

## Eficiência nutricional do Nitrogênio e produção de biomassa em *Calendula officinalis* L. (Asteraceae) em condições de casa de vegetação

SERRA, A.P.<sup>1\*</sup>; MARCHETTI, M.E.<sup>2</sup>; VIEIRA, M.C.<sup>2</sup>; ROBAINA, A.D.<sup>2</sup>; VERONESI, C.O.<sup>3</sup>; NASCIMENTO, J.M.<sup>3</sup>; MATOS, F.<sup>3</sup>; CONRAD, V.A.<sup>4</sup>; MORAIS, H.S.<sup>4</sup>; GUIMARÃES, F.C.N.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, EMBRAPA-CNPGC, Vila Popular, Caixa Postal 154, CEP: 79002-970, Campo Grande-Brasil \*ademar.serra@embrapa.br.

<sup>2</sup>Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados-Brasil. <sup>3</sup>Universidade Federal da Grande Dourados, Pós Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, FCA/UFGD. <sup>4</sup>Universidade Federal da Grande Dourados, Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, FCA/UFGD –Caixa Postal 533, CEP: 79804-970, Dourados-Brasil.

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de nitrogênio no solo e de épocas de coleta sobre a eficiência nutricional do nitrogênio e a produção de biomassa em *Calendula officinalis* L. (Asteraceae) em condições de casa de vegetação. O substrato utilizado foi a camada de 0 – 20 cm de Latossolo Vermelho Distroférrico. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de quatro doses de N (0, 21, 42 e 84 mg dm<sup>-3</sup>) e cinco épocas de colheita (15, 30, 45, 60 e 90 dias após o transplante). O teor de N na inflorescência de calêndula reduziu com as épocas de coleta, redução essa que ocorreu possivelmente devido à menor eficiência da absorção desse elemento pela planta e menor translocação do N para as inflorescências. Pode se concluir que as épocas de avaliação influenciaram na resposta da planta à eficiência de absorção (EFA), sendo a máxima EFA de N aos 51 dias após o transplante das mudas. Observou-se aumento na translocação de N da parte aérea (folhas e caules) para as inflorescências, tendo como consequência a redução do N na parte aérea. Houve incremento na produção de biomassa de calêndula em função das épocas de coleta, e do aumento das doses de N aplicadas no solo. A eficiência nutricional do N foi influenciada pelas épocas de avaliação e pelo teor de N presente no solo.

**Palavras-chave:** Nutrição mineral, adubação nitrogenada, plantas medicinais.

**ABSTRACT: Nitrogen nutritional efficiency and biomass production in *Calendula officinalis* L. (Asteraceae) under greenhouse conditions.** The aim of this study was to evaluate the effect of both the application of different nitrogen levels on the soil and the harvest periods on nitrogen nutritional efficiency and biomass production in *Calendula officinalis* L. (Asteraceae) under greenhouse conditions. The employed substrate was 0-20cm layer of Oxisol. Experimental design was completely randomized, with four replicates. Treatments consisted of four N levels (0, 21, 42 and 84 mg dm<sup>-3</sup>) and five harvest periods (15, 30, 45, 60 and 90 days after transplanting). N levels in *Calendula officinalis* inflorescences reduced with the harvest periods, and such a reduction was probably due to the lower efficiency of absorption of this element by the plant and to the lower N translocation to inflorescences. We can conclude that the evaluation periods influenced the response of plants to uptake efficiency (UE), and the maximal UE for N was found at 51 days after transplanting of seedlings. There was an increase in N translocation from the shoot (leaves and stems) to inflorescences, which has as consequence N reduction in the shoot. *Calendula officinalis* biomass production increased with the harvest periods and with the increase in the N levels applied on the soil. N nutritional efficiency was influenced by both the evaluation periods and the N levels present on the soil.

**Key words:** Mineral nutrition, nitrogen fertilization, medicinal plants.

## INTRODUÇÃO

O estudo da nutrição de plantas medicinais no Brasil encontra-se pouco desenvolvido, e sabendo que elas vêm, ao longo do tempo sendo utilizadas de forma extrativista, há necessidade de que informações a respeito das suas exigências nutricionais sejam desenvolvidas para que o manejo seja realizado de forma adequada.

A calêndula (*Calendula officinalis* L., Asteraceae) tem origem européia, sendo conhecida popularmente como malmequer, maravilha, malmequer-dos-jardins e margarida-dourada. Seu florescimento é anual e as partes usadas como terapêuticas são as folhas e os capítulos (flores), mas as plantas também podem ser usadas como ornamentais ou como fitorremediadoras em solos contaminados com Cd e Pb (Liu et al., 2008)

Tem ação cicatrizante e antisséptica (uso externo), é sudorífica, analgésica, colagoga, antiinflamatória, antiviral, vaso dilatadora e tonificante de pele (Sigerdar et al., 1991). Além dessas ações, os capítulos da calêndula são antioxidantes, pois Preethi et al. (2008) relatam que é capaz de reduzir os radicais livres produzidos no organismo dos seres humanos. Gazim et al. (2008) obtiveram resultado em que o óleo essencial das inflorescências teve grande potencial antifúngico, sendo efetivo contra 23 amostras clínicas de fungos extraídos de pessoas.

