

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**

**PRODUTIVIDADE E TEOR DE NUTRIENTES DE FLORES DA  
CAPUCHINHA (*Tropaeolum majus* L.) AUMENTAM COM USO DE  
CAMA DE FRANGO NO SOLO**

**ORIVALDO BENEDITO DA SILVA**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL – BRASIL**

**2018**

**PRODUTIVIDADE E TEOR DE NUTRIENTES DE FLORES DA  
CAPUCHINHA (*Tropaeolum majus* L.) AUMENTAM COM USO DE  
CAMA DE FRANGO NO SOLO**

ORIVALDO BENEDITO DA SILVA

Biólogo

Orientadora: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. MARIA DO CARMO VIEIRA

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biologia Geral – Bioprospecção, para obtenção do título de Mestre.

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2018**

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S586p Silva, Orivaldo Benedito da  
Produtividade e teor de nutrientes de flores da capuchinha  
(*Tropaeolum majus* L.) aumentam com o uso de cama de frango no solo  
/ Orivaldo Benedito da Silva. –2018.  
57 f. : il. algumas color.

Orientadora: Maria do Carmo Vieira.  
Dissertação (Mestrado em Biologia Geral – Bioprospecção)–  
Universidade Federal da Grande Dourados, 2018.

1. Tropaeolaceae. 2. Planta alimentícia não convencional. 3. Resíduo orgânico. I. Título.

"PRODUTIVIDADE E TEOR DE NUTRIENTES DE FLORES DA CAPUCHINHA  
(*Tropaeolum majus* L.) AUMENTAM COM USO DE CAMA DE FRANGO NO SOLO".

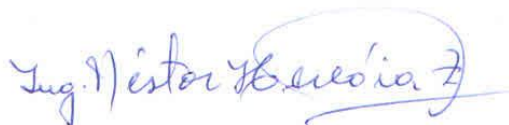
POR

**ORIVALDO BENEDITO DA SILVA**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE  
DOURADOS (UFGD), COMO PARTE DOS REQUISITOS EXIGIDOS PARA  
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM BIOLOGIA GERAL - ÁREA DE  
CONCENTRAÇÃO: "BIOPROSPECÇÃO".

  
PROF.<sup>a</sup> DR.<sup>a</sup> MARIA DO CARMO VIEIRA  
ORIENTADORA – UFGD

  
PROF. DR. DIOVANY DOFFINGER RAMOS  
MEMBRO TITULAR – UFMS

  
PROF. DR. NÉSTOR ANTONIO HEREDIA ZÁRATE  
MEMBRO TITULAR – UFGD

Aprovado em 21 de março de 2018.

“Você consegue ser o que você quiser na vida, desde que você estude, trabalhe, persista e sempre faça mais do que esperam de você”.

(Frase da mãe de Marcos Pontes - 1º Astronauta Brasileiro a fazer uma viagem à Estação Espacial Internacional).

*Ao meu pai,  
Antonio M. B. dos Santos  
À minha mãe,  
Maria E. da Silva  
Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde, perseverança, oportunidades e pelas conquistas da vida.

Aos meus pais Antonio M. Benedito dos Santos e Maria E. da Silva, pelas oportunidades, ensinamentos, confiança e principalmente pelo incentivo.

À Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade de realizar o mestrado em Biologia Geral/Bioprospecção.

À CAPES, pela bolsa concedida, e à FUNDECT - MS e ao CNPq, pelo apoio financeiro.

Aos meus irmãos Rodival, Mariane e Tatiane, à minha cunhada Juliana e ao Luiz Gonzaga, pelo incentivo, alegria, carinho e amor incondicional. Aos meus sobrinhos Juliano, Alejandro, Maiara, Enzo Felipe, Ana Maria e Ariane Caroline (afilhada).

Agradeço imensamente e de coração à minha orientadora professora Maria do Carmo Vieira, pela oportunidade, confiança, amizade, dedicação e pela orientação.

Ao Professor Néstor Antonio Heredia Zárate, pela oportunidade, dedicação, ensinamentos e amizade.

À professora Eliana Janet Sanjinez Argandoña e sua orientada Denise Rubinho, por ensinar técnicas para parte do trabalho, disponibilizar infraestrutura, materiais e pela amizade e confiança.

Em especial aos meus amigos Ademir Goelzer, Cleberton C. Santos, Jaqueline Silva Nascimento e Fernando Henrique, pela parceria, amizade, conselhos, boas conversas e descontrações.

Ao Thiago de Oliveira Carnevali, pelos ensinamentos, contribuições para o desenvolvimento do trabalho e juntamente com a sua esposa Natália, pela recepção, amizade e descontrações.

Ao Diego Menani Heid e Elissandra Pacito Torales, pelas contribuições no desenvolvimento do trabalho.

Aos amigos, Rogério Melo, Willian, Helder, Wellington, Vinícius, Felipe, Laís, Mariane, Leandro, Sara Toulouei e Micael, pela amizade e colaboração.

Aos funcionários do Horto de Plantas medicinais e ao técnico e amigo João Machado do laboratório de Fertilidade do Solo, pela colaboração e auxílio nas análises química do solo e material vegetal.

Aos amigos de Mato Grosso: Lara Cristina, Luany Araujo, Micael Felipe, Acisa Souza, Suzilei Ares, Regiane Furlani, Michele de Moraes, Bianca Deluqui, Alexandre Ortiz, Alex Fernando e aos Professores Arno Rieder e Fabiana A. Caldart Rodrigues.

## RESUMO GERAL

Capuchinha (*Tropaeolum majus* L.) é uma planta alimentícia ou hortaliça não convencional, cultivada para fins ornamentais, alimentares e medicinais. Entretanto, informações sobre o cultivo das espécies envolvendo resíduos orgânicos são incipientes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento das plantas, a produtividade de flores e os teores de nutrientes das folhas e flores da capuchinha (*Tropaeolum majus* L.) cultivada com adição ao solo de cama de frango. Foram estudadas cinco doses de cama de frango aplicada nas formas incorporada (I) (1, 6, 10, 14 e 19 t ha<sup>-1</sup>) e em cobertura (C) (1, 6, 10, 14 e 19 t ha<sup>-1</sup>) no solo. Os tratamentos foram definidos utilizando-se a matriz experimental Plan Puebla III, dando origem às nove combinações das doses e formas de adição da cama de frango: 1) 6 t ha<sup>-1</sup> I + 6 t ha<sup>-1</sup> C; 2) 14 t ha<sup>-1</sup> I + 6 t ha<sup>-1</sup> C; 3) 6 t ha<sup>-1</sup> I + 14 t ha<sup>-1</sup> C; 4) 14 t ha<sup>-1</sup> I + 14 t ha<sup>-1</sup> C; 5) 10 t ha<sup>-1</sup> I + 10 t ha<sup>-1</sup> C; 6) 1 t ha<sup>-1</sup> I + 6 t ha<sup>-1</sup> C; 7) 19 t ha<sup>-1</sup> I + 14 t ha<sup>-1</sup> C; 8) 6 t ha<sup>-1</sup> I + 1 t ha<sup>-1</sup> C; 9) 14 t ha<sup>-1</sup> I + 19 t ha<sup>-1</sup> C. O delineamento experimental foi blocos casualizados, com quatro repetições e 16 plantas por parcela. A maior altura máxima das plantas (35,75 cm) foi alcançada aos 168 dias após o transplântio (DAT) sob 10 t ha<sup>-1</sup> I e 10 t ha<sup>-1</sup> C, e a área foliar (11.457 cm<sup>2</sup>/planta) e massa seca de folhas (84,32 g/planta), sob 1 t ha<sup>-1</sup> I e 19 t ha<sup>-1</sup> C. A maior produtividade em número (15,40 milhões ha<sup>-1</sup>) e as massas fresca (10,45 t ha<sup>-1</sup>) e seca (0,849 t ha<sup>-1</sup>) de flores foram com uso de doses próximas a 10 t ha<sup>-1</sup> I e 10 t ha<sup>-1</sup> C. As maiores produtividade de flores de capuchinha foram obtidas sob 10 t ha<sup>-1</sup> I e 10 t ha<sup>-1</sup> C de cama de frango.

**Palavras-chave:** Tropaeolaceae, planta alimentícia não convencional, resíduo orgânico.



## GENERAL ABSTRACT

Nasturtium (*Tropaeolum majus* L.) is an unconventional plant or vegetable grown for ornamental, food and medicinal purposes. However, information on cultivation of the species involving organic residue is incipient. The aim of this study was to evaluate plant growth, flower productivity, and nutrient contents of leaves and flowers of Nasturtium (*Tropaeolum majus* L.) cultivated with addition of chicken manure to the soil. Five doses of chicken manure were studied, applied in the soil incorporated (I) (1, 6, 10, 14 and 19 t ha<sup>-1</sup>) and cover (C) (1, 6, 10, 14 and 19 t ha<sup>-1</sup>). Treatments were defined using the experimental array Plan Puebla III, leading to nine combinations of doses and forms of adding the chicken manure: 1) 6 t ha<sup>-1</sup> I + 6 t ha<sup>-1</sup> C; 2) 14 t ha<sup>-1</sup> I + 6 t ha<sup>-1</sup> C; 3) 6 t ha<sup>-1</sup> I + 14 t ha<sup>-1</sup> C; 4) 14 t ha<sup>-1</sup> I + 14 t ha<sup>-1</sup> C; 5) 10 t ha<sup>-1</sup> I + 10 t ha<sup>-1</sup> C; 6) 1 t ha<sup>-1</sup> I + 6 t ha<sup>-1</sup> C; 7) 19 t ha<sup>-1</sup> I + 14 t ha<sup>-1</sup> C; 8) 6 t ha<sup>-1</sup> I + 1 t ha<sup>-1</sup> C; 9) 14 t ha<sup>-1</sup> I + 19 t ha<sup>-1</sup> C. The experimental design was randomized blocks with four replicates and 16 plants per plot. The greatest maximum height of plants (35.75 cm) was reached at 168 days after transplanting (DAT) under 10 t ha<sup>-1</sup> I and 10 t ha<sup>-1</sup> C, and leaf area (11457 cm<sup>2</sup>/plant) and dry mass of leaves (84.32 g/plant), under 1 t ha<sup>-1</sup> I and 19 t ha<sup>-1</sup> C. The greatest productivity in number (15.4 million ha<sup>-1</sup>) and fresh (10.45 t ha<sup>-1</sup>) and dry mass (0.849 t ha<sup>-1</sup>) of flowers were obtained using doses close to 10 t ha<sup>-1</sup> I and 10 t ha<sup>-1</sup> C. The highest productivity of Nasturtium flowers were obtained under 10 t ha<sup>-1</sup> I and 10 t ha<sup>-1</sup> C of chicken manure.

**Keywords:** Tropaeolaceae, unconventional food plant, organic waste.

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	vi
GENERAL ABSTRACT.....	vii
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
1 INTRODUÇÃO.....	3
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	4
2.1 Descrição do local, caracterização do solo e do resíduo orgânico.....	4
2.2 Delineamento experimental.....	4
2.3 Características avaliadas.....	6
2.3.1 No solo.....	7
2.3.2 Nas plantas.....	8
2.4 Análises estatísticas.....	9
3 RESULTADOS.....	9
3.1 Efeito do resíduo orgânico nos atributos químicos do solo.....	9
3.2 Teores de nutrientes da capuchinha.....	11
3.3 Indicadores de crescimento de plantas de capuchinha.....	13
3.4 Indicadores de produção de flores de capuchinha.....	14
4 DISCUSSÃO.....	19
5 CONCLUSÕES.....	23
6 AGRADECIMENTOS.....	24
7 REFERÊNCIAS .....	24
8 APÊNDICES.....	57

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Atributos químicos do solo antes do transplante (inicial) e após a colheita da capuchinha (máxima calculada), cultivadas sob uso de cama de frango ao solo, em diferentes doses, aplicadas nas formas incorporada (I) e em cobertura (C).....10

**Tabela 2.** Teores de nutrientes de folhas e flores de capuchinha, coletadas aos 120 dias após o transplante, cultivadas sob uso de cama de frango ao solo, em diferentes doses, aplicadas nas formas incorporada (I) e em cobertura (C).....12

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Precipitações totais e temperaturas máximas e mínimas médias, por decêndio, no período entre abril e outubro de 2016.....5
- Figura 2.** Combinação de doses e formas de adição de cama de frango ao solo utilizando a matriz Experimental Plan Puebla III.....6
- Figura 3.** Altura das plantas (A e B) de cultivadas sob adição de cama de frango ao solo, em cinco doses, aplicadas nas formas incorporada (I) e em cobertura (C).....13
- Figura 4.** Área foliar– AF (A) e massa seca de folhas – MSF (B) de capuchinha, cultivadas sob adição de cama de frango ao solo, em cinco doses, aplicadas nas formas incorporada (I) e em cobertura (C).....13
- Figura 5.** Índice de clorofila das folhas de plantas de capuchinha em função dos dias após transplântio, cultivadas sob adição de cama de frango ao solo, em cinco doses, aplicadas nas formas incorporada (I) e em cobertura (C).....14
- Figura 6.** Número de flores por planta (A e B) de capuchinha em função dos dias de colheita, cultivadas sob adição de cama de frango ao solo, em diferentes doses, aplicadas nas formas incorporada (I) e em cobertura (C).....15
- Figura 7.** Massa fresca de flores por planta (A e B) de capuchinha em função dos dias de colheita, cultivadas sob adição de cama de frango ao solo, em diferentes doses, aplicadas nas formas incorporada (I) e em cobertura (C).....15
- Figura 8.** Massa seca de flores por planta (A e B) de capuchinha em função dos dias de colheita, cultivadas sob adição de cama de frango ao solo, em diferentes doses, aplicadas nas formas incorporada (I) e em cobertura (C).....16
- Figura 9.** Número - NF (A), massa fresca - MF (B) e massa seca - MS (C) de flores de capuchinha cultivadas sob adição de cama de frango ao solo, em diferentes doses, aplicadas nas formas incorporada (I) e em cobertura (C).....17
- Figura 10.** Número - NF (A), massa fresca - MF (B) e massa seca - MS (C) de flores de capuchinha obtidas até os 131 dias após transplântio, cultivadas sob adição de cama de frango ao solo, em diferentes doses, aplicadas nas formas incorporada (I) e em cobertura (C).....18

## APÊNDICES

<b>Apêndice A.</b> Flores de capuchinha (A-B), cultivadas com uso de cama de frango, em diferentes doses, aplicadas nas formas incorporada (I) e em cobertura (C).....	57
<b>Apêndice B.</b> Resumo gráfico.....	58

1 **Produtividade e teor de nutrientes de flores da capuchinha (*Tropaeolum majus* L.)**  
2 **augmentam com uso de cama de frango no solo**

3 Orivaldo Benedito da Silva<sup>a\*</sup>, Ademir Goelzer<sup>a</sup>, Fernando Henrique Moreira dos Santos<sup>b</sup>,  
4 Thiago de Oliveira Carnevali<sup>c</sup>, Néstor Antonio Heredia Zárate<sup>b</sup>, Maria do Carmo Vieira<sup>b</sup>

5 <sup>a</sup>Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Biológicas e  
6 Ambientais (FCBA), Rodovia Dourados – Itahum, km 12, Dourados, MS CEP 79804-970,  
7 Brasil.

8 <sup>b</sup>Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Agrárias  
9 (FCA), Rodovia Dourados – Itahum, km 12, Dourados, MS CEP 79804-970, Brasil.

10 <sup>c</sup>Universidade Federal do Pará (UFPA), Faculdade de Engenharia Agrônômica, Rua  
11 Coronel José Porfírio - São Sebastião, Altamira, PA CEP 68372-040, Brasil.

12 \*Corresponding author. E-mail: orivaldo.bio@gmail.com

13

14

### RESUMO

15 O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento das plantas, a produtividade de flores e  
16 os teores de nutrientes das folhas e flores da capuchinha (*Tropaeolum majus* L.) cultivada  
17 com adição ao solo de cama de frango. Foram estudadas cinco doses de cama de frango  
18 aplicada nas formas incorporada (I) (1, 6, 10, 14 e 19 t ha<sup>-1</sup>) e em cobertura (C) (1, 6, 10,  
19 14 e 19 t ha<sup>-1</sup>) no solo. Os tratamentos foram definidos utilizando-se a matriz experimental  
20 Plan Puebla III, dando origem às nove combinações das doses e formas de adição da cama  
21 de frango: 1) 6 t ha<sup>-1</sup> I + 6 t ha<sup>-1</sup> C; 2) 14 t ha<sup>-1</sup> I + 6 t ha<sup>-1</sup> C; 3) 6 t ha<sup>-1</sup> I + 14 t ha<sup>-1</sup> C; 4) 14  
22 t ha<sup>-1</sup> I + 14 t ha<sup>-1</sup> C; 5) 10 t ha<sup>-1</sup> I + 10 t ha<sup>-1</sup> C; 6) 1 t ha<sup>-1</sup> I + 6 t ha<sup>-1</sup> C; 7) 19 t ha<sup>-1</sup> I + 14 t  
23 ha<sup>-1</sup> C; 8) 6 t ha<sup>-1</sup> I + 1 t ha<sup>-1</sup> C; 9) 14 t ha<sup>-1</sup> I + 19 t ha<sup>-1</sup> C. O delineamento experimental foi  
24 blocos casualizados, com quatro repetições e 16 plantas por parcela. A maior altura  
25 máxima das plantas (35,75 cm) foi alcançada aos 168 dias após o transplântio (DAT) sob  
26 10 t ha<sup>-1</sup> I e 10 t ha<sup>-1</sup> C, e a área foliar (11.457 cm<sup>2</sup>/planta) e massa seca de folhas (84,32

27 g/planta), sob 1 t ha<sup>-1</sup> I e 19 t ha<sup>-1</sup> C. A maior produtividade em número (15,40 milhões ha<sup>-1</sup>) e as massas fresca (10,45 t ha<sup>-1</sup>) e seca (0,849 t ha<sup>-1</sup>) de flores foram com uso de doses  
28 próximas a 10 t ha<sup>-1</sup> I e 10 t ha<sup>-1</sup> C. As maiores produtividade de flores de capuchinha  
29 foram obtidas sob 10 t ha<sup>-1</sup> I e 10 t ha<sup>-1</sup> C de cama de frango.  
30

31 **Palavras-chave:** Tropaeolaceae, planta alimentícia não convencional, resíduo orgânico.

32

33

### ABSTRACT

34 The aim of this study was to evaluate plant growth, flower productivity, and nutrient  
35 contents of leaves and flowers of Nasturtium (*Tropaeolum majus* L.) cultivated with  
36 addition of chicken manure to the soil. Five doses of chicken manure were studied, applied  
37 in the soil incorporated (I) (1, 6, 10, 14 and 19 t ha<sup>-1</sup>) and cover (C) (1, 6, 10, 14 and 19 t  
38 ha<sup>-1</sup>). Treatments were defined using the experimental array Plan Puebla III, leading to  
39 nine combinations of doses and forms of adding the chicken manure: 1) 6 t ha<sup>-1</sup> I + 6 t ha<sup>-1</sup>  
40 C; 2) 14 t ha<sup>-1</sup> I + 6 t ha<sup>-1</sup> C; 3) 6 t ha<sup>-1</sup> I + 14 t ha<sup>-1</sup> C; 4) 14 t ha<sup>-1</sup> I + 14 t ha<sup>-1</sup> C; 5) 10 t ha<sup>-1</sup>  
41 I + 10 t ha<sup>-1</sup> C; 6) 1 t ha<sup>-1</sup> I + 6 t ha<sup>-1</sup> C; 7) 19 t ha<sup>-1</sup> I + 14 t ha<sup>-1</sup> C; 8) 6 t ha<sup>-1</sup> I + 1 t ha<sup>-1</sup>  
42 C; 9) 14 t ha<sup>-1</sup> I + 19 t ha<sup>-1</sup> C. The experimental design was randomized blocks with four  
43 replicates and 16 plants per plot. The greatest maximum height of plants (35.75 cm) was  
44 reached at 168 days after transplanting (DAT) under 10 t ha<sup>-1</sup> I and 10 t ha<sup>-1</sup> C, and leaf  
45 area (11457 cm<sup>2</sup>/plant) and dry mass of leaves (84.32 g/plant), under 1 t ha<sup>-1</sup> I and 19 t ha<sup>-1</sup>  
46 C. The greatest productivity in number (15.4 million ha<sup>-1</sup>) and fresh (10.45 t ha<sup>-1</sup>) and dry  
47 mass (0.849 t ha<sup>-1</sup>) of flowers were obtained using doses close to 10 t ha<sup>-1</sup> I and 10 t ha<sup>-1</sup> C.  
48 The highest productivity of Nasturtium flowers were obtained under 10 t ha<sup>-1</sup> I and 10 t ha<sup>-1</sup>  
49 C of chicken manure.

50 **Keywords:** Tropaeolaceae, unconventional food plant, organic waste.

## 51 **1. Introdução**

52 *Tropaeolum majus* L. (Tropaeolaceae) é uma planta alimentícia ou hortaliça não  
53 convencional, originária das regiões montanhosas do México e do Peru, sendo encontrada em  
54 várias partes do mundo. No Brasil, é popularmente conhecida como capuchinha, chaguinha  
55 ou nastúrcio, amplamente cultivada para fins ornamentais, alimentícios e medicinais nas  
56 regiões subtropicais, sobretudo nas regiões Sul e áreas de altitude do Sudeste, além do  
57 Nordeste e Centro-Oeste (Lorenzi e Matos, 2008).

