

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE CAPUCHINHA
(*Tropaeolum majus* L.), INFLUENCIADOS PELA
APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO E FÓSFORO EM UM
LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO**

FABIANA DE CARVALHO REIS

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2006**

**COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE CAPUCHINHA (*Tropaeolum
majus* L.), INFLUENCIADOS PELA APLICAÇÃO DE
NITROGÊNIO E FÓSFORO EM UM LATOSSOLO VERMELHO
DISTRÓFICO**

FABIANA DE CARVALHO REIS
Engenheira Agrônoma

Orientador: PROF. DR. JOSÉ OSCAR NOVELINO

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

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2006

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD

631.84 Reis, Fabiana de Carvalho.
R379c Componentes de produção de capuchinha (*Tropaeolum majus* L.), influenciados pela aplicação de nitrogênio e fósforo em um Latossolo Vermelho Distrófico / Fabiana de Carvalho Reis – Dourados, MS: UFGD, 2006.
29 f.

Orientador: Prof. Dr. José Oscar Novelino
Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Capuchinha - Planta medicinal - Fertilização com N e P - Região dos Cerrados. I. Título

**COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE CAPUCHINHA (*Tropaeolum majus* L.),
INFLUENCIADOS PELA APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO E FÓSFORO EM
UM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO**

Por

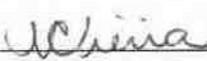
Fabiana de Carvalho Reis

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA

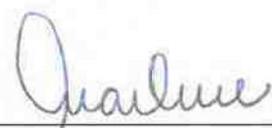
Aprovada em: 17/3/2006



Prof. Dr. José Oscar Novelino
Orientador – UFGD/FCA



Prof^a Dr^a Maria do Carmo Vieira
UFGD/FCA



Prof^a Dr^a. Marlene Estevão Marchetti
UFGD/FCA



Prof. Dr. Edson Talarico Rodrigues
UEMS

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença constante em minha vida, permitindo-me vencer todos os obstáculos.

Aos meus pais, pelo amor incondicional, possibilitando-me a realização de mais um sonho.

Aos meus irmãos André e Juliana e família Vilaverde pelo carinho e incentivo.

Ao meu orientador, professor José Oscar Novelino, pela orientação, paciência, amizade e contribuição à minha formação profissional.

Às professoras Maria do Carmo Vieira e Marlene Estevão Marchetti, pela amizade e conhecimentos transmitidos.

À Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade de realizar meu Mestrado.

Aos funcionários da UFGD e dos Laboratórios de Bioquímica e de Solos, pela ajuda constante no desenvolvimento deste trabalho.

Aos alunos da graduação em Agronomia da UFGD, Maykom Ferreira Inocêncio, Leandro Ramão Paim e Rodrigo Cardoso França, todos, bolsistas do PIBIC, pelo auxílio durante a realização do experimento e nas análises laboratoriais.

SUMÁRIO

	PÁGINA
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Aspectos gerais da capuchinha	3
2.2. Composição química	5
2.3. Adubação nitrogenada	6
2.4. Adubação Fosfatada	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1. Local do experimento e tipo de Solo	9
3.2. Delineamento experimental e descrição dos tratamentos	9
3.3. Instalação e desenvolvimento do experimento	9
3.4. Características avaliadas	10
3.4.1. Estatura de plantas	11
3.4.2. Número, massa fresca e seca de flores	11
3.4.3. Diâmetro de caule	11
3.4.4. Área foliar	11
3.4.5. Massa de matéria seca da parte aérea	11
3.4.6. Acúmulo de nitrogênio e fósforo na parte aérea	12
3.4.7. Estimativa da concentração de proteína bruta	12
3.5. Análises estatísticas	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4.1. Relação entre os componentes de produção	13
4.2. Estatura de plantas	13
4.3. Número de flores	14
4.4. Massa de matéria seca de flores	16
4.5. Diâmetro de caule	17
4.6. Massa de matéria seca da parte aérea	18
4.7. Área foliar	19
4.8. Acúmulo de nitrogênio na parte aérea	20
4.9. Acúmulo de fósforo na parte aérea	22
4.10. Concentração de proteína bruta na parte aérea	23
5. CONCLUSÕES	24
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

LISTA DE FIGURAS

PÁGINA

FIGURA 1. Aspecto geral da Capuchinha (<i>Tropaeolum majus</i> L.). UFGD, Dourados-MS, 2006	3
FIGURA 2. Flores de Capuchinha (<i>Tropaeolum majus</i> L.). UFGD, Dourados-MS, 2006	4
FIGURA 3. Estatura de plantas (cm) da capuchinha em função de doses de N e P. UFGD, Dourados-MS, 2006	14
FIGURA 4. Número de flores/vaso da capuchinha em função de doses de N e P. UFGD, Dourados-MS, 2006	15
FIGURA 5. Massa de matéria seca de flores (g vaso^{-1}) da capuchinha em função de doses de N e P. UFGD, Dourados-MS, 2006	16
FIGURA 6. Diâmetro de caule (mm) da capuchinha em função de doses de N e P. UFGD, Dourados-MS, 2006	18
FIGURA 7. Massa da matéria seca da parte aérea (g/vaso) da capuchinha em função de doses de N e P. UFGD, Dourados-MS, 2006	19
FIGURA 8. Área foliar (cm^2) da capuchinha em função de doses de N e P. UFGD, Dourados-MS, 2006	20
FIGURA 9. Nitrogênio acumulado na parte aérea da capuchinha (mg/vaso), em função de doses de N e P. UFGD, Dourados-MS, 2006	21
FIGURA 10. Fósforo acumulado na parte aérea da capuchinha (mg/vaso), em função de doses de N e P. UFGD, Dourados-MS, 2006	22
FIGURA 11. Concentração estimada de proteína bruta na parte aérea da capuchinha (g kg^{-1}), em função e doses de N e P. UFGD, Dourados-MS, 2006	23

COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE CAPUCHINHA (*Tropaeolum majus* L.), INFLUENCIADOS PELA APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO E FÓSFORO EM UM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO

RESUMO: A *Tropaeolum majus* L., conhecida vulgarmente como capuchinha, possui ampla utilização, existindo relatos de seu uso como planta medicinal, consorciada, melífera, corante natural, hortaliça não-convencional e ornamental. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da adubação nitrogenada e fosfatada em alguns componentes de produção da capuchinha 'Jewel', cultivada em vasos contendo 3,4 dm³ de um Latossolo Vermelho Distrófico. O experimento foi realizado em casa de vegetação da Universidade Federal da Grande Dourados–UFGD, em Dourados-MS, no delimitamento em blocos casualizados, com quatro repetições, no esquema fatorial 4 x 5, cujos tratamentos foram constituídos por quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 mg dm⁻³ de N) e cinco doses de fósforo (0, 70, 140, 245 e 350 mg dm⁻³ de P), tendo como fontes a uréia e o fosfato monossódico, respectivamente. A partir de equações de superfícies de resposta ajustadas constatou-se que os maiores valores para as características avaliadas e as respectivas doses N e P aplicadas foram: massa de matéria seca da parte aérea (9,05 g/vaso), área foliar (3.342,7 cm²), N (327,9 mg/vaso) e P (13,62 mg/vaso) acumulados na parte aérea, alcançados com 120 mg dm⁻³ de N e 350 mg dm⁻³ de P; estatura de plantas (20,1 cm), com 120 mg dm⁻³ de N e 251 mg dm⁻³ de P; número (12 flores/vaso) e massa de matéria seca de flores (0,75 g/vaso), na ausência de N e com 193 e 191 mg dm⁻³ de P, respectivamente; diâmetro de caule (4,28 mm) com 48 mg dm⁻³ de N e 350 mg dm⁻³ de P e proteína bruta estimada (244,17 g kg⁻¹), com 120 mg dm⁻³ de N e na ausência de adubação fosfatada. Baseado nos resultados obtidos concluiu-se que a) O diâmetro de caule, número e a produção de biomassa de flores da capuchinha responderam mais a adubação fosfatada em relação à adubação nitrogenada; b) É esperado valor mais elevado para a estatura de plantas com doses mais altas de N e de P, por meio de adubação; c) Os valores mais elevados para área foliar, produção de massa de matéria seca e acúmulo de P na parte aérea são obtidos com as mais altas doses testadas de N e P e d) A maior concentração de proteína bruta estimada é atingida com a aplicação de N na dose mais alta, na ausência de adubação fosfatada.

Palavras-chave: Planta medicinal, fertilização com N e P, região dos Cerrados.