O florescimento da calêndula inicia-se cerca de dois meses após o semeio e prolonga-se por mais dois ou três meses, podendo produzir 720 kg ha<sup>-1</sup> de inflorescências secas (Martins et al., 1994). Gomes et al. (2007) observaram o início do florescimento 45 dias após o plantio das mudas.

As plantas preferem solos férteis, úmidos, bem drenados, ricos em matéria orgânica, profundos e permeáveis. Não tolera umidade excessiva, bem como solos arenosos e secos (Castro & Chemale, 1995).

Estudando as doses de 10, 20 e 40 g m<sup>-2</sup> de N (uréia) e 15 e 30 g m<sup>-2</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato simples) mais 10 g m<sup>-2</sup> de K<sub>2</sub>O e 5 kg m<sup>-2</sup> de esterco de curral, Barman & Pal (1994) observaram que a altura de plantas, o número e a massa de 1.000 sementes de calêndula aumentaram com a adição de N. Usando 25 e 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 50 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, Sigerdar et al. (1991) obtiveram com 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, o maior número de folhas, de ramos e

massa de inflorescência.

O objetivo em realizar este trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de nitrogênio no solo e épocas de coleta sobre a eficiência nutricional do nitrogênio e produção de biomassa em *Calendula officinalis* L. (Asteraceae), em condições de casa de vegetação.

## MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi desenvolvido utilizando a espécie vegetal calêndula [*Calendula officinalis* L. (Asteraceae)] em condições de casa de vegetação, na Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, (MS), Brasil, 2004. A área experimental está localizada nas coordenadas geográficas de 22°12'S e 54°56'O, a 452 m de altitude.

Foi utilizado como substrato, terra extraída de um Latossolo Vermelho Distroférico (Embrapa, 2006), coletada na camada de 0 - 20 cm, sendo realizadas quatro amostragens com massa aproximada de 500 g cada, que foram secadas ao ar ambiente, destorroadas e passadas em peneira com malha de 2 mm para a determinação dos seguintes atributos químicos:

Com base nos resultados da análise química da terra foi realizada a calagem para a correção da acidez utilizando-se o calcário dolomítico finamente moído (PRNT=100%), cuja composição apresentava 34,5% de óxido de cálcio (CaO) e 18% de óxido de magnésio (MgO), calculando-se a quantidade necessária para elevar a saturação por bases a 70%, sendo aplicados para isso 2,083 g dm<sup>-3</sup>. Foram utilizados vasos com capacidade de 6 kg, preenchidos com a terra e mantida na umidade da capacidade de campo, por meio da adição de água destilada e incubada por 45 dias. Após esse período efetuou-se o plantio das mudas, com 30 dias, obtidas no Horto de Plantas Medicinais, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA/UFGD).

Os tratamentos foram constituídos de quatro doses de N (0, 21, 42 e 84 mg dm<sup>-3</sup>) e cinco épocas de colheita das plantas: 15(EP15), 30(EP30), 45(EP45), 60(EP60) e 90(EP90) dias após transplante, arranjados no esquema fatorial

**TABELA 1.** Atributos químicos do solo (Latossolo Vermelho Distroférico) coletado em área de vegetação natural de cerrado.

pH	M.O	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	m
CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----							-----%	
4,5	16,9	1,0	0,07	0,64	0,4	1,7	7,6	1,11	8,71	12,74	60%

Laboratório de Fertilidade do Solo da FCA/UFGD, segundo as especificações da Embrapa (1997).

4 x 5, no delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. O N foi fornecido a partir da uréia [CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>] (com 45% de N solúvel em água), na forma de solução, sendo parcelado 1/3 no plantio e 2/3 após 15 dias. A unidade experimental foi constituída por um vaso contendo 6 kg de substrato e uma planta.

As características dependentes avaliadas nas cinco épocas de colheita foram: altura de

plantas; produção de massa fresca e seca da parte aérea (caule e folhas); produção de raiz e inflorescências; teor de N na parte aérea; teor de N na inflorescência; eficiência de uso de N; eficiência da absorção; e, eficiência da translocação.

A partir da massa seca e do conteúdo de N na planta foram calculadas as eficiências de uso (EFU), de absorção (EFA) e de translocação (EFT) do N, conforme as fórmulas (a), (b), (c) e (d):

$$(a) EFU (g^2 mg) = \frac{(massa\ seca\ total\ produzida)^2}{conteúdo\ total\ do\ nutriente\ na\ planta}$$

(Siddiqi & Glass, 1981);

$$(b) EFA (mg g^{-1}) = \frac{conteúdo\ total\ do\ nutriente\ na\ planta}{massa\ seca\ de\ raízes}$$

(Swiader et al., 1994);

$$(c) EFT (\%) = \left[ \frac{conteúdo\ do\ nutriente\ na\ parte\ aérea\ (mg)}{conteúdo\ total\ do\ nutriente\ na\ planta\ (mg)} \right] \cdot 100$$

(Li et al., 1991);

$$(d) \text{conteúdo total do nutriente (mg planta}^{-1}) = \sum \text{nutriente na parte aérea e radicular}$$

Em cada época de avaliação as plantas foram removidas do substrato com auxílio de água corrente e lavadas com água destilada, sendo então separadas em parte aérea (folha e colmo), radicular e inflorescência. Posteriormente, o material foi secos ao ar sob papel toalha determinando-se a massa fresca. A massa seca foi determinada após a secagem do material em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, até massa constante.