58 As folhas e flores da capuchinha são comestíveis e podem ser utilizadas para  
59 elaboração de saladas, enroladinho e patê e seus frutos, como picles e alcaparra (Kinupp e  
60 Lorenzi, 2014). Assim, as flores são valorizadas em hotéis e restaurantes, fazendo parte de  
61 pratos atraentes e nutritivos (Goelze, 2008). As flores são fontes de fibras, proteína, lipídios e  
62 minerais, como o cálcio, cobre, ferro, potássio, magnésio, manganês, molibdênio, sódio,  
63 fósforo, potássio, zinco e vitamina C, variando entre as cores (Fernandes et al., 2016).

64 As flores da capuchinha possuem atividades biológicas, associadas com as funcionais,  
65 na alimentação humana. Em sua composição, incluem-se antocianinas, ácido ascórbico,  
66 compostos fenólicos (Garzón e Wrolstad, 2009), flavonoides, glucosinolatos, ácidos graxos,  
67 entre outros (Garzón et al., 2015; Brondani et al., 2016). Apresentam atividades diurética  
68 (Gasparotto Junior et al., 2012; Barboza et al., 2014), anti-hipertensiva (Gasparotto Junior et  
69 al., 2011) e anticoagulante (Ostrowski et al., 2014).

70 Um fator importante na produção de flores alimentícias são os cuidados durante a sua  
71 produção em campo. Portanto, são necessárias as investigações de tratos culturais, dentre eles,  
72 alternativas de fertilização, incluindo uso de resíduos orgânicos, garantindo melhor  
73 crescimento das plantas, maior concentração de princípios ativos presentes nas folhas e flores  
74 e ser uma alternativa de renda para os pequenos agricultores rurais, de forma sustentável  
75 (Fernandes et al., 2016).



76           Dentre as alternativas de uso de resíduo orgânico no cultivo de hortaliças e plantas  
77    medicinais, destaca-se a cama de frango. Trata-se de um resíduo orgânico oriundo de  
78    criatórios de frango de corte ou de galinhas poedeiras, contendo uma mistura de fezes, ração,  
79    água, penas e a microbiota resultante da mistura heterogênea entre elas. A composição  
80    química e física da cama de frango podem variar de acordo com os materiais utilizados, entre  
81    elas a casca de arroz e maravalha, bem como o número de ciclo de produção e as práticas de  
82    manejo (Dalólio et al., 2017). Esse resíduo contém nutrientes e matéria orgânica e quando  
83    adicionada ao solo, contribuem para o aumento da capacidade de trocas catiônicas (CTC),  
84    regula a disponibilidade de nutrientes e atividade de elementos potencialmente fitotóxicos em  
85    solos ácidos, como o  $Al^{3+}$  e  $Mn^{2+}$ . Contribuem nas propriedades físicas do solo,  
86    proporcionando melhor aeração e retenção de água e aspectos biológicos, tornando ambiente  
87    adequado para a microbiota e ciclagem de nutrientes (Zandonadi et al., 2014). Quando  
88    adicionada em cobertura do solo, proporciona manutenção do regime térmico e umidade,  
89    principalmente em regiões quentes, evita o impacto direto de gotas de chuva e  
90    conseqüentemente a degradação e controle de plantas invasoras (Gasparim et al., 2005).

91           O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento das plantas, a produtividade de  
92    flores e os teores de nutrientes das folhas e flores da capuchinha (*Tropaeolum majus* L.)  
93    cultivada com adição ao solo de cama de frango.

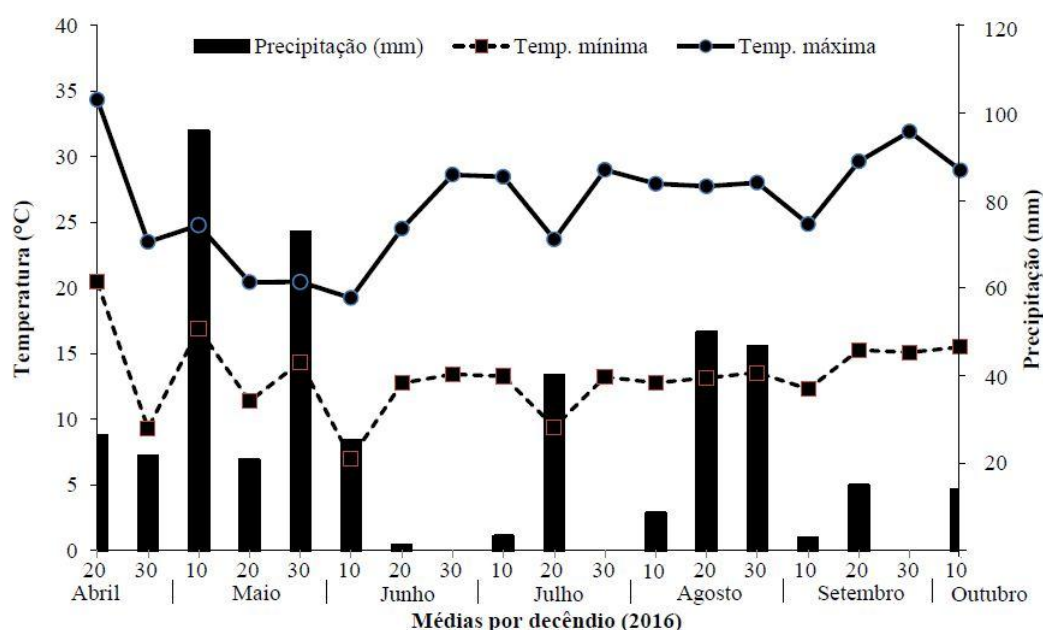
94

## 95    **2. Material e métodos**

### 96    *2.1. Descrição do local, caracterização do solo e do resíduo orgânico*

97           O trabalho experimental foi realizado entre abril e outubro de 2016, nas coordenadas  
98    22°11'43.7"S e 54°56'08.5"W, 452 m. O clima da área é classificado como Am (Clima  
99    Tropical de Monções), segundo Alvares et al. (2013). As temperaturas máximas e mínimas e  
100   as precipitações pluviométricas durante o ciclo de cultivo das plantas são apresentadas na Fig.

101 1. A média da umidade relativa do ar foi de 68,23%. O solo do local é classificado como  
 102 Latossolo Vermelho distroférico, originalmente sob vegetação de Cerrado, de textura  
 103 argilosa (Santos et al., 2013), com os seguintes atributos químicos antes do cultivo (0-20 cm):  
 104 pH em água= 5,42; P (mg/dm<sup>3</sup>)= 23,62; K, Ca, Mg, Al, H+Al, SB e CTC (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>)= 0,44;  
 105 3,71; 1,91; 0,12; 7,15; 6,06; 13,22; V (%)= 45; matéria orgânica= 19,30 g/dm<sup>3</sup>; Cu, Mn, Fe e  
 106 Zn (mg/dm<sup>3</sup>)= 13,97; 62,7; 104,49; 4,93, respectivamente.



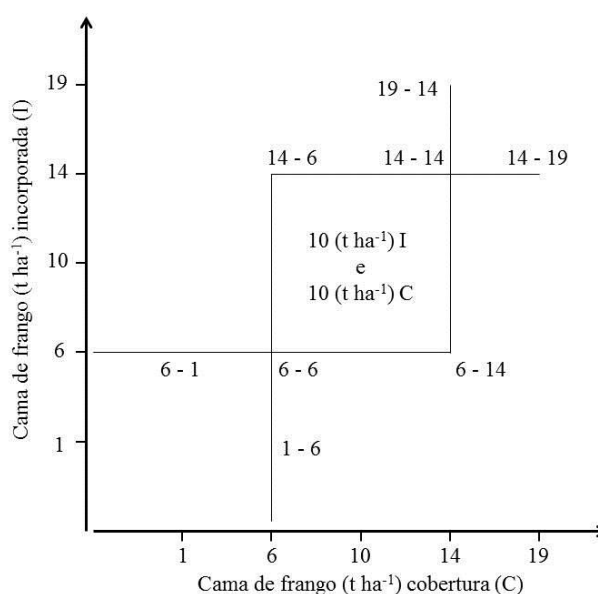
107  
 108 **Fig. 1.** Precipitações totais e temperaturas máximas e mínimas médias, por decêndio, no  
 109 período entre abril e outubro de 2016. Fonte: Guia clima da Estação Agrometeorológica da  
 110 Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados – MS, 2016.

111  
 112 A cama de frango utilizada foi semidecomposta proveniente de aviário para a  
 113 produção de frangos de corte, com as seguintes características químicas: pH em água= 8,40;  
 114 N, P, K, Ca e Mg; S (g/kg)=11,03; 6,17; 2,00; 14,85; 4,50; 8,23; C= 396,00, respectivamente;  
 115 Relação C/N de 35,90; matéria orgânica= 230,00 g/kg, Cu; Zn; Fe; Mn e B (mg/kg)= 90,00;  
 116 190,00; 6.900,00; 650,00; 8,10, respectivamente.

117

118 2.2. *Delineamento experimental*

119 Foram estudadas cinco doses de cama de frango semidecomposta nas formas  
 120 incorporada (1, 6, 10, 14 e 19 t ha<sup>-1</sup>) e em cobertura (1, 6, 10, 14 e 19 t ha<sup>-1</sup>) do solo. Os tratamentos  
 121 foram definidos utilizando-se a matriz experimental Plan Puebla III (Turrent e Laird, 1975)  
 122 (Fig. 2), dando origem às nove combinações das doses de cama de frango incorporadas (I) e  
 123 em cobertura (C): 6 t ha<sup>-1</sup> I + 6 t ha<sup>-1</sup> C; 14 t ha<sup>-1</sup> I + 6 t ha<sup>-1</sup> C; 6 t ha<sup>-1</sup> I + 14 t ha<sup>-1</sup> C; 14 t ha<sup>-1</sup>  
 124 I + 14 t ha<sup>-1</sup> C; 10 t ha<sup>-1</sup> I + 10 t ha<sup>-1</sup> C; 1 t ha<sup>-1</sup> I + 6 t ha<sup>-1</sup> C; 19 t ha<sup>-1</sup> I + 14 t ha<sup>-1</sup> C; 6 t ha<sup>-1</sup> I  
 125 + 1 t ha<sup>-1</sup> C; 14 t ha<sup>-1</sup> I + 19 t ha<sup>-1</sup> C.



126

127 **Fig. 2.** Combinação de doses e formas de adição de cama de frango ao solo utilizando a  
 128 matriz Experimental Plan Puebla III. Fonte: Turrent e Laird (1975).

129

130 O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com nove tratamentos  
 131 e quatro repetições. As parcelas tiveram área total de 3,0 m<sup>2</sup> (2,0 m de comprimento x 1,5 m  
 132 de largura) e área útil de 2,00 m<sup>2</sup> (2,00 m de comprimento x 1,00 m de largura), sendo  
 133 compostas por duas fileiras de plantas, espaçadas de 0,50 m entre elas, com oito plantas em  
 134 cada fileira, espaçadas de 0,25 m, contendo no total 52.800 plantas ha<sup>-1</sup>.

135 Para a propagação das plantas foram utilizadas sementes de capuchinha cv. Dobrada  
136 sortida híbrida alta (Isla<sup>®</sup>). Uma exsicata com exemplar da espécie estudada está depositada  
137 no Herbário DDMS – Dourados – MS, sob o número 5474. A propagação inicial foi em  
138 bandejas de poliestireno expandido de 128 células, preenchidas com substrato comercial  
139 Tropstrato<sup>®</sup>, colocadas em ambiente protegido, com 50% de retenção da luminosidade  
140 incidente. Quando as mudas apresentavam altura média de 7,0 cm (30 dias após o semeio)  
141 foram transplantadas nos canteiros definitivos.

142 O terreno foi preparado com uma aração, uma gradagem e posteriormente foram  
143 levantados os canteiros com rotoencanteirador. Antes da segunda passagem do  
144 rotoencanteirador, foi efetuada a distribuição da cama de frango para incorporação nas  
145 respectivas parcelas. Após o transplântio, foi adicionada a cama de frango em cobertura, nas  
146 doses e parcelas correspondentes. Não foi realizada correção do solo para não interferir no  
147 possível efeito da adição ao solo da cama de frango.

148 As irrigações foram realizadas sempre que necessárias utilizando-se sistema de  
149 aspersão, visando manter o solo com umidade correspondente a 70% da capacidade de campo.  
150 O controle das plantas infestantes foi feito com capinas com enxada entre os canteiros e  
151 manualmente dentro dos canteiros. Houve princípio de ataque de lagartas curuquerê-da-couve  
152 [*Ascia monuste orseis* Godart (Lepidoptera: Pieridae)] no início do cultivo, sendo realizado o  
153 controle com pulverização com óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) na concentração de  
154 10%.

155

### 156 2.3. Características avaliadas

#### 157 2.3.1. No solo

158 Para determinação dos atributos químicos do solo foram coletadas amostras na  
159 profundidade de 0-20 cm após aplicação da cama de frango, antes do transplântio das plantas

160 e no final do ciclo cultivo (após a colheita), em todas parcelas dos nove tratamentos em  
161 estudo e feitas as análises segundo metodologia de Silva (2009).

162

### 163 2.3.2 *Nas plantas*

164 Durante o ciclo de cultivo, avaliaram-se as alturas das plantas, a partir de 18 e a cada  
165 18 dias até aos 180 dias após o transplântio – DAT e índice de clorofila por meio do  
166 clorofilômetro portátil CFL-1030 ClorofiLOG (Falker Automação Agrícola, Porto Alegre,  
167 RS, Brasil), até os 126 DAT, momento esse antes do início do processo de senescência da  
168 planta.

169 Para avaliar a produção de flores foram realizadas colheitas no intervalo de três ou  
170 quatro dias e somadas para obter a colheita semanalmente, entre 61 e 180 DAT. A primeira  
171 colheita ocorreu quando havia flores em 70% das plantas e indicativo do ponto de colheita  
172 foram as pétalas abertas. Foram calculados a produção de flores por planta e a produção de  
173 flores por área (ha), obtidos até a produção máxima, que ocorreu aos 131 DAT e a produção  
174 final aos 180 DAT e determinados os números, massas frescas e secas; diâmetros e  
175 comprimentos das flores. Para obtenção da massa seca, o material foi acondicionado em sacos  
176 de papel, colocados em estufas de circulação forçada de ar à temperatura de  $60 \pm 5$  °C, até a  
177 obtenção de massa seca constante.

178 Aos 120 DAT, aos primeiros sinais de senescência das folhas, foram coletadas duas  
179 plantas de cada parcela, cortando-as rente ao solo, para determinação da área foliar (cm<sup>2</sup>),  
180 obtida pelo integrador de área (LI-COR, Model 3100 C; Nebraska-USA) e da massa seca das  
181 folhas. Foram calculadas a massa foliar específica (MFE) e a área foliar específica (AFE), de  
182 acordo com metodologia de Benincasa (2003).

183 As amostras das massas secas das folhas colhidas aos 120 DAT e das flores colhidas  
184 na mesma semana foram trituradas em moinho de facas tipo Willey, homogeneizadas e  
185 utilizadas para determinação de teores de nutrientes (Malavolta, 2006).

186

#### 187 *2.4. Análises estatísticas*

188 A altura de plantas, o índice de clorofila e as colheitas durante o ciclo de cultivo foram  
189 analisadas em parcelas subdivididas no tempo, sendo submetidas à análise de variância e  
190 regressão, em função dos tratamentos e épocas. As médias dos dados de área foliar, massa  
191 foliar específica, área foliar específica, massa seca de folhas, produção de flores (número e  
192 massas fresca e seca), atributos químicos do solo e teores de nutrientes das folhas e das flores  
193 foram submetidas à análise de variância e teste F ( $p < 0,05$ ) e à regressão sequencial, testando  
194 os modelos quadrático e base raiz quadrática. O modelo significativo ao teste t ( $p < 0,05$ ) foi  
195 apresentado em superfície de resposta.

196

### 197 **3. Resultados**

#### 198 *3.1 Efeito do resíduo orgânico nos atributos químicos do solo*

199 Com incremento de adição de cama de frango ao solo, observou-se melhoria dos  
200 atributos químicos e redução da acidez potencial ( $H+A1$ ), quando comparado com as análises  
201 do solo no início do experimento (Tabela 1).

202

203

204

205

206

207

208 **Tabela 1.**

209 Atributos químicos do solo antes do transplante (inicial) e após a colheita da capuchinha  
 210 (máxima calculada), cultivadas sob uso de cama de frango ao solo, em diferentes doses,  
 211 aplicadas nas formas incorporada (I) e em cobertura (C).

Atributos químicos	Equação	R <sup>2</sup>
pH H <sub>2</sub> O	$\hat{y}=5.922+0.016**I+0.048**C-0.001**I^2-0.002**C^2+0.001**IC$	0.98
O. M. (g dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y}=21.081+0.506**I+0.600**C-0.042**I^2-0.047**C+0.053**IC$	0.93
P (mg dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y}=52.869+0.430*I-0.951**C-0.019*I^2+0.143**C^2$	0.68
K (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y}=\bar{y}=0.78$	s/aj.
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y}=4.493+0.139**I+0.257**C-0.004**I^2-0.011**C^2-0.001**IC^2$	0.98
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y}=2.517-0.007**I+0.111**C+0.003**I^2-0.003**C^2-0.001**IC$	0.99
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y}=16.909+0.145**I+0.228**C-0.001**I^2-0.011**C^2-0.013**IC$	0.61
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y}=74.122+3.559**I+5.042**C-0.321**I^2-0.405**C^2+0.320**IC$	0.80
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y}=\bar{y}=125.32$	s/aj.
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y}=8.385+0.157**I-0.025**C-0.004**I^2+0.006**C^2$	0.94
H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y}=5.235-0.039**I-0.124**C+0.004**I^2+0.007**C^2-0.008**IC$	0.99
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y}=8.140+0.126**I+0.264**C-0.002**I^2-0.011**C^2$	0.98
CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y}=13.157+0.027**I+0.241**C+0.005**I^2-0.008**C^2-0.010**IC$	0.84
V (%)	$\hat{y}=63.015+0.702**I+0.859**C-0.052**I^2-0.061**C^2-0.064**IC$	0.99

212 \*\*Significativo a 1% de probabilidade; \*Significativo a 5% de probabilidade; s/aj. – sem  
 213 ajuste da regressão; pH (H<sub>2</sub>O) – potencial hidrogênio do solo em água; P – fósforo extraído  
 214 através de Mehlich; K, Ca e Mg – formas trocáveis dos elementos; M.O – matéria orgânica;  
 215 H+Al – Acidez potencial; SB- soma de base; CTC – Capacidade de troca catiônica; V (%) –  
 216 índice de saturação por bases.

217

218 O aumento do pH (6,47) sob 19 t ha<sup>-1</sup> I e 16,30 t ha<sup>-1</sup> C proporcionou maiores  
 219 disponibilidades de Mg (4,00 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); sob 19 t ha<sup>-1</sup> I e 10,88 t ha<sup>-1</sup> C, de Cu (18,96 mg

220  $\text{dm}^{-3}$ ); sob  $19 \text{ t ha}^{-1}$  I e  $1 \text{ t ha}^{-1}$  C, de Zn ( $11,53 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e sob  $19 \text{ t ha}^{-1}$  I e  $19 \text{ t ha}^{-1}$  C, além da  
221 elevação da CTC ( $15,67 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) sob  $19 \text{ t ha}^{-1}$  I e  $1 \text{ t ha}^{-1}$  C e redução da acidez potencial  
222 ( $5,92 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) sob  $19 \text{ t ha}^{-1}$  I e  $19 \text{ t ha}^{-1}$  C de cama de frango ao solo (Tabela 1). Podemos  
223 observar que a incorporação de  $19 \text{ t ha}^{-1}$  de cama frango propiciou esses aumentos. Os demais  
224 atributos químicos tiveram resultados distintos, em que, a maior matéria orgânica ( $29,28 \text{ g}$   
225  $\text{dm}^{-3}$ ) ocorreu sob  $15,04 \text{ t ha}^{-1}$  I e  $14,63 \text{ t ha}^{-1}$  C, Ca ( $6,67 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) sob  $13,39 \text{ t ha}^{-1}$  I e  $10 \text{ t}$   
226  $\text{ha}^{-1}$  C, P ( $88,83 \text{ mg dm}^{-3}$ ) sob  $10,91 \text{ t ha}^{-1}$  I e  $19 \text{ t ha}^{-1}$  C, Mn ( $119,59 \text{ mg dm}^{-3}$ ) sob  $10,74 \text{ t ha}^{-1}$   
227  $\text{I}$  e  $10,45 \text{ t ha}^{-1}$  C, soma de base ( $11,51 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) sob  $1 \text{ t ha}^{-1}$  I e  $19 \text{ t ha}^{-1}$  C e índice de  
228 saturação por bases ( $66,47\%$ ) sob  $3,59 \text{ t ha}^{-1}$  I e  $5,10 \text{ t ha}^{-1}$  C.

