, como dos Estados Unidos, da Holanda e do Japão ou de regiões do país, como por exemplo, do estado de São Paulo para o Nordeste brasileiro (Oliveira & Brainer, 2007). Estas recomendações vêm sendo adaptadas às diversas condições produtivas do país ficando, contudo, incerta a sua eficiência e resultando, em muitos casos, na aplicação de quantidades insuficientes ou excessivas de nutrientes (Mota et al., 2006).

O objetivo neste trabalho foi determinar o acúmulo de nutrientes em plantas de crisântemo para vaso.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido sob cultivo protegido em propriedade rural no município de Goianira, Goiás, Brasil (16°26'14''S, 49°23'50''W e 720 m de altitude) entre os meses de agosto a outubro de 2007. Foram avaliadas três cultivares de crisântemo, *Dendranthema grandiflorum* (Ramat.) Tzelev., com aptidão para vaso e de ciclo precoce: White Diamond - WD, Eugene Yellow - EY e Durban - DB.

Amostras do substrato de cultivo à base de casca de arroz carbonizada, terra de subsuperfície e matéria orgânica, na proporção de 1:2:2, foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solos e Foliar da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás - Lasf-EA/UFG, em Goiânia - GO e foram submetidas à análise química, segundo metodologia da Embrapa (1979), que revelou: pH (CaCl₂) = 6,6; P_(Mehl) = 7,4 mg dm⁻³; M.O. = 3,4 %; K = 93 1,0 mg dm⁻³; Ca = 3,8 cmol_c dm⁻³; Mg = 1,1 cmol_c dm⁻³; CTC = 6,5 cmol_c dm⁻³ e V = 80%.

As estacas apicais de crisântemo, tratadas com 1500 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico, foram cultivadas em vasos plásticos com capacidade para 1,0 L de substrato, num total de seis estacas por vaso. Para estimular o enraizamento, os vasos foram acondicionados em estufim durante 20 dias.

Na fase de enraizamento, as plantas foram submetidas à aplicação de dias longos, sob iluminação artificial. Lâmpadas incandescentes de 100 watts foram distribuídas a 2 m de altura, num total de 10 unidades m⁻², e foram ligadas entre as 22 h e 02 h alternando, automaticamente, períodos de claro e de escuro com intervalos de dez minutos com luz para vinte minutos de escuro. Em seguida, foram transferidas para área de crescimento, quando se iniciou a aplicação dos fertilizantes.

A adubação foi feita via fertirrigação por meio de gotejadores. As soluções foram aplicadas diariamente, às 08:00h, 12:00h e 16:00h, fornecendo em média 185 mL dia⁻¹ de solução. Utilizou-se como referência a adubação proposta por Motos & Oliveira (1990), com diferença entre a fase vegetativa e de florescimento (Tabela 1).

O experimento foi conduzido sob fotoperíodo natural, cujos comprimentos médios do dia foram de 10,3 h dia⁻¹; 9,9 h dia⁻¹ e 6,7 h dia⁻¹ para os meses de agosto, setembro e outubro de 2007, respectivamente.

Tabela 1. Quantidade de nutrientes fornecidos à cultura de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* (Ramat) Tzvelev.) plantada em vasos de 1,0 L, via fertirrigação, em função das fases de desenvolvimento das plantas. Goianira, Goiás, Brasil, 2007**Table 1.** Nutrients quantity supplied to the chrysanthemum culture (*Dendranthema grandiflora* (Ramat) Tzvelev.) planted in 1.0 L pots, via fertigation, according to the development stages of the plant. Goianira, Goiás, Brazil, 2007

Nutriente	Fase vegetativa				Fase florescimento		Total aplicado	
	g 1000L ⁻¹ de água		mg vaso ⁻¹ .dia		g 1000L ⁻¹ de água	mg vaso ⁻¹ .dia	mg vaso ⁻¹	mg planta ⁻¹
	Dias pares	Dias ímpares	Dias pares	Dias ímpares				
Nitrogênio	150	220	28	41	125	23	1403	234
Fósforo	90	0	17	0	0	0	238	39
Potássio	0	300	0	56	380	71	2772	462
Cálcio	0	150	0	28	0	0	392	65
Magnésio	100	0	18	0	0	0	252	42
Enxofre	80	0	15	0	10	2	221	38

Fonte: Molos & Oliveira (1990).

As plantas invasoras foram retiradas manualmente. O controle fitossanitário foi feito preventivamente. A aplicação de regulador de crescimento, daminozida, 850 g kg⁻¹, foi feita conforme procedimento rotineiro da propriedade, ou seja, realizaram-se duas pulverizações, sendo a primeira aplicada duas semanas antes do emprego de dias curtos, e a segunda, após quinze dias.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 5, sendo três cultivares e cinco épocas de coleta, com cinco repetições. As parcelas foram constituídas por um vaso com seis plantas, totalizando 75 unidades de observação. Os dados foram coletados aos 20, 34, 48, 62 e 76 dias após o plantio das estacas (DAP), correspondendo aos estádios fenológicos. As variáveis estudadas foram o acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) nas folhas, nas hastes, nas inflorescências e no somatório das partes individualizadas em cinco estádios fenológicos de três cultivares de crisântemo.