**YIELD COMPONENTS OF NASTURTIUM (*Tropaeolum majus* L.),
INFLUENCED BY THE APPLICATION OF NITROGEN AND PHOSPHORUS
IN A HAPLORTOX**

ABSTRACT: *Tropaeolum majus* L., commonly known as nasturtium, has widespread using, there are reports of its use as a medicinal plant, legume, honey, natural dye, unconventional vegetable and ornamental plant. The aim of this study was to evaluate the influence of nitrogen and phosphate fertilization on yield components of Nasturtium 'Jewel', that was grown in pots containing 3.4 dm³ of a Haplortox. The trial was carried out in the greenhouse of the Universidade Federal da Grande Dourados, UFGD in Dourados-MS, in randomized block design with four replications in 5 x 4 factorial scheme, which treatments were four nitrogen doses (0, 40, 80 and 120 mg dm⁻³ of N) and five phosphorus doses (0, 70, 140, 245 and 350 mg dm⁻³ of P), using as sources urea and monosodium phosphate, respectively. From equations of fitter surface response was found that the highest values for measured characteristics and the respective applied N and P doses were: dry weight of shoots (9.05 g / pot), leaf area (3342 , 7 cm²), N (327.9 mg / pot) and P (13.62 mg / pot) accumulated in aerial part, which were reached with 120 mg N dm⁻³ and 350 mg P dm⁻³, height of plants (20.1 cm) with 120 mg dm⁻³ of N and 251 mg dm⁻³ of P, number (12 flowers / pot) and dry weight of flowers (0.75 g / pot) in the absence of N and 193 and with 191 mg dm⁻³ of P, respectively, stem diameter (4.28 mm) with 48 mg dm⁻³ of N and 350 mg dm⁻³ of P and estimated gross protein (244.17 g kg⁻¹) with 120 mg dm⁻³ of N in the absence of P fertilization. Based on the obtained results it was concluded that: a) stem diameter, number and biomass yield of nasturtium flowers responded more to P in relation to N; b) it is expected the highest value for height of plants with higher doses of N and P through fertilization; c) The highest values for leaf area and yield of dry matter and P accumulation in aerial part are obtained with the highest tested doses of N and P; and d) The highest concentration of estimated gross protein is reached with the N application at the highest dose, in the absence of P.

Keywords: medicinal plants, fertilization with N and P, the Cerrado region.

1 INTRODUÇÃO

As plantas medicinais são recursos primários naturais utilizados na medicina tradicional e também na indústria farmacêutica. O cultivo destas, além de possibilitar a sobrevivência das plantas nativas em seus ambientes, uma vez que minimiza o seu extrativismo, permite maior previsibilidade na composição fitoquímica (ANDRADE e CASALI, 1999).

Admite-se que de aproximadamente 750.000 espécies de plantas superiores já foram descritas, cerca de 90 são fornecedoras das 119 substâncias que podem ser utilizadas com fins medicinais. Desses compostos químicos, 74% têm o uso igual ou semelhante ao das plantas utilizadas na medicina popular (FARNSWORTH, 1977).

Dentre as espécies com propriedades medicinais encontra-se a capuchinha (*Tropaeolum majus* L.), pertencente à família das Tropaeolaceae, grupo botânico exclusivamente sul-americano de ervas trepadeiras e rastejantes, vastamente difundida, as quais apresentam folhas quase orbiculares, verde claras e peitadas, cujas flores são grandes, alaranjadas ou amarelas muito vistosas (SPARRE, 1972; SOUZA e LORENZI, 2005).

A capuchinha é uma planta bastante versátil e toda parte aérea possui ampla utilização, como planta medicinal, melífera, hortaliça não-convencional e ornamental (CORRÊA, 1984).

Há relatos do uso da capuchinha pelas tripulações dos navios à vela, que mascavam seus brotos, botões florais e sementes, devido à sua reconhecida ação antiescorbútica e antisséptica. As folhas frescas ou secas em infusão são recomendadas como diurético e desinfetante das vias urinárias. O suco das folhas adicionado ao leite quente é indicado nas afecções pulmonares e como expectorante (CORRÊA, 1984; PANIZZA, 1997).

Devido à grande quantidade de drogas vegetais requeridas pelo mercado, a fertilização mineral em plantas medicinais tem sido utilizada adicionalmente com o objetivo de se obter maior concentração e produção de princípios ativos. Para aplicação dessa prática deve-se levar em consideração o tipo de nutriente e sua relação nos adubos químicos, no solo e, principalmente, idade e necessidades das plantas (VOMEL, 1984).

O presente trabalho teve como objetivo estudar a influência da adubação nitrogenada e fosfatada em alguns componentes de produção da capuchinha 'Jewel', cultivada, em vasos, em um Latossolo Vermelho Distrófico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos gerais da capuchinha

A capuchinha é nativa do Peru, México e regiões da América Central. O termo *Tropaeolum* vem do grego *tropaion*, que significa tropa, alusão à suposta forma de escudo das folhas, sempre acompanhadas de flores, cujos formatos se assemelham a capacetes. Para alguns, a folha vista por trás lembra um capuz. Daí o nome capuchinha (Figura 1).



FIGURA 1. Aspecto geral da Capuchinha (*Tropaeolum majus* L.). UFGD, Dourados-MS, 2006.

Pela rusticidade e facilidade de adaptação a climas variados, espalhou-se rapidamente por todo o mundo. Os conquistadores espanhóis levaram algumas mudas das montanhas peruanas para a Europa no século 17. Além do apregoado valor ornamental e alimentar, a planta ganhou fama também como medicinal. Dentre os nomes populares é conhecida por capuchinha, agrião-do-México, capuchinha-grande, chagas, flor-de-sangue, nastúrcio e alcaparra de pobre (FONT QUER, 1993; DEMATTÊ e COAN, 1999).

A capuchinha é uma planta de porte herbáceo, prostrada e de ciclo semiperene. O caule é suculento e retorcido e suas folhas são verde-claras, planas e inteiras, orbiculares, alternas e longo pecioladas, com ou sem estípulas. Suas flores são vistosas, de cores variáveis, podendo ser branca, amarela, laranja, vermelho e vermelho-escuro e com manchas escuras no seu interior. Têm forma de campânula, são axilares, zigomorfas, cíclicas e hermafroditas. O cálice é pentâmero, com as três sépalas

inferiores unidas formando uma espora, com tecido nectarífero em seu interior. A corola é pentâmera, com pétalas grandes, possuindo oito estames. O ovário é súpero, tricarpelar, trilocular, com um óvulo por lóculo. Os frutos são carnosos e formados por três compartimentos internos que abrigam três sementes, sendo uma cápsula tricoca, de pericarpo espesso e carnosos, com sulcos longitudinais; inicialmente é único e globoso, separando-se posteriormente em aquênios contendo uma semente em cada. As sementes têm endosperma e embrião crasso (JOLY, 1991; PANIZZA, 1997; BARROSO et al., 1999; SOUZA e LORENZI, 2005).

A fase de floração (Figura 2) é longa e ocorre concomitantemente ao crescimento vegetativo, devendo haver algum mecanismo para não ocorrer competição entre as fenofases. As primeiras flores ocorrem a partir dos 41° dias, sendo que o maior número é registrado a partir dos 73° dia após a semeadura. A colheita de botões florais e folhas podem ser estendidas por todo o ano. A partir dos 68° dia, os primeiros frutos ocorrem e levam 16 dias para atingir a maturidade fisiológica (CASTELLANI, 1997).



FIGURA 2. Flores de Capuchinha (*Tropaecolum majus* L.). UFGD, Dourados-MS, 2006.

A capuchinha é uma planta de clima tropical, com plena exposição solar, mas no Brasil pode ser parcialmente sombreada, isto é, receber sol somente parte do dia. Em Dourados-MS, desenvolve-se e produz bem nos meses de clima ameno (maio a setembro); quando exposta a longos períodos de sol forte, as folhas e flores sofrem sintomas de oxidação, apresentando coloração esbranquiçada (FERREIRA, 2000).

A semeadura pode ser feita em local definitivo, mas é comum a multiplicação por mudas. O transplante deve ser feito por volta de 25 dias após a semeadura; no entanto, durante a realização de experimentos, em Dourados-MS, tem-se percebido que já pode ser feito o transplante aos 15 dias após a semeadura (CARBONARI, 2004).

2.2. Composição química

A capuchinha possui ácido ascórbico, ácido clorogênico, ácido erúcido, benzil cianido, β -caroteno, helenina, isoquercetina, kaempferol, maltose, óleo essencial, pelargonidina, quercetina e zeaxantina. É rica no carotenóide luteína, que está relacionado com a prevenção de doenças como a catarata e a degeneração muscular, principal causa de cegueira entre pessoas com mais de 55 anos. A capuchinha pode substituir a calêndula, que também é uma flor comestível e é utilizada na composição da ração do frango. A luteína presente na calêndula reforça a coloração amarela tanto da pele da ave quanto da gema do ovo (FELIPPE, 2003; NIIZU, 2003).

A glucotropaeolina, considerada o mais importante dos compostos de interesse econômico da capuchinha; na presença da enzima mirosina, também produzida pela planta, decompõe-se em dextrose e compostos sulfurados, com ação antibiótica. O ácido erúcido, que é um ácido graxo e encontra-se concentrado em grande quantidade nas sementes da capuchinha é utilizado na preparação do óleo de Lorenzo, administrado para humanos em doses terapêuticas para o tratamento da adrenoleucodistrofia (ADL). Embora o ácido erúcido seja considerado tóxico para o consumo humano, os extratos aquosos e etanólico de folhas e caules na concentração de 70%, administrados por via oral na dose de 5000 mg kg⁻¹, não ocasionaram efeitos tóxicos em camundongos (FONT QUER, 1993; CARLSON e KLEIMAN, 1993; ZANETTI, 2001; MOYNA e HEINZEN, 2001).