229

### 230 *3.2 Teores de nutrientes da capuchinha*

231 Os maiores teores dos macronutrientes Ca ( $17,88 \text{ g kg}^{-1}$ ) e Mg ( $3,56 \text{ g kg}^{-1}$ ) nas folhas  
232 das plantas foram observados naquelas cultivadas sob doses próximas de  $10 \text{ t ha}^{-1}$  I e  $10 \text{ t ha}^{-1}$   
233 C de cama de frango (Tabela 2) e P ( $6,50 \text{ g kg}^{-1}$ ), sob  $19 \text{ t ha}^{-1}$  I e  $19 \text{ t ha}^{-1}$  C. Os maiores  
234 teores dos micronutrientes Cu ( $13,97 \text{ mg kg}^{-1}$ ) e Fe ( $9.394,64 \text{ mg kg}^{-1}$ ), sob  $1 \text{ t ha}^{-1}$  I e  $19 \text{ t ha}^{-1}$   
235  $\text{C}$  e Zn ( $37,61 \text{ mg kg}^{-1}$ ),  $1 \text{ t ha}^{-1}$  I e  $1 \text{ t ha}^{-1}$  C. Os teores de N ( $13,49 \text{ g kg}^{-1}$ ), K ( $24,63 \text{ g kg}^{-1}$ )  
236 e Mn ( $74,89 \text{ mg kg}^{-1}$ ) não tiveram ajustes aos modelos de regressão empregados. Nas flores,  
237 os maiores teores de N ( $27,52 \text{ g kg}^{-1}$ ) ocorreram sob  $17,88 \text{ t ha}^{-1}$  I e  $1 \text{ t ha}^{-1}$  C; Ca ( $4,97 \text{ g kg}^{-1}$ ),  
238 sob  $1 \text{ t ha}^{-1}$  I e  $1 \text{ t ha}^{-1}$  C; Mn ( $26,45 \text{ mg kg}^{-1}$ ) sob  $8,56 \text{ t ha}^{-1}$  I e  $5,67 \text{ t ha}^{-1}$  C; Fe ( $663,74 \text{ mg}$   
239  $\text{kg}^{-1}$ ) sob  $1 \text{ t ha}^{-1}$  I e  $19 \text{ t ha}^{-1}$  C e Zn ( $40,96 \text{ mg kg}^{-1}$ ) sob  $19 \text{ t ha}^{-1}$  I e  $1 \text{ t ha}^{-1}$  C.

240

241

242

243

244



245 **Tabela 2.**

246 Teores de nutrientes de folhas e flores de capuchinha, coletadas aos 120 dias após o  
 247 transplante, cultivadas sob uso de cama de frango ao solo, em diferentes doses, aplicadas nas  
 248 formas incorporada (I) e em cobertura (C).

**Teores de nutrientes nas folhas**

<b>Nutrientes</b>	<b>Equação</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
N (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=\bar{y}=13,49$	s/aj.
P (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=4,752-0,054**I+0,043*C-0,005**I^2-0,012*C^2+0,023**IC$	0,98
K (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=\bar{y}=24,63$	s/aj.
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=10,134+0,816**I+0,742**C-0,053**I^2-0,049**C^2+0,025**IC$	0,95
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=1,869+0,089**I+0,255**C-0,003**I^2-0,010**C^2-0,003**IC$	0,83
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=15,773-0,463**I-1,418**C+0,006**I^2+0,042**C^2+0,031**IC$	0,58
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=\bar{y}=74,89$	s/aj.
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=696,765+50,929**I+377,202**C+11,021**I^2+6,335**C^2-43,055**IC$	0,85
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=39,899-1,121**I-1,282**C-0,135**I^2-0,142**C^2+0,397**IC$	0,75

**Teores de nutrientes nas flores**

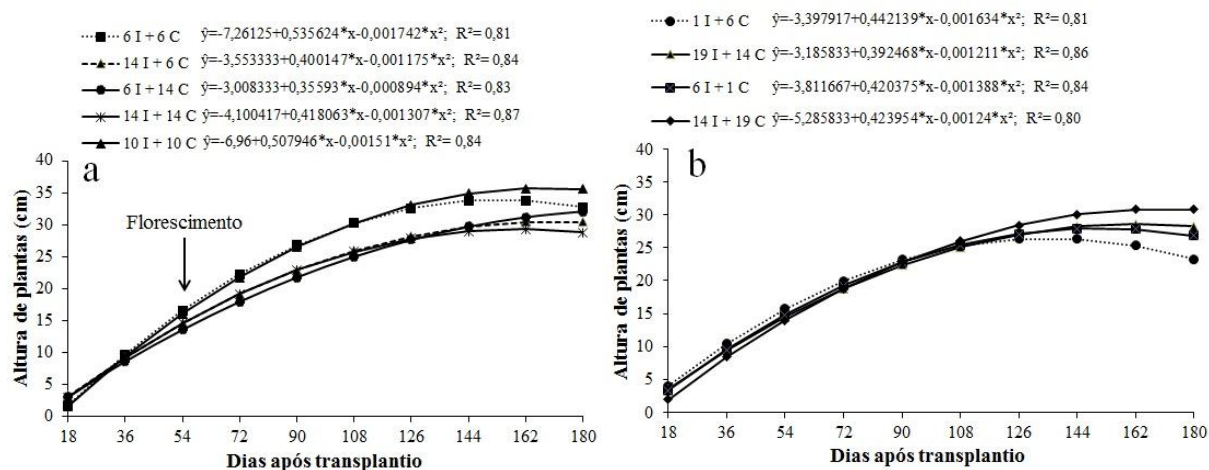
N (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=18,190+1,092**I+0,323**C-0,030**I^2+0,001**C^2-0,038**IC$	0,79
P (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=\bar{y}=8,34$	ns
K (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=\bar{y}=30,98$	ns
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=5,152-0,176**I-0,006**C+0,003**I^2-0,003**C^2+0,007**IC$	0,53
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=\bar{y}=3,12$	ns
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=\bar{y}=6,43$	ns
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=24,546+0,309**I+0,206**C-0,026**I^2-0,038**C^2+0,026**IC$	0,75
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=242,27+3,032**I+19,260**C+0,852**I^2+0,256**C^2-2,156**IC$	0,78
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=25,279+0,430**I+1,058**C+0,021**I^2-0,028**C^2-0,060**IC$	0,97

249 \*\*Significativo a 1% de probabilidade; ns= não significativo; s/aj. – sem ajuste da regressão.

250

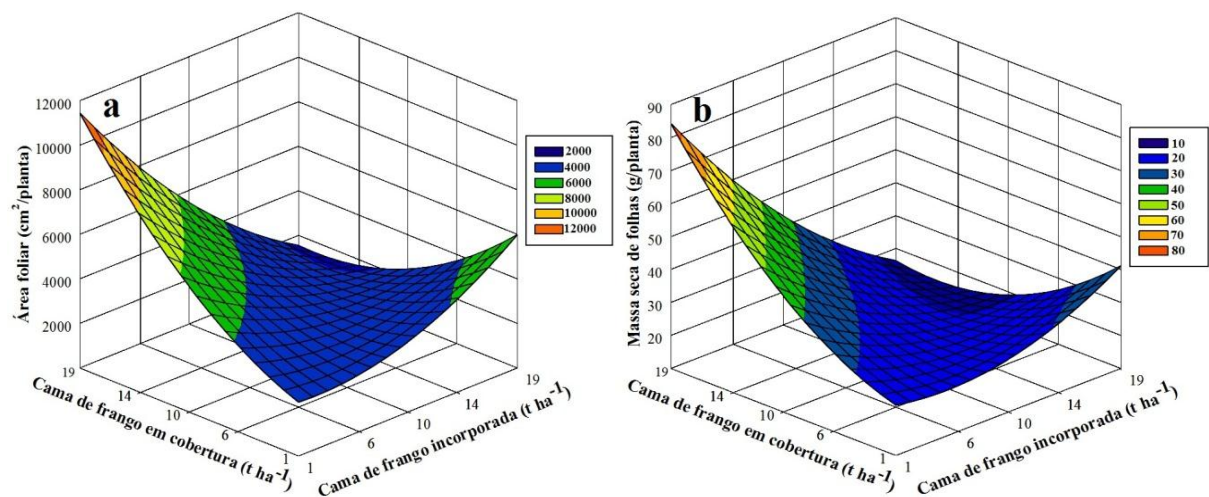
251 3.3 Indicadores de crescimento de plantas de capuchinha

252 A maior altura máxima de plantas (35,75 cm) foi alcançada aos 168 DAT, sob 10 t ha<sup>-1</sup>  
 253 I e 10 t ha<sup>-1</sup> C e a menor altura máxima (26,51 cm) aos 135 dias DAT sob 1 t ha<sup>-1</sup> I e 6 t ha<sup>-1</sup> C  
 254 (Fig. 3A-B).



255  
 256 **Fig. 3.** Altura das plantas (A e B) de cultivadas sob adição de cama de frango ao solo, em  
 257 cinco doses, aplicadas nas formas incorporada (I) e em cobertura (C).

258  
 259 As maiores área foliar (11.457 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>) e massa seca de folhas (84,32 g planta<sup>-1</sup>)  
 260 foram alcançadas com 1 t ha<sup>-1</sup> I e 19 t ha<sup>-1</sup> C. Por outro lado, a menor área foliar (1.545,51 cm<sup>2</sup>  
 261 planta<sup>-1</sup>) e massa seca de folhas (15,40 g planta<sup>-1</sup>) ocorreram sob 19 t ha<sup>-1</sup> I e 19 t ha<sup>-1</sup> C e 19 t  
 262 ha<sup>-1</sup> I e 14 t ha<sup>-1</sup> C, respectivamente (Fig. 4A-B).



264 **Fig. 4.** Área foliar - AF (A) e massa seca de folhas – MSF (B) de capuchinha, cultivadas sob  
 265 adição de cama de frango ao solo, em cinco doses, aplicadas nas formas incorporada (I) e em  
 266 cobertura (C).

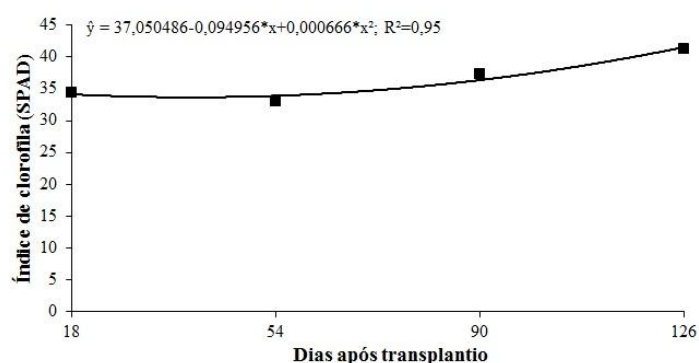
267  $AF \hat{y} = 2225,7 - 20,474I^{**} + 221,922^{**}C + 13,02281^{**}I^2 + 16,1025^{**}C^2 - 41,61201^{**}IC$ ;  $R^2 = 0,89$ ;

268  $MSF \hat{y} = 24,7939 - 0,65015^{**}I + 1,15216^{**}C + 0,0894524^{**}I^2 + 0,119444^{**}C^2 - 0,258923^{**}IC$ ;

269  $R^2 = 0,88$ . \* e \*\*Significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

270

271 Quanto à massa foliar específica e área foliar específica, não foram influenciadas pelas  
 272 combinações das formas de adição da cama de frango, apresentando média de  $0,0184 \text{ g cm}^{-2}$  e  
 273  $118,36 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ , respectivamente. O índice de clorofila foi influenciado pelas épocas de  
 274 avaliação, constatando-se maior valor (41,54) aos 126 dias após o transplântio (Fig. 5).



275

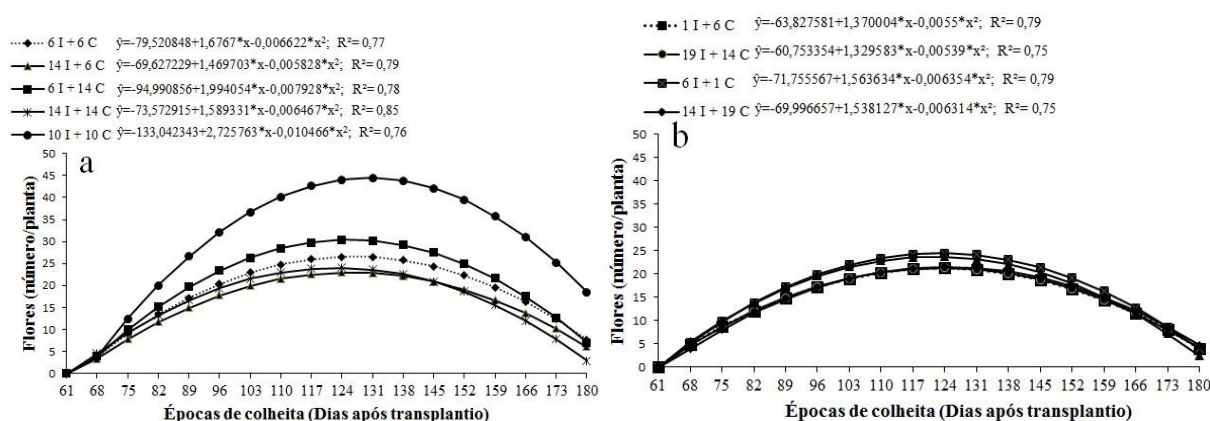
276 **Fig. 5.** Índice de clorofila das folhas de plantas de capuchinha em função dos dias após  
 277 transplântio, cultivadas sob adição de cama de frango ao solo, em cinco doses, aplicadas nas  
 278 formas incorporada (I) e em cobertura (C).

279

### 280 3.4 Indicadores de produção de flores de capuchinha

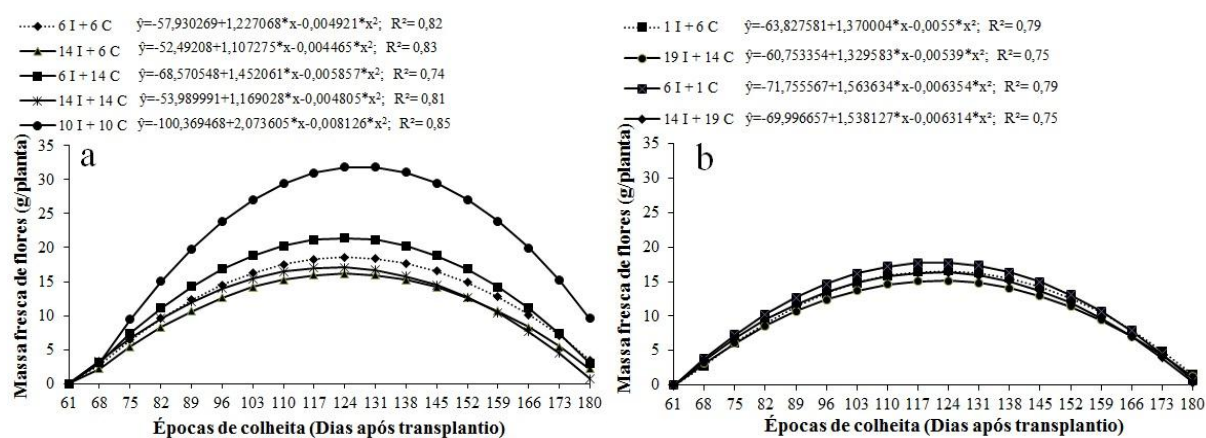
281 As produções de flores por planta, obtidas nas colheitas ao longo do ciclo de cultivo  
 282 foram influenciadas pela interação entre os fatores em estudo. A maior produção máxima em  
 283 número de flores ( $44,43 \text{ planta}^{-1}$ ) ocorreu sob  $10 \text{ t ha}^{-1} \text{ I}$  e  $10 \text{ t ha}^{-1} \text{ C}$ , aos 130 DAT, superando

284 em 109,18% à menor produção máxima (21,24 planta<sup>-1</sup>), alcançada aos 123 DAT sob 19 t ha<sup>-1</sup>  
 285 I e 14 t ha<sup>-1</sup> C (Fig. 6A-B).



286  
 287 **Fig. 6.** Número de flores por planta (A e B) de capuchinha em função dos dias de colheita,  
 288 cultivadas sob adição de cama de frango ao solo, em diferentes doses, aplicadas nas formas  
 289 incorporada (I) e em cobertura (C).

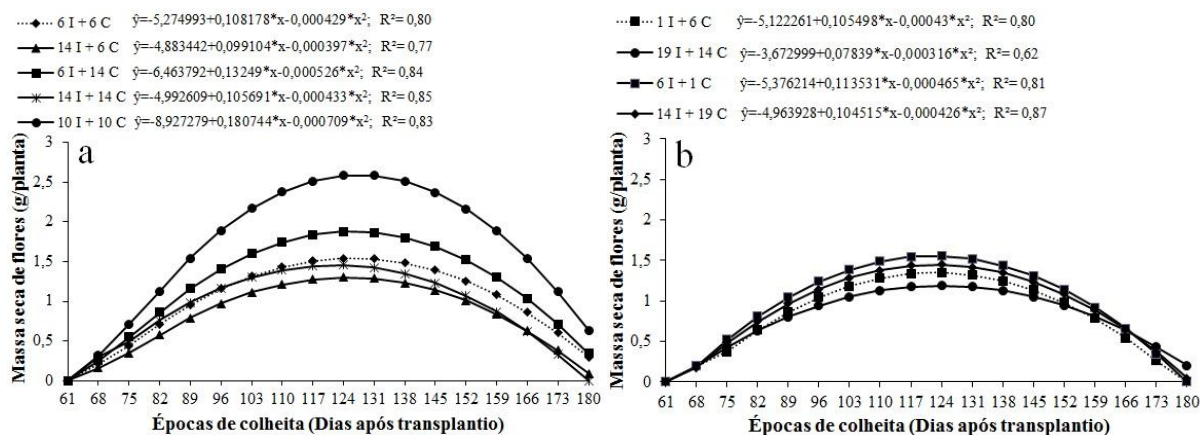
290  
 291 Para a massa fresca de flores, o valor máximo foi de 31,91 g planta<sup>-1</sup>, alcançado aos  
 292 127 DAT, sob 10 t ha<sup>-1</sup> I e 10 t ha<sup>-1</sup> C, superando em 110,63% à menor produção máxima  
 293 (15,15 g planta<sup>-1</sup>), que ocorreu aos 121 DAT sob 19 t ha<sup>-1</sup> I e 14 t ha<sup>-1</sup> C (Fig. 7A-B).



294  
 295 **Fig. 7.** Massa fresca de flores por planta (A e B) de capuchinha em função dos dias de  
 296 colheita, cultivadas sob adição de cama de frango ao solo, em diferentes doses, aplicadas nas  
 297 formas incorporada (I) e em cobertura (C).

298

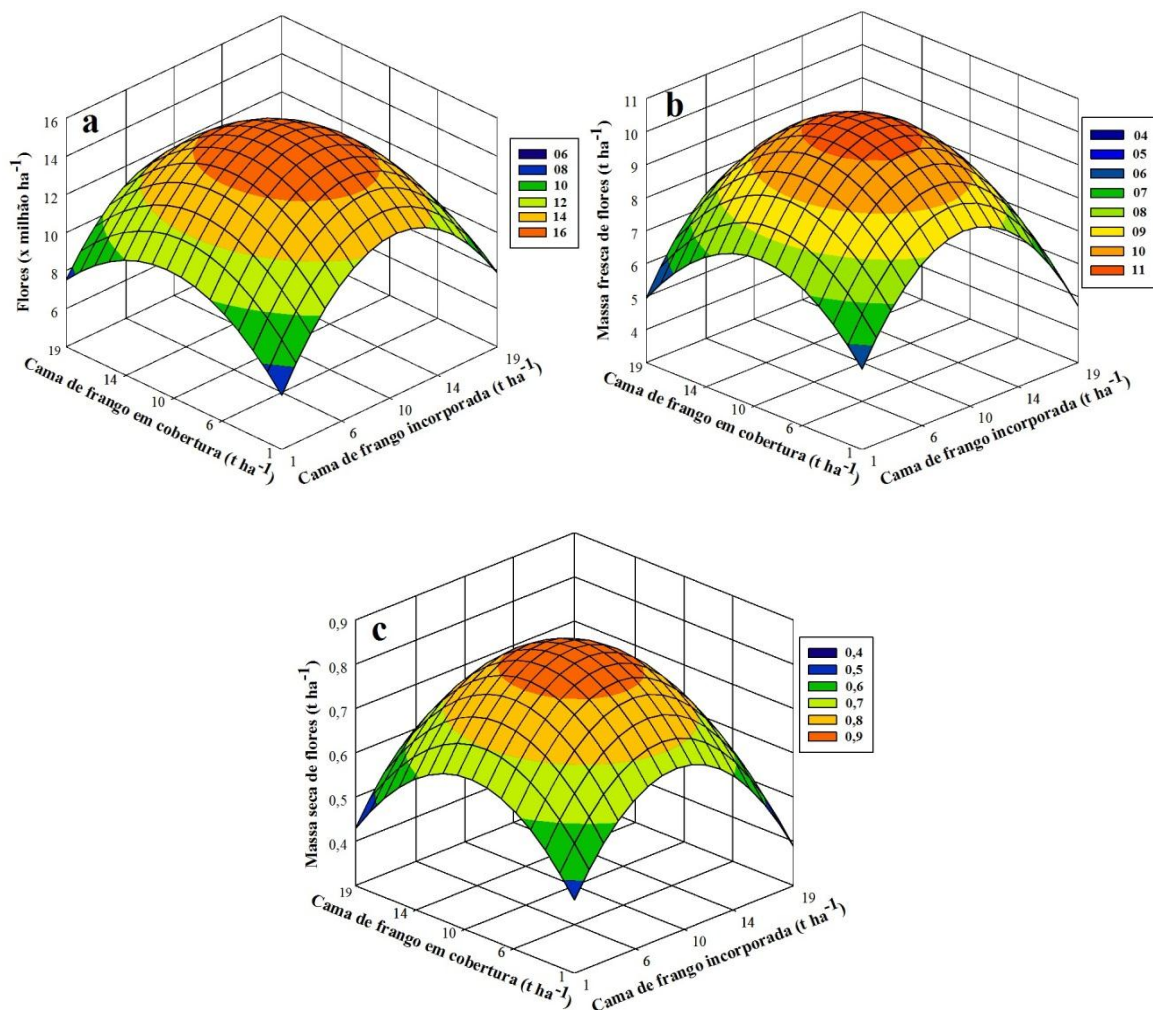
299 A massa seca de flores apresentou a mesma tendência encontrada para a massa fresca,  
 300 alcançando o maior valor máximo (2,59 g planta<sup>-1</sup>) aos 127 DAT sob 10 t ha<sup>-1</sup> I e 10 t ha<sup>-1</sup> C,  
 301 superando em 119,49% à menor massa máxima (1,18 g planta<sup>-1</sup>) aos 124 DAT sob 19 t ha<sup>-1</sup> I e  
 302 14 t ha<sup>-1</sup> C (Fig. 8A-B).



