



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

**BARDANA (*Arctium lappa L.*) CULTIVADA SOB DIFERENTES
DOSES DE FÓSFORO E CAMA-DE-FRANGO**

ROSIMEIRE PEREIRA GASSI

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL – BRASIL
2006**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

**BARDANA (*Arctium lappa L.*) CULTIVADA SOB DIFERENTES
DOSES DE FÓSFORO E CAMA-DE-FRANGO**

ROSIMEIRE PEREIRA GASSI

Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. Néstor Antonio Heredia Zárate

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como parte dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de concentração: Produção Vegetal

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL – BRASIL
2006**

Gassi, Rosimeire Pereira

Bardana (*Arctium lappa* L.) cultivada sob diferentes doses de fósforo e cama-de-frango / Rosimeire Pereira Gassi. Dourados, MS: UFMS, Campus de Dourados, 2006.

38 f.

Dissertação (Mestrado) – UFMS, Campus de Dourados.
Orientador: Néstor Antonio Heredia Zárate

1. Plantas Medicinais. 2. *Arctium lappa* L. 3. Fósforo.
4. Cama-de-frango. I. Título.

CDD 581.634

Ficha catalográfica elaborada pelo setor de Biblioteca NCA/UFMS

**BARDANA (*Arctium lappa* L.) CULTIVADA SOB DIFERENTES
DOSES DE FÓSFORO E CAMA-DE-FRANGO**

por

Rosimeire Pereira Gassi

**Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA.**

Aprovada em: 21/02/2006

**Prof. Dr. Néstor Antonio Heredia
Zárate
UFGD
(Orientador)**

**Prof.^a Dr.^a. Maria do Carmo Vieira
UFGD
(Co-orientadora)**

**Prof. Dr. Jean Kleber de Abreu Mattos
UNB**

**Prof.^a Dr.^a. Silvana de Paula Quintão
Scalon
UFGD**

*“Posso todas as coisas
naquele que me fortalece”.*
(Filipenses 4.13)



Deus pelo dom da vida.

Aos meus pais: José e Cecília

Aos meus filhos: Jean, Thaís e Natália

Ao meu esposo Paulo, com amor .

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu Senhor e Salvador.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pela oportunidade para realização do curso.

À CAPES, pelo apoio financeiro.

Ao professor Néstor Antonio Heredia Zárate, pela amizade, orientações e lições de vida.

À professora Maria do Carmo Vieira, pela co-orientação, confiança, apoio e imensa colaboração.

Ao senhor João Paulino Ramos e demais funcionários do Horto de Plantas Medicinais do Núcleo Experimental de Ciências Agrárias, pela incansável ajuda nos trabalhos de campo.

Aos funcionários da UFMS e dos Laboratórios de Bioquímica, de Solos e de Biologia, pela ajuda no desenvolvimento desta pesquisa.

Aos colegas de curso Inês, Elaine, Valdenise, Cassiano, Kellen, Carolina e Fabiana, pelo companheirismo.

Aos amigos José Hortêncio, Cristiane, Itamar Teixeira, Marisa Ramos e Bruno, pela ajuda, incentivo e amizade.

Ao professor João Dimas Graciano, pelo convívio, incentivo e sugestões.

A todos que contribuíram, de alguma forma, para que este trabalho se concretizasse.

SUMÁRIO

8
Páginas

RESUMO.....		vi
ABSTRACT.....		viii
1 INTRODUÇÃO		1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA		3
2.1 Características da bardana		3
2.2 Aspectos agronômicos		4
3 MATERIAL E MÉTODOS.....		8
3.1 Aspectos gerais		8
3.2 Características e métodos de avaliação.....		14
3.2.1 Altura das plantas.....		14
3.2.2 Massa fresca da parte aérea, folhas e raízes.....		14
3.2.3 Número, diâmetro e comprimento das raízes.....		15
3.2.4 Massa seca da parte aérea e das raízes		15
3.2.5 Área foliar.....		15
3.2.6 Índice de área foliar.....		15
3.2.7 Razão de área foliar.....		15
3.2.8 Teores de N e P nas folhas e raízes.....		16
3.3 Análises estatísticas.....		16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO		17
4.1 Altura das plantas		17
4.2 Massa fresca e seca total da parte aérea		19
4.3 Massa fresca e seca das folhas		20
4.4 Área foliar		22
4.5 Índice de área foliar (IAF)		23
4.6 Razão de área foliar (RAF)		24
4.7 Massa fresca e seca das raízes		25
4.8 Número de raízes.....		27
4.9 Diâmetro e comprimento de raízes..		28
4.10 Teor de nitrogênio na folha	iv	30
4.11 Teor de nitrogênio na raiz		31
4.12 Teor de fósforo na folha		31
4.13 Teor de fósforo na raiz.....		32
5 CONCLUSÕES	v	34
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ...		35

RESUMO

Gassi, Rosimeire Pereira, M. Sc., Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, fevereiro de 2006. **Bardana (*Arctium lappa* L.) cultivada sob diferentes doses de fósforo e cama-de-frango.** Professor Orientador: Néstor Antonio Heredia Zárate. Professora Co-orientadora: Maria do Carmo Vieira.