Após cada coleta, as plantas foram lavadas em água destilada, separadas em folhas, hastes e inflorescências e pesadas. Foram colocadas em sacos de papel previamente identificados e levados para secar em estufa de circulação forçada a 70° C, até peso constante. Na sequência, determinou-se a massa da matéria seca de folhas, hastes, inflorescências e o somatório das partes individualizadas.

As amostras foram moídas e uma parte foi submetida à digestão nitroperclórica para a obtenção dos extratos para a análise química dos teores de P e K, enquanto a outra, à digestão sulfúrica para a determinação do N.

Com a determinação das concentrações dos nutrientes, em cada época e parte da planta amostrada, obteve-se o acúmulo de macronutrientes, expresso em gramas. Por meio dos valores obtidos estimou-se a sequência decrescente de acúmulo dos nutrientes, estabelecendo, então, a ordem de exigência nutricional de cada cultivar.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa SAS. Utilizou-se o teste de significância F a 1 e 5% de probabilidade e as médias foram comparadas pelo teste Tukey, também a 5% de probabilidade.

Determinou-se o modelo de regressão que melhor representasse o acúmulo de nutrientes em função do estágio fenológico da cultura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acúmulo de nutrientes na parte aérea das cultivares de crisântemo estudadas foi crescente durante todo o ciclo de produção, acompanhando os estádios de desenvolvimento das plantas e o acúmulo de matéria seca.

Os acúmulos totais dos macronutrientes, aos 76 dias após o plantio das estacas (DAP), na parte aérea das três cultivares, seguiu a seguinte ordem decrescente: K > N > P. Lima & Haag (1989), Barbosa et al. (1999) e Fernandes (2006), que trabalharam com crisântemo corte cvs. Golden Polaris, Yellow Polaris e Salmon Reagan em Campinas - SP, Viçosa - MG e Goiânia - GO, respectivamente, obtiveram a mesma ordem de acúmulo para esses macronutrientes. Yoon et al. (2000) relataram quantidades superiores de N em relação ao K, nas cultivares Sei Aloha e Talk.

Para as cultivares White Diamond e Durban, o acúmulo de N ajustou-se ao modelo quadrático de regressão para os diferentes órgãos analisados. Para a cultivar Eugene Yellow, o acúmulo de N nas folhas, inflorescências e no somatório das partes individualizadas ajustou-se ao modelo quadrático, e nas hastes, ao modelo linear. Para o somatório das partes individualizadas, o acúmulo de N ajustou-se ao modelo quadrático (Figura 1). Barbosa et al. (2005), que trabalharam com cinco cultivares de crisântemo para vaso sob diferentes relações de NO₃⁻/NH₄⁺, em Viçosa - MG, observaram que este elemento apresentou um comportamento crescente e linear até um ponto máximo ao final do ciclo de produção.

As exigências em N variaram entre os diferentes estádios de desenvolvimento da planta nas três cultivares. Foram mínimas nos estádios iniciais, aumentando com a elevação da taxa de crescimento e alcançando um pico durante o período correspondente ao início do florescimento. Segundo Woodson & Boodley (1983), os crisântemos apresentam altos

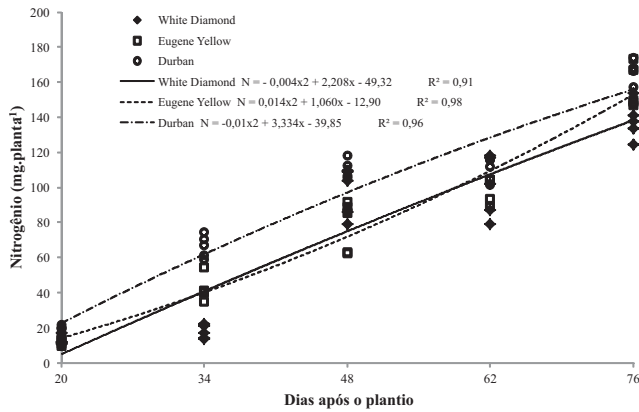


Figura 1. Acúmulo de nitrogênio para o somatório das partes individualizadas em plantas das cvs de crisântemo: White Diamond, Eugene Yellow e Durban, mg planta⁻¹, em função do estágio fenológico da cultura (dias após o plantio). Goianira, Goiás, Brasil, 2007

Figure 1. Nitrogen accumulation for the sum of all individualized parts in plants of three chrysanthemum cultivars: White Diamond, Eugene Yellow and Durban, mg.plant⁻¹, as a function of the phenological stage of the culture (days after planting). Goianira, Goiás, Brazil, 2007

requerimentos de N, principalmente durante seu período vegetativo, sendo as folhas, pecíolos e hastes as regiões onde é acumulado e depois translocado para o desenvolvimento das inflorescências.