303 **Fig. 8.** Massa seca de flores por planta (A e B) de capuchinha em função dos dias de colheita,  
 304 cultivadas sob adição de cama de frango ao solo, em diferentes doses, aplicadas nas formas  
 305 incorporada (I) e em cobertura (C).

308 As maiores produções de flores (15,40 milhões ha<sup>-1</sup>); massas fresca (10,45 t ha<sup>-1</sup>) e  
 309 seca (0,849 t ha<sup>-1</sup>) de flores de capuchinha ocorreram sob 9,80 t ha<sup>-1</sup> I e 9,43 t ha<sup>-1</sup> C (Fig. 9A);  
 310 9,49 I t ha<sup>-1</sup> e 9,51 t ha<sup>-1</sup> C (Fig. 9B) e 9,27 t ha<sup>-1</sup> I e 9,57 t ha<sup>-1</sup> C (Fig. 9C), respectivamente,  
 311 superando os menores valores obtidos em 184,66% (5,41 milhões ha<sup>-1</sup>), 148,22% (4,21 t ha<sup>-1</sup>)  
 312 e 143,27% (0,349 t ha<sup>-1</sup>), ao utilizar as maiores doses de cama de frango (19 t ha<sup>-1</sup> I e 19 t ha<sup>-1</sup>  
 313 C), respectivamente.





314

315

316 **Fig. 9.** Número - NF (A), massa fresca - MF (B) e massa seca - MS (C) de flores de  
 317 capuchinha cultivadas sob adição de cama de frango ao solo, em diferentes doses, aplicadas  
 318 nas formas incorporada (I) e em cobertura (C).

319  $NF \hat{y} = 4732,14 + 1330,7 \cdot I + 881,362 \cdot C - 63,198 \cdot I^2 - 41,713 \cdot C^2 - 9,62103 \cdot IC$ ;  $R^2 = 0,83$ ;

320  $MF \hat{y} = 4184,73 + 775,991 \cdot I + 543,404 \cdot C - 40,8146 \cdot I^2 - 28,5484 \cdot C^2$ ;  $R^2 = 0,79$ ;

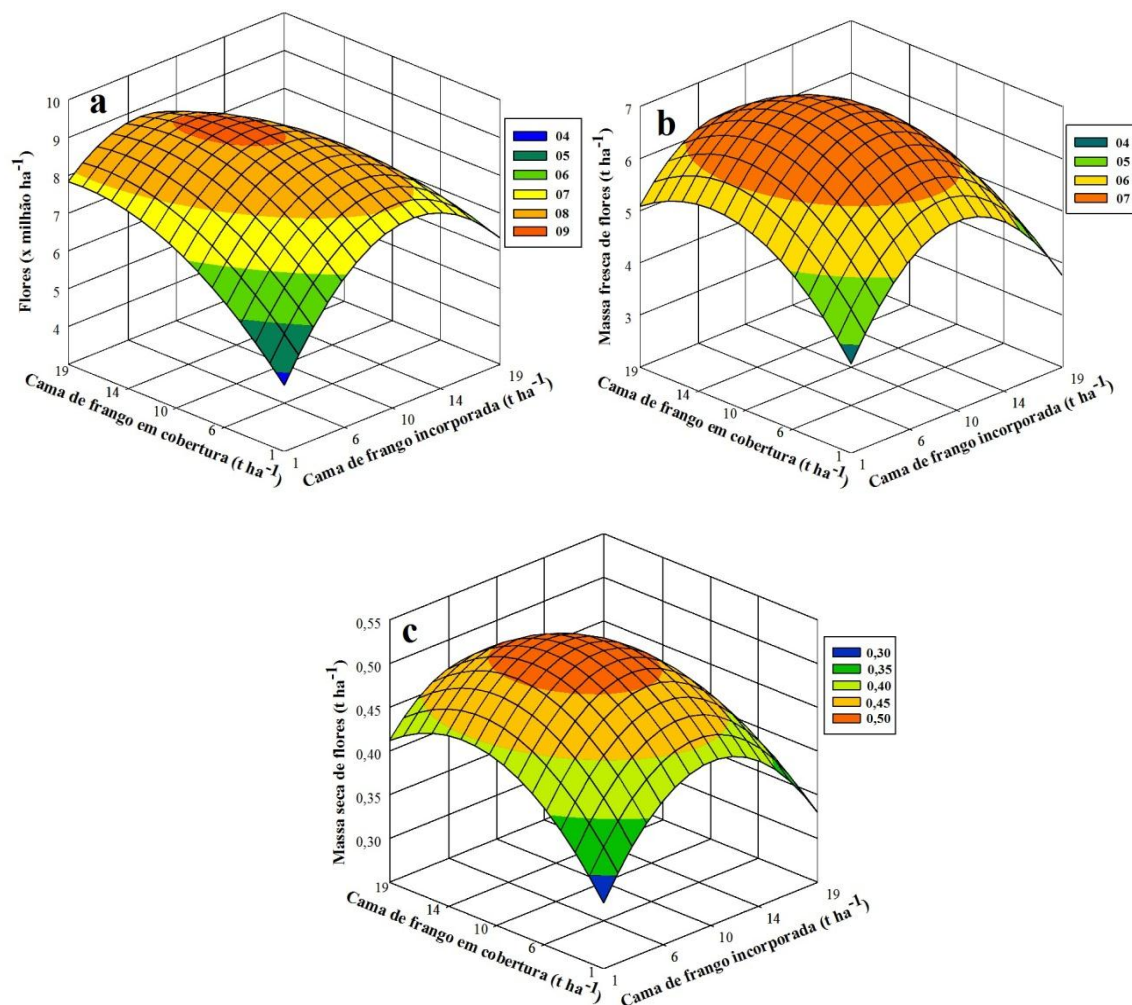
321  $MS \hat{y} = 368,207 + 55,6551 \cdot I + 46,688 \cdot C - 2,99882 \cdot I^2 - 2,43868 \cdot C^2$ ;  $R^2 = 0,78$ .

322 \*\*Significativo a 1% de probabilidade.

323

324 A produção de flores, considerada até o dia em que ocorreu a produção máxima, aos  
 325 131 DAT, apresentou-se maior em número (9,11 milhões ha<sup>-1</sup>), massas fresca (7,00 t ha<sup>-1</sup>) e  
 326 seca (0,524 t ha<sup>-1</sup>) sob 8,48 t ha<sup>-1</sup> I e 13,00 t ha<sup>-1</sup> C (Fig. 10A); 8,86 I t ha<sup>-1</sup> e 11,26 t ha<sup>-1</sup> C

327 (Fig. 10B) e  $8,68 \text{ t ha}^{-1}$  I e  $11,09 \text{ t ha}^{-1}$  C (Fig. 10C) respectivamente, representando as  
 328 seguintes porcentagens da produção total (Figuras 9A-B-C) em número de flores (59,16%) e  
 329 massas fresca (66,99%) e seca (61,72%) de flores de capuchinha.



332 **Fig. 10.** Número - NF (A), massa fresca - MF (B) e massa seca - MS (C) de flores de  
 333 capuchinha obtidas até os 131 dias após transplântio, cultivadas sob adição de cama de frango  
 334 ao solo, em diferentes doses, aplicadas nas formas incorporada (I) e em cobertura (C).

335  $NF \hat{y} = 3748,99 + 644,926**I + 404,064**C - 27,1291**I^2 - 10,9039**C^2 - 14,1893**IC; R^2=0,87;$

336  $MF \hat{y} = 2923,7 + 474,656**I + 351,15**C - 23,3323**I^2 - 13,455**C^2 - 5,41461**IC; R^2=0,79;$

337  $MS \hat{y} = 277,181 + 27,8148**I + 22,7814**C - 1,3607**I^2 - 0,879077**C^2 - 0,377708**IC; R^2=0,79.$

338

339

#### 340 4. Discussão

341 As melhorias dos atributos químicos do solo, principalmente na maior disponibilidade  
342 dos macro e micronutrientes (Tabela 1), com doses elevadas de cama de frango incorporadas  
343 ao solo, podem ser justificadas por ser uma boa fonte de nutrientes, contribuindo com a  
344 elevação da matéria orgânica. Além disso, por ter passado pelo processo de mineralização,  
345 elevaram-se as cargas do solo, o que proporcionou a adsorção de íons de  $H^+$  presentes nas  
346 partículas minerais ou orgânica, com cargas variáveis, disponíveis na fração húmica do  
347 resíduo (Lourenzi et al., 2016). Melhoraram também os atributos físicos, aumentando a  
348 capacidade de retenção de água, bem como a areação e propiciando condições adequadas para  
349 a flora microbiana (Blum et al., 2003; Zandonadi et al., 2014).

350 O efeito da cama de frango na disponibilidade de nutrientes foi observado por Fioreze  
351 e Ceretta (2006), no qual avaliaram fontes orgânicas em conjunto e isolado com a adubação  
352 mineral no cultivo da batata na safra e safrinha, constataram que a cama de frango foi a que  
353 acumulou maior quantidade de N, P e K disponíveis, independente se foi associada com  
354 adubação mineral e concluíram que essa fonte orgânica é uma alternativa melhor do que a  
355 cama de suínos, tanto técnica quanto economicamente, pois servirá de aporte nutricional para  
356 o cultivo da batata.

357 Nas folhas da capuchinha, os teores médios de N e K (Tabela 2) encontram-se abaixo  
358 da faixa recomendada para um bom desenvolvimento das principais hortaliças (Raij, 2011).  
359 Por outro lado, os teores de P, Ca, Mg, Cu, Mn e Zn (Tabela 2) encontram-se dentro da faixa  
360 e o teor de Fe, acima da faixa (Raij, 2011). Nas flores, os teores de N, K, Mg, Cu e Zn,  
361 encontraram-se dentro da faixa recomendada (Raij, 2011) e os teores de Ca e Mn abaixo  
362 (Tabela 2). Entretanto, P e Fe foram superiores à faixa recomendada (Raij,2011). Portanto, a  
363 cama de frango influenciou positivamente nos teores de N e Zn das flores. Entretanto, o teor  
364 de N nas flores ( $27,52 \text{ g kg}^{-1}$ ) foi inferior ao encontrado por Sangalli et al. (2004), que



365 constataram  $35,6 \text{ g kg}^{-1}$  nas plantas cultivadas com  $15 \text{ t ha}^{-1}$  de cama de frango  
366 semidecomposta ao solo, destacando que a capacidade fotossintética do vegetal depende do  
367 suprimento do N, envolvido no processo fotossintético. Por outro lado, o teor de P ( $6,50 \text{ g kg}^{-1}$   
368 <sup>1</sup>) nas flores foi superior ao encontrado por Sangalli et al. (2004), variando entre  $3,0 \text{ g kg}^{-1}$  sob  
369 com cama de frango associada ao nitrogênio e  $3,9 \text{ g kg}^{-1}$  aquelas cultivadas com apenas  
370 nitrogênio.

371 O maior teor de N nas flores em relação às folhas de capuchinha (Tabela 2) pode estar  
372 associado à alta relação C/N do resíduo orgânico (35,90), e com isso, havendo redução da  
373 velocidade de decomposição e liberação de N para a planta, além da redução na capacidade de  
374 assimilar o nutriente disponível do solo. Por outro lado, há mobilização do N presente nas  
375 folhas para o desenvolvimento na fase reprodutiva (Bredemeier e Mundstock, 2000).

376 O grande acúmulo de P nas flores (Tabela 2) pode ser explicado pelo fato de que esse  
377 nutriente está preferencialmente alocado nos órgãos reprodutivos (Araújo e Machado, 2006).  
378 Já o alto teor de Fe nas folhas e flores da capuchinha (Tabela 2) pode estar relacionado com a  
379 alta concentração de óxidos de Fe no solo da região (Camargo et al., 2010).

380 As maiores alturas das plantas de capuchinha demonstram que doses equilibradas de  
381 cama de frango na forma incorporada e em cobertura contribuem no crescimento da espécie  
382 (Fig. 3A-B), possibilitando maior produção em número e massas de flores (Figs. 9 e 10). Esse  
383 resultado pode estar relacionado com o teor de matéria orgânica e dos nutrientes disponíveis  
384 no solo, proporcionado com a adição da cama de frango incorporada ao solo (Blum e at.,  
385 2003; Zandonadi et al., 2014), bem como a manutenção da umidade do solo proveniente da  
386 adição da cama de frango em cobertura, evitando o aquecimento do solo (Gasparim et al.,  
387 2005). Por outro lado, a menor altura das plantas sob as menores doses de cama de frango na  
388 forma incorporada e em cobertura pode estar relacionada com o baixo aporte de nutrientes e  
389 matéria orgânica disponível no solo, proveniente da cama de frango.

390 As plantas de capuchinha cresceram em altura até os 168 DAT. Após esse período,  
391 apresentaram os primeiros sinais de senescência, como redução em altura, amarelecimento e  
392 queda das folhas, finalizando o ciclo de desenvolvimento e produção de flores. Esse processo  
393 pode estar relacionado com a síntese de etileno produzida nas plantas, uma vez que esse  
394 hormônio regula as respostas fisiológicas durante o crescimento e desenvolvimento da planta,  
395 proporcionadas por fatores internos do próprio tecido e pelos fatores ambientais ou ao estresse  
396 (Dukovski et al., 2006).

397 Resultado semelhante em altura de plantas de capuchinha foram observados por  
398 Sangalli et al. (2004), que constataram altura máxima de 36,33 cm sob cama de frango  
399 semidecomposta ( $15 \text{ t ha}^{-1}$ ) incorporada ao solo. Entretanto, Carbonari et al. (2006)  
400 observaram altura máxima de 46,38 cm sob  $25,8 \text{ kg ha}^{-1}$  de P e  $14 \text{ t ha}^{-1}$  de cama de frango  
401 semidecomposta incorporada ao solo. Cabe destacar que a altura de plantas da capuchinha  
402 pode não ser uma característica adequada para correlacionar com a produção da espécie, uma  
403 vez que após um período de crescimento vertical, lança ramificações, desenvolvendo-se  
404 paralelamente ao solo.

405 A produção de flores por planta de capuchinha ao longo do ciclo de cultivo  
406 demonstrou a mesma tendência observada para altura das plantas, com produção máxima aos  
407 130 DAT, para número de flores, e aos 127 DAT para massas fresca e seca de flores,  
408 respectivamente, ambas sob  $10 \text{ t ha}^{-1}$  I e  $10 \text{ t ha}^{-1}$  C. Após esse período, observou-se redução  
409 da produção de flores (Fig. 6A-B), podendo ser relacionada com o processo de senescência da  
410 planta. Essa produção correspondeu em número de flores (59,16%), massas fresca (66,99%) e  
411 seca (61,72%) de flores de capuchinha (Figuras 10A-B-C), quando comparados com a  
412 produção total (Fig. 9A-B-C). Esses resultados demonstram que após alcançar a máxima  
413 produção de flores, ainda há uma viabilidade de colheita até o final do ciclo de cultivo.

414 A maior produção total em número de flores, bem como massas fresca e seca de flores  
415 (Fig. 9A-B-C) sob doses intermediárias de cama de frango podem estar associadas com as  
416 características adequadas promovidas com a adição da cama de frango ao solo. Dentre elas a  
417 retenção de umidade promovida pelo fornecimento de matéria orgânica, melhorando a  
418 microbiota do solo (Blum et al., 2003), e disponibilidade de nutrientes essenciais para a planta  
419 (Tabela 2), tal como o P e N. Isso, porque o P participa da formação de ATP e N e está  
420 associado ao alongamento e crescimento vegetativo, (Taiz e Zeiger, 2013), favorecendo o  
421 potencial reprodutivo das plantas. Resultado similar foi observado por Carbonari et al. (2006),  
422 que constataram produção média de 15,50 milhões de flores  $\text{ha}^{-1}$ , utilizando-se doses de P e  
423 cama de frango incorporada ao solo.

424 A adição de cama de frango ao solo contribuiu na maior disponibilidade de nutrientes  
425 no solo e posteriormente na absorção pelas plantas. A maioria desses nutrientes encontra-se  
426 na faixa adequada ou superior para a recomendada no cultivo de hortaliças, evidenciando que  
427 essa fonte de resíduo orgânico é efetiva para o cultivo de hortaliças e plantas medicinais. Heid  
428 et al. (2015) destacaram que a combinação de 19 t  $\text{ha}^{-1}$  em cobertura e 14 t  $\text{ha}^{-1}$  incorporada ao  
429 solo cama de frango possibilitou o aumento da produtividade de raízes comercializáveis de  
430 mandioquinha salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.). Castro et al. (2017) evidenciaram que a  
431 adição de cama de frango base casca de arroz (10 t  $\text{ha}^{-1}$ ), associada ao espaçamento de 12,5  
432 cm entre plantas resulta maior produtividade de rizomas comercializáveis de mangarito  
433 (*Xanthosoma mafaffa* Schott).

434 A área foliar e massa seca de folhas tiveram respostas semelhantes com adição de  
435 cama de frango em cobertura no solo. Esse resultado está relacionado com os teores de P no  
436 solo e nas folhas de capuchinha, proveniente da cama de frango, promovendo acúmulo de  
437 fotoassimilados, e conseqüentemente, expansão e espessamento dos limbos foliares e  
438 alongamento do pecíolo. Resultado semelhante para área foliar foi encontrado por Carbonari

439 et al. (2006), que observaram  $11.350,77 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$  com  $4,3 \text{ kg ha}^{-1}$  de P e  $19 \text{ t kg ha}^{-1}$  de  
440 cama de frango semidecomposta incorporada ao solo. A maior área foliar favorece a  
441 interceptação de radiação solar (Teixeira et al., 2015); simultaneamente, ocorrem maior  
442 produção e distribuição de fotoassimilados, contribuindo para alocação de massa (Fig. 4A-B).

443 O maior índice de clorofila, constatado aos 126 dias DAT (Figura 5), coincidiu com o  
444 momento em que as plantas estavam em pleno florescimento. O índice expressa a relação  
445 entre a clorofila e a concentração de N nas folhas das plantas (Silva et al., 2009), sendo  
446 importante para produção de fotoassimilados e desenvolvimento das plantas de capuchinha.

447 O diâmetro e comprimento das flores da capuchinha não variaram com o uso da cama  
448 de frango, provavelmente, devido ao fato de as características biométricas das flores serem  
449 pouco influenciadas pelo ambiente, apresentando valores médios de 5,37 cm para diâmetro e  
450 2,48 cm para comprimento. Apesar disso, o diâmetro das flores é próximo ao encontrado por  
451 Moraes et al. (2008) e Sangalli et al. (2004), tais como 5,61 e 5,37 cm, respectivamente. O  
452 comprimento de flores encontrado neste estudo foi próximo ao de Sangalli et al. (2004), que  
453 obtiveram 2,55 cm e menor do que o encontrado por Moraes et al. (2008), de 6,38 cm. Essas  
454 diferenças podem estar associadas com a época de avaliações e, especificamente, com os  
455 critérios de avaliações, uma vez que a medição pode levar em consideração a espora da flor,  
456 influenciando principalmente no comprimento (Moraes et al., 2008).

457

## 458 5. Conclusões

459 A adição ao solo de cama de frango, nas formas incorporada e em cobertura,  
460 proporcionou maiores teores de nutrientes no solo.

461 As plantas de capuchinha que tiveram maior altura e produtividade em número e  
462 massa de flores foram as cultivadas sob  $10 \text{ t ha}^{-1}$  I (incorporada) e  $10 \text{ t ha}^{-1}$  C (cobertura) de  
463 cama de frango.

464 Os teores dos nutrientes P, Ca, Mg, Cu, Mn e Zn nas folhas e flores de capuchinha  
465 encontraram-se na faixa recomendada para um bom desenvolvimento das principais  
466 hortaliças.

467

#### 468 **Agradecimentos**

469 À CAPES, pela bolsa concedida, ao CNPq (Processo 408019/2013-1) e à FUNDECT-  
470 MS (Termo de Outorga 008/2015), pelo apoio financeiro e ao Grupo de Pesquisa em  
471 Olericultura e Plantas Mediciniais, pela colaboração na execução da pesquisa.

472

#### 473 **Referências**

474 Alvares, C.L., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M., Sparovek, G., 2013. Köppen's  
475 climate classification map for Brazil. Meteorol. Z. 22 (6), 711-728.

476 Araújo, A.P., Machado, C.T.T., 2006. Fósforo, In: Fernandes, M.S. (Ed.), Nutrição mineral de  
477 plantas. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, Viçosa, MG, pp. 254-273.