No Brasil, a planta toda da capuchinha é utilizada na medicina popular como antiescorbútica, tônica, depurativa, digestiva, diurética, expectorante, sedativa e os frutos secos são usados como purgantes. As flores e folhas são ricas em vitamina C; as folhas podem ser utilizadas, em forma de chá, benéfico ao aparelho digestivo, ou usado como loção para couro cabeludo, prevenindo a queda de cabelos (CORRÊA, 1984; DEMATTÊ e COAN, 1999).

Em paisagismo, as flores produzem um belo efeito tanto em canteiros como em floreiras. Na horta, podem ser usadas para controle de pragas, pois são apreciadas pelos insetos. É recomendada como companheira para cultivo com outras espécies, pela sua característica de atrair lepidópteros, repelir pulgões e besouros, melhorar o crescimento e o sabor de outras plantas, como rabanete (*Raphanus sativus*), repolho (*Brassica olearacea* var. *capitata*), tomate (*Lycopersicon esculentum*) e pepino (*Cucumis sativus*) (LACA-BUENDIA e BRANDÃO, 1988). É considerada fitoprotetora para a cultura da macieira (*Mallus comunis*) (CORREA, 1984); melífera

(COMBA et al., 1999) e quando cultivada junto com pessegueiros (*Prunus persica* L. Batsch) melhorou a qualidade dos frutos, quanto ao sabor, aroma e cor (GUERRA, 1985). Considerando estas características agronômicas, seu cultivo pode ser uma alternativa para os produtores de hortaliças, principalmente em consórcio com o repolho, conforme observado por Moraes et al. (2005).

Quanto ao seu uso, na culinária, as folhas e flores são usadas empanadas ou em saladas frescas, cujo gosto acre lembra o agrião, conferindo um toque exótico à salada. Os frutos em conserva são considerados substitutos das alcaparras e no tratamento estético é usada para pele envelhecida, acne e caspa (CORRÊA 1984; BREMNESS, 1993).

2.3. Adubação nitrogenada

As recomendações de adubação são importantes para a manutenção da fertilidade dos solos e para a expressividade produtiva das plantas em geral. Para as plantas medicinais, devem-se levar em consideração, os aspectos da biomassa produzida e os teores dos princípios ativos (MING, 1998).

Embora o nitrogênio (N) seja um dos elementos mais difundidos na natureza, praticamente não existe nas rochas que dão origem aos solos. Assim, pode-se considerar que a fonte primária do elemento no solo é a matéria orgânica e o nitrogênio do ar. O N no solo está sujeito a um grande número de processos, que resultam em transformações de formas orgânicas em inorgânicas e vice-versa, e que podem redundar em ganhos ou perdas do sistema como um todo (RAIJ, 1991).

As plantas superiores são capazes de absorver o N de diferentes formas: N₂ (gás, no caso das leguminosas e de outras espécies), aminoácidos (RCHNH₂COOH), uréia [CO(NH₂)₂], NH₄⁺ e, predominantemente nas condições naturais e aeróbicas como NO₃⁻ (MALAVOLTA et al., 1997).

O N está relacionado com os processos fisiológicos mais importantes que ocorrem nas plantas, tais como fotossíntese, respiração, desenvolvimento e atividade das raízes, absorção iônica de outros nutrientes, crescimento, diferenciação celular e genética, além de aumentar o teor de proteína nas plantas. Participam da síntese de vitaminas, hormônios, coenzimas, alcalóides, hexosaminas e outros compostos; é essencial para a utilização de carboidratos no interior das plantas, estimula o

crescimento e o desenvolvimento do sistema radicular e a captação de outros nutrientes (MALAVOLTA et al., 1997; SOUZA E LOBATO, 2002; DECHEN, 2004).

A aplicação de adubo nitrogenado constitui uma das práticas capaz de alterar a concentração de proteína bruta na biomassa do vegetal. Silva e Queiroz (2005) definem o termo proteína bruta como um grande grupo de substâncias com estruturas semelhantes, porém com funções fisiológicas muito diferentes, contidos na biomassa do vegetal, no qual está incluído o N protéico propriamente dito e outros compostos nitrogenados não protéicos, como aminios, amidas, lecitinas, nitrilas e aminoácidos.

Estudos sobre nutrição mineral da capuchinha, especialmente quando cultivada na região dos Cerrados, ainda são escassos.

Sangalli (2003) avaliou o crescimento, o desenvolvimento e a produção de flores de *Tropaeolum majus* L., em função do uso de cama de frango e de resíduos orgânicos mistos, associados ou não a nitrogênio. Os tratamentos em estudo foram testemunha (solo normal) – Test.; nitrogênio (60 kg ha⁻¹, na forma de sulfato de amônio) – N; cama (15 t ha⁻¹ de cama de frango semidecomposta) – CF; cama mais nitrogênio (15 t ha⁻¹ + 60 kg ha⁻¹) – CFN; resíduo misto (15 t ha⁻¹) – RM e resíduo misto mais nitrogênio (15 t ha⁻¹ + 60 kg ha⁻¹) – RMN. Os tratamentos CF e CFN resultaram nas melhores respostas para as características avaliadas. A maior altura de planta foi constatada no tratamento CF. As maiores produções de massas frescas e secas de caules e folhas e o número de flores ocorreram no tratamento CFN.

Mota et al. (2006) avaliaram a campo num Latossolo Vermelho Distroférico, argiloso (há três décadas sendo cultivado com hortaliças), os efeitos de doses de N na produção de biomassa da parte aérea e número e biomassa de flores de capuchinha, em função de doses de fertilizante nitrogenado (uréia). As características avaliadas não foram influenciadas pela adubação nitrogenada.

2.4. Adubação Fosfatada

O fósforo (P) é um dos nutrientes que merecem mais atenção para a produção agrícola nos solos de regiões dos Cerrados, onde a sua disponibilidade em condições naturais é muito baixa. No entanto, a maioria do P existente nos solos não se encontra prontamente assimilável pelos vegetais. Quando adicionados ao solo na forma de sais solúveis, a maior parte do P é fixado ou mantido insolúvel ou inassimilável pelas plantas superiores, mesmo sob condições ideais. O P da solução do solo encontra-se

como íons ortofosfato, forma derivada do ácido ortofosfórico, H_3PO_4 e está em equilíbrio com formas de diferentes graus de solubilidade na fase sólida (BRADY, 1989; SOUSA et al., 2002).

O P movimenta-se muito pouco na maioria dos solos, mas esta movimentação é maior em solos arenosos do que em argilosos. Quase todo P movimenta-se no solo por difusão, um processo lento e de pouca amplitude, que depende da umidade do solo, permanecendo onde é colocado pelo intemperismo dos minerais ou pela adubação e pouco P é perdido por lixiviação (LOPES, 1989).

A calagem libera uma parte do P adsorvido à superfície dos óxidos hidratados de ferro e alumínio, que se tornam mais solúveis com o aumento do pH da solução, sendo assim, a carga superficial de partículas do solo torna-se cada vez mais negativa, aumentando a repulsão (menor adsorção) entre fosfato e superfície adsorvente e, diminuindo o potencial eletrostático do plano de adsorção. Como consequência, a adsorção de P pelo solo deve ser máxima com baixos valores de pH (NOVAIS e SMYTH, 1999).

O P participa de grande número de compostos das plantas, essenciais em diversos processos metabólicos. Atua na fotossíntese, na respiração, no armazenamento e na transferência de energia, na divisão celular, no crescimento das células e em vários outros processos da planta. O seu suprimento adequado, desde o início do desenvolvimento vegetal é importante para a formação dos primórdios das partes reprodutivas (RAIJ, 1991; NOVAIS e SMYTH, 1999; TAIZ e ZEIGER, 2004).

Carbonari (2004) avaliou o desenvolvimento e a produção de *Tropaeolum majus* L. em função de doses de P (4,3; 25,8; 43,0; 60,2; 81,7 kg ha⁻¹), na forma de superfosfato triplo e de cama de frango semidecomposta-(CF) (1000, 6000, 10000, 14000, 19000 kg ha⁻¹). As maiores produções de massas frescas das partes aéreas das plantas foram obtidas com o uso das maiores doses de CF, em média 18.852,9 kg ha⁻¹, enquanto as de massas secas e o número de flores (com média de 15,5 milhões ha⁻¹) não foram significativamente influenciadas pelas doses de P e nem de CF.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local do experimento e tipo de Solo

O experimento foi realizado em casa de vegetação da Faculdade de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Grande Dourados, em Dourados, Estado de Mato Grosso do Sul, em amostra de solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, textura média.

A amostra de solo foi coletada no horizonte A, na profundidade de 0 a 20 cm, de um barranco de uma área de Cerrado, no km 38 da rodovia Dourados-Itaum, secada ao ar, destorroadas, passadas através de peneira com malhas de 2 mm de abertura, homogeneizadas e submetida às análises químicas e físicas de rotina.