O acúmulo máximo de N na planta ocorreu ao final do período estudado, 140,5, 148,5 e 155,7 mg planta⁻¹ para White Diamond, Eugene Yellow e Durban, respectivamente, conforme a equação de ajuste. A cultivar Durban, em todos os estádios observados, apresentou os maiores acúmulos de N, demonstrando demandar quantidades superiores deste elemento em relação às outras cultivares (Tabela 2).

Os valores acumulados pela parte aérea, nas três cultivares, foram inferiores ao total aplicado pela adubação durante toda a fase de cultivo, 234 mg planta⁻¹. O acúmulo obtido indica, portanto, que a adubação aplicada foi superior ao total exigido para o desenvolvimento da cultura.

Até o surgimento dos primeiros botões florais, observado aos 48 DAP, as plantas da cultivar White Diamond haviam acumulado 54,0% do total de N, correspondendo a 75,9 mg planta⁻¹. A cultivar Eugene Yellow acumulou, no mesmo período, aproximadamente 47,3% de N, com 70,2 mg planta⁻¹. A cultivar Durban apresentou o maior acúmulo de N com, aproximadamente, 62,4% do total ao final do ciclo, com 97,1 mg planta⁻¹.

Tabela 2. Valores totais de nitrogênio acumulado, mg planta⁻¹, em diferentes partes da planta, considerando-se três cultivares de crisântemo para vaso (*Dendranthema grandiflorum* (Ramat.) Tzvelev), em função do estágio fenológico (dias após o plantio - DAP). Goianira - GO, Brasil, 2007.

Tabela 2. Total accumulated nitrogen values, mg plant⁻¹, in different parts of the plant, of three pot-grown chrysanthemum cultivars (*Dendranthema grandiflorum* (Ramat.) Tzvelev), as a function of the phenological stage of the culture (days after planting). Goianira, Goiás, Brazil, 2007

DAP	Folhas ¹ (mg planta ⁻¹)					Hastes ¹ (mg planta ⁻¹)				
	WD	EY	DB	F	CV	WD	EY	DB	F	CV
20	10,7 bB	10,3 cB	15,4 dA	9,0**	17,5	2,1 bAB	1,9 dB	3,7 dA	6,2*	32,1
34	12,6 bC	34,9 bB	50,7 cA	84,1**	14,3	5,3 bB	7,3 cB	15,8 cA	54,4**	17,9
48	58,5 aA	61,2 aA	73,7 aA	11,4**	16,8	34,1 aA	14,4 bB	24,4 bAB	8,3**	31,6
62	49,5 aB	61,9 aAB	62,6 bA	5,9*	10,5	31,2 aA	18,3 bB	25,2 bAB	5,0 *	22,7
76	51,4 aB	65,9 aA	59,5 bA	12,6**	7,8	29,2 aA	28,4 aA	31,2 aA	1,3 ^{ns}	12,3
F	44,4**	61,3**	93,5**			241,0**	77,8**	85,9**		
CV	21,1	14,5	9,8			10,8	18,5	12,8		

DAP	Inflorescências ¹ (mg planta ⁻¹)					Planta ¹ (mg planta ⁻¹)				
	WD	EY	DB	F	CV	WD	EY	DB	F	CV
20	0,0	0,0	0,0	-	-	12,7 cB	12,1 eB	19,1 dA	9,2**	18,9
34	0,0	0,0	0,0	-	-	17,8 cC	42,3 dB	66,4 cA	79,6**	14,4
48	10,7 cA	2,8 cB	7,9 cA	21,1**	27,4	103,3 bA	78,4 cA	106,0 bA	3,9 ^{ns}	18,0
62	20,1 bB	18,8 bB	24,6 bA	7,1**	12,2	100,7 bA	99,0 bA	112,3 bA	1,3 ^{ns}	15,2
76	54,6 aC	62,81 aB	71,9 aA	17,4**	7,3	135,6 aA	157,1 aA	162,6 aA	6,8*	7,3
F	270,1**	693,3**	1030,6**			120,1**	166,6**	215,4**		
CV	18,0	13,5	10,1			15,4	12,4	8,8		

Cultivares: WD – White Diamond; EY – Eugene Yellow; DB – Durban. DAP – dias após o plantio. CV% - coeficiente de variação

Médias com letras maiúsculas iguais nas linhas não diferiram significativamente pelo teste Tukey a 5%

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas não diferiram significativamente pelo teste Tukey a 5%

** - significativo a 1% pelo teste F; * - significativo a 5% pelo teste F e ns - não-significativo pelo teste F

¹ Médias de cinco repetições

As cultivares White Diamond e Eugene Yellow apresentaram, aos 48 DAP, um acúmulo de N nas folhas de 39,0 mg planta⁻¹ e 57,3 mg planta⁻¹, respectivamente. Na cultivar Durban, constatou-se, aos 57 DAP, com 72,7 mg planta⁻¹ de N nas folhas, conforme derivada da equação de ajuste. Resultados semelhantes foram relatados para cultivares de corte cultivadas em canteiros por Lima & Haag (1989) para a cultivar Golden Polaris, e por Fernandes (2006), que avaliou a variedade Salmon Reagan.