O material vegetal foi moído em moinho tipo Willey e acondicionado em sacos plásticos para a realização das análises químicas. A determinação do N no tecido vegetal foi realizada por digestão sulfúrica pelo método microkjeldhal, conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste F, e, para o caso de diferenças significativas, foi realizada a análise de regressão ao nível 5% de probabilidade utilizando-se o aplicativo computacional SAEG 9.1.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

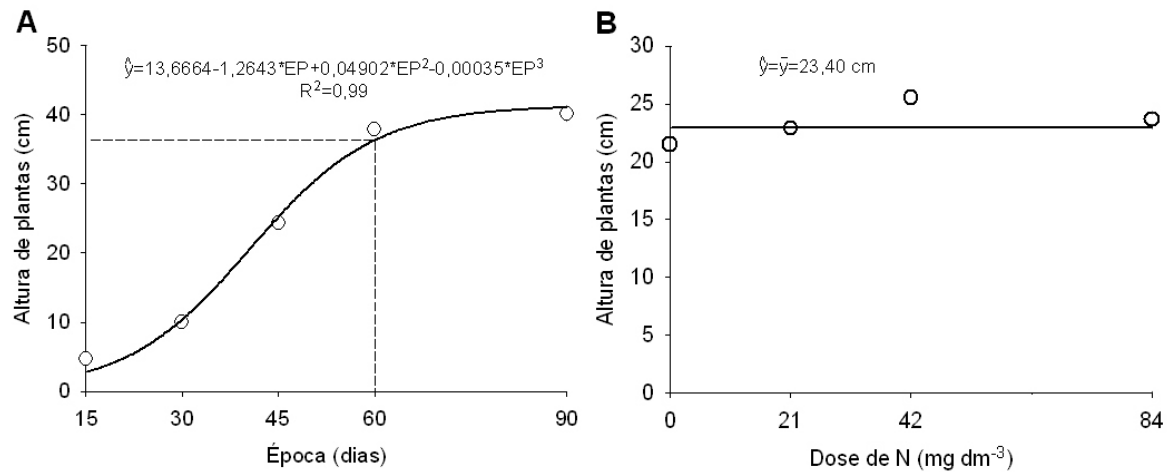
As plantas de calêndula cresceram ao longo do período de estudo sendo o ponto máximo estimado (40,06 cm), obtido aos 90 dias após o transplante – DAT (Figura 1A). No entanto, houve

praticamente estabilização da altura (38,16 cm) a partir de 60 DAT (Figura 1A).

O rápido crescimento entre 30 e 60 DAT correspondeu ao início do desenvolvimento reprodutivo quando as plantas emitem o escapo floral. Vieira et al. (1999) observaram que na fase inicial do ciclo da planta há predominância do crescimento vegetativo, e, com início da formação de capítulos, os pendões florais são curtos, sendo posteriormente alongados, refletindo em acréscimo acelerado na altura das plantas, entre 30 e 60 DAT (Figura 1A). Isso se deve à mudança morfológica que ocorre nas plantas em forma de roseta, que no início do ciclo vegetativo apresentam entrenós curtos e com o desenvolvimento reprodutivo, início da floração, passam a alongar seus entrenós com consequente aumento na altura (Taiz & Zeiger, 2009).

O uso das doses de adubo nitrogenado não teve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) nas alturas das plantas (Figura 1B). Barman & Pal (1994) verificaram, ao estudar o efeito do N aplicado ao solo, que houve uma elevação na altura das plantas de *Calendula officinalis* L., proporcionalmente ao aumento dos teores de N no solo.

As plantas de *Calendula officinalis* L. responderam aos tratamentos com incremento na



**FIGURA 1.** Altura de plantas de *Calendula officinalis* L. em função das doses de nitrogênio e épocas (EP) de avaliação.

produção de biomassa fresca e seca da parte aérea (Figura 2A e B). A máxima produção de massa fresca (47,84 g planta<sup>-1</sup>) se deu aos 60 DAT, sendo essa a época onde houve o início do estabelecimento da altura das plantas (Figura 1A).