478 Barboza, L.N., Prando, T.B.L., Dalsenter, P.R., Gasparotto, F.M., Gasparotto, F., Jacomassi,  
479 E., Araujo, V.O., Lourenço, E.L.B., Gasparotto Junior, A., 2014. Prolonged diuretic activity  
480 and calcium-sparing effect of *Tropaeolum majus*: evidence in the prevention of osteoporosis.  
481 Evid. Based Complement. Alternat. Med. 1-6.

482 Benincasa, M.M.P., 2003. Análise do crescimento de plantas (noções básicas). Departamento  
483 de biologia aplicada à agropecuária, FCAV-UNESP, Jaboticabal, São Paulo 41p.

484 Blum, L.E.B., Amarante, C.V.T., Güttler, G., Macedo, A.F., Kothe, D.M., Simmler, A.O.,  
485 Prado, G., Guimarães, L.S., 2003. Produção de moranga e pepino em solo com incorporação  
486 de cama aviária e casca de pinus. Horticult. bras. 21(4), 627-631.

487 Bredemeier, C., Mundstock, C.M., 2000. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio  
488 nas plantas. Cienc. Rural, 30 (2), 365-372.

489 Brondani, J.C., Cuelho, C.H.F., Marangoni, L.D., Lima, R., Guex, C.G., Bonilha, I.F.,  
490 Manfron, M.P., 2016. Traditional usages, botany, phytochemistry, biological activity and

- 491 toxicology of *Tropaeolum majus* L. - A review. Boletín Latinoamericano y del Caribe de  
492 Plantas Medicinales y Aromáticas, 15 (4), 264-273.
- 493 Camargo, M.S., Barbosa, D.S., Resende, R.H., Korndörfer, G.H., Pereira, H.S., 2010. Fósforo  
494 em solos de Cerrado submetidos à calagem. Biosci. j. 26 (2), 187-194.
- 495 Carbonari, V.B., Vieira, M.C.; Heredia Zárate, N.A.Z., Marchetti, M.E., 2006. Phosphorus  
496 and chicken manure on development and yield of *Tropaeolum majus* L. Rev. Bras. Plantas  
497 Med. 8, 71-77.
- 498 Castro, L.F.Q., Heredia Zárate, N. A., Vieira, M.C., Torales, E.P., Luqui, L.L., 2017.  
499 Produtividade e rentabilidade do mangarito sob diferentes densidades de plantio e fontes de  
500 resíduo orgânico. Revista Scientia Agraria, 18 (3) 107-115.
- 501 Dalólio, F.S., Silva, J.N., Oliveira, A.C.C., Tinôco, I.F.F., Barbosa, R.C., Resende, M.O.,  
502 albino, L.F.T., Coelho, S.T., 2017. Poultry litter as biomass energy: A review and  
503 future perspectives. Renew. Sust. Energ. Rev. 76, 941–949.
- 504 Dukovski, D., Bernatzky, R., HAN, S., 2006 Flowering induction of *Guzmania* by ethylene.  
505 Sci. Hortic. 110 (1) 104-108.
- 506 Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J.A., Saraiva, J.A., Ramalhosa, E., 2016. Uma perspectiva  
507 nutricional de flores comestíveis. Acta Portuguesa de Nutrição, 6, 32-37.
- 508 Fioreze, C., Ceretta, C.A., 2006. Fontes orgânicas de nutrientes em sistemas de produção de  
509 batata. Cienc. Rural, 36 (6), 1788-1793.
- 510 Garzón, G.A., Wrolstad, R.E., 2009. Major anthocyanins and antioxidant activity of  
511 Nasturtium flowers (*Tropaeolum majus*). Food Chem. 114, 44-49.
- 512 Garzón, G.A., Manns, D.C., Riedl, K., Schwartz, S.J., Padilha-Zakour, O., 2015.  
513 Identification of phenolic compounds in petals of nasturtium flowers ( *Tropaeolum majus* ) by  
514 high-performance liquid chromatography coupled to mass spectrometry and determination of  
515 oxygen radical absorbance capacity (ORAC). J. Agric. Food Chem. 63 (6), 1803-1811.

- 516 Gasparim, E., Ricieri, R.P., Silva, L.S., Dallacort, R., Gnoatto, E., 2005. Temperatura no  
517 perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. *Acta Sci.* 27 (1), 107-114.
- 518 Gasparotto Junior, A., Gasparotto, F.M., Lourenço, E.L.B., Crestani, S., Stefanello, M.E.A.,  
519 Salvador, M.J., Silva-Santos, J.E., Marques, M.C.A., Kassuya, C.A.L., 2011.  
520 Antihypertensive effects of isoquercitrin and extracts from *Tropaeolum majus* L: Evidence for  
521 the inhibition of angiotensin converting enzyme. *J. Ethnopharmacol.* 134 (2), 363–372.
- 522 Gasparotto Junior, A., Prando, T.B.L., Leme, T.S.V., Gasparotto, F.M., Lourenço, E.L.B.,  
523 Rattmann, Y.D., Silva-Santos, J.E., Kassuya, C.A.L., Marques, M.C.A., 2012. Mechanisms  
524 underlying the diuretic effects of *Tropaeolum majus* L . extracts and its main component  
525 isoquercitrin. *J. Ethnopharmacol.* 141 (1), 501–509.
- 526 Goelze, V.L.O., 2008. Aceitabilidade de alimentação a base de capuchinha (*Tropaeolum*  
527 *majus*). *Revista Brasileira de Agroecologia*, 3, 27-30.
- 528 EMBRAPA, 2016. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Guia Clima da Estação  
529 Agrometeorológica da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, Mato Grosso do Sul.  
530 <http://mob.cpa0.embrapa.br>
- 531 Heid, D.M., Heredia Zárata, N.A., Vieira, M.C., Torales, E.P., Carnevali, T.O., Marafiga,  
532 B.G., 2015. Produtividade agroeconômica de mandioquinha-salsa em resposta à adição de  
533 cama-de-frango no solo. *Semina: Ciênc. Agrár.* 36 (3), 1835-1850.
- 534 Kinupp, V.F., Lorenzi, H., 2014. Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil:  
535 Guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. Instituto Plantarum de  
536 Estudos da Flora, Nova Odessa, São Paulo 768p.
- 537 Lorenzi, H., Matos, F.J.A., 2008. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas, 2 ed.  
538 Instituto Plantarum de Estudo da Flora, Nova Odessa, São Paulo 544p.

- 539 Lourenzi, C.R., Scherer, E.E., Ceretta, C.A., Tiecher, T.L., Cancian, A., Ferreira, P.A.A.,  
540 Brunetto, G., 2016. Atributos químicos de Latossolo após sucessivas aplicações de composto  
541 orgânico de dejetos líquido de suínos. *Pesq. Agropec. Bras.* 51 (3), 233-242.
- 542 Malavolta, E., 2006. Manual de nutrição mineral de plantas. Agronômica Ceres, São Paulo  
543 638p.
- 544 Moraes, A.A., Vieira, M.C., Heredia Zárata, N. A., Teixeira, I.R., Rodrigues, E.T., 2008.  
545 Produção da capuchinha em cultivo solteiro e consorciado com os repolhos verde e roxo sob  
546 dois arranjos de plantas. *Ciênc. e agrotec.* 32 (4), 1195-1202.
- 547 Ostrowski, A.P., Valentini, S.A., Pavanelli, M.F., 2014. Atividade anticoagulante do extrato  
548 aquoso, hidroetanólico e óleo essencial das folhas de *Tropaeolum majus*. *SaBios*, 9 (2), 46-53.
- 549 Rajj, B.V., 2011. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. International Plant Nutrition  
550 Institute, Piracicaba, São Paulo 420p.
- 551 Sangalli, A., Vieira, M.C., Heredia Zárata, N.A., 2004. Resíduos orgânicos e nitrogênio na  
552 produção de biomassa da capuchinha (*Tropaeolum majus* L.) "Jewel". *Ciênc. agrotec.* 28 (4),  
553 831-839.
- 554 Santos, H.G., Jacomine, P.K.T., Anjos, L.H.C, Oliveira, V.A., Lumbreras, J.F., Coelho, M.R.,  
555 Almeida, J.A., Cunha, T.J.F., Oliveira, J.B., 2013. Sistema brasileiro de classificação de  
556 solos, 3 ed. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 306p.
- 557 Silva, F.C., 2009. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes, 2 ed. rev. e  
558 ampl. Embrapa, Brasília 627p.
- 559 Silva, M.C.C., Fontes, P.C.R., Miranda, G.V., 2009. Índice SPAD e produção de batata, em  
560 duas épocas de plantio, em função de doses de nitrogênio. *Hortic. bras.* 27 (1), 17-22.
- 561 Taiz, L., Zeiger, E., 2013. Fisiologia Vegetal, 4 ed. Artmed, Porto Alegre 820 p.
- 562 Teixeira, G.C.S., Stone, L.F., Heinemann, A. B., 2015. Eficiência do uso da radiação solar e  
563 índices morfofisiológicos em cultivares de feijoeiro. *Pesqui. Agropecu. Trop.* 45 (1), 9-17.



564 Turrent, A., Laird, R.J., 1975. La matriz experimental Plan Puebla, para ensayos sobre  
565 prácticas de produção de cultivos. *Agrociencia*, 19 (1), 117-143.

566 Zandonadi, D.B., Santos, M.P., Medici, L.O., Silva, J., 2014. Ação da matéria orgânica e suas  
567 frações sobre a fisiologia de hortaliças. *Hortic. bras.* 32 (1), 14-20.

568

569 **Productivity and nutrient content of flowers of Nasturtium (*Tropaeolum majus* L.)**  
570 **increase with use of chicken manure on the soil**

571 Orivaldo Benedito da Silva<sup>a\*</sup>, Ademir Goelzer<sup>a</sup>, Fernando Henrique Moreira dos Santos<sup>b</sup>,  
572 Thiago de Oliveira Carnevali<sup>c</sup>, Néstor Antonio Heredia Zárate<sup>b</sup>, Maria do Carmo Vieira<sup>b</sup>

573

574 <sup>a</sup>Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Biológicas e  
575 Ambientais (FCBA), Rodovia Dourados – Itahum, km 12, Dourados, MS CEP 79804-970,  
576 Brazil.

577 <sup>b</sup>Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Agrárias (FCA),  
578 Rodovia Dourados – Itahum, km 12, Dourados, MS CEP 79804-970, Brazil.

579 <sup>c</sup>Universidade Federal do Pará (UFPA), Faculdade de Engenharia Agrônômica, Rua Coronel  
580 José Porfírio - São Sebastião, Altamira, PA CEP 68372-040, Brazil.

581 \*Corresponding author. E-mail: orivaldo.bio@gmail.com

582

583

### ABSTRACT

584 The aim of this study was to evaluate plant growth, flower productivity, and nutrient contents  
585 of leaves and flowers of Nasturtium (*Tropaeolum majus* L.) cultivated with addition of  
586 chicken manure to the soil. Five doses of chicken manure were studied, applied in the soil  
587 incorporated (I) (1, 6, 10, 14 and 19 t ha<sup>-1</sup>) and cover (C) (1, 6, 10, 14 and 19 t ha<sup>-1</sup>).  
588 Treatments were defined using the experimental array Plan Puebla III, leading to nine  
589 combinations of doses and forms of adding the chicken manure: 1) 6 t ha<sup>-1</sup> I + 6 t ha<sup>-1</sup> C; 2) 14  
590 t ha<sup>-1</sup> I + 6 t ha<sup>-1</sup> C; 3) 6 t ha<sup>-1</sup> I + 14 t ha<sup>-1</sup> C; 4) 14 t ha<sup>-1</sup> I + 14 t ha<sup>-1</sup> C; 5) 10 t ha<sup>-1</sup> I + 10 t  
591 ha<sup>-1</sup> C; 6) 1 t ha<sup>-1</sup> I + 6 t ha<sup>-1</sup> C; 7) 19 t ha<sup>-1</sup> I + 14 t ha<sup>-1</sup> C; 8) 6 t ha<sup>-1</sup> I + 1 t ha<sup>-1</sup> C; 9) 14 t ha<sup>-1</sup>  
592 I + 19 t ha<sup>-1</sup> C. The experimental design was randomized blocks with four replicates and 16  
593 plants per plot. The greatest maximum height of plants (35.75 cm) was reached at 168 days  
594 after transplanting (DAT) under 10 t ha<sup>-1</sup> I and 10 t ha<sup>-1</sup> C, and leaf area (11457 cm<sup>2</sup>/plant)

595 and dry mass of leaves (84.32 g/plant), under 1 t ha<sup>-1</sup> I and 19 t ha<sup>-1</sup> C. The greatest  
596 productivity in number (15.4 million ha<sup>-1</sup>) and fresh (10.45 t ha<sup>-1</sup>) and dry mass (0.849 t ha<sup>-1</sup>)  
597 of flowers were obtained using doses close to 10 t ha<sup>-1</sup> I and 10 t ha<sup>-1</sup> C. The highest  
598 productivity of Nasturtium flowers were obtained under 10 t ha<sup>-1</sup> I and 10 t ha<sup>-1</sup> C of chicken  
599 manure.

600 **Keywords:** Tropaeolaceae, unconventional food plant, organic waste.

601

## 602 1. Introduction

603 *Tropaeolum majus* L. (Tropaeolaceae) is an unconventional food plant or vegetable,  
604 from mountain regions of Mexico and Peru, found in several parts of the world. In Brazil, it is  
605 popularly known as capuchinha, chaguinha or nastúrcio, widely cultivated for ornamental,  
606 food and medicinal purposes in subtropical areas, especially in the South region and altitude  
607 areas of Southeast, in addition to Northeast and Midwest regions (Lorenzi and Matos, 2008).

608 Leaves and flowers of Nasturtium are edible and can be used for preparation of salads,  
609 roll ups and pate, and the fruits, such as pickles and capers (Kinupp and Lorenzi, 2014). Thus,  
610 flowers are valued in hotels and restaurants, composing attractive and nutritious dishes  
611 (Goelze, 2008). Flowers are sources of fiber, protein, lipids and minerals such as calcium,  
612 copper, iron, potassium, magnesium, manganese, molybdenum, phosphorus, sodium, zinc and  
613 vitamin C, varying between colors (Fernandes et al., 2016).

614 Nasturtium flowers have biological activities, associated with the functional ones, in  
615 human food. Its composition includes anthocyanins, ascorbic acid, phenolic compounds  
616 (Garzón and Wrolstad, 2009), flavonoids, glucosinolates, fatty acids, among others (Garzón et  
617 al., 2015; Brondani et al., 2016). They have diuretic (Gasparotto Junior et al., 2012; Barboza  
618 et al., 2014), antihypertensive (Gasparotto Junior et al., 2011) and anticoagulant activities  
619 (Ostrowski et al., 2014).

620 An important factor in production of food flowers is the care during their production  
621 on the field. Therefore, investigations are required regarding cultivation practices, among  
622 them, fertilization alternatives, including use of organic waste, ensuring better plant growth,  
623 higher concentration of active ingredients present in leaves and flowers and is an alternative  
624 income for small rural farmers in a sustainable way (Fernandes et al., 2016).

625 Among the alternatives of organic waste for use in cultivation of vegetables and  
626 medicinal plants, chicken manure stands out. It is an organic waste from broiler chicken  
627 flocks or laying hens, containing a mixture of feces, feed, water, feathers and microbiota  
628 resulting from the heterogeneous mixture between them. The chemical and physical  
629 composition of chicken manure may vary according to the materials used, including rice husk  
630 and wood shaving, as well as number of production cycle and management practices (Dalólio  
631 et al., 2017). This waste contains nutrients and organic matter and when added to the soil,  
632 contributes to increase cation exchange capacity (CEC), regulates the availability of nutrients  
633 and activity of potentially phytotoxic elements in acidic soil, such as  $Al^{3+}$  and  $Mn^{2+}$ .  
634 Contribute in physical properties of the soil, providing better aeration and water retention and  
635 biological aspects, making the environment suitable for microbes and nutrient cycling  
636 (Zandonadi et al., 2014). When added to soil as cover, provides maintenance of thermal and  
637 moisture regime, especially in warm regions, avoid the direct impact of raindrops and  
638 consequently the degradation and control of invasive plants (Gasparim et al., 2005).

639 The aim of this study was to assess plant growth, flower productivity, and nutrient  
640 contents of leaves and flowers of Nasturtium (*Tropaeolum majus* L.) cultivated with addition  
641 of chicken manure to the soil.

642

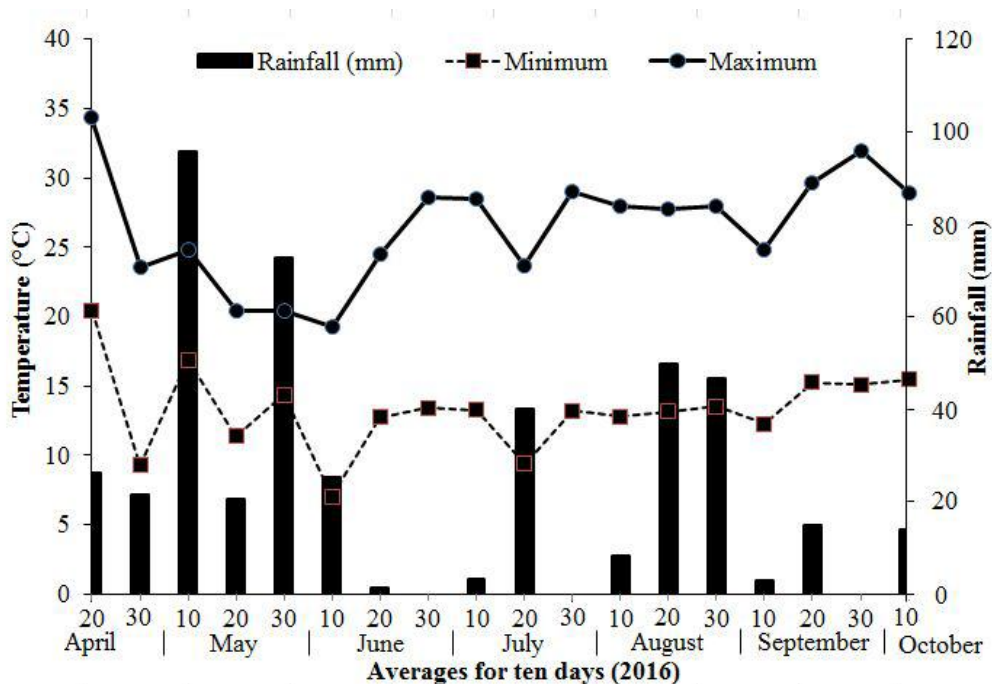
643

644

645 **2. Material and methods**

646 *2.1. Field description, characterization of the soil and organic waste*

647 The experimental study was conducted between April and October 2016, at  
 648 coordinates 22°11'43.7"S and 54°56'08.5"W, 452 m. The climate of the area is classified as  
 649 Am (Tropical Monsoon Climate), according to Alvares et al. (2013). Maximum and minimum  
 650 temperatures and rainfall during growing cycle of plants are presented in Fig. 1. Mean relative  
 651 humidity was 68.23%.



652  
 653 **Fig. 1.** Total rainfall and mean maximum and minimum temperatures for 10-day period,  
 654 between April and October 2016. Source: climate guidelines of Estação Agrometeorológica of  
 655 Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados-MS, 2016.

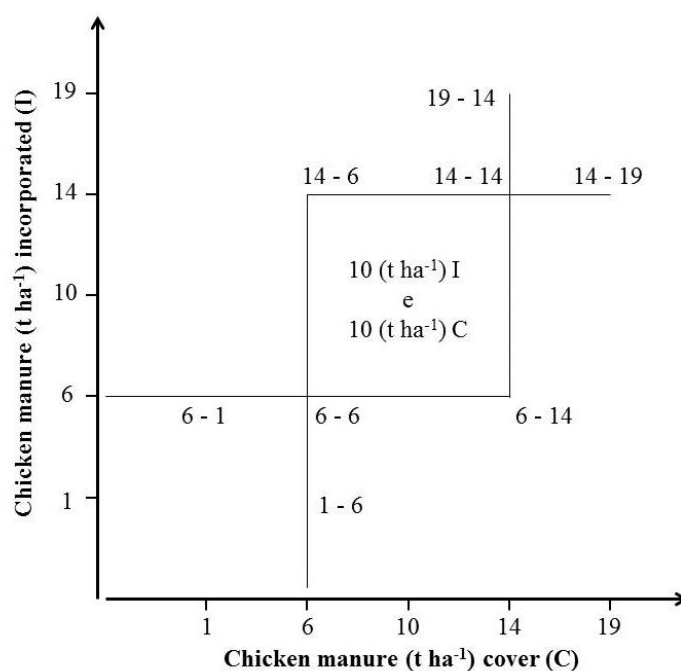
656 The soil is classified as dystroferric Red Latosol, originally under Cerrado vegetation,  
 657 clay texture (Santos et al., 2013), with the following chemical attributes before cultivation (0-  
 658 20 cm): pH in water = 5.42; P (mg dm<sup>-3</sup>) = 23.62; K, Ca, Mg, Al, H+Al, SB and CTC (cmol<sub>c</sub>  
 659 dm<sup>-3</sup>) = 0.44; 3.71; 1.91; 0.12; 7.15; 6.06; 13.22; V (%) = 45; organic matter = 19.30 g dm<sup>-3</sup>;  
 660 Cu, Mn, Fe and Zn (mg dm<sup>-3</sup>) = 13.97; 62.7; 104.49; 4.93, respectively.