O acúmulo de N foi crescente nas hastes das três cultivares de crisântemo, de acordo com a idade das plantas. Os acúmulos máximos foram observados aos 76 DAP, em quantidades médias de 33,5, 26,8 e 31,5 mg planta⁻¹ para White Diamond, Eugene Yellow e Durban, respectivamente.

Nas inflorescências o acúmulo de N, a partir dos 48 DAP, foi crescente nas três cultivares de crisântemo. O máximo observado foi 48,6, 55,0 e 65,4 mg planta⁻¹ aos 76 DAP, para White Diamond, Eugene Yellow e Durban, respectivamente. Estes valores apresentaram-se superiores aos acumulados pelas hastes e semelhantes aos acumulados pelas folhas.

A análise de variância para o acúmulo de P apresentou diferença estatisticamente significativa entre as cultivares, os estádios fenológicos e as diferentes partes da planta. Para a cultivar White Diamond, os dados das folhas e das hastes ajustaram-se ao modelo linear e nas inflorescências e no somatório das partes individualizadas ajustou-se ao modelo quadrático. Para as cultivares Eugene Yellow e Durban, em todas as partes analisadas, ajustaram-se ao modelo quadrático (Figura 2).

O máximo de acúmulo de P no somatório das partes individualizadas foi alcançado aos 76 DAP, com 36,1, 36,3 e 47,7 mg planta⁻¹, para White Diamond, Eugene Yellow e Durban, respectivamente, conforme a equação de ajuste. Para as cultivares White Diamond e Eugene Yellow, os valores acumulados de P na parte aérea das plantas corresponderam ao total aplicado pela adubação durante o cultivo, correspondendo a 39,0 mg planta⁻¹. Porém, a cultivar Durban apresentou valores superiores ao total aplicado pela adubação, possivelmente em função da existência deste elemento no substrato e da maior exigência nutricional por parte desta cultivar.

Aos 48 DAP, após o surgimento dos primeiros botões florais, as plantas da cultivar White Diamond haviam acumulado 37,6% do total de P, correspondendo a 13,6 mg planta⁻¹. A cultivar Eugene Yellow acumulou, no mesmo período, aproximadamente 37,5% de P, com 13,6 mg planta⁻¹. A cultivar Durban apresentou o maior acúmulo de P com, aproximadamente, 72,1% do total ao final do ciclo, com 34,4 mg planta⁻¹ (Tabela 3).

Os valores obtidos para a parte aérea das cultivares são superiores aos relatados por González & Bertsch (1989) que encontraram 33,4 mg planta⁻¹ em experimentos conduzidos na Costa Rica com a cultivar Super White, porém, inferiores aos relatados por Fernandes (2006), que obteve 50,23 mg planta⁻¹ com a cultivar Salmon Reagan, em experimentos conduzidos durante o inverno em Goiás - BR.

A cultivar White Diamond apresentou o maior acúmulo de P nas folhas aos 76 DAP, 16,9 mg planta⁻¹. Na cultivar Eugene

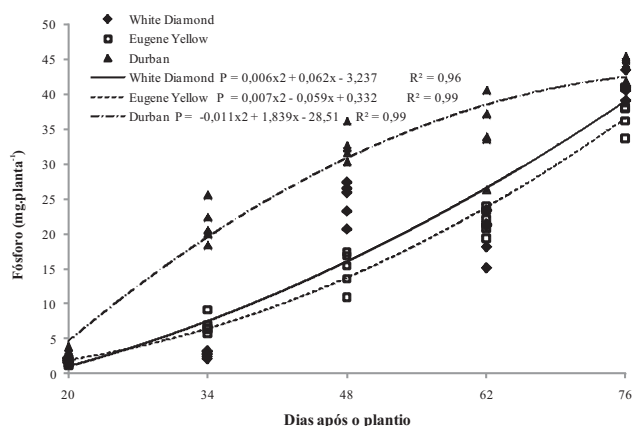


Figura 2. Acúmulo de fósforo para o somatório das partes individualizadas em plantas das cvs de crisântemo, White Diamond, Eugene Yellow e Durban, mg planta⁻¹, em função do estágio fenológico da cultura (dias após o plantio). Goianira, Goiás, Brasil, 2007

Figure 2. Phosphorus accumulation for the sum of all individualized parts in plants of three chrysanthemum cultivars: White Diamond, Eugene Yellow and Durban, mg.plant⁻¹, as a function of the phenological stage of the culture (days after planting). Goianira, Goiás, Brazil, 2007

Yellow, o máximo acumulado foi obtido aos 70 DAP com 13,3 mg planta⁻¹. A cultivar Durban apresentou o maior acúmulo de P em praticamente todas as fases avaliadas nas folhas em relação às outras cultivares. Porém, a curva de absorção apresentou um pico aos 55 DAP, 23,0 mg planta⁻¹, seguida de redução dos teores deste nutriente até o final do ciclo.