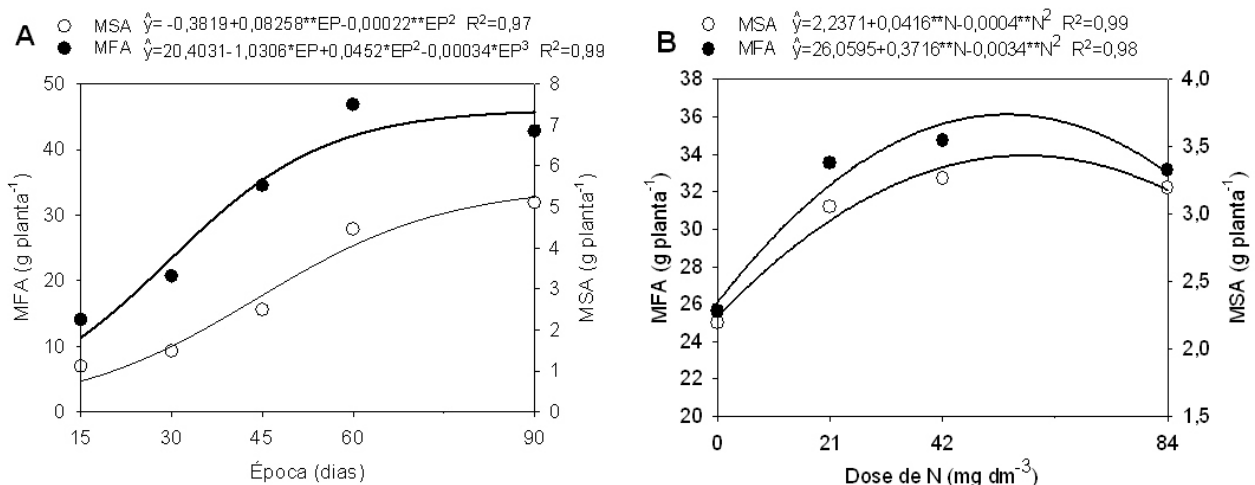
Moreira et al. (2005) obtiveram produção máxima de massa fresca de calêndula (20,52 g planta<sup>-1</sup>) com a dose de 210,62 g planta<sup>-1</sup> de N em condições de casa de vegetação. A produção de massa seca de planta é utilizada para indicar a intensidade de seu crescimento e, por sua vez, o conhecimento dos padrões de acúmulo de massa seca de uma cultura possibilita melhor entendimento dos fatores relacionados com a nutrição mineral (SERRA, et al., 2011; SERRA et al., 2012).

Glass (1989); Marschner (1995) e Epstein & Bloom (2006) relatam que a absorção de nutrientes influencia a taxa de crescimento da planta, tal como ocorreu com a *Calendula officinalis* L., pois,

o aumento das doses de N aplicadas no solo contribuiu para elevar a produção de massa fresca e seca da parte aérea da planta, sendo a máxima produção de massa fresca (36,25 g planta<sup>-1</sup>) e seca (3,32 g planta<sup>-1</sup>) alcançada com as doses de N 54,6 mg dm<sup>-3</sup> e 52 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente (Figura 2B).

As doses de N aplicadas ao solo influenciaram linearmente a resposta da planta ao teor de N na parte aérea (TNPA) (caule e folhas) (Figuras 3A e B). A resposta linear do TNPA resultou na redução de N à medida que se aumentavam os DAT (Figura 3A), isso se deve ao processo de remobilização do N da parte aérea para as inflorescências (Figura 4B).

Foi possível averiguar que a eficiência na translocação de N para a parte aérea da planta (Figura 4A) reduziu com as épocas de avaliação, por outro lado, a eficiência de translocação de N para as inflorescências aumentou com as épocas



**FIGURA 2.** Massa fresca e seca da parte aérea (folhas e caules) (MFA e MSA) de plantas de *Calendula officinalis* L. em função das doses de nitrogênio (N) e épocas (EP) de avaliação.

de avaliação (Figura 4B).

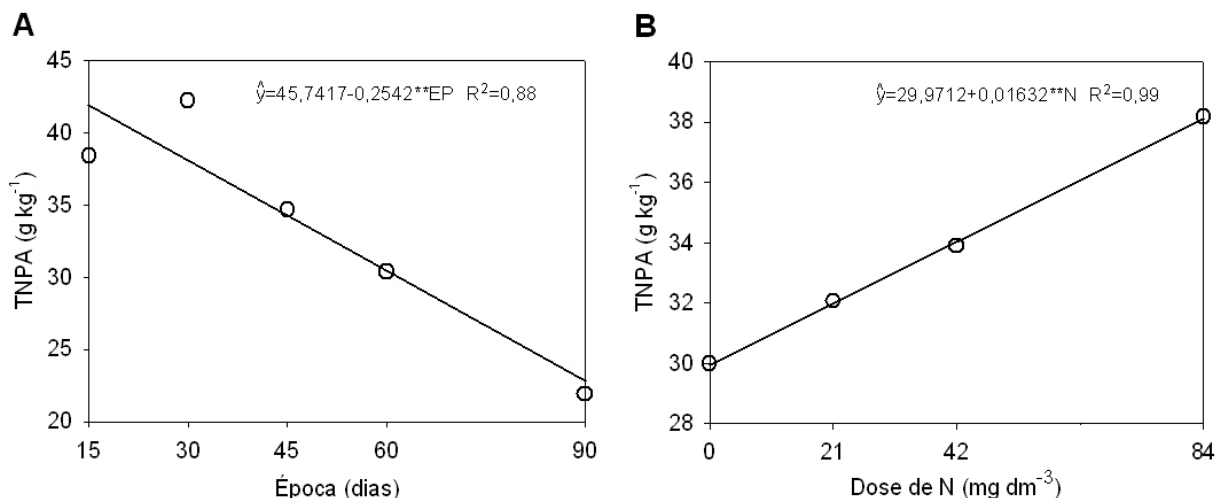
Esse comportamento é explicado pela remobilização do N na planta, de forma que a translocação de N é mais intensa à medida que inicia o desenvolvimento reprodutivo da planta. De acordo com Marschner (1995) o N é um elemento móvel na planta translocando-se facilmente de um órgão para outro, sendo que no período de florescimento é o ponto em que há maior translocação da parte aérea para a inflorescência. Contudo, a translocação depende de vários fatores, dentre eles, da concentração de N na parte aérea.