Os resultados das análises físicas e químicas de caracterização do solo realizadas conforme métodos descritos em Embrapa (1997) são os seguintes: teor de argila: 240 g kg⁻¹; silte: 40 g kg⁻¹, areia fina: 420 g kg⁻¹, areia grossa: 300 g kg⁻¹; densidade aparente (Método da proveta): 1,40 g cm⁻³ e densidade de partículas: 2,50 g cm⁻³; volume total de poros (calculado): 0,44 dm³ dm⁻³; pH em água: 5,1; carbono orgânico: 21,0 g kg⁻¹; P (Mehlich1): 1,0 mg dm⁻³; K (Mehlich1): 0,03 cmol_c dm⁻³; Ca, Mg e Al trocáveis: 0,07, 0,01 e 1,09 cmol_c dm⁻³; respectivamente; soma de bases: 0,11 cmol_c dm⁻³; H+Al: 3,8 cmol_c dm⁻³; CTC a pH 7,0: 3,91 cmol_c dm⁻³, P-remanescente: 35 mg L⁻¹.

3.2. Delineamento experimental e descrição dos tratamentos

O delineamento experimental foi em blocos casualizado com quatro repetições, em esquema fatorial 4 x 5, constituído por quatro doses de nitrogênio (0; 40; 80 e 120 mg dm⁻³ de N), tendo como fonte a uréia com 44% de N e cinco doses de fósforo (0; 70; 140; 245 e 350 mg dm⁻³ de P), na forma de fosfato monossódico, reagente analítico.

3.3. Instalação e desenvolvimento do experimento

A amostra do solo coletada, destorroada, peneirada e homogeneizada foi dividida em quatro porções iguais e submetidas à correção da acidez, tendo por referência os resultados da análise de caracterização, utilizando-se um calcário

dolomítico com partículas < 140 malhas pol^{-2} (0,105 mm), cuja dose necessária à elevação da reação do solo para pH em água próximo a 6,5 foi definida em laboratório por meio de um ensaio preliminar.

Decorrido o período de incubação durante 30 dias com o teor de água mantido próximo a 60% do volume total de poros, as amostras de cada porção foram submetidas à secagem ao ar, destorroadas, passadas através de peneira com malhas de 2 mm de abertura e homogeneizadas em uma única amostra.

Cada parcela formada por amostra de $3,4 \text{ dm}^3$ do solo com acidez corrigida recebeu uma adubação básica com macronutriente (exceto N e P) e micronutrientes, aplicados via solução três dias antes do transplante das mudas da capuchinha e transferida para vaso de plástico. Os nutrientes utilizados e suas doses, em mg dm^{-3} , foram as seguintes: K(150,00); S(44,80); B(0,81); Cu(1,33); Fe(1,55); Mn(1,83); Mo(0,15); Zn(4,00), tendo por referência a recomendação apresentada em Novais et al. (1991).

As doses de P utilizadas foram definidas a partir do valor de fósforo remanescente da amostra do solo em estudo, segundo Alvarez V. et al. (2000).

O P e 1/3 de cada dose de N foram aplicados imediatamente antes da adubação básica, enquanto o restante do N foi dividido em partes iguais e aplicado em cobertura, via solução, aos 14 e 24 dias após a primeira aplicação.

A capuchinha 'Jewel' foi propagada pelo sistema indireto, sendo as mudas produzidas em substrato de vermiculita expandida, com sementes colhidas de plantas cultivadas no Horto de Plantas Medicinais da FCA/UFGD e, no transplante, cada vaso recebeu duas mudas.

As irrigações freqüentes foram realizadas com volumes de água destilada necessários ao preenchimento de 60% do volume total de poros da amostra do solo e com reposições das perdas por evapotranspiração controladas por pesagens.

Duas plantas foram mantidas por vaso e aos 90 dias de cultivo em casa de vegetação, após a semeadura, foram feitas as avaliações, antes e após a colheita.

3.4. Características avaliadas

As seguintes características das plantas de capuchinha foram avaliadas: número e massas de matéria fresca e seca de flores, estatura de plantas, diâmetro de

caule, área foliar, massas de matérias fresca e seca da parte aérea, N e P acumulados na parte aérea e estimativa da concentração de proteína na parte aérea.

3.4.1. Estatura de plantas

A estatura de plantas foi realizada com o uso de régua, com medição desde a sua base, na superfície do solo no vaso, até a inserção da primeira folha no ápice de cada planta.

3.4.2. Número, massa fresca e seca de flores

A partir de 42 até 90 dias após o transplante (DAT), foram realizadas coletas das flores, a cada cinco dias, as quais receberam corte na base da inserção do pedúnculo. As flores foram contadas, acondicionadas pesadas em balança digital com precisão de 0,01g para obtenção da massa fresca, acondicionadas em sacos de papel perfurados e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65°C.

3.4.3. Diâmetro de caule

Na parte aérea das plantas colhidas, cortadas rente ao solo aos 90 dias após o transplante, foram avaliados o diâmetro médio de caule, medido na altura do coleto, com auxílio do paquímetro digital.

3.4.4. Área foliar

Imediatamente após a pesagem para obtenção da massa de matéria fresca de folhas, as lâminas foliares foram separadas dos pecíolos e submetidas à determinação da área foliar em um integrador eletrônico LI 3000.

3.4.5. Massa de matéria seca da parte aérea

A parte aérea das plantas colhidas na altura do coleto, lavadas em água destilada foram acondicionadas em sacos de papel com perfurações e submetidas à secagem a 65°C em estufa com circulação forçada de ar até massa constante. Para a obtenção da massa de matéria seca da parte aérea, além de caules e folhas, foram incluídas as massas de flores colhidas no decorrer do cultivo.

3.4.6. Acúmulo de nitrogênio e fósforo na parte aérea

A matéria seca da parte aérea foi triturada em moinho tipo Willey, passada em peneira com malhas de 1 mm de abertura e acondicionada em sacos de plástico. Foram avaliadas as concentrações de N e de P da parte aérea, por meio da digestão sulfúrica e nítrico-perclórica, respectivamente. No extrato da digestão foram determinados a concentração de N pelo método semi-micro-Kjeldahl e o de P pelo método colorimétrico do vanadato molibdato, segundo Malavolta et al., (1997). Os valores de N e P acumulados na parte aérea das plantas foram calculados por meio da seguinte expressão: nutriente acumulado (mg/vaso) = concentração do nutriente (g kg^{-1}) x massa da matéria seca da parte aérea (g/vaso).

3.4.7. Estimativa da concentração de proteína bruta

Tendo em vista o fato das proteínas apresentarem percentagem de N quase constante, em torno de 16%, ao se multiplicar o valor da concentração de N total (em g kg^{-1}) por um fator de conversão ($100/16 = 6,25$), tem-se a concentração de proteína bruta (SILVA e QUEIROZ, 2005).

3.5. Análises estatísticas

Os dados obtidos na avaliação de cada componente de planta foram submetidos às análises de variância, ajuste de equações de superfície de resposta e correlações por meio do aplicativo computacional SAEG (RIBEIRO Jr, 2001).

As equações de superfície de resposta, tendo tais componentes de planta como variáveis dependentes de doses de N e de P foram ajustadas conforme procedimentos descritos em Alvarez V. (1985), cujos coeficientes dos modelos, testados pelo teste de t, foram assinalados com ** e * que expressam a significância no nível de 1% e 5% de probabilidade e **ns**, a não significância dos mesmos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Relação entre os componentes de produção

Os coeficientes de correlação simples entre os componentes de produção da capuchinha estão apresentados no Quadro 1 e algumas das principais relações entre tais componentes serão abordada quando da discussão destes componentes.

Quadro 1. Coeficientes de correlação linear simples entre componentes de produção da capuchinha.

Características	Codificação	1	2	3	4	5	6	7	8
Massa seca. parte aérea	1	---							
Altura de plantas	2	0,77**	---						
Diâmetro de caule	3	0,90**	0,63**	---					
Número de flores	4	-0,15 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	0,04 ^{ns}	---				
Massa seca de flores	5	-0,10 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,97**	---			
Área foliar	6	0,93**	0,80**	0,74**	-0,33 ^{ns}	-0,30 ^O	---		
P acumulado na MSPA	7	0,87**	0,63**	0,77**	-0,30 ^{ns}	-0,26 ^{ns}	0,81**	---	
N acumulado na MSPA	8	0,84**	0,69**	0,64**	-0,46*	-0,45**	0,95**	0,76**	---
Concent. proteína MSPA	9	0,13 ^{ns}	0,14 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	-0,66**	-0,74**	0,40*	0,15 ^{ns}	0,62**

^O, *, **: Significativo a 10, 5 e a 1% de probabilidade pelo teste t. ns = não significativo.