As quantidades acumuladas de P nas hastes tenderam a um acúmulo crescente do nutriente e alcançaram valores máximos de 11,2, 13,1 e 15,1 mg planta⁻¹ aos 76 DAP para White Diamond, Eugene Yellow e Durban, respectivamente. Desempenho semelhante foi relatado por González & Bertsch (1989), Lima & Haag (1989) e Fernandes (2006), que trabalharam com cultivares de crisântemo para corte, cultivadas em canteiro em Honduras, Campinas - SP e Goiânia - GO, respectivamente.

Nas três cultivares, o acúmulo de P nas inflorescências foi crescente. Ao final do ciclo houve um pico de acúmulo com valores máximos de 8,4, 9,8 e 17,5 mg planta⁻¹ para White Diamond, Eugene Yellow e Durban, respectivamente. Fernandes (2006), ao estudar a cultivar de crisântemo para corte Salmon Reagan, produzida em canteiro em Goiânia - GO, observou que as plantas acumularam de maneira crescente esse elemento. Verificou, ainda, um aumento acentuado de P na inflorescência, dos 105 dias aos 120 dias, intervalo de tempo correspondente ao período de florescimento intenso.

Ao final do ciclo as três cultivares apresentaram valores de acúmulo de K com diferenças estatisticamente significantes. Nas folhas, os conteúdos ajustaram-se ao modelo linear de regressão, nas hastes, nas inflorescências e no somatório das partes individualizadas, ajustaram-se ao modelo quadrático (Figura 3).

O acúmulo total de K teve seu máximo ao final do ciclo de produção, quando há a abertura completa das inflorescências.

Tabela 3. Valores totais de fósforo acumulado, mg planta⁻¹, em diferentes partes da planta, considerando três cultivares de crisântemo para vaso (*Dendranthema grandiflorum* (Ramat.) Tzelev), em função do estágio fenológico (dias após o plantio - DAP). Goianira - GO, Brasil, 2007

Tabela 3. Total accumulated phosphorus values, mg plant⁻¹, in different parts of the plant, of three pot-grown chrysanthemum cultivars (*Dendranthema grandiflorum* (Ramat.) Tzelev), as a function of the phenological stage of the culture (days after planting). Goianira, Goiás, Brazil, 2007

DAP	Folhas ¹ (mg planta ⁻¹)					Hastes ¹ (mg planta ⁻¹)				
	WD	EY	DB	F	CV	WD	EY	DB	F	CV
20	1,4 Bc	1,2 Bc	2,5 Ac	21,0**	19,1	0,6 Bc	0,4 Cd	0,9 Ac	20,8**	22,2
34	1,6 Cc	5,3 Bb	15,3 Ab	113,7**	19,0	1,0 Bc	1,6 Bd	6,1 Ab	46,4**	31,3
48	14,7 Ba	10,3 Ca	21,1 Aa	35,2**	13,5	7,0 Bb	3,6 Cc	9,1 Aa	38,7**	15,1
62	12,3 Bb	10,6 Ba	20,8 Aa	4,1 ^{ns}	41,7	7,5 ABb	6,3 Bb	14,4 Aa	4,6 ^{ns}	48,2
76	15,8 Aa	9,4 Ca	12,8 Bb	40,5**	8,9	11,6 Aa	14,1 Aa	12,4 Aa	80,2**	11,9
F	149,4**	66,3**	109,7**			56,3**	271,9**	34,8**		
CV	15,5	15,1	10,8			25,0	14,3	22,0		

DAP	Inflorescências ¹ (mg planta ⁻¹)					Planta ¹ (mg planta ⁻¹)				
	WD	EY	DB	F	CV	WD	EY	DB	F	CV
20	0,00	0,00	0,0	-	-	2,0 Bd	1,5 Be	3,4 Ad	27,2**	17,4
34	0,00	0,00	0,0	-	-	2,7 Cd	6,9 Bd	21,4 Ac	301,6**	11,8
48	3,05 Ac	0,90 Bc	2,4 Ac	25,4**	23,1	19,8 Bc	14,8 Cc	32,6 Ab	49,4 ^{ns}	11,8
62	5,08 Ab	4,99 Ab	6,4 Ab	0,9 ^{ns}	32,8	24,9 ABb	21,9 Bb	41,6 Aa	5,6*	33,9
76	13,57 Ba	13,91 Ba	19,7Aa	24,67**	9,8	40,9 Ca	37,4 Aa	44,9 Aa	11,03**	5,6
F	229,1**	271,6**	155,1**			321,2**	250,5**	144,1**		
CV	19,0	20,3	25,9			11,3	11,9	10,6		