Nos resultados obtidos nesse experimento foi possível constatar que a *Calendula officinalis* L. acumulou N na parte aérea enquanto havia acréscimo das doses de N no solo ( $84 \text{ mg dm}^{-3}$ ) (Figura 3B), o que constata que doses maiores de N

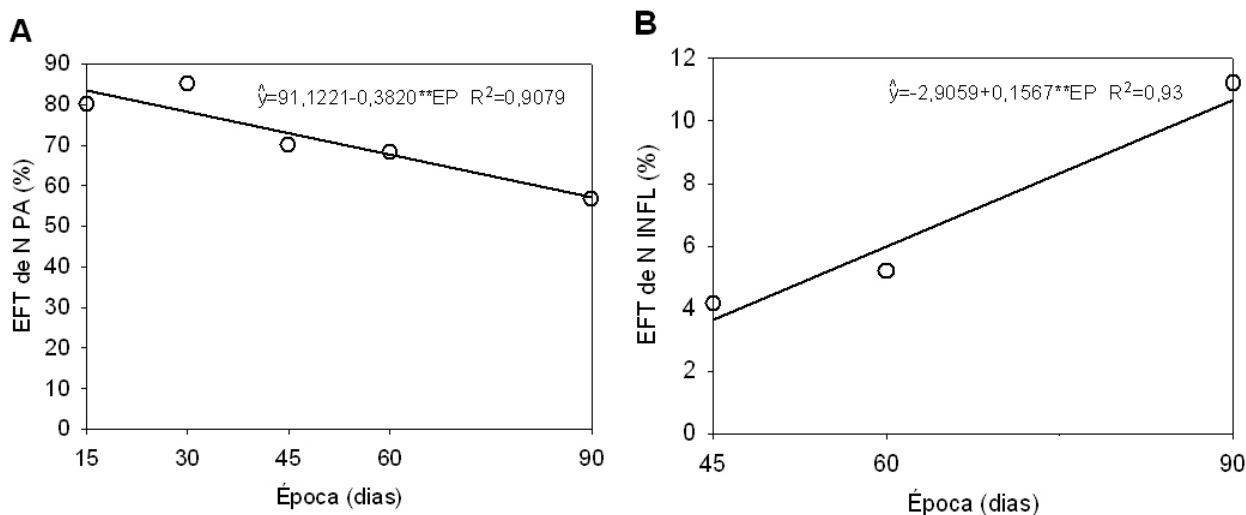
aplicadas ao solo podem levar à maiores teores de N na parte aérea, podendo influenciar na translocação de N para as inflorescências.

A resposta linear na produção de biomassa da inflorescência de *Calendula officinalis* L. (Figura 5 e Tabela 2) deve-se ao fato da avaliação ter sido até aos 90 DAT, apresentando ainda potencial para o desenvolvimento de inflorescências, pois, segundo Martins et al. (1994), o florescimento da *Calendula officinalis* L. prolonga-se por dois a três meses.

Devido à falta de interação entre os fatores (NxEP), os mesmos foram estudados isoladamente. Dessa forma, ao estudar os níveis do fator N no solo, observou-se que houve diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ) de seus níveis. No entanto, não se encontrou equação de regressão que se ajustasse aos dados, sendo que as mesmas



**FIGURA 3.** Teor de nitrogênio (N) na parte aérea (folhas e caule) (TNPA) em plantas de *Calendula officinalis* L. em função das doses de N e das épocas (EP) de coleta. .



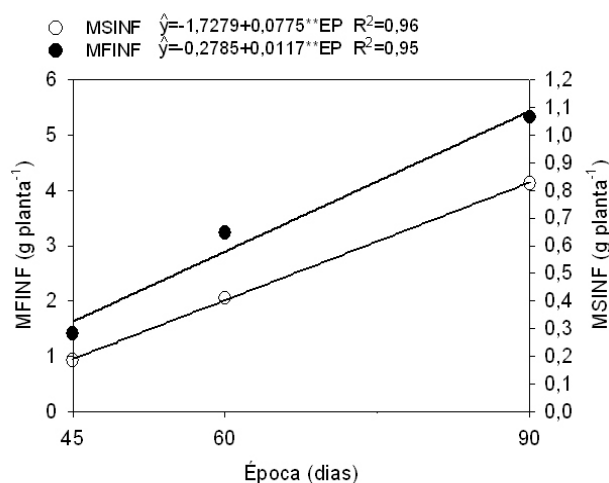
**FIGURA 4.** Eficiência de translocação de N na parte aérea (EFT de N PA) e eficiência de translocação de N na inflorescência (EFT de N INF) em plantas de *Calendula officinalis* L. em função das épocas (EP) de coleta. .