4.2. Estatura de plantas

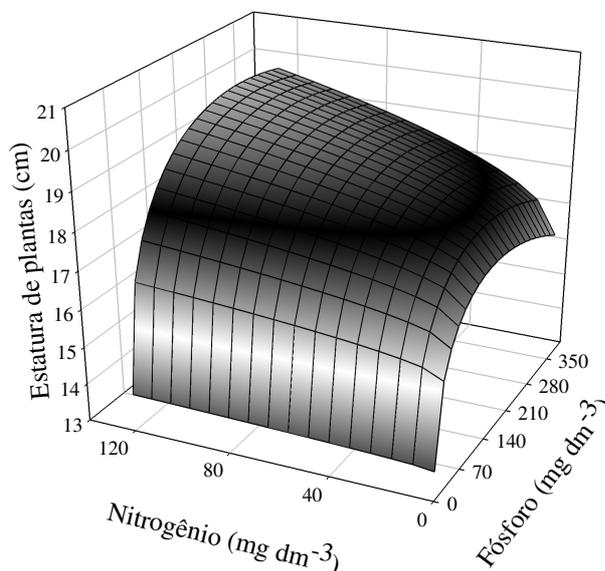
A estatura máxima de plantas (20,1 cm) foi obtida com a doses de 120 e 251 mg dm⁻³ de N e P, respectivamente, estimadas a partir do modelo de superfície ajustado (Figura 3).

O efeito do P foi em virtude do envolvimento do nutriente em acúmulo e gasto de energia para as funções metabólicas das plantas e como componente de vários complexos protéicos (MALAVOLTA, 1980; MARSCHNER, 1995).

Esta característica correlacionou significativa ($p < 0,05$) e positivamente com massa de matéria seca da parte aérea ($r=0,77$), diâmetro de caule ($r=0,63$), área foliar ($r=0,80$), fósforo acumulado na parte aérea ($r=0,63$) e nitrogênio acumulado na parte aérea ($r=0,69$).

Resultados diferentes quanto ao N foram observados por Sangalli (2003), os quais em trabalho a campo com a capuchinha num Latossolo Vermelho Distroférico,

utilizando adubo nitrogenado associado ou não com cama de frango-CF, constatou que a altura da capuchinha cultivada não foi influenciada significativamente pela fertilização com N.



$$\hat{Y} = 13,77940 + 0,02030^{ns}N^{0,5} + 0,60282^{**}P^{0,5} - 0,02434^{**}P + 0,01540^{**}(NP)^{0,5}$$

$$R^2 = 0,67$$

FIGURA 3. Estatura de plantas (cm) da capuchinha em função de doses de N e P. UFGD, Dourados-MS, 2006.

4.3. Número de flores

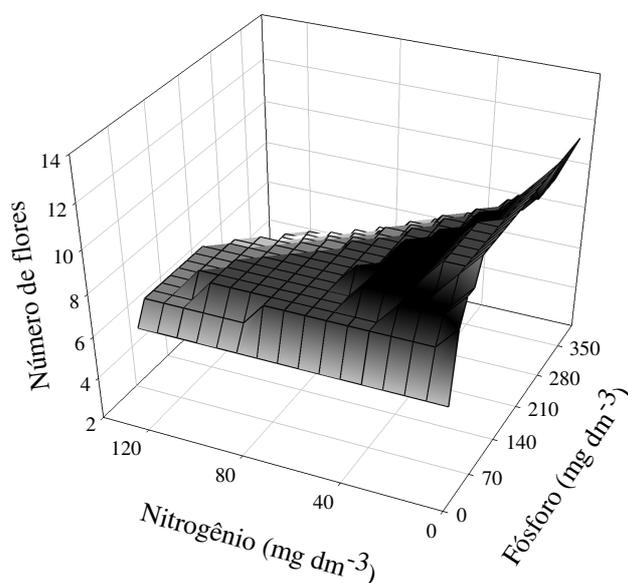
A produção máxima 12 flores/vaso, obtida com a aplicação de 193 mg dm⁻³ de P e na ausência de adubação nitrogenada (Figura 4). Com base no modelo ajustado pode-se notar o mesmo número de flores (igual a 7) para todas as doses de N aplicado na ausência da adubação fosfatada.

O número de flores correlacionou significativamente e positivamente apenas com a massa de matéria seca de flores ($p < 0,01$ e $r=0,97$) e negativamente com nitrogênio acumulado na parte aérea ($p < 0,05$ e $r= - 0,46$) e com a concentração estimada de proteína na parte aérea ($p < 0,01$ e $r= - 0,66$). A justificativa para estes valores de correlação negativos pode estar relacionada ao fato de que, segundo Taiz e Zaiger (2004), aumentos das doses de N aplicado podem promover alterações no mecanismo de funcionamento de drenos de fotossintatos, proporcionam redução no

número de flores, com prejuízos para a fase reprodutiva e um causando um prolongamento da fase de crescimento vegetativo.

Os resultados obtidos diferenciaram-se daqueles relatados por Carbonari (2004), onde o número de flores das plantas da capuchinha não foi influenciado significativamente pelas doses de P nem de cama-de-frango e apresentaram o valor médio de 15,5 milhões ha⁻¹, com massa unitária média de 0,94 g. Tal discrepância de resultados pode ser atribuída, principalmente, às diferenças de condições de cultivo, atributos físicos e químicos dos solos trabalhados.

Sangalli. (2003), em trabalho a campo com a capuchinha, observaram que o número total de flores (50,49 milhões) decorrente da utilização de cama de frango em associação com a adubação nitrogenada, não diferiu daquele obtido com o uso isolado de cama de frango (49,45 milhões ha⁻¹). Todavia, houve uma expressiva redução no total de flores (29,95 milhões ha⁻¹) quando o adubo nitrogenado foi aplicado isoladamente.



$$\hat{Y} = 7,10862 + 0,00087^{ns}N^{0,5} + 0,77425^{**}P^{0,5} - 0,02786 * P - 0,03707 * (NP)^{0,5}$$

$$R^2 = 0,51$$

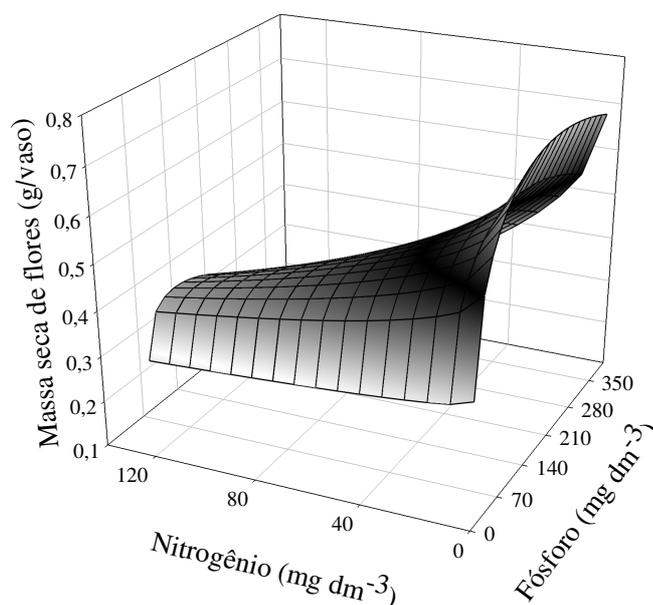
FIGURA 4. Número de flores/vaso da capuchinha em função de doses de N e P. UFGD, Dourados-MS, 2006.

Os efeitos de doses de N, sob forma de uréia, no número e biomassa de flores de capuchinha, também não foram constatados por Mota et al. (2006), em experimento a campo num Latossolo Vermelho Distroférico.

4.4. Massa de matéria seca de flores

A produção acumulada de matéria seca de flores de 0,75 g/vaso, obtida com a aplicação e 191 mg dm⁻³ de P e sem a adubação nitrogenada (Figura 5).

Assim como observado para número de flores, a massa de matéria seca de flores também correlacionou significativa e positivamente apenas com número de flores ($p < 0,01$ e $r = 0,97$) e negativamente ($p < 0,01$) com N acumulado na parte aérea ($r = -0,45$) e concentração estimada de proteína ($r = -0,74$). Estas correlações evidenciam o efeito prejudicial de aplicações de N sobre a produção de biomassa seca de flores que, tendo como referência o modelo ajustado (Figura 5).



$$\hat{Y} = 0,37295 - 0,00528^{ns}N^{0,5} + 0,05526^{**}P^{0,5} - 0,00200^{**}P - 0,00228^{*}(NP)^{0,5}$$

$$R^2 = 0,65$$

FIGURA 5. Massa de matéria seca de flores (g vaso⁻¹) da capuchinha em função de doses de N e P. UFGD, Dourados-MS, 2006.

Em estudo a campo com capuchinha, Sangalli. (2003) observou que as produções de massas frescas das flores da capuchinha foram dependentes do ciclo

vegetativo das plantas, sendo as respostas lineares com as taxas de crescimento relacionadas com os tratamentos utilizados. A maior produção total foi obtida no tratamento cama de frango mais N (3150,97 kg ha⁻¹), sem diferenciar-se significativamente do tratamento N (1840,76 kg ha⁻¹). Em relação às produções das massas secas das flores, constatou que foram significativamente diferentes e relacionadas com o tratamento utilizado e a época de colheita delas. A maior produção de biomassa de flores (232,17 kg ha⁻¹) aconteceu nas plantas cultivadas com cama de frango em associação com a adubação nitrogenada, a qual não diferiu significativamente daquelas cultivadas apenas com cama de frango (209,02 kg ha⁻¹). A menor produção (156,57 kg ha⁻¹) foi obtida com o uso isolado da adubação nitrogenada.