Cultivares: WD - White Diamond; EY - Eugene Yellow; DB - Durban. DAP - dias após o plantio. CV% - coeficiente de variação

Médias com letras maiúsculas iguais nas linhas não diferiram significativamente pelo teste Tukey a 5%

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas não diferiram significativamente pelo teste Tukey a 5%

** - significativo a 1% pelo teste F; * - significativo a 5% pelo teste F e ns - não-significativo pelo teste F

¹ Médias de cinco repetições.

Os acúmulos foram de 934,0, 1308,8 e 1140,7 mg planta⁻¹, para White Diamond, Eugene Yellow e Durban, respectivamente, conforme equação de ajuste .

Segundo Faquin (2001), o potássio é importante no desenvolvimento de crisântemo nas primeiras seis semanas de cultivo, quando as plantas crescem rapidamente. Também é fundamental quando se aproxima o período de florescimento, desde a época de formação dos botões até a época da formação da cor das inflorescências.

Após a emissão dos primeiros botões florais, aos 48 DAP, a cultivar White Diamond havia acumulado 34,9% do total de K, correspondendo a 326,2 mg planta⁻¹. A cultivar Eugene Yellow apresentou o maior acúmulo, aproximadamente 40,2% de K, com 525,2 mg planta⁻¹. A cultivar Durban acumulou, no mesmo período, 30,3% do total ao final do ciclo, com 345,3 mg planta⁻¹ (Tabela 4).

Os valores de K encontrados neste trabalho foram superiores aos alcançados por Lima & Haag (1989) que obtiveram 380 mg planta⁻¹ com a cultivar Golden Polaris cultivada em canteiros para corte das inflorescências. No trabalho realizado por Barbosa et al. (1999), o conteúdo de K foi de 539,0 mg planta⁻¹ cultivada no sistema convencional, para a cultivar de corte Yellow Polaris.

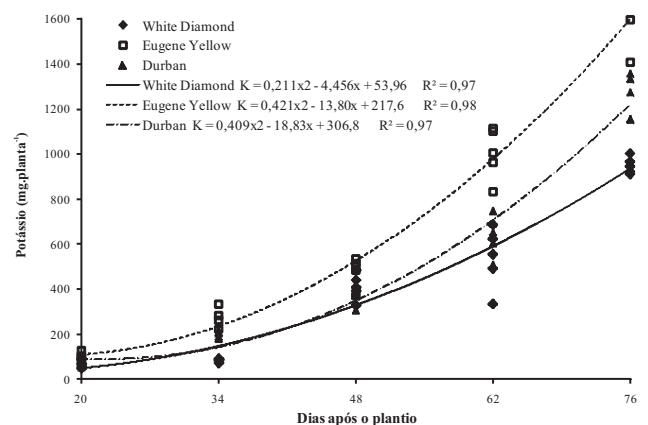


Figura 3. Acúmulo de potássio para o somatório das partes individualizadas em plantas das cvs de crisântemo, White Diamond, Eugene Yellow e Durban, mg planta⁻¹, em função do estágio fenológico da cultura (dias após o plantio). Goianira, Goiás, Brasil, 2007

Figure 3. Potassium accumulation for the sum of all individualized parts in plants of three chrysanthemum cultivars: White Diamond, Eugene Yellow and Durban, mg.plant⁻¹, as a function of the phenological stage of the culture (days after planting). Goianira, Goiás, Brazil, 2007

Tabela 4. Valores totais de potássio acumulado, mg planta⁻¹, em diferentes partes da planta, considerando três cultivares de crisântemo para vaso (*Dendranthema grandiflorum* (Ramat.) Tzelev), em função do estágio fenológico (dias após o plantio - DAP). Goianira - GO, Brasil, 2007.**Tabela 4.** Total accumulated potassium values, mg plant⁻¹, in different parts of the plant, of three pot-grown chrysanthemum cultivars (*Dendranthema grandiflorum* (Ramat.) Tzelev), as a function of the phenological stage of the culture (days after planting). Goianira, Goiás, Brazil, 2007