**TABELA 2.** Massa fresca e seca da inflorescência (MFINF e MSINF) de plantas de *Calendula officinalis* L. em função das doses de nitrogênio (N), e resumo da análise de variância.

Dose de N mg dm <sup>-3</sup>	Variável		Fonte de variação	G.L	Quadrado médio	
	MFINF g planta <sup>-1</sup>	MSINF g planta <sup>-1</sup>			MFINF	MSINF
0	2,57	0,36	EP	4	83,58451**	1,921391**
21	2,62	0,37	N	3	5,159373*	0,1155014*
42	3,86	0,57	NXEP	12	2,670641 <sup>ns</sup>	0,05111847 <sup>ns</sup>
84	4,22	0,59	Resíduo	60	1,698160	0,03429210
Média	3,32	0,47				
C.V.	29%	30%				

\*, \*\*: significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns: não significativo.



**FIGURA 5.** Massa fresca e seca da inflorescência (MFINF e MSINF) de plantas de *Calendula officinalis* L. em função das épocas (EP) de avaliação.

apresentaram baixo coeficiente de determinação e não significativo. Contudo, pode-se observar que a medida em que os níveis de N foram aumentando no solo, a resposta na produção de massas frescas e secas de inflorescências também aumentaram (Tabela 2).

Tanto as épocas em estudo quanto as doses de N apresentaram diferenças significativas ( $P \leq 0,01$ ) na variação dos teores de N nas inflorescências da *Calendula officinalis* L. (Figura 6A e B). No entanto, houve uma redução no teor de N nas inflorescências à medida em que se aumenta a época de avaliação (Figura 6A). O teor de N nas inflorescências aumentou conforme o incremento de N no solo, fato que condiz com a resposta linear da planta às doses de N (Figura 6B).

Moreira et al. (2005), em experimento desenvolvido em Latossolo Vermelho Distroférrico, observaram que o teor de N nas inflorescências de *Calendula officinalis* L. aumentaram com as

doses de N aplicadas ao solo. O menor teor de N encontrado pelos autores na inflorescência foi de 24,22 g kg<sup>-1</sup>.

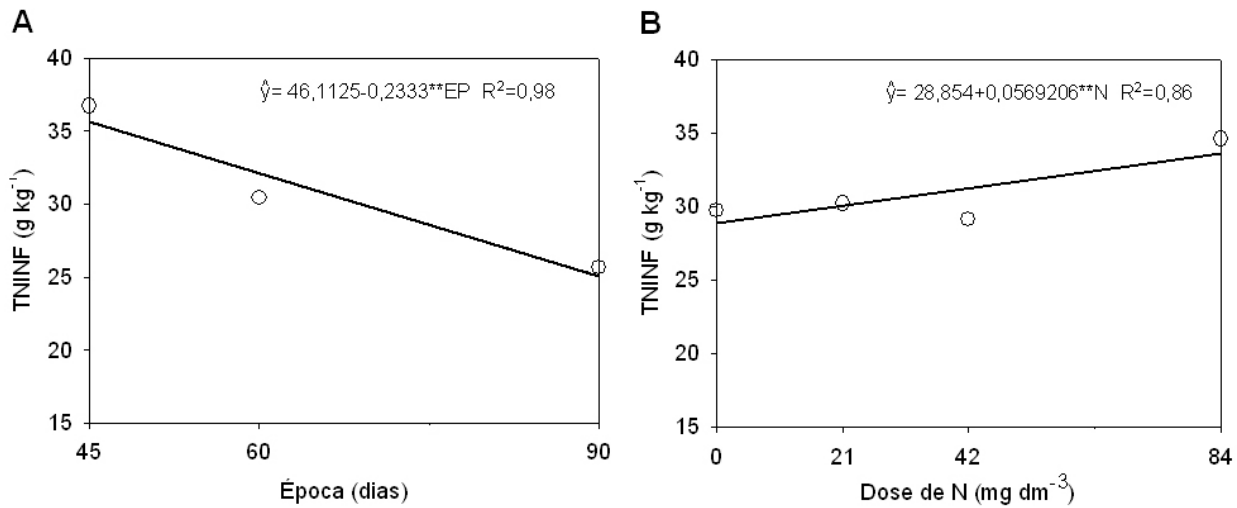
A eficiência de absorção de N pelas plantas de *Calendula officinalis* L. apresentou diferença significativa ( $P \leq 0,01$ ) quanto as épocas de avaliação (Figura 7A), assim como para as doses de N aplicadas, sendo possível constatar que a máxima eficiência de absorção de N se deu aos 51 dias após o transplante resultando na eficiência máxima de absorção de 337,25 mg g<sup>-1</sup> (Figura 7B). Houve resposta linear da absorção de N pelas plantas em função das doses de N aplicadas no solo (Figura 7B).