Carbonari (2004) comprovou a interação positiva do P com cama de frango. As produções máximas (14541,05 kg ha⁻¹ e 1445,28 kg ha⁻¹ para as massas frescas e secas, ocorreram com o uso de 75 kg ha⁻¹ de P e de 10800 kg ha⁻¹ de cama de frango, respectivamente.

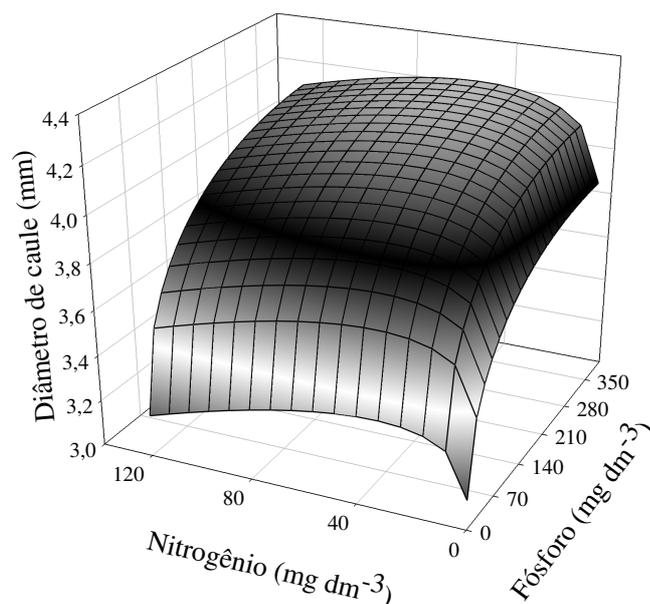
Todavia, em estudo sobre a adubação da capuchinha com 10 t de cama de frango, em um Latossolo Vermelho Distroférico argiloso, a campo, Sousa et al. (2006), constataram uma redução de 41% da produção de massa fresca das flores da capuchinha, em relação a testemunha (sem o uso da cama de frango), o que sugere uma condição de disponibilidade adequada de nutrientes no solo, provavelmente de N.

4.5. Diâmetro de caule

O valor máximo para o diâmetro de caule (4,28 mm) foi atingido com 48 e 350 mg dm⁻³ de N e P, respectivamente (Figura 6).

Coefficientes de correlação simples, positivos e significativos ($P < 0,01$) entre esta característica e massa seca da parte aérea ($r = 0,90$), estatura de plantas ($r = 0,63$), área foliar ($r = 0,74$), P acumulado na parte aérea ($r = 0,77$) e N acumulado na parte aérea ($r = 0,64$) indicam que os aumentos de biomassa e de área foliar, decorrentes da absorção e utilização do N e P aplicados, proporcionaram aumentos no diâmetro do caule.

É provável que este resultado seja devido à formação de maior quantidade de tecidos de condução, o que favoreceu uma maior translocação de fotossintatos e nutrientes na planta.



$$\hat{Y} = 3,12963 + 0,08748**N^{0,5} + 0,08455**P^{0,5} - 0,00755**N - 0,00228*P + 0,00093*(NP)^{0,5}$$

$$R^2 = 0,50$$

FIGURA 6. Diâmetro de caule (mm) da capuchinha em função de doses de N e P. UFGD, Dourados, 2006.

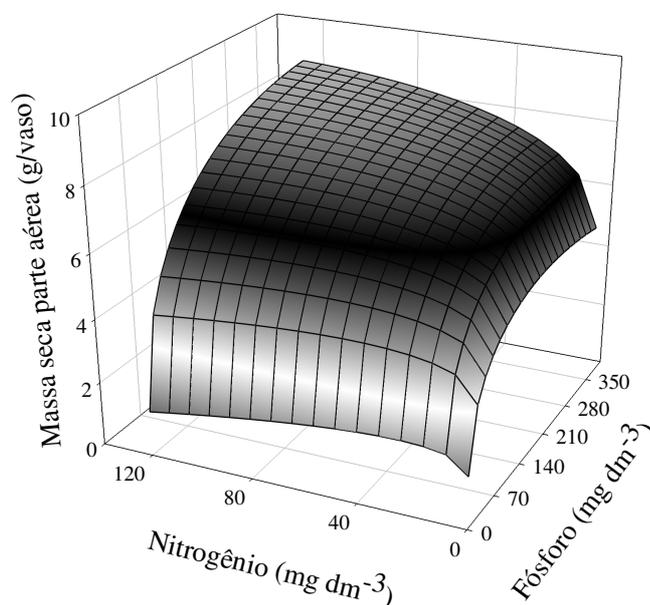
4.6. Massa de matéria seca da parte aérea

A maior produção de massa de matéria seca da parte aérea da capuchinha (9,05 g/vaso), estimada pelo modelo ajustado (Figura 7), foi obtida com as doses máximas testadas de 120 e 350 mg dm⁻³, respectivamente, de N e P. Com base no modelo ajustado pode-se inferir que doses maiores, tanto de N como de P, provavelmente proporcionarão maiores aumentos de biomassa da parte aérea.

Coefficientes de correlação simples (Quadro 1) significativos ($p < 0,01$) sugerem o relacionamento positivo da produção de massa de matéria seca da parte aérea com a estatura de plantas ($r=0,77$), diâmetro de caule ($r= 0,90$), área foliar ($r= 0,93$), P ($r= 0,87$) e N ($r= 0,84$) acumulados na parte aérea da capuchinha. Resultados semelhantes de correlações significativas ($p < 0,01$) e positivas entre acúmulo de P e características de crescimento também foram encontrados por Magalhães (1984), com cultura do trigo e por Silva (1997), com a cultura do feijão.

A maior produção de biomassa em resposta às maiores doses de P pode ser resultante de sua função nas plantas, como regulador de P inorgânico (Pi) na

fotosíntese, no metabolismo e na partição de assimilados nas folhas, sendo um dos principais fatores limitantes do crescimento (MARSCHNER, 1995).



$$\hat{Y} = 1,64056 + 0,25197**N^{0,5} + 0,53191**P^{0,5} - 0,02485**N - 0,01853**P + 0,02032**(NP)^{0,5}$$

$$R^2 = 0,67$$

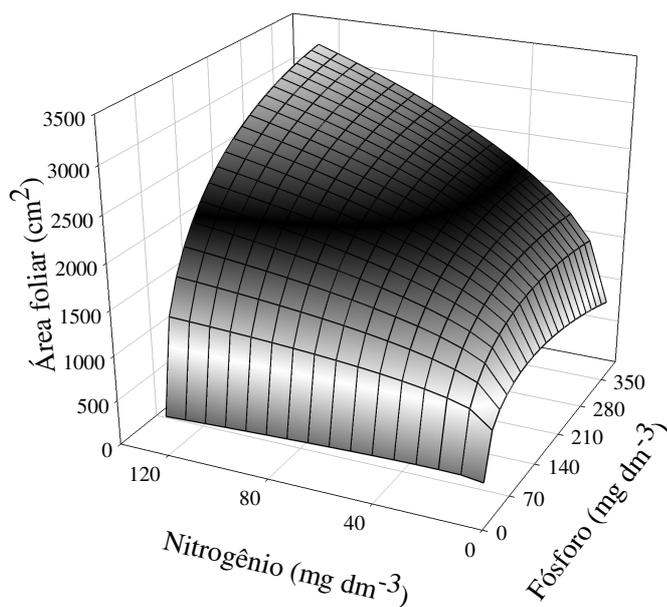
FIGURA 7. Massa da matéria seca da parte aérea (g/vaso) da capuchinha em função de doses de N e P. UFGD, Dourados-MS, 2006.

Resultados semelhantes de correlações entre massa fresca da parte aérea e estatura e área foliar foram encontrados por Carbonari (2004), trabalhando com P e cama de frango na capuchinha. A autora concluiu que a maior massa fresca da parte aérea foi consequência do aumento da produção de folhas e alongamento dos caules.

4.7. Área foliar

O maior valor de área foliar (3.342,7 cm²), estimado a partir do modelo ajustado (Figura 8) foi alcançado com a aplicação de 120 e 350 mg dm⁻³ de N e P, respectivamente.

Mais uma vez percebe-se que os valores mais elevados de área foliar poderão ser atingidos com doses de N e P, acima dos valores máximos testados.



$$\hat{Y} = 511,38400 + 16,71290**N^{0,5} + 137,90200**P^{0,5} - 2,06116**N - 6,16934**P + 12,07640**(NP)^{0,5}$$

$$R^2 = 0,94$$

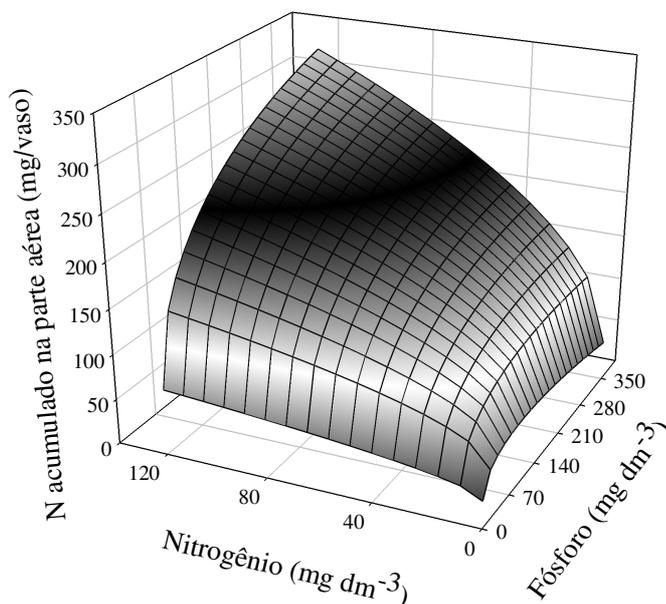
FIGURA 8. Área foliar (cm²) da capuchinha em função de doses de N e P. UFGD, Dourados, 2006.