DAP	Folhas ¹ (mg planta ⁻¹)					Hastes ¹ (mg planta ⁻¹)				
	WD	EY	DB	F	CV	WD	EY	DB	F	CV
20	42,7 Bc	63,2 Ad	43,9 Bd	6,9*	19,5	22,9 Bc	35,9 Ad	19,3 Bd	10,5**	23,28
34	51,6 Cc	196,8 Ac	133,8 Bc	99,8**	12,8	35,4 Bc	74,8 Ad	63,7 Ad	22,8**	16,41
48	232,8 Bb	306,8 Ab	202,9 Bb	12,1**	13,9	146,6 Ab	153,2 Ac	133,1 Ac	1,1 ^{ns}	15,30
62	251,3 Bab	545,7 Aa	265,9 Ba	45,4**	15,5	209,7 Bb	360,8 Ab	293,3 ABb	8,1**	20,58
76	295,4 Ba	505,1 Aa	325,2 Ba	60,4**	14,6	323,3 Ca	464,7Aa	435,6 Aa	60,1**	8,47
F	65,1**	109,1**	55,76**			69,1**	240,4**	134,2**		
CV	18,8	15,2	16,9			22,8	13,7	17,6		

DAP	Inflorescências ¹ (mg planta ⁻¹)					Planta ¹ (mg planta ⁻¹)				
	WD	EY	DB	F	CV	WD	EY	DB	F	CV
20	0,00	0,00	0,00	-	-	65,6 Bc	99,1 Ae	63,3 Be	8,6**	20,2
34	0,00	0,00	0,00	-	-	86,9 Cc	271,6 Ad	197,6 Bd	69,2**	13,5
48	32,4 Ac	20,2 Bc	21,4 Bc	6,7*	23,6	411,9 ABb	480,1 Ac	357,5 Bc	6,4*	12,9
62	78,3 Ab	97,0 Ab	82,1 Ab	3,4 ^{ns}	14,9	539,4 Bb	1003,6 Cb	641,4 Bb	22,4**	15,8
76	331,2 Ba	298,8 Ba	515,1 Aa	15,5**	16,2	949,9 Ca	1268,7 Aa	1275,9 Ba	52,0**	7,8
F	533,3**	301,0**	213,3**			142,4**	293,0**	291,3**		
CV	15,3	19,9	27,1			16,6	11,5	12,3		

Cultivares: WD - White Diamond; EY - Eugene Yellow; DB - Durban. DAP - dias após o plantio. CV% - coeficiente de variação

Médias com letras maiúsculas iguais nas linhas não diferiram significativamente pelo teste Tukey a 5%

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas não diferiram significativamente pelo teste Tukey a 5%

** - significativo a 1% pelo teste F; * - significativo a 5% pelo teste F e ns - não-significativo pelo teste F

¹ Médias de cinco repetições

Aos 76 DAP, a cultivar Eugene Yellow apresentou o maior acúmulo de K nas folhas, 570,1 mg planta⁻¹. A cultivar White Diamond acumulou 315,7 mg planta⁻¹ e a Durban acumulou 327,8 mg planta⁻¹.

Nas hastes das três cultivares o acúmulo de K foi crescente e, aos 48 DAP, observou-se um aumento na quantidade de K acumulado, conforme a linha de ajuste das equações de 125,3 mg planta⁻¹, 179,6 mg planta⁻¹ e 139,2 mg planta⁻¹, que continuou crescente até o máximo aos 76 DAP, 323,9, 480,6 e 480,5 mg planta⁻¹ para White Diamond, Eugene Yellow e Durban, respectivamente. As cultivares White Diamond e Durban acumularam mais K nas hastes e Eugene Yellow acumulou mais nas folhas.

Nas inflorescências o acúmulo de K, iniciando-se aos 48 DAP, foi lento, apresentando um aumento acentuado ao final do ciclo de produção. Os valores máximos acumulados foram de 309,7, 284,3 e 365,2 mg planta⁻¹ para White Diamond, Eugene Yellow e Durban, respectivamente.

A cultivar Eugene Yellow acumulou mais K no somatório das partes individualizadas, indicando que esta variedade é mais exigente em K do que as outras. Estas quantidades foram superiores às obtidas por Barbosa et al. (1999) que, trabalhando com crisântemo para flor de corte cultivar Yellow Polaris, obtiveram valores totais entre 701,2 mg planta⁻¹ a 835,6 mg planta⁻¹ sob cultivo hidropônico e 539,0 mg planta⁻¹ sob cultivo convencional.

CONCLUSÕES

Durante todo o ciclo de produção, o acúmulo de nutrientes foi crescente com máximos observados aos 76 DAP, nas três cultivares. Os resultados mostram que as acumulações de macronutrientes nos diferentes órgãos das plantas diferiram entre as cultivares. A sequência dos macronutrientes acumulados, em ordem crescente para as três cultivares, foi K > N > P.