A redução na eficiência da absorção a partir dos 51 dias, possivelmente se deve à disponibilidade de N no substrato. Isso porque Mills & Jones (1996) relatam que o conteúdo de N na planta varia com a idade da planta e que uma de suas consequências para redução deve-se à redução do mesmo no substrato conforme ocorre o desenvolvimento da planta.

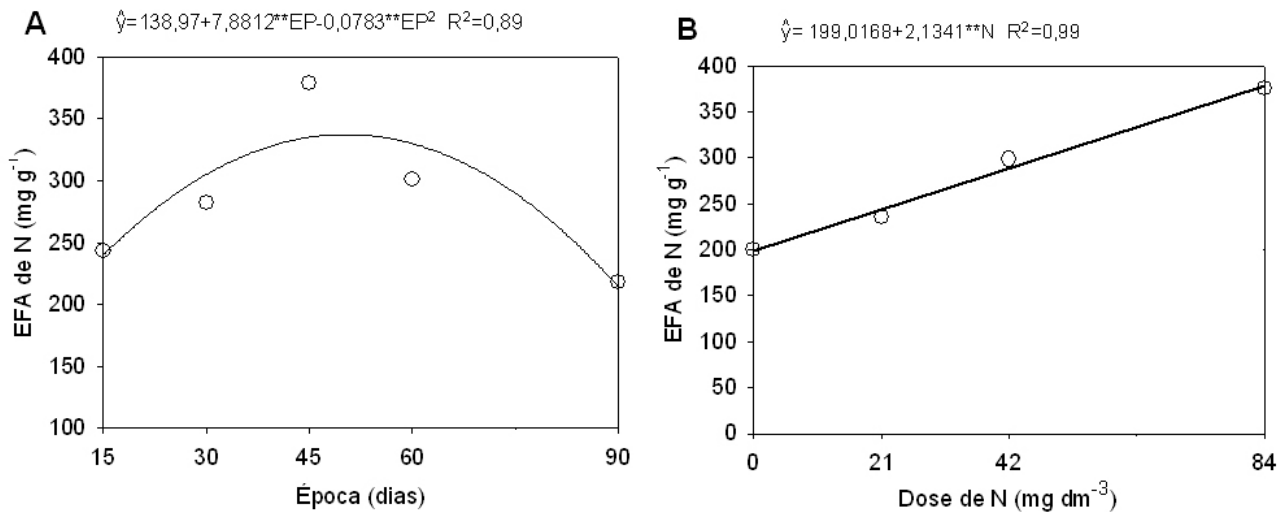
A eficiência de uso de N diferenciou significativamente ( $P \leq 0,05$ ) com as épocas de avaliação e doses de N (Figura 8A e B). A eficiência de uso de N aumentou conforme o passar das épocas de avaliação, assim como pode ser observado também para as doses de N utilizadas no experimento (Figura 8A e B).

Possivelmente isso se deva ao aumento acelerado de produção de biomassa a partir dos 30 dias, o que pode ser constatado que a partir dos 30 DAT as plantas de *Calendula officinalis* L. tende a apresentar um rápido crescimento devido à característica morfológica da espécie.

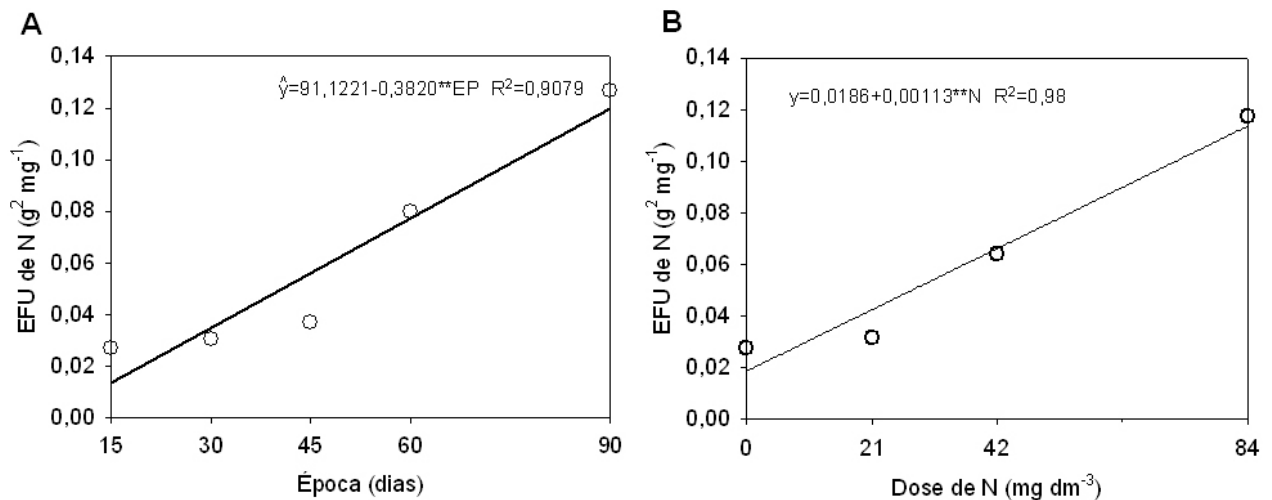
Dessa forma, havendo uma resposta da planta em termo de produção de biomassa seca com as épocas de avaliação e com as doses de N (Figura 2A e B) é de se esperar que a eficiência de uso de N aumente (Figura 8A e B), pois, haveria



**FIGURA 6.** Teor de nitrogênio na inflorescência (TNINF) de *Calendula officinalis* L. em função das doses de N e épocas (EP) de avaliação.