O aumento da área foliar, seguindo o incremento na dose de N, deve-se ao efeito promotor do N no crescimento (TAIZ e ZEIGER, 2004). A área foliar é de grande importância em estudos da estimativa da eficiência das folhas na captação de energia solar, na produção de assimilados e na influência sobre o crescimento e desenvolvimento dos vegetais (Kvet et al., 1971).

Vale destacar que, tendo em vista a maior produção de biomassa de folhas, uma das partes preferidas para consumo em saladas, deve-se pensar em doses maiores de N associadas a P, para solos de baixa fertilidade em P e baixos teores de matéria orgânica.

4.8. Acúmulo de nitrogênio na parte aérea

O maior acúmulo de N na massa da matéria seca da parte aérea (327,9 mg/vaso), tendo por base o modelo ajustado, foi atingido com a aplicação conjunta de 120 e 350 mg dm⁻³ de N e P, respectivamente (Figura 9).



$$\hat{Y} = 30,14530 + 3,92196**N^{0,5} + 7,40663**P^{0,5} - 0,35739**P + 1,17733**(NP)^{0,5}$$

$$R^2 = 0,96$$

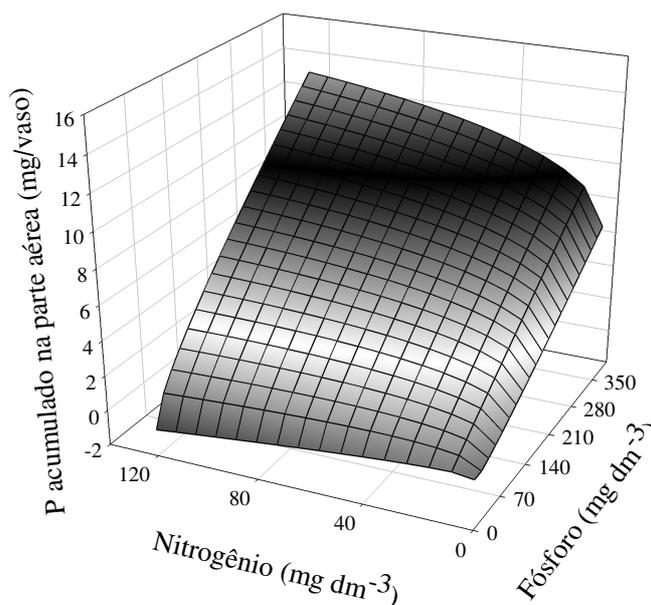
FIGURA 9. Nitrogênio acumulado na parte aérea da capuchinha (mg/vaso), em função de doses de N e P. UFGD, Dourados-MS, 2006.

Na ausência de adubação nitrogenada constatou um aumento de 44,7% no acúmulo de N, (14,48 mg/vaso), estimado pelo modelo ajustado, pela aplicação de 350 mg dm⁻³ de P. Esta fração do acúmulo do N é decorrente de provável mineralização da matéria orgânica nativa do material de solo trabalhado. Entretanto, para a dose de 120 mg dm⁻³ de N, na ausência de aplicação de P, o valor de N acumulado (41,10 mg/vaso) corresponde a 12,5% do maior acúmulo (327,9 mg/vaso), decorrente da aplicação de N e P nas maiores doses destes. Estes resultados estão relacionados com o fato de que a absorção e, principalmente, a assimilação de nutrientes, especialmente de N e S, que estão envolvidos em diversas reações bioquímicas na planta, estão entre as reações que mais demandam energia (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Tais resultados estão de acordo com as observações de Killorn e Zourarakis (1992), os quais argumentam que o teor de N nas folhas é muito influenciado pela adubação nitrogenada, sendo um reflexo de sua disponibilidade no solo, e cuja análise química pode ser útil na detecção de deficiência de N.

4.9. Acúmulo de fósforo na parte aérea

O máximo valor para o acúmulo de P (13,62 mg/vaso) na parte aérea da capuchinha, baseado no modelo ajustado (Figura 10) foi obtido com a aplicação de 120 e 350 mg dm⁻³ de N e P, respectivamente.



$$\hat{Y} = 0,81726 + 0,11125^{ns}N^{0,5} - 0,09701^{**}P^{0,5} - 0,02087^{***}N + 0,02364^{**}P + 0,03722^{**}(NP)^{0,5}$$

$$R^2 = 0,98$$

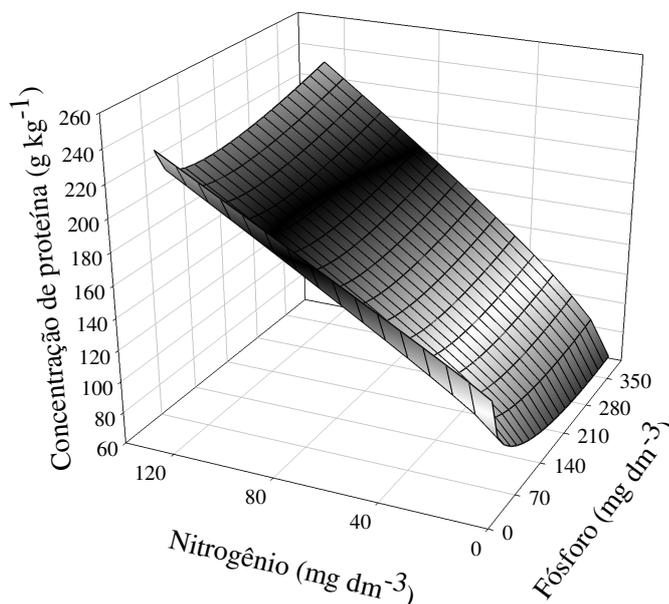
FIGURA 10. Fósforo acumulado na parte aérea da capuchinha (mg/vaso), em função de doses de N e P. UFGD, Dourados-MS, 2006.

Com base na correlação significativa ($p < 0,01$) e positiva com a produção de matéria seca da parte aérea ($r = 0,87$), pode-se inferir que a maior produção de biomassa pela planta depende do balanço das doses destes nutrientes aplicados ao solo.

Vale destacar que, na ausência de adubação fosfatada, o N aplicado só promoveu aumento no acúmulo de P na parte aérea até a dose de 7 mg dm⁻³ (incremento de 18,3%) e, a partir desta dose o declínio é linear, o que provavelmente se justifica pela baixa reserva em P nativo deste Latossolo Vermelho estudado, tendo por base o teor de 1,0 mg dm⁻³, da análise química de caracterização do mesmo, valor considerado muito baixo, segundo Sousa e Lobato (2002).

4.10. Concentração de proteína bruta na parte aérea

O valor máximo da concentração de proteína bruta estimada ($244,17 \text{ g kg}^{-1}$) foi atingido com aplicação de N na dose máxima (120 mg dm^{-3}) e na ausência de P (Figura 11). Esta mais alta concentração de proteína estimada é, provavelmente, devida ao efeito de concentração da mesma, tendo em vista o baixo valor de massa de matéria seca da parte aérea ($1,42 \text{ g/vaso}$), decorrente da mais baixa taxa de acúmulo de P na parte aérea.



$$\hat{Y} = 137,25600 + 0,45169^{ns}N^{0,5} - 7,28113^{**}P^{0,5} + 0,84973^{**}N + 0,21231^{**}P + 0,27759^{**}(NP)^{0,5}$$

$$R^2 = 0,97$$

FIGURA 11. Concentração estimada de proteína bruta na parte aérea da capuchinha (g kg^{-1}) em função e doses de N e P. UFGD, Dourados-MS, 2006.

Tendo como referência a produção máxima física de biomassa de massa seca da parte aérea ($9,05 \text{ g/vaso}$), alcançada com a aplicação de 120 e 350 mg dm^{-3} de N e P, respectivamente, o valor de proteína bruta estimada com base no modelo da Figura 13 é de $239,15 \text{ g kg}^{-1}$, valor este $2,1\%$ menor do que aquele observado para a obtenção da concentração máxima estimada.

É conhecida a importância do N quanto às suas funções no metabolismo das plantas, participando como constituinte de moléculas de proteínas, coenzimas, ácidos nucléicos, citocromos e clorofila, além de ser um dos nutrientes mais relevantes para o

aumento da produção. O N absorvido pelas plantas combina com esqueletos carbônicos para a produção de aminoácidos, os quais resultam em proteínas que ficam armazenadas nos tecidos vegetais (SABATA e MASON, 1992; MARSCHNER, 1995).