661 The chicken manure used was semi-decomposed from broiler house, with the  
 662 following chemical characteristics: pH in water = 8.40; N, P, K, Ca and Mg; S ( $\text{g kg}^{-1}$ ) =  
 663 11.03; 6.17; 2.00; 14.85; 4.50; 8.23; C = 396.00, respectively; C/N ratio of 35.90; organic  
 664 matter =  $230.00 \text{ g kg}^{-1}$ , Cu; Zn; Fe; Mn and B ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) = 90.00; 190.00; 6900.00; 650.00;  
 665 8.10, respectively.

666

## 667 2.2. Experimental design

668 Five doses of semi-decomposed chicken manure were studied incorporated to the soil  
 669 (1, 6, 10, 14 and 19  $\text{t ha}^{-1}$ ) and as cover (1, 6, 10, 14 and 19  $\text{t ha}^{-1}$ ). Treatments were defined  
 670 using the experimental array Plan Puebla III (Turrent and Laird, 1975) (Fig. 2), leading to  
 671 nine combinations of doses of chicken manure incorporated (I) and cover (C): 6  $\text{t ha}^{-1}$  I + 6  $\text{t}$   
 672  $\text{ha}^{-1}$  C; 14  $\text{t ha}^{-1}$  I + 6  $\text{t ha}^{-1}$  C; 6  $\text{t ha}^{-1}$  I + 14  $\text{t ha}^{-1}$  C; 14  $\text{t ha}^{-1}$  I + 14  $\text{t ha}^{-1}$  C; 10  $\text{t ha}^{-1}$  I + 10  $\text{t}$   
 673  $\text{ha}^{-1}$  C; 1  $\text{t ha}^{-1}$  I + 6  $\text{t ha}^{-1}$  C; 19  $\text{t ha}^{-1}$  I + 14  $\text{t ha}^{-1}$  C; 6  $\text{t ha}^{-1}$  I + 1  $\text{t ha}^{-1}$  C; 14  $\text{t ha}^{-1}$  I + 19  $\text{t ha}^{-1}$   
 674  $\text{C}$ .



675

676 **Fig. 2.** Combination of doses and forms of adding chicken manure to soil using the  
 677 experimental array Plan Puebla III. Source: Turrent and Laird (1975).

678 The experimental design was randomized blocks, with nine treatments and four  
679 replicates. The plots had a total area of 3.0 m<sup>2</sup> (2.0 m long x 1.5 m wide) and useful area of  
680 2.00 m<sup>2</sup> (2.00 m long x 1.00 m wide), with plants arranged in two rows, 0.50 m space between  
681 rows, with eight plants in each row, 0.25 m between plants, containing a total of 52800 plants  
682 ha<sup>-1</sup>.

683 For plant propagation seeds of *Nasturtium* cv *Dobrada sortida híbrida alta* (Isla<sup>®</sup>) were  
684 used. An exsiccate with specimen of the species studied is deposited at the Herbarium DDMS  
685 - Dourados – MS, under number 5474. Initial propagation was performed in 128-cell  
686 polystyrene trays, filled with Tropstrato<sup>®</sup> commercial substrate placed in protected  
687 environment, with 50% retention of incident light. When seedlings showed average height of  
688 7.0 cm (30 days after sowing), they were transplanted into the final beds.

689 The area was prepared using a plow, a leveler harrowing, and then the beds were  
690 raised with rotoencanteirador. Before the second passage of rotoencanteirador, the distribution  
691 of chicken manure was performed for incorporation into the respective plots. After  
692 transplanting, chicken manure was added as cover, at corresponding doses and plots. Soil  
693 correction was not performed in order not to interfere with the possible effect of adding  
694 chicken manure to the soil.

695 Irrigations were performed whenever necessary using sprinkler system, aiming to keep  
696 soil humidity corresponding to 70% of field capacity. Control of weeds was performed with  
697 hoes between beds and manually inside them. There were attacks of cabbage caterpillar  
698 [*Ascia monuste orseis* Godart (Lepidoptera: Pieridae)] at the beginning of the cultivation, and  
699 the control was performed spraying Neem Oil (*Azadirachta indica* A. Juss.) at 10%  
700 concentration.

701

702

703 *2.3. Characteristics assessed*

704 *2.3.1. Soil*

705 To determine the chemical attributes of the soil, samples were collected at 0-20 cm  
706 depth after application of chicken manure, before transplanting and at the end of the  
707 cultivation cycle (after harvest), in all plots of the nine treatments under study and performed  
708 the analysis according to the methodology of Silva (2009).

709

710 *2.3.2 Plants*

711 During the cultivation cycle the following parameters were assessed: height of plants,  
712 from 18 and every 18 days up to 180 days after transplanting-DAT and chlorophyll index  
713 using portable clorofilometer CFL-1030 ClorofiLOG (Falker Automação Agrícola, Porto  
714 Alegre, RS, Brazil), until 126 DAT, before the beginning of the process of plant senescence.

715 To assess flower production harvests were performed every three or four days and  
716 summed to obtain the weekly harvest, between 61 and 180 DAT. The first harvest occurred  
717 when there were flowers in 70% of plants and the signaling for harvest were open petals. The  
718 production of flowers per plant and production of flowers per area (ha) were calculated,  
719 achieved until maximum production, which occurred at 131 DAT and final production at 180  
720 DAT and determined the numbers, fresh and dry mass; diameters and lengths of flowers. To  
721 obtain the dry mass, the material was packaged in paper bags, placed in an oven with forced  
722 air flow at a temperature of  $60 \pm 5^\circ$  C, until obtaining constant dry mass.

723 At 120 DAT, at the first signs of senescence of leaves, two plants were collected from  
724 each plot, cutting them close to the ground, for determination of leaf area ( $\text{cm}^2$ ), obtained with  
725 area integrator (LI-COR, Model 3100 C; Nebraska-USA), and dry mass of leaves. Specific  
726 leaf mass (SLM) and specific leaf area (SLA) were calculated, according to the methodology  
727 of Benincasa (2003).



728 Samples of dry mass from leaves harvested at 120 DAT and flowers harvested at the  
729 same week were ground in a knife mill type Willey, homogenized and used to determine  
730 nutrient content (Malavolta, 2006).

731

#### 732 *2.4. Statistical Analysis*

733 The height of plants, chlorophyll index and harvests during the cultivation cycle were  
734 assessed in plots subdivided in time, being subjected to analysis of variance and regression, in  
735 function of treatments and periods. The means of the data of leaf area, specific leaf mass,  
736 specific leaf area, dry mass of leaves, production of flowers (number and fresh and dry mass),  
737 chemical attributes of the soil and nutrient content of leaves and flowers were subjected to  
738 analysis of variance and F-test ( $P < 0.05$ ) and sequential regression, testing the quadratic  
739 models and root base quadratic. The significant model by t test ( $P < 0.05$ ) was presented in  
740 response surface.

741

### 742 **3. Results**

#### 743 *3.1 Effect of organic waste on soil chemical attributes*

744 With increment of chicken manure to the soil, it was observed improvement of  
745 chemical attributes and decrease of potential acidity (H+Al), when compared with the  
746 analyses of the soil at the beginning of the experiment (Table 1).

747

748

749

750

751

752

753 **Table 1**

754 Chemical attributes of the soil before transplanting (initial) and after harvest of Nasturtium  
 755 (maximum calculated), cultivated with use of chicken manure, at different doses, applied in  
 756 the incorporated (I) and cover (C) forms.

Chemical attributes	Equation	R <sup>2</sup>
pH H <sub>2</sub> O	$\hat{y}=5.922+0.016^{**}I+0.048^{**}C-0.001^{**}I^2-0.002^{**}C^2+0.001^{**}IC$	0.98
O. M. (g dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y}=21.081+0.506^{**}I+0.600^{**}C-0.042^{**}I^2-0.047^{**}C^2+0.053^{**}IC$	0.93
P (mg dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y}=52.869+0.430^{*}I-0.951^{**}C-0.019^{*}I^2+0.143^{**}C^2$	0.68
K (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y}=\bar{y}=0.78$	s/aj.
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y}=4.493+0.139^{**}I+0.257^{**}C-0.004^{**}I^2-0.011^{**}C^2-0.001^{**}IC$	0.98
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y}=2.517-0.007^{**}I+0.111^{**}C+0.003^{**}I^2-0.003^{**}C^2-0.001^{**}IC$	0.99
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y}=16.909+0.145^{**}I+0.228^{**}C-0.001^{**}I^2-0.011^{**}C^2-0.013^{**}IC$	0.61
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y}=74.122+3.559^{**}I+5.042^{**}C-0.321^{**}I^2-0.405^{**}C^2+0.320^{**}IC$	0.80
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y}=\bar{y}=125.32$	s/aj.
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y}=8.385+0.157^{**}I-0.025^{**}C-0.004^{**}I^2+0.006^{**}C^2$	0.94
H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y}=5.235-0.039^{**}I-0.124^{**}C+0.004^{**}I^2+0.007^{**}C^2-0.008^{**}IC$	0.99
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y}=8.140+0.126^{**}I+0.264^{**}C-0.002^{**}I^2-0.011^{**}C^2$	0.98
CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	$\hat{y}=13.157+0.027^{**}I+0.241^{**}C+0.005^{**}I^2-0.008^{**}C^2-0.010^{**}IC$	0.84
V (%)	$\hat{y}=63.015+0.702^{**}I+0.859^{**}C-0.052^{**}I^2-0.061^{**}C^2-0.064^{**}IC$	0.99

757 **\*\*Significant at 1% probability; \*Significant at 5% probability; n/ad. – no regression**  
 758 **adjustment; pH (H<sub>2</sub>O) – hydrogen potential of soil in water; P – phosphorus extracted by**  
 759 **Mehlich; K, Ca and Mg – exchangeable forms; O.M. – organic matter; H+Al – potential**  
 760 **Acidity; SB- sum of bases; CEC – Cation exchange capacity; V (%) – base saturation index.**

761

762 The increase in pH (6.47) under 19 t ha<sup>-1</sup> I and 16.30 t ha<sup>-1</sup> C provided greater  
 763 availability of Mg (4.00 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); under 19 t ha<sup>-1</sup> I and 10.88 t ha<sup>-1</sup> C, of Cu (18.96 mg dm<sup>-3</sup>);  
 764 under 19 t ha<sup>-1</sup> I and 1 t ha<sup>-1</sup> C, of Zn (11.53 mg dm<sup>-3</sup>) and under 19 t ha<sup>-1</sup> I and 19 t ha<sup>-1</sup> C,

765 in addition to increasing CEC ( $15.67 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) under  $19 \text{ t ha}^{-1}$  I and  $1 \text{ t ha}^{-1}$  C and  
766 decreasing acidity potential ( $5.92 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) under  $19 \text{ t ha}^{-1}$  I and  $19 \text{ t ha}^{-1}$  C of chicken  
767 manure to the soil (Table 1). It can be observed that the incorporation of  $19 \text{ t ha}^{-1}$  of chicken  
768 manure provided those increases. The other chemical attributes showed different results, in  
769 which, the highest organic matter ( $29.28 \text{ g dm}^{-3}$ ) occurred under  $15.04 \text{ t ha}^{-1}$  I and  $14.63 \text{ t ha}^{-1}$   
770 C, Ca ( $6.67 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) under  $13.39 \text{ t ha}^{-1}$  I and  $10 \text{ t ha}^{-1}$  C, P ( $88.83 \text{ mg dm}^{-3}$ ) under  $10.91 \text{ t}$   
771  $\text{ha}^{-1}$  I and  $19 \text{ t ha}^{-1}$  C, Mn ( $119.59 \text{ mg dm}^{-3}$ ) under  $10.74 \text{ t ha}^{-1}$  I and  $10.45 \text{ t ha}^{-1}$  C, sum of  
772 bases ( $11.51 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) under  $1 \text{ t ha}^{-1}$  I and  $19 \text{ t ha}^{-1}$  C and base saturation index (66.47%)  
773 under  $3.59 \text{ t ha}^{-1}$  I and  $5.10 \text{ t ha}^{-1}$  C.

774

### 775 *3.2 Nutrient content of Nasturtium*

776 The highest content of macro-nutrients Ca ( $17.88 \text{ g kg}^{-1}$ ) and Mg ( $3.56 \text{ g kg}^{-1}$ ) in  
777 leaves of plants were observed in those grown under doses close to  $10 \text{ t ha}^{-1}$  I and  $10 \text{ t ha}^{-1}$  C  
778 of chicken manure (Table 2) and P ( $6.50 \text{ g kg}^{-1}$ ) under  $19 \text{ t ha}^{-1}$  I and  $19 \text{ t ha}^{-1}$  C. The highest  
779 content of micro-nutrients Cu ( $13.97 \text{ mg kg}^{-1}$ ) and Fe ( $9394.64 \text{ mg kg}^{-1}$ ), under  $1 \text{ t ha}^{-1}$  I and  
780  $19 \text{ t ha}^{-1}$  C and Zn ( $37.61 \text{ mg kg}^{-1}$ ),  $1 \text{ t ha}^{-1}$  I and  $1 \text{ t ha}^{-1}$  C. The contents of N ( $13.49 \text{ g kg}^{-1}$ ),  
781 K ( $24.63 \text{ g kg}^{-1}$ ) and Mn ( $74.89 \text{ mg kg}^{-1}$ ) showed no adjustment to the employed regression  
782 models. In flowers, the highest content of N ( $27.52 \text{ g kg}^{-1}$ ) occurred under  $17.88 \text{ t ha}^{-1}$  I and  $1$   
783  $\text{t ha}^{-1}$  C; Ca ( $4.97 \text{ g kg}^{-1}$ ), under  $1 \text{ t ha}^{-1}$  I and  $1 \text{ t ha}^{-1}$  C; Mn ( $26.45 \text{ mg kg}^{-1}$ ) under  $8.56 \text{ t ha}^{-1}$  I  
784 and  $5.67 \text{ t ha}^{-1}$  C; Fe ( $663.74 \text{ mg kg}^{-1}$ ) under  $1 \text{ t ha}^{-1}$  I and  $19 \text{ t ha}^{-1}$  C and Zn ( $40.96 \text{ mg kg}^{-1}$ )  
785 under  $19 \text{ t ha}^{-1}$  I and  $1 \text{ t ha}^{-1}$  C.

786

787

788

789

790 **Table 2.**

791 Nutrient contents of leaves and flowers of Nasturtium, collected at 120 days after  
 792 transplanting, grown under use of chicken manure, at different doses, applied in the  
 793 incorporated (I) and cover (C) forms.

---

**Nutrient contents of leaves**


---

Nutrient	Equation	R <sup>2</sup>
N (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=\bar{y}=13.49$	s/aj.
P (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=4.752-0.054**I+0.043*C-0.005**I^2-0.012*C^2+0.023**IC$	0.98
K (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=\bar{y}=24.63$	s/aj.
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=10.134+0.816**I+0.742**C-0.053**I^2-0.049**C^2+0.025**IC$	0.95
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=1.869+0.089**I+0.255**C-0.003**I^2-0.010**C^2-0.003**IC$	0.83
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=15.773-0.463**I-1.418**C+0.006**I^2+0.042**C^2+0.031**IC$	0.58
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=\bar{y}=74.89$	s/aj.
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=696.765+50.929**I+377.202**C+11.021**I^2+6.335**C^2-43.055**IC$	0.85
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=39.899-1.121**I-1.282**C-0.135**I^2-0.142**C^2+0.397**IC$	0.75

---

**Nutrient contents of flowers**


---

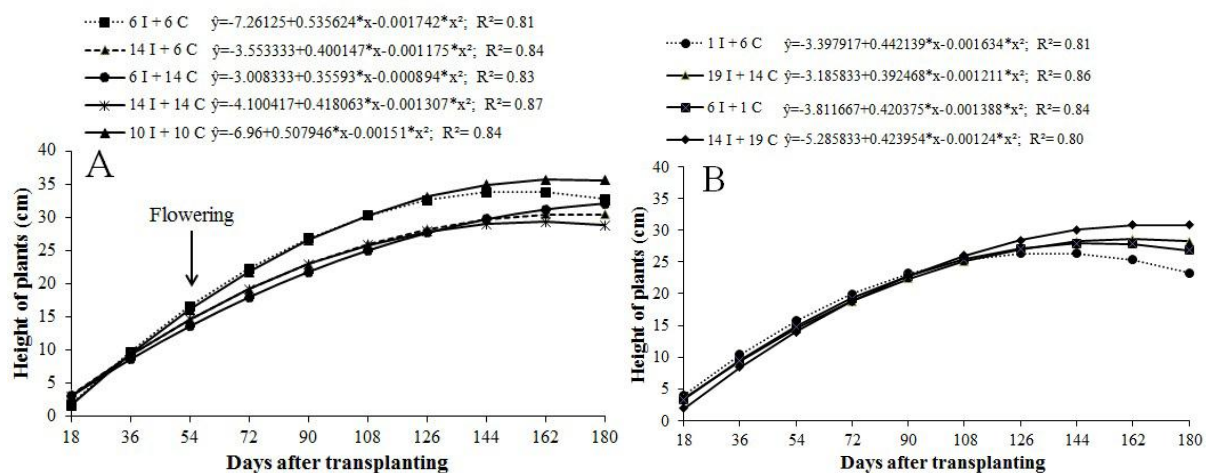
N (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=18.190+1.092**I+0.323**C-0.030**I^2+0.001**C^2-0.038**IC$	0.79
P (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=\bar{y}=8.34$	ns
K (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=\bar{y}=30.98$	ns
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=5.152-0.176**I-0.006**C+0.003**I^2-0.003**C^2+0.007**IC$	0.53
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=\bar{y}=3.12$	ns
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=\bar{y}=6.43$	ns
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=24.546+0.309**I+0.206**C-0.026**I^2-0.038**C^2+0.026**IC$	0.75
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=242.27+3.032**I+19.260**C+0.852**I^2+0.256**C^2-2.156**IC$	0.78
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	$\hat{y}=25.279+0.430**I+1.058**C+0.021**I^2-0.028**C^2-0.060**IC$	0.97

794 \*\*Significant at 1% probability; ns= non-significant; n/ad. – no regression adjustment.

795

### 796 3.3 Growth indicators of *Nasturtium* plants

797 The greatest maximum height of plants (35.75 cm) was reached at 168 DAT, under 10  
 798  $t\ ha^{-1}$  I and 10  $t\ ha^{-1}$  C and the lowest maximum height (26.51 cm) at 135 DAT under 1  $t\ ha^{-1}$  I  
 799 and 6  $t\ ha^{-1}$  C (Fig. 3A-B).



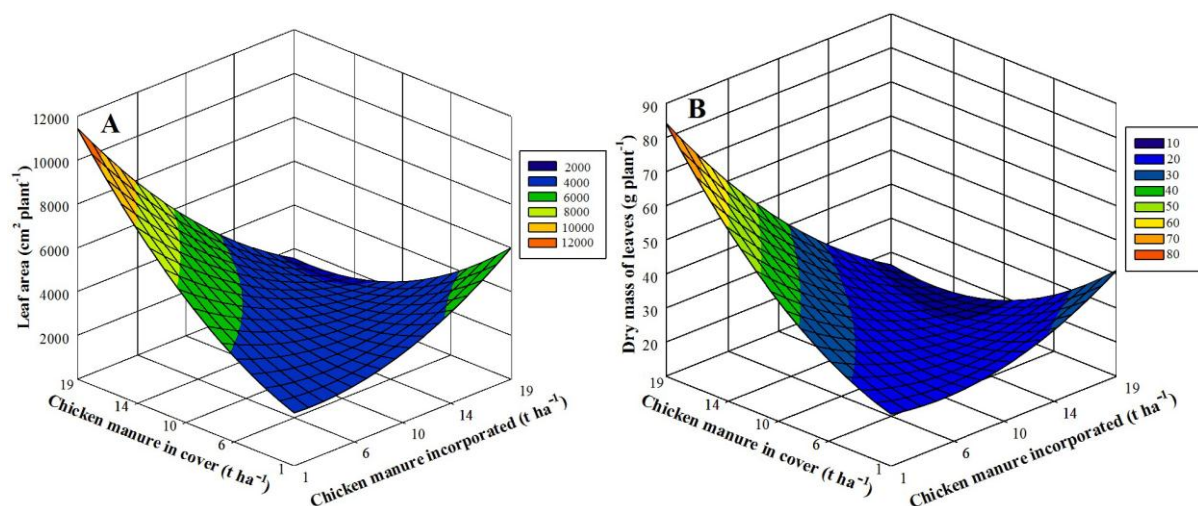
800  
 801 **Fig. 3.** Height of plants (A-B) cultivated under addition of chicken manure to soil, at five  
 802 doses, applied in the incorporated (I) and cover (C) forms.

803

804 The greatest leaf area ( $11457\ cm^2\ plant^{-1}$ ) and dry mass of leaves ( $84.32\ g\ plant^{-1}$ )  
 805 were found under 1  $t\ ha^{-1}$  I and 19  $t\ ha^{-1}$  C. On the other hand, the smallest leaf area ( $cm^2$   
 806  $1545.51\ plant^{-1}$ ) and dry mass of leaves ( $15.40\ g\ plant^{-1}$ ) occurred under 19  $t\ ha^{-1}$  I and 19  $t\ ha^{-1}$   
 807  $^1$  (C) and 19  $t\ ha^{-1}$  I and 14  $t\ ha^{-1}$  C, respectively (Fig. 4A-B).

808

809



810

811 **Fig. 4.** Leaf area - LA (A) and dry mass of leaves – DML (B) of Nasturtium, cultivated under  
 812 addition of chicken manure to soil, at five doses, applied in the incorporated (I) and cover (C)  
 813 forms.