**FIGURA 7.** Eficiência de absorção de nitrogênio (N) em função das doses de N e épocas (EP) de avaliação.



**FIGURA 8.** Eficiência de uso de N (EFU) em função das doses de N e épocas (EP) de avaliação.

uma concentração maior de biomassa seca em detrimento da concentração de N.

Pode se concluir que as plantas de *Calendula officinalis* L. apresentam a máxima eficiência de absorção de N aos 51 dias após o transplante. A época de maior exigência nutricional de N para *Calendula officinalis* L. têm início a partir dos 30 DAT, devido ao início do estágio reprodutivo, havendo maior remobilização de N das folhas e caule para as inflorescências, tendo como consequência a redução do N na parte aérea (folhas e caule).

Houve incremento na produção de biomassa de *Calendula officinalis* L. em função das épocas de coleta estudadas e em função do aumento das doses de N aplicadas no solo. A eficiência nutricional do N foi influenciada pelas épocas de coleta e pelas doses de N estudadas.

## REFERÊNCIA

- BARMAN, D.; PAL, P. Effect of nitrogen and phosphorus on seed yield in calendula (*Calendula officinalis* L.). **Orissa Journal of Agricultural Research**, v.7, n.2, p.17-21, 1994.
- CASTRO, L.O.; CHEMALE, V.M. **Plantas medicinais, codimentares e aromáticas**: descrição e cultivo. 1.ed. Guaíba: Editora Agropecuária, 1995. 196p.
- EMBRAPA. Centro nacional de pesquisa de solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5.ed. Rio de Janeiro: Editora EMBRAPA, 2006. 169p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de pesquisa de solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Editora EMBRAPA, 1997. 212p.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas**: princípios e perspectivas. 2.ed. Londrina: Editora Planta, 2006. 401p.
- GAZIM, Z.C. et al. Antifungal activity of the essential oil from *Calendula officinalis* L. (Asteraceae) growing in Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.39, n.1, p.61-3, 2008.
- GLASS, A.D.M. **Plant nutrition**: an introduction to current concepts. 1.ed. Boston: Jones and Bartlett Publishers, 1989. 234p.
- GOMES, H.E. et al. Density and plant arrangement on *Calendula officinalis* L. yield. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.9, n.3, p.117-23, 2007.
- LI, B. et al. Genetic variation in nitrogen use efficiency of loblolly pine seedlings. **Science**, v.37, n.2, p.613-26, 1991.
- LIU, J. et al. Growth responses of three ornamental plants to Cd and Cd-Pb stress and their metal accumulation characteristics. **Journal of Hazardous Materials**, v.151, n.1, p.261-7, 2008.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.
- MARTINS, E.R. et al. **Plantas Medicinais**. 1.ed. Viçosa: UFV – Imprensa Universitária, 1994. 220p.
- MILLS, H.A.; JONES, B. **Plant analysis handbook II**. 1.ed. Georgia: Editora Micromacro Publishing, 1996. 422p.
- MOREIRA, P.A. et al. Desenvolvimento vegetativo e teor foliar de macronutrientes da calêndula (*Calendula officinalis* L.) adubada com nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.8, n.1, p.18-23, 2005.
- PREETHI, K.C. et al. Antioxidant potential of an extract of *Calendula officinalis* flowers in Vitro and in Vivo. **Pharmaceutical Biology**, London, v.44, n.9, p.691-7, 2008.
- SERRA, A.P. et al. Produção de biomassa e absorção de N e P pela *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen em função de doses de N e P em condições de casa de vegetação. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.13, n.3, p.265-270, 2011.
- SERRA, A.P. et al. Eficiência da absorção, translocação e uso de N e P pela *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.14, n.2, p.255-260, 2012.
- SIDDIQI, M.; GLASS, A.D.M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal Plant Nutrition**, v.4, n1, p.289-302, 1981.
- SIGEDAR, P.D. et al. Effect of different levels of nitrogen, phosphorus and potassium on growth and yield of *Calendula officinalis* L. **South Indian Horticulture**, v.39, n.4, p.308-11, 1991.
- SWIADER, J.M. et al. Genotypic differences in nitrate uptake and utilization efficiency in pumpkin hybrids. **Journal Plant Nutrition**, v.17, n.3, p.1687-99, 1994.
- TAIZ, T.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p.
- VIEIRA, M.C. et al. Crescimento e produção de capítulos de *Calendula officinalis* L., em função de cama-de-aviário semi-decomposta e de fósforo. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.1, n.2, p.45-52, 1999.