5 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

a) O diâmetro de caule, número e a produção de biomassa de flores da capuchinha respondem mais a adubação fosfatada em relação à adubação nitrogenada.

b) É esperado valor mais elevado para estatura de plantas com doses mais altas de N e de P, por meio de adubação.

c) Os valores mais elevados para área foliar, produção de massa de matéria seca e acúmulo de P na parte aérea são obtidos com as mais altas doses testadas de N e P.

d) A maior concentração de proteína bruta estimada é atingida com a aplicação de N na dose mais alta, na ausência de adubação fosfatada.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ V., V.H.; **Avaliação da fertilidade do solo**. Superfícies de resposta – modelos aproximativos para expressar a relação fator-resposta. Viçosa: Imprensa Universitária, UFV, 1985. 75p.
- ALVAREZ, V.; DIAS, V. H.; OLIVEIRA, J. A. de. Determinação e uso do fósforo-remanescente. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 1, p.27-33, 2000.
- ANDRADE, F. M. C.; CASALI, V. W. D. **Plantas medicinais e aromáticas: relação com o ambiente, colheita e metabolismo secundário**. Viçosa: UFV, 1999. 139p.
- BARROSO, M. G.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 1999. 443p.
- BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 898p.
- BREMNESS, L. **Manual del herborista**. Madrid: Raíces S.A., 1993. 285p.
- CARBONARI, V. **Fósforo e cama-de-frango no desenvolvimento e produção de *Tropaeolum majus* L.** 2004. 44p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Campus de Dourados, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Dourados-MS.
- CARLSON, K. D.; KLEIMAN, R. Chemical survey and erucic acid content of comercial varieties of nasturtium, *Tropaeolum majus* L. **Journal of the American oil Chemists Society**, v. 70, n.11, p.1145-1148, 1993.
- CASTELLANI, D. C. **Crescimento, anatomia e produção de ácido erúico em *Tropaeolum majus* L.** 1997. 108p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- COMBA, L.; CORBERT, S. A. BARROW, A.; BIRD, A.; COLLINE, S.; MYAZAKI, N.; POWELL, M. Garden flowers: insect visits and floral reward of horticulturally – modified variants. **Annals of Botany**, v. 83, n. 1, p. 73-86, 1999.
- CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1984. v.1, p. 669-674.
- DECHEN, A. R. **Funções e sintomas de deficiência e toxicidade dos nutrientes das plantas**. In: Curso de Especialização em Manejo do Solo. Piracicaba, 2004.117p.
- DEMATTÊ, M. E. S. P.; COAN, R. M. **Jardins com plantas medicinais**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. 65p.

EMPRABA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: CNPS/EMBRAPA. 1997. 212p.

FARNSWORTH, N. R. Testando plantas para novos remédios. In: Wilson, E. O. (Ed.) **Biodiversidade**. Rio de Janeiro. Nova Fronteira, 1977, p.107–125.

FELIPPE, G. M. **Entre o jardim e a horta**: as flores que vão para a mesa. São Paulo: Senac, 2003. 286p.

FERREIRA, R. B. G. **Crescimento, desenvolvimento e produção de flores e frutos de capuchinha ‘Jewel’ em função de populações e de arranjos de plantas**. 2000, 34p. Dissertação. (Mestrado em Agronomia). Campus de Dourados, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Dourados-MS.

FONT QUER, P. V. **Plantas medicinales**. El dioscorides renovado. 7. ed. Barcelona: Labor, 1993. 421p.

GUERRA, M. de S. **Receituário caseiro**: alternativas para o controle de pragas e doenças de plantas cultivadas e de seus produtos. Brasília, EMBRATER. 1985. 166p. il (informações técnicas, 7).

JOLY, A. B. **Botânica**: Introdução à taxonomia vegetal. 10. ed. São Paulo: Nacional, 1991. 577p.

KVET, J.; ONDOCK, J. P.; NECAS, J.; JARVIS, P. G. Methods of growth analysis. In: SESTAK, Z.J.C.; JARVIS, P.G. (Eds). **Plant photosynthetic productin**. Manual of methods. Haia: Dr. W. JUNCK,N.U. 1971. p. 343.

KILLORN, R.; ZOURARAKIS, D. Nitrogen fertilizer management effects on corn grain yield and nitrogen uptake. **Journal of Production Agriculture**, v.5, p.142-148, 1992.

LACA-BUENDIA, J. P.; BRANDÃO, M. Usos pouco conhecidos de plantas daninhas como companheiras, repelentes, inseticida, iscas, moluscolinidas e nematocidas. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 13, n. 150, p. 30-33, 1988.

LOPES, A. S. **Manual de Fertilidade do Solo**. Trad. e adaptação de Alfredo Scheid Lopes. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 153p.

MAGALHÃES, J.C.A.J. de. **Aproveitamento do fosfato Patos de Minas pelo trigo (*Triticum aestivum* L.) cv. IAC-5, cultivado em dois solos sob vegetação de cerrado no DF, com dois níveis de calagem**. 1984. 202p. Tese (Doutorado em Solos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-USP. Piracicaba-SP.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, C. G.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2. ed. New York: Academic Press, 1995. 889p.

MING, L. C. Adubação orgânica no cultivo de *Lippia alba* (Mill). N. G. Br. – Verbenaceae. In: MING, L. C. (Coord.) **Plantas medicinais, aromáticas e condimentares**: avanços na pesquisa agrônômica. Botucatu: Unesp, 1998. p. 165-191.

MOTA, J.H.; GASSI, R.P.; CREMON, C.; TIRLONI, C.; VIEIRA, M.C.; HEREDIA ZÁRATE, N.A. Produção de biomassa de capuchinha sob diferentes doses de nitrogênio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 46, 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia, GO:Horticultura Brasileira, 2006, v.24, n.1, p.2771-2774. 1CD-ROM.

MOYNA, P.; HEINZEN, H. Lípidos: química y productos naturales que los contienen. In: SIMÕES, C. M. O. *et al.* (Org.). **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. 2. ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2001, p. 365-397.

MORAES, T. C. VIEIRA, M.do C. HEREDIA ZÁRATE, N. A. Produção de capuchinha e repolho, cultivadas solteiras e consorciadas, com e sem cama-de-frango semidecomposta, incorporada no solo. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, Suplemento CD-ROM. 2005.

NIIZU, P. Y. **Fontes de carotenóides importantes para a saúde humana**. Campinas, 2003, 38 f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Campus de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos - Unicamp.

NOVAIS, R. F. de; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, 1999. 399p.

NOVAIS, R. F. de; NEVES, J. C. L. BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J.; GARRIDO, W. E.; ARAUJO, J. D. LOURENÇO, S. **Método de pesquisa em fertilidade de solos**. Embrapa – SEA, 1991, p. 189-253.

PANIZZA, S. **Plantas que curam: cheiro de mato**. São Paulo: IBRASA, 2. ed. 1997. 279p.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1991. 343p.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.

SABATA, R.J.; MASON, S.C. Corn hybrid interactions with soil nitrogen level and water regime. **Journal of Production Agriculture**, v.5, p.137-142, 1992.

SANGALLI, A. **Produção de biomassa de *Tropaeolum majus* L. em função de nitrogênio e resíduos orgânicos**. 2003. 35p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Campus de Dourados, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Dourados-MS.
SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2ª impressão. Viçosa: Editora UFV, 2005. 235p.

SILVA, W.M. da. **Avaliação de extratores de fósforo disponível em dois latossolos do Mato Grosso do Sul**. 1997. 74p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro Universitário de Dourados/Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Dourados-MS.

SOUSA, T.M. de; VIEIRA, M.C.; HEREDIA Z., N.A.; MOTA, J.H.; SILVA, C.B. da; MOREIRA, D.G.; CARVALHO, G.P. Produção de biomassa de capuchinha em cultivo solteiro e consorciado com alface, com ou sem cobertura do solo com cama de frango. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 46, 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia, GO:Horticultura Brasileira, 2006, v.24, n.1, p.2834-2837. 1CD-ROM.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica sistemática: guia ilustrado para nitrogênio na produção de biomassa da capuchinha (*Tropaeolum majus* L) Jewel. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 831-839, 2005.

SOUZA, D. M. G. de; LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. In: SOUZA, D.M.G. de; LOBATO, E. **Cerrado – Correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa, 2002. Cap. 5. p. 129-144.

SOUZA, D. M. G. de; LOBATO, E.; REIN, T. A. Adubação com fósforo. In: SOUZA, D.M.G. de; LOBATO, E. **Cerrado – Correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa, 2002. Cap. 6. p.147-167.

SPARRE, B. Tropaeoláceas. In: REITZ, P. R. **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí, 1972. 26p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Trad. Eliane Romanato Santarém...[et al.] 3. ed. Porto Alegre: Artmes, 2004. 720p.

VOMEL, A. Problems and advantages of mineral fertilization with medicinal plants. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 144, p 115-121, 1984.

ZANETTI, G. D. *Tropaeolum majus* L.: morfo-histologia, fitoquímica, ação antimicrobiana e toxicidade. 2001, 93p. Dissertação. (Mestrado em Ciência e Tecnologia Farmacêutica). Centro de Ciências da Saúde Santa Maria, Santa Maria-RS.