814  $LA \hat{y} = 2225.7 - 20.474I^{**} + 221.922C^{**} + 13.02281I^2 + 16.1025C^2 - 41.61201IC$ ;  $R^2 = 0.89$ ;

815  $DML \hat{y} = 24.7939 - 0.65015I^{**} + 1.15216C^{**} + 0.0894524I^2 + 0.119444C^2 - 0.258923IC$ ;

816  $R^2 = 0.88$ . \* and \*\* Significant at 5% and 1% probability, respectively.

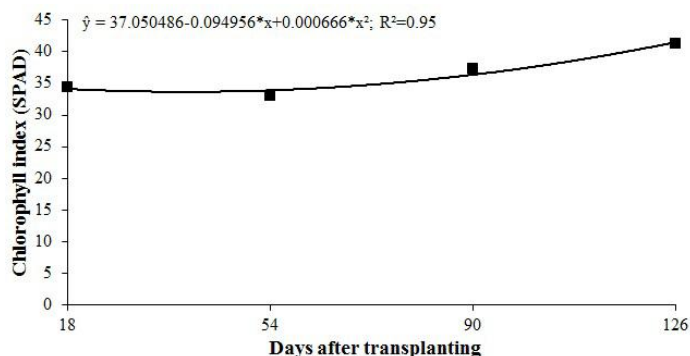
817

818 Regarding specific leaf mass and specific leaf area, these were not influenced by  
 819 combinations of forms of adding chicken manure, showing mean of  $0.0184 \text{ g cm}^{-2}$  and  $118.36$   
 820  $\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$ , respectively. The chlorophyll index was influenced by periods of evaluation, showing  
 821 greater value (41.54) at 126 days after transplanting (Fig. 5).

822

823

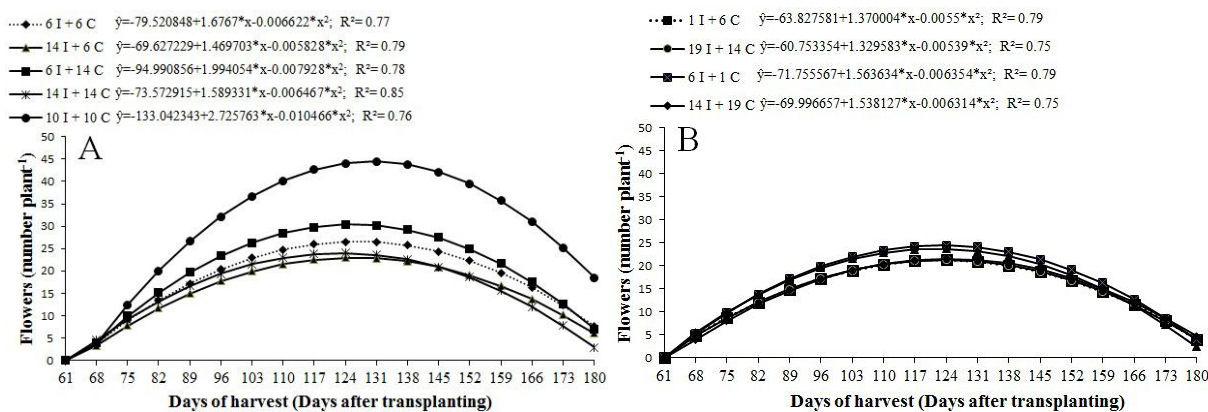
824



825  
 826 **Fig. 5.** Chlorophyll index of leaves of Nasturtium plants in function of days after  
 827 transplanting, cultivated under addition of chicken manure to soil, at five doses, applied in the  
 828 incorporated (I) and cover (C) forms.

829  
 830 *3.4 Production indicators of Nasturtium flowers*

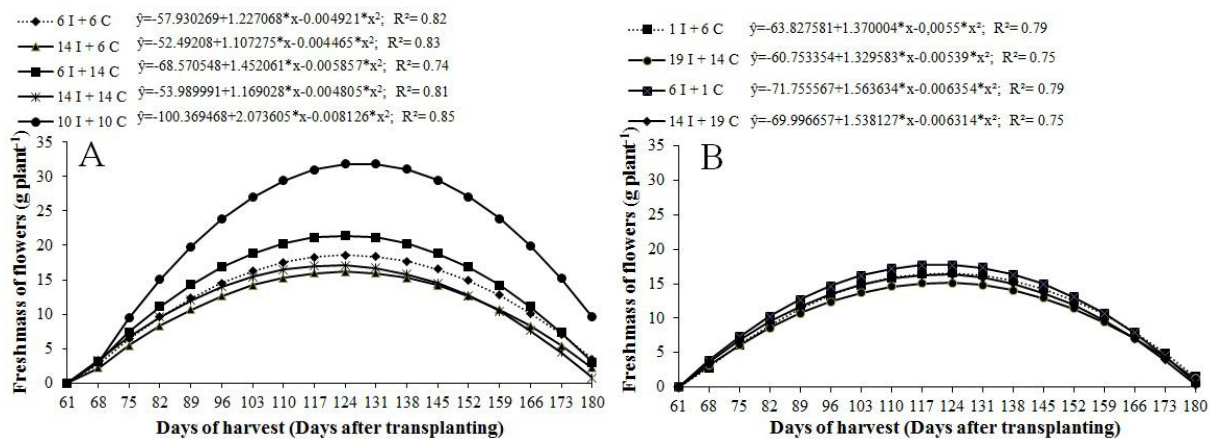
831 Production of flowers per plant, obtained in harvests along the cultivation cycle were  
 832 influenced by the interaction between the factors under study. The largest maximum  
 833 production in number of flowers ( $44.43 \text{ plant}^{-1}$ ) occurred under  $10 \text{ t ha}^{-1}$  I and  $10 \text{ t ha}^{-1}$  C at  
 834 130 DAT, over 109.18% the lowest maximum production ( $21.24 \text{ plant}^{-1}$ ), reached at 123 DAT  
 835 under  $19 \text{ t ha}^{-1}$  I and  $14 \text{ t ha}^{-1}$  C (Fig. 6A-B).



836  
 837 **Fig. 6.** Number of flowers per plant (A-B) of Nasturtium in function of days of harvest,  
 838 cultivated under addition of chicken manure to soil, at different doses, applied in the  
 839 incorporated (I) and cover (C) forms.

840

841 For fresh mass of flowers, the greatest maximum value was 31.91 g plant<sup>-1</sup>, achieved  
 842 at 127 DAT, under 10 t ha<sup>-1</sup> I and 10 t ha<sup>-1</sup> C, over 110.63% the lowest maximum production  
 843 (15.15 g plant<sup>-1</sup>), which occurred at 121 DAT under 19 t ha<sup>-1</sup> I and 14 t ha<sup>-1</sup> C (Fig. 7A-B).



844 **Fig. 7.** Fresh mass of flowers per plant (A-B) of Nasturtium in function of days of harvest,  
 845 cultivated under addition of chicken manure to soil, at different doses, applied in the  
 846 incorporated (I) and cover (C) forms.

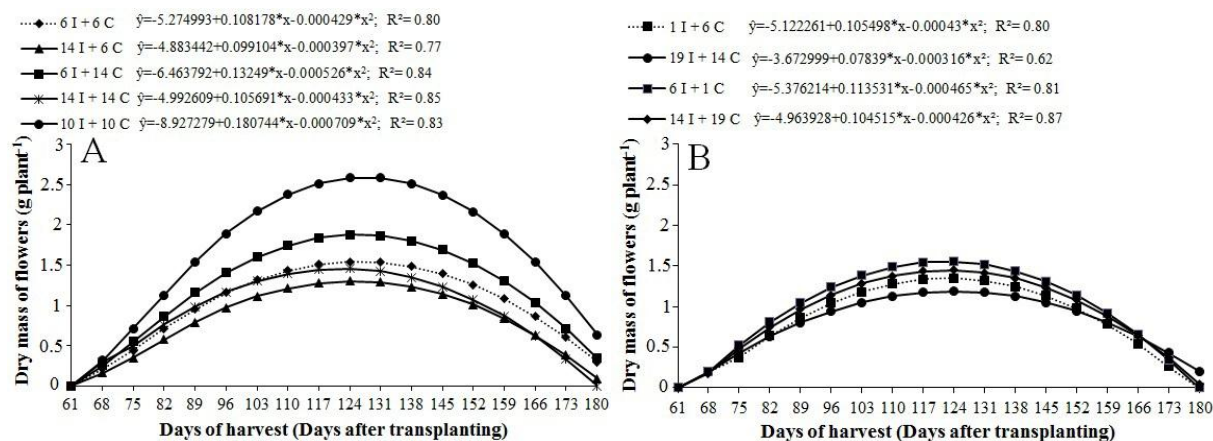
848  
 849 The dry mass of flowers presented the same trend found for fresh mass, reaching the  
 850 greatest maximum value (2.59 g plant<sup>-1</sup>) at 127 DAT under 10 t ha<sup>-1</sup> I and 10 t ha<sup>-1</sup> C, over  
 851 119.49% the lowest maximum mass (1.18 g plant<sup>-1</sup>) at 124 DAT under 19 t ha<sup>-1</sup> I and 14 t ha<sup>-1</sup>  
 852 C (Fig. 8A-B).

853

854

855

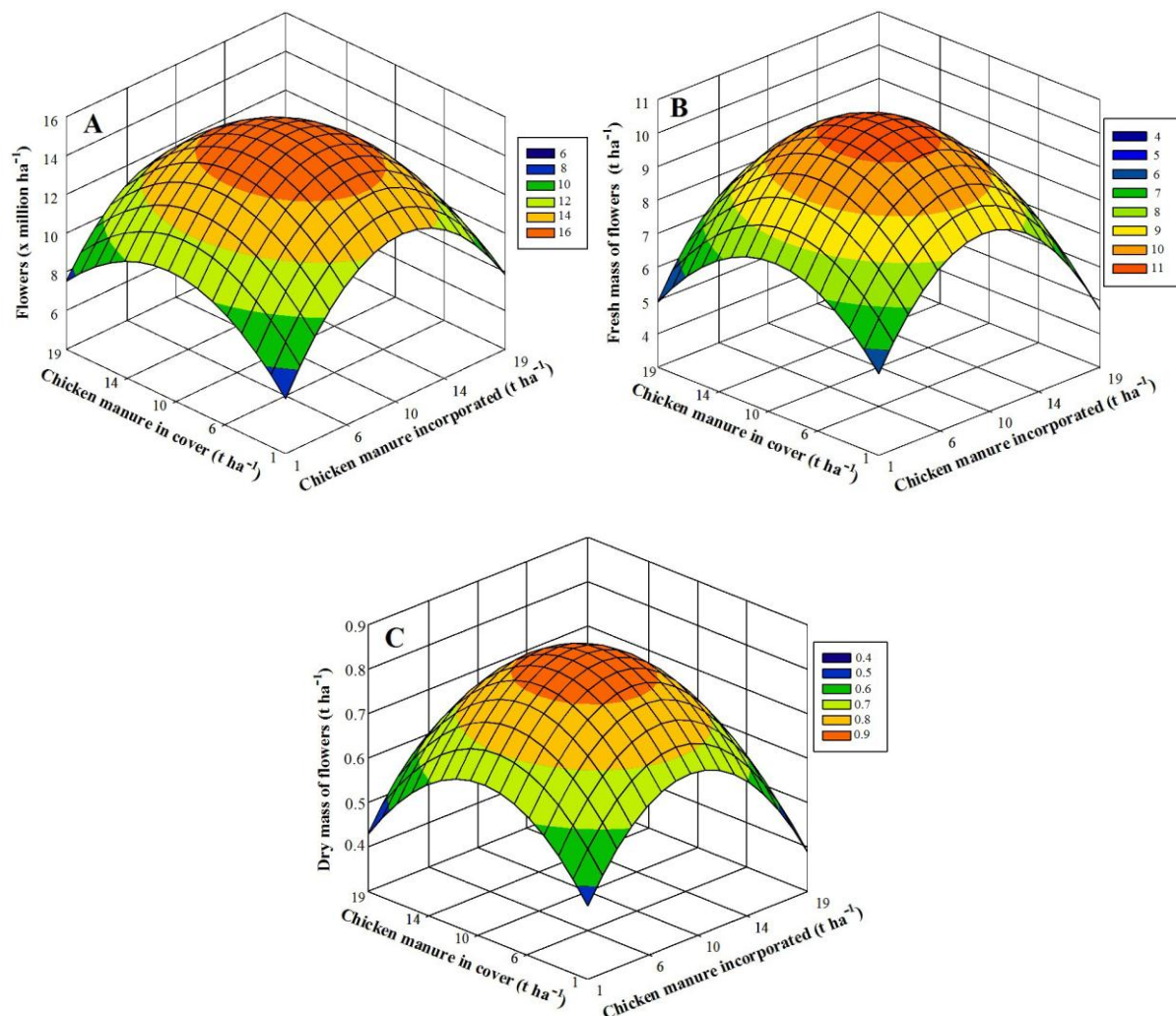




856  
 857 **Fig. 8.** Dry mass of flowers per plant (A and B) of Nasturtium in function of days of harvest,  
 858 cultivated under addition of chicken manure to soil, at different doses, applied in the  
 859 incorporated (I) and cover (C) forms.

860  
 861 The greatest flower production (15.4 million ha<sup>-1</sup>); fresh mass (10.45 t ha<sup>-1</sup>) and dry  
 862 mass (0.849 t ha<sup>-1</sup>) of Nasturtium flowers occurred under 9.80 t ha<sup>-1</sup> I and 9.43 t ha<sup>-1</sup> C (Fig.  
 863 9A); 9.49 I t ha<sup>-1</sup> and 9.51 t ha<sup>-1</sup> C (Fig. 9B) and 9.27 t ha<sup>-1</sup> I and 9.57 t ha<sup>-1</sup> C (Fig. 9C),  
 864 respectively, over 184.66% the lowest values obtained (5.41 million ha<sup>-1</sup>), 148.22% (4.21 t ha<sup>-1</sup>)  
 865 and 143.27% (0.349 t ha<sup>-1</sup>), using the highest doses of chicken manure (19 t ha<sup>-1</sup> I and 19 t  
 866 ha<sup>-1</sup> C), respectively.

867  
 868  
 869  
 870



871

872

873 **Fig. 9.** Number - NF (A), fresh mass - FM (B) and dry mass - DM (C) of Nasturtium flowers  
 874 cultivated under addition of chicken manure to soil, at different doses, applied in the  
 875 incorporated (I) and cover (C) forms.

876  $NF \hat{y} = 4732.14 + 1330.7**I + 881,362**C - 63.198**I^2 - 41.713**C^2 - 9.62103**IC$ ;  $R^2 = 0.83$ ;

877  $FM \hat{y} = 4184.73 + 775.991**I + 543.404**C - 40.8146**I^2 - 28.5484**C^2$ ;  $R^2 = 0.79$ ;

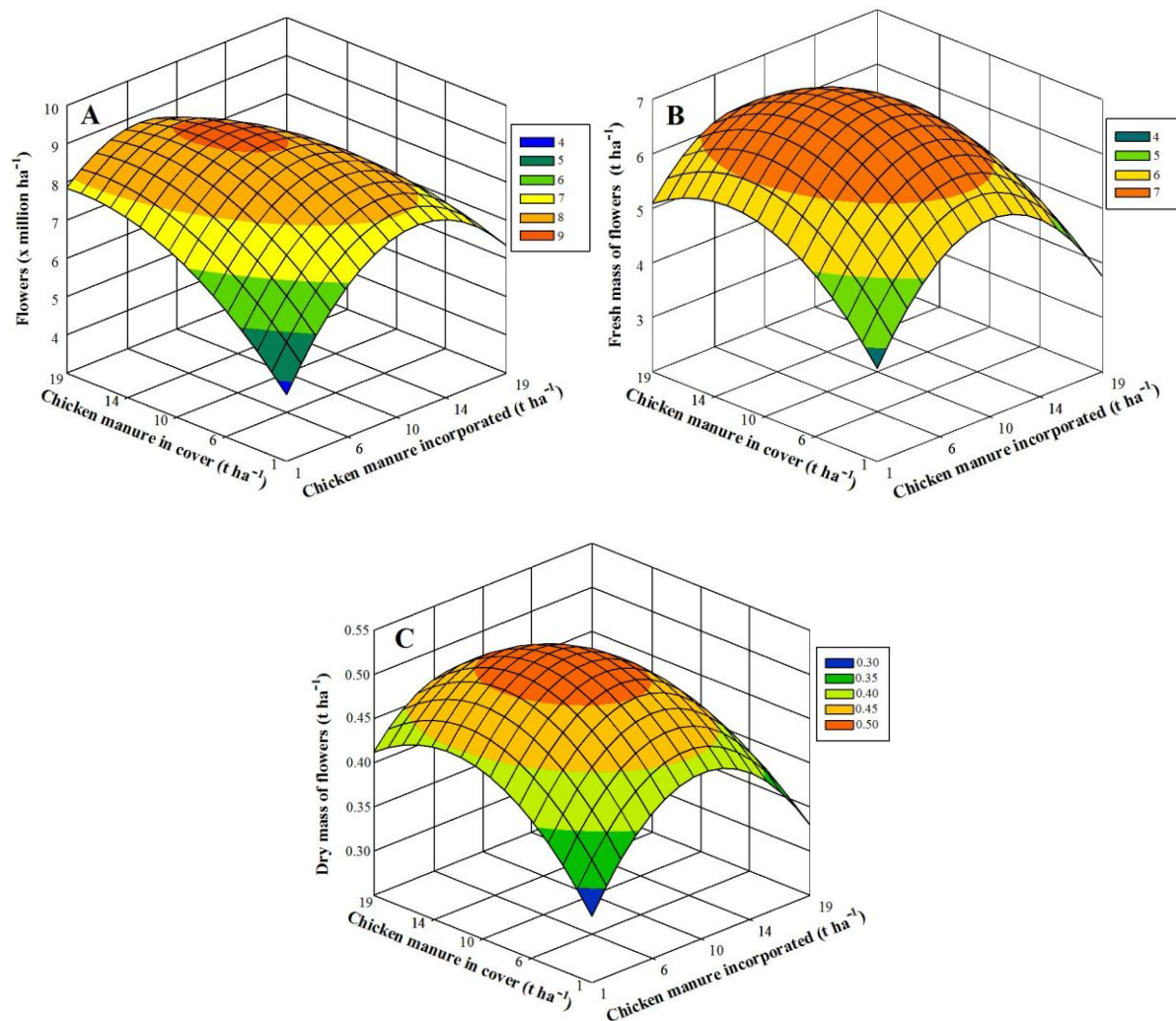
878  $DM \hat{y} = 368.207 + 55.6551**I + 46.688**C - 2.99882**I^2 - 2.43868**C^2$ ;  $R^2 = 0.78$ .

879 \*\*Significant at 1% probability.

880

881 The production of flowers, considered until the day of maximum production, at 131  
 882 DAT, showed greater number (9.11 million  $ha^{-1}$ ), fresh mass (7.00  $t ha^{-1}$ ) and dry mass (0.524  
 883  $t ha^{-1}$ ) under 8.48  $t ha^{-1}$  I and 13.00  $t ha^{-1}$  C (Fig. 10A); 8.86 I  $t ha^{-1}$  and 11.26  $t ha^{-1}$  C (Fig.

884 10B) and  $8.68 \text{ t ha}^{-1}$  I and  $11.09 \text{ t ha}^{-1}$  C (Fig. 10C) respectively, representing the following  
 885 percentages of total production (Fig. 9A-B-C) in number of flowers (59.16%), fresh mass  
 886 (66.99%) and dry mass (61.72%) of flowers of Nasturtium.



887

888

889 **Fig. 10.** Number - NF (A), fresh mass - FM (B) and dry mass - DM (C) of flowers of  
 890 Nasturtium obtained until 131 days after transplanting, cultivated under addition of chicken  
 891 manure to soil, at different doses, applied in the incorporated (I) and cover (C) forms.

892  $NF \hat{y} = 3748.99 + 644.926**I + 404.064**C - 27.1291**I^2 - 10.9039**C^2 - 14.1893**IC; R^2=0.87;$

893  $FM \hat{y} = 2923.7 + 474.656**I + 351.15**C - 23.3323**I^2 - 13.455**C^2 - 5.41461**IC; R^2=0.79;$

894  $DM \hat{y} = 277.181 + 27.8148**I + 22.7814**C - 1.3607**I^2 - 0.879077**C^2 - 0.377708**IC;$

895  $R^2=0.79.$

896

#### 897 4. Discussion

898           The improvements of soil chemical attributes, especially in greater availability of  
899 macro and micro-nutrients (Table 1), with high doses of chicken manure incorporated into the  
900 soil, can be justified for this being a good source of nutrients, contributing to the increase in  
901 organic matter. In addition, for having gone through the process of mineralization, the charges  
902 of the soil increased, which provided adsorption of H<sup>+</sup> ions present in mineral or organic  
903 particles, with variable charges available in the humic fraction of the waste (Lourenzi et al.,  
904 2016). The physical attributes were also improved, increasing the capacity of water retention,  
905 as well as aeration and providing suitable conditions for microbial flora (Blum et al., 2003;  
906 Zandonadi et al., 2014).