LITERATURA CITADA

- Barbosa, J.G.; Martinez, H.E.P.; Kämpf, A.N. Acúmulo de macronutrientes em plantas de crisântemo sob cultivo hidropônico em argila expandida para flor de corte. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.34, n.4, p.593-601, 1999. <[http://webnotes.sct.embrapa.br/pab/pab.nsf/4b9327fca7faaccde032564ce004f7a6a/c2cd8851ae737122032567ac00786e1f/\\$FILE/PAB97185J.pdf](http://webnotes.sct.embrapa.br/pab/pab.nsf/4b9327fca7faaccde032564ce004f7a6a/c2cd8851ae737122032567ac00786e1f/$FILE/PAB97185J.pdf)>. 12 Set. 2010.
- Barbosa, J.G.; Muniz, M.A.; Martinez, H.E.P.; Leite, R.A.; Cardoso, A.A.; Barbosa, M.S. Concentração de macronutrientes em crisântemo em vaso, cultivado sob diferentes relações NO₃/NH₄⁺ Acta Scientiarum. Agronomy, v.27, n.3, p.387-394, 2005. <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/1395/813>>.

- doi:10.4025/actasciagron.v27i3.1395. 12 Set. 2010.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Serviço Nacional de Levantamento de Solos. Manual de métodos de análises de solo. Rio de Janeiro: Embrapa, 1979. 247p.
- Faquin, V. Nutrição mineral de plantas. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 182 p.
- Fernandes, E. P. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes de crisântemo (*Dendranthema grandiflorum*, cv. Salmon Reagan) para corte, no período de inverno e verão. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2006. 121p. Tese Doutorado.
- González, P.; Bertsch, F. Absorción de nutrimentos por el crisântemo (*Chrysanthemum morifolium*) var. 'Super White' durante su ciclo de vida em invernadero. *Agronomía Costarricense*, v.13, n.1, p.51-60, 1989. <http://www.mag.go.cr/revagr/v13n01_051.pdf>. 10 Ago. 2010.
- Goto, R.; Guimarães, V.F.; Echer, M. de M. Aspectos fisiológicos e nutricionais no crescimento e desenvolvimento de plantas hortícolas. In: Folegatti, M.V.; Casarini, E.; Blanco, F.F.; Brasil, R.P.C. do; Resende, R.S. (Coords.). *Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças*. Guaíba: Agropecuária, 2001. v.2, p. 241-268.
- Junqueira, A.H.; Peetz, M.S. Crisântemo hoje e sempre: tecnologia de produção. São Paulo: Tecnologia de produção HFF & Citrus, 2004. p. 25-27.
- Kämpf, A.N. Produção comercial de plantas ornamentais. 2.ed. Guaíba: Agrolivros, 2005. 254p.
- Lima, A.M.L.P.; Haag, P.H. Nutrição mineral de plantas: XIII - Absorção de macronutrientes pelo em crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* cv. Golden Polaris). In: Haag, P.H.; Minami, K.; Lima, A.M.L.P. (Eds.). *Nutrição mineral de algumas espécies ornamentais*. Campinas: Fundação Cargill, 1989. p.64-102.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. de Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- Minami, K. Adubação em substratos. In: Kämpf, A.N.; Fermio, M. H. (Eds.). *Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes*. Gênese: Porto Alegre, 2000. p.147-152.
- Mota, P. R.D'A. Níveis de condutividade elétrica da solução do substrato em crisântemo em vaso, em ambiente protegido. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2004. 82p. Dissertação Mestrado.
- Mota, P.R.D'A.; Villas-Bôas, R.L.V.; Sousa, V.F. de. Concentração de sais da solução avaliada pela condutividade elétrica na zona radicular do crisântemo sob irrigação por gotejamento. *Irriga*. v. 11, n. 4, p. 532-542, 2006. <<http://200.145.140.50/ojs1/viewarticle.php?id=83&layout=abstract>>. 10 Ago. 2010.
- Motos, J.R.; Oliveira, M.J.G. de Produção de crisântemos em vaso. Holambra: Flortec. 1990. 34p.
- Oliveira, A.A.P.; Brainer, M.S.C.P. Floricultura: caracterização e mercado. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2007. 180 p. (Série Documentos ETENE, 16).
- Rodrigues, T.M. Produção de crisântemo cultivado em diferentes substratos fertirrigados com fósforo, potássio e silício. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2006. 84p. Tese Doutorado.
- Taiz, L.; Zeigler, E. Fisiologia vegetal. 33.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 679 p.
- Woodson, W.R.; Boodley, J.W Accumulation and partitioning of nitrogen and dry matter during the growth of *Chrysanthemum*. *HortScience*, v.18, n.2, p.196-197, 1983.
- Yoon, H.S.; Goto, T.; Kageyama, Y. Mineral uptake as influenced by growing seasons and developmental stages in spray chrysanthemums grows under a hydroponic system. *Journal Japanese Society for Horticultural Science*, v.69, n.3, p.255-260, 2000. <http://www.journalarchive.jst.go.jp/jnlpdf.php?cdjournal=jjshs_1925&cdvol=69&noissue=3&startpage=255&lang=en&from=jnlabstract>. doi:10.2503/jjshs.69.255. 10 Ago. 2010.