907           The effect of chicken manure on nutrient availability was observed by Fioreze and  
908 Ceretta (2006), in which organic sources were evaluated together and isolated with mineral  
909 fertilization on potato cultivation in normal and late season crops, and the authors found that  
910 chicken manure was the source that accumulated higher amounts of N, P and K available,  
911 regardless of whether it was associated with mineral fertilization and concluded that this  
912 organic source is a better alternative than pig manure, both technically and economically,  
913 since it serves as nutritional intake for potato cultivation.

914           In *Nasturtium* leaves, the mean contents of N and K (Table 2) were below the  
915 recommended range for a good development of the main vegetable crops (Raij, 2011). On the  
916 other hand, the contents of P, Ca, Mg, Cu, Mn and Zn (Table 2) were within the range and the  
917 content of Fe was above the range (Raij, 2011). In flowers, the contents of N, K, Mg, Cu and  
918 Zn were within the recommended range (Raij, 2011) and the contents of Ca and Mn below  
919 (Table 2). However, P and Fe were above the recommended range (Raij, 2011). Therefore,  
920 chicken manure positively affected N and Zn contents of flowers. However, N content in  
921 flowers (27.52 g kg<sup>-1</sup>) was lower than that found by Sangalli et al. (2004), who found 35.6 g

922  $\text{kg}^{-1}$  in plants cultivated with  $15 \text{ t ha}^{-1}$  of chicken manure semi-decomposed applied to the soil,  
923 noting that the photosynthetic capacity of the vegetable depends on N supply, involved in the  
924 photosynthetic process. On the other hand, the content of P ( $6.50 \text{ g kg}^{-1}$ ) in flowers was above  
925 that found by Sangalli et al. (2004), varying between  $3.0 \text{ g kg}^{-1}$  under chicken manure  
926 associated with nitrogen and  $3.9 \text{ g kg}^{-1}$ , those cultivated with only nitrogen.

927         The highest content of N in flowers in relation to leaves of Nasturtium (Table 2) can  
928 be associated with high C/N ratio in the organic waste (35.90), and with that, there is a  
929 decrease in the speed of decomposition and release of N to the plant, in addition to the  
930 reduction in the capacity of assimilate nutrients available in the soil. On the other hand, there  
931 is mobilization of N present in leaves for development in reproductive phase (Bredemeier and  
932 Mundstock, 2000).

933         The large accumulation of P in flowers (Table 2) can be explained by the fact that this  
934 nutrient is preferentially allocated in reproductive organs (Araújo and Machado, 2006). While  
935 the high content of Fe in leaves and flowers of Nasturtium (Table 2) can be related to the high  
936 concentration of Fe oxides in the soil of the area (Camargo et al., 2010).

937         The greater heights of Nasturtium plants demonstrate that balanced doses of chicken  
938 manure in incorporated and cover form contribute to the growth of the species (Fig. 3A-B),  
939 enabling greater production in number and masses of flowers (Figs. 9 and 10). This result  
940 may be related to the content of organic matter and nutrients available in the soil, provided  
941 with the addition of chicken manure incorporated into the soil (Blum et al., 2003; Zandonadi  
942 et al., 2014), as well as maintenance of soil moisture from the addition of chicken manure as  
943 cover form, avoiding soil warming (Gasparim et al., 2005). On the other hand, the smaller  
944 heights of plants under the lowest doses of chicken manure in the incorporated and cover  
945 forms can be related to the low supply of nutrients and organic matter available in the soil,  
946 from chicken manure.

947           Nasturtium plants grew in height until 168 DAT. After this period, they showed the  
948 first signs of senescence, such as height reduction, yellowing and leaf drop, ending the cycle  
949 of development and production of flowers. This process can be related to the synthesis of  
950 ethylene produced in plants, since this hormone regulates physiological responses during  
951 plant growth and development, provided by internal factors of the tissue itself and  
952 environmental factors or stress (Dukovski et al., 2006).

953           Similar results regarding height of Nasturtium plants were observed by Sangalli et al.  
954 (2004), who found maximum height of 36.33 cm under chicken manure semi-decomposed (15  
955 t ha<sup>-1</sup>) incorporated into the soil. However, Carbonari et al. (2006) observed maximum height  
956 of 46.38 cm under 25.8 kg ha<sup>-1</sup> of P and 14 t ha<sup>-1</sup> of chicken manure semi-decomposed  
957 incorporated into the soil. It is worth mentioning that the height of Nasturtium plants may not  
958 be an appropriate characteristic to correlate with species production, once after a period of  
959 vertical growth, the plant spreads branches, developing parallel to the soil.

960           Production of flowers per plant of Nasturtium along the cultivation cycle showed the  
961 same trend observed for height of plants, with maximum production at 130 DAT, for number  
962 of flowers, and at 127 DAT for fresh and dry mass of flowers, respectively, both under 10 t  
963 ha<sup>-1</sup> I and 10 t ha<sup>-1</sup> C. After this period, the production of flowers decreased (Fig. 6A-B),  
964 which may be related to the process of plant senescence. This production corresponded in  
965 number of flowers (59.16%), fresh mass (66.99%) and dry mass (61.72%) of Nasturtium  
966 flowers (Fig. 10A-B-C), when compared with total production (Fig. 9A-B-C). These results  
967 show that after reaching the maximum flower production, there is still a possibility of harvest  
968 by the end of the cultivation cycle.

969           The greatest total production in number of flowers, as well as fresh and dry masses of  
970 flowers (Fig. 9A-B-C) under intermediate doses of chicken manure may be associated with  
971 the appropriate characteristics promoted with the addition of chicken manure to the soil.

972 Among them, moisture retention promoted by providing organic matter, improving soil  
973 microbiota (Blum et al., 2003), and availability of essential nutrients for the plant (Table 2),  
974 such as P and N. This, because P participates in the formation of ATP and N, and is  
975 associated with elongation and vegetative growth, (Taiz and Zeiger, 2013), favoring the  
976 reproductive potential of plants. A similar result was observed by Carbonari et al. (2006), who  
977 found mean production of 15.5 million flowers  $\text{ha}^{-1}$  using doses of P and chicken manure  
978 incorporated into the soil.

979 Adding chicken manure to the soil contributed to greater availability of nutrients in the  
980 soil and subsequently absorption by plants. Most of these nutrients are within or above the  
981 range recommended for cultivation of vegetables, showing that this source of organic waste is  
982 effective for cultivation of vegetables and medicinal plants. Heid et al. (2015) highlighted that  
983 the combination of 19 t  $\text{ha}^{-1}$  of chicken manure as cover and 14 t  $\text{ha}^{-1}$  incorporated into the  
984 soil led to the increased productivity of marketable roots of Peruvian carrot (*Arracacia*  
985 *xanthorrhiza* Bancr.). Castro et al. (2017) showed that the addition of chicken manure rice  
986 husk (10 t  $\text{ha}^{-1}$ ), associated with space of 12.5 cm between plants result in greater productivity  
987 of rhizomes of marketable tannia (*Xanthosoma mafafa* Schott).

988 The leaf area and dry mass of leaves had similar responses with addition of chicken  
989 manure as cover to the soil. This result is related to the content of P in soil and leaves of  
990 Nasturtium, from chicken manure, promoting accumulation of photoassimilates, and  
991 consequently, expansion and thickening of foliar limb and petiole elongation. A similar result  
992 regarding leaf area was found by Carbonari et al. (2006), who observed 11350.77  $\text{cm}^2 \text{plant}^{-1}$   
993 with 4.3 kg  $\text{ha}^{-1}$  of P and 19 t kg  $\text{ha}^{-1}$  of chicken manure semi-decomposed incorporated into  
994 the soil. The greater leaf area favors the interception of solar radiation (Teixeira et al., 2015);  
995 simultaneously, there is increased production and distribution of photoassimilates,  
996 contributing to mass allocation (Fig. 4A-B).

997           The highest chlorophyll index, found at 126 DAT (Fig. 5), coincided with the period  
998 when plants were in full bloom. The index expresses the relationship between chlorophyll and  
999 N concentration in leaves of plants (Silva et al., 2009), being important for production of  
1000 photoassimilates and development of Nasturtium plants.

1001           The diameter and length of Nasturtium flowers did not vary with the use of chicken  
1002 manure, probably because biometric characteristics of flowers were little influenced by the  
1003 environment, showing mean values of 5.37 cm diameter and 2.48 cm length. Despite this, the  
1004 diameter of flowers was close to those found by Moraes et al. (2008) and Sangalli et al.  
1005 (2004), such as 5.61 and 5.37 cm, respectively. The length of flowers found in this study was  
1006 close to that found by Sangalli et al. (2004), who obtained 2.55 cm and lower than that found  
1007 by Moraes et al. (2008), of 6.38. These differences may be associated with the evaluation  
1008 period and, specifically, with the criteria for assessments, once measurements can take into  
1009 consideration the flower spur, affecting length (Moraes et al., 2008).

1010

## 1011 **5. Conclusion**

1012           Adding chicken manure to the soil, incorporated and as cover, provided higher nutrient  
1013 contents in the soil.

1014           Nasturtium plants that had greater height and productivity in number and mass of  
1015 flowers were cultivated under 10 t ha<sup>-1</sup> I (incorporated) and 10 t ha<sup>-1</sup> C (cover) of chicken  
1016 manure.

1017           Nutrient contents of P, Ca, Mg, Cu, Mn and Zn in leaves and flowers of Nasturtium  
1018 were within recommended range for a good development of the main vegetable crops.

1019

1020

1021



1022 **Acknowledgments**

1023 The authors thank Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior -  
1024 CAPES for the scholarship granted; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e  
1025 Tecnológico - CNPq (Grant number 408019/2013-1) and Fundação de Apoio ao  
1026 Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul -  
1027 FUNDECT (Grant number 008/2015), for financial support; and Research Group in  
1028 Horticulture and Medicinal Plants, for collaboration in the conduction of the research.

1029

1030 **References**

1031 Alvares, C.L., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M., Sparovek, G., 2013. Köppen's  
1032 climate classification map for Brazil. Meteorol. Z. 22 (6), 711-728.

1033 Araújo, A.P., Machado, C.T.T., 2006. Fósforo, In: Fernandes, M.S. (Ed.), Nutrição mineral de  
1034 plantas. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, Viçosa, MG, pp. 254-273.

1035 Barboza, L.N., Prando, T.B.L., Dalsenter, P.R., Gasparotto, F.M., Gasparotto, F., Jacomassi,  
1036 E., Araujo, V.O., Lourenço, E.L.B., Gasparotto Junior, A., 2014. Prolonged diuretic activity  
1037 and calcium-sparing effect of *Tropaeolum majus*: evidence in the prevention of osteoporosis.  
1038 Evid. Based Complement. Alternat. Med. 1-6.

1039 Benincasa, M.M.P., 2003. Análise do crescimento de plantas (noções básicas). Departamento  
1040 de biologia aplicada à agropecuária, FCAV-UNESP, Jaboticabal, São Paulo 41p.

1041 Blum, L.E.B., Amarante, C.V.T., Güttler, G., Macedo, A.F., Kothe, D.M., Simmler, A.O.,  
1042 Prado, G., Guimarães, L.S., 2003. Produção de moranga e pepino em solo com incorporação  
1043 de cama aviária e casca de pinus. Hortic. bras. 21(4), 627-631.

1044 Bredemeier, C., Mundstock, C.M., 2000. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio  
1045 nas plantas. Cienc. Rural, 30 (2), 365-372.

1046 Brondani, J.C., Cuelho, C.H.F., Marangoni, L.D., Lima, R., Guex, C.G., Bonilha, I.F.,

- 1047 Manfron, M.P., 2016. Traditional usages, botany, phytochemistry, biological activity and  
1048 toxicology of *Tropaeolum majus* L. - A review. Boletín Latinoamericano y del Caribe de  
1049 Plantas Medicinales y Aromáticas, 15 (4), 264-273.
- 1050 Camargo, M.S., Barbosa, D.S., Resende, R.H., Korndörfer, G.H., Pereira, H.S., 2010. Fósforo  
1051 em solos de Cerrado submetidos à calagem. Biosci. J. 26 (2), 187-194.
- 1052 Carbonari, V.B., Vieira, M.C.; Heredia Zárate, N.A.Z., Marchetti, M.E., 2006. Phosphorus  
1053 and chicken manure on development and yield of *Tropaeolum majus* L. Rev. Bras. Plantas  
1054 Med. 8, 71-77.
- 1055 Castro, L.F.Q., Heredia Zárate, N. A., Vieira, M.C., Torales, E.P., Luqui, L.L., 2017.  
1056 Produtividade e rentabilidade do mangarito sob diferentes densidades de plantio e fontes de  
1057 resíduo orgânico. Revista Scientia Agraria, 18 (3) 107-115.
- 1058 Dalólio, F.S., Silva, J.N., Oliveira, A.C.C., Tinôco, I.F.F., Barbosa, R.C., Resende, M.O.,  
1059 albino, L.F.T., Coelho, S.T., 2017. Poultry litter as biomass energy: A review and  
1060 future perspectives. Renew. Sust. Energ. Rev. 76, 941–949.
- 1061 Dukovski, D., Bernatzky, R., HAN, S., 2006 Flowering induction of *Guzmania* by ethylene.  
1062 Sci. Hortic. 110 (1) 104-108.
- 1063 Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J.A., Saraiva, J.A., Ramalhosa, E., 2016. Uma perspectiva  
1064 nutricional de flores comestíveis. Acta Portuguesa de Nutrição, 6, 32-37.
- 1065 Fioreze, C., Ceretta, C.A., 2006. Fontes orgânicas de nutrientes em sistemas de produção de  
1066 batata. Cienc. Rural, 36 (6), 1788-1793.
- 1067 Garzón, G.A., Wrolstad, R.E., 2009. Major anthocyanins and antioxidant activity of  
1068 Nasturtium flowers (*Tropaeolum majus*). Food Chem. 114, 44-49.
- 1069 Garzón, G.A., Manns, D.C., Riedl, K., Schwartz, S.J., Padilha-Zakour, O., 2015.  
1070 Identification of phenolic compounds in petals of nasturtium flowers ( *Tropaeolum majus* ) by  
1071 high-performance liquid chromatography coupled to mass spectrometry and determination of

- 1072 oxygen radical absorbance capacity (ORAC). J. Agric. Food Chem. 63 (6), 1803-1811.
- 1073 Gasparim, E., Ricieri, R.P., Silva, L.S., Dallacort, R., Gnoatto, E., 2005. Temperatura no  
1074 perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. Acta Sci. 27 (1), 107-114.
- 1075 Gasparotto Junior, A., Gasparotto, F.M., Lourenço, E.L.B., Crestani, S., Stefanello, M.E.A.,  
1076 Salvador, M.J., Silva-Santos, J.E., Marques, M.C.A., Kassuya, C.A.L., 2011.  
1077 Antihypertensive effects of isoquercitrin and extracts from *Tropaeolum majus* L: Evidence for  
1078 the inhibition of angiotensin converting enzyme. J. Ethnopharmacol. 134 (2), 363–372.
- 1079 Gasparotto Junior, A., Prando, T.B.L., Leme, T.S.V., Gasparotto, F.M., Lourenço, E.L.B.,  
1080 Rattmann, Y.D., Silva-Santos, J.E., Kassuya, C.A.L., Marques, M.C.A., 2012. Mechanisms  
1081 underlying the diuretic effects of *Tropaeolum majus* L . extracts and its main component  
1082 isoquercitrin. J. Ethnopharmacol. 141 (1), 501–509.
- 1083 Goelze, V.L.O., 2008. Aceitabilidade de alimentação a base de capuchinha (*Tropaeolum*  
1084 *majus*). Revista Brasileira de Agroecologia, 3, 27-30.
- 1085 EMBRAPA, 2016. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Guia Clima da Estação  
1086 Agrometeorológica da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, Mato Grosso do Sul.  
1087 <http://mob.cpao.embrapa.br>
- 1088 Heid, D.M., Heredia Zárate, N.A., Vieira, M.C., Torales, E.P., Carnevali, T.O., Marafiga,  
1089 B.G., 2015. Produtividade agroeconômica de mandioquinha-salsa em resposta à adição de  
1090 cama-de-frango no solo. Semina: Ciênc. Agrár. 36 (3), 1835-1850.
- 1091 Kinupp, V.F., Lorenzi, H., 2014. Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil:  
1092 Guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. Instituto Plantarum de  
1093 Estudos da Flora, Nova Odessa, São Paulo 768p.
- 1094 Lorenzi, H., Matos, F.J.A., 2008. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas, 2 ed.  
1095 Instituto Plantarum de Estudo da Flora, Nova Odessa, São Paulo 544p.

- 1096 Lourenzi, C.R., Scherer, E.E., Ceretta, C.A., Tiecher, T.L., Cancian, A., Ferreira, P.A.A.,  
1097 Brunetto, G., 2016. Atributos químicos de Latossolo após sucessivas aplicações de composto  
1098 orgânico de dejetos líquidos de suínos. *Pesq. Agropec. Bras.* 51 (3), 233-242.
- 1099 Malavolta, E., 2006. Manual de nutrição mineral de plantas. Agronômica Ceres, São Paulo  
1100 638p.
- 1101 Moraes, A.A., Vieira, M.C., Heredia Zárata, N. A., Teixeira, I.R., Rodrigues, E.T., 2008.  
1102 Produção da capuchinha em cultivo solteiro e consorciado com os repolhos verde e roxo sob  
1103 dois arranjos de plantas. *Ciênc. e agrotec.* 32 (4), 1195-1202.
- 1104 Ostrowski, A.P., Valentini, S.A., Pavanelli, M.F., 2014. Atividade anticoagulante do extrato  
1105 aquoso, hidroetanólico e óleo essencial das folhas de *Tropaeolum majus*. *SaBios*, 9 (2), 46-53.
- 1106 Rajj, B.V., 2011. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. International Plant Nutrition  
1107 Institute, Piracicaba, São Paulo 420p.
- 1108 Sangalli, A., Vieira, M.C., Heredia Zárata, N.A., 2004. Resíduos orgânicos e nitrogênio na  
1109 produção de biomassa da capuchinha (*Tropaeolum majus* L.) "Jewel". *Ciênc. agrotec.* 28 (4),  
1110 831-839.
- 1111 Santos, H.G., Jacomine, P.K.T., Anjos, L.H.C, Oliveira, V.A., Lumbreras, J.F., Coelho, M.R.,  
1112 Almeida, J.A., Cunha, T.J.F., Oliveira, J.B., 2013. Sistema brasileiro de classificação de  
1113 solos, 3 ed. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 306p.
- 1114 Silva, F.C., 2009. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes, 2 ed. rev. e  
1115 ampl. Embrapa, Brasília 627p.
- 1116 Silva, M.C.C., Fontes, P.C.R., Miranda, G.V., 2009. Índice SPAD e produção de batata, em  
1117 duas épocas de plantio, em função de doses de nitrogênio. *Hortic. bras.* 27 (1), 17-22.
- 1118 Taiz, L., Zeiger, E., 2013. Fisiologia Vegetal, 4 ed. Artmed, Porto Alegre 820 p.
- 1119 Teixeira, G.C.S., Stone, L.F., Heinemann, A. B., 2015. Eficiência do uso da radiação solar e  
1120 índices morfofisiológicos em cultivares de feijoeiro. *Pesqui. Agropecu. Trop.* 45 (1), 9-17.

1121 Turrent, A., Laird, R.J., 1975. La matriz experimental Plan Puebla, para ensayos sobre  
1122 prácticas de produção de cultivos. *Agrociencia*, 19 (1), 117-143.

1123 Zandonadi, D.B., Santos, M.P., Medici, L.O., Silva, J., 2014. Ação da matéria orgânica e suas  
1124 frações sobre a fisiologia de hortaliças. *Hortic. bras.* 32 (1), 14-20.

1125

1126

1127

1128

1129

1130

1131

1132

1133

1134

1135

1136

1137

1138

1139

1140

1141

1142

1143

1144

1145

APÊNDICE A - Flowers of Nasturtium (A-B), cultivated with use of chicken manure, at different doses, applied in the incorporated (I) and cover (C) forms.





APÊNDICE B - Grafical abstract



Initial propagation



Plants cultivated with addition of chicken manure to the soil



Plant growth



Production of flowers



## ANEXO A – Foco e escopo revista Scientia Horticulturae



## SCIENTIA HORTICULTURAE

### AUTHOR INFORMATION PACK

#### TABLE OF CONTENTS

•	<b>Description</b>	<b>p.1</b>
•	<b>Audience</b>	<b>p.2</b>
•	<b>Impact Factor</b>	<b>p.2</b>
•	<b>Abstracting and Indexing</b>	<b>p.2</b>
•	<b>Editorial Board</b>	<b>p.2</b>
•	<b>Guide for Authors</b>	<b>p.4</b>



ISSN: 0304-4238

#### DESCRIPTION

*Scientia Horticulturae* is an international journal publishing research related to **horticultural crops**. Articles in the journal deal with open or protected production of **vegetables, fruits, edible fungi** and **ornamentals** under temperate, subtropical and tropical conditions. Papers in related areas (biochemistry, micropropagation, soil science, plant breeding, plant physiology, phytopathology, etc.) are considered, if they contain information of direct significance to **horticulture**. Papers on the technical aspects of horticulture (engineering, crop processing, storage, transport etc.) are accepted for publication only if they relate directly to the living product. In the case of plantation crops, those yielding a product that may be used fresh (e.g. tropical vegetables, citrus, bananas, and other fruits) will be considered, while those papers describing the processing of the product (e.g. rubber, tobacco, and quinine) will not. The scope of the journal includes all horticultural crops but does not include speciality crops such as, medicinal crops or forestry crops, such as bamboo. Basic molecular studies without any direct application in horticulture will not be considered for this journal.