O experimento foi desenvolvido no Horto de Plantas Medicinais, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, em Dourados, no período de outubro de 2004 a abril de 2005. O objetivo foi avaliar o efeito da incorporação ao solo de fósforo (P) e de cama-de-frango (CF) sobre o crescimento e a produção da bardana. Estudaram-se cinco doses de fósforo (4,3; 25,8; 43,0; 60,2; e 81,7 Kg ha⁻¹), na forma de superfosfato triplo, e cinco doses de cama-de-frango de corte semidecomposta (1.000; 6.000; 10.000; 14.000 e 19.000 kg ha⁻¹). Os nove tratamentos resultantes foram definidos usando a matriz experimental Plan Puebla III: 4,3 e 6.000; 25,8 e 1000; 25,8 e 6.000; 25,8 e 14.000; 43,0 e 10.000; 60,2 e 6.000; 60,2 e 14.000; 60,2 e 19.000 e 81,7 e 14.000 kg ha⁻¹ de P e CF, respectivamente. Os tratamentos foram dispostos no delineamento experimental blocos casualizados, com quatro repetições. Cada parcela teve área de 4,5 m², com doze plantas arranjadas em fileiras duplas, com espaçamento de 0,50 m entre plantas e 0,54 m entre fileiras. A partir dos 60 dias após o transplante- DAT, a cada dez dias, foram medidas as alturas de todas as plantas. Por ocasião da colheita, foram arrancadas duas plantas competitivas de cada parcela. A altura máxima da bardana (129,87cm) foi alcançada aos 113 DAT, com o tratamento de 60,2 e 14.000 kg ha⁻¹ de P e cama-de-frango, respectivamente. A área foliar, massa fresca e seca da parte aérea total e massa fresca das folhas apresentaram

resposta positiva isoladamente em relação aos fatores estudados, sendo os maiores valores obtidos com o tratamento 81,7 e 1.000 kg ha⁻¹ de P e CF, respectivamente, a saber: 19.822,86 cm²; 48.999,73 kg ha⁻¹; 8.287,24 kg ha⁻¹ e 22.869,64 kg ha⁻¹, respectivamente. As maiores produções de massa seca das folhas ocorreram sob as maiores doses de cama-de-frango, enquanto as maiores produções de massa fresca das raízes (2.435,57 e 2.000,98 kg ha⁻¹) foram obtidas sob as maiores doses de P e CF utilizadas. A produção de massa seca das raízes aumentou com as doses de P e doses intermediárias de CF. O diâmetro e o comprimento das raízes não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos e foram, em média, de 9,07 mm e 18,64 cm. Os teores de N nas folhas, foram maiores sob as maiores doses de P e de CF, mas nas raízes não apresentaram diferenças significativas em função dos tratamentos. Os teores de P nas folhas, foram independentes dos tratamentos, mas nas raízes, os maiores teores de fósforo foram obtidos com as maiores doses de cama-de-frango interagindo com as doses intermediárias de P.

Bardana (*Arctium lappa* L.) cultivated under different doses of phosphorus

vi

ABSTRACT

The experiment was carried out at Medicinal Plant Garden of the Federal University of South Mato Grosso – UFMS, in Dourados, from October, 2004 to April, 2005. The objective was to evaluate the effect of incorporating phosphorus (P) and chicken manure (CM) to the soil on growth and yield of bardana. Five doses of phosphorus (4.3; 25.8; 43.0; 60.2 and 81.7 kg ha⁻¹) in triple super phosphate (TSP) form, and five doses of semi-decomposed chicken manure (1,000; 6,000; 10,000; 14,000 and 19,000 kg ha⁻¹) were studied. Nine treatments were defined using III Plan Puebla experimental Matrix: 4.3 and 6,000; 25.8 and 1,000; 25.8 and 6,000; 25.8 and 14,000; 43.0 and 10,000; 60.2 and 6,000; 60.2 and 19,000 and 81.7 and 14,000 kg ha⁻¹, P and CM respectively. Treatments were arranged in a randomized block experimental design with four replications. Every plot had 4.5 m² of area and twelve plants arranged in double rows with spaces of 0.50 m between plants and 0.54 m between rows. Sixty days after transplantation – DAT, at each 10 days, the height of each plant was measured. On harvest, two competitive plants were taken from each plot. Maximum height of bardana (129.87 cm) was reached on 113 DAT with 60.2 and 14,000 t ha⁻¹ of phosphorus and chicken manure, respectively, treatment. Leaf area, fresh and dried mass of total aerial part and fresh mass of leaves showed positive reaction isolately answer in relation to the studied factors. The highest values were registered for 81.7 and 1.000 kg ha⁻¹ of P and CM treatment, respectively: 19,822.86 cm²; 48,999.73 kg ha⁻¹; 8,287.24 kg ha⁻¹ and 22,869.64 kg ha⁻¹. The highest yields of dried mass of leaves were related to the highest doses of chicken manure, while the highest

yields of fresh mass of roots (2,435.57 and 2,000.98 kg ha⁻¹) were related to the highest used doses of P and CM. Yield of dried mass of roots increased with P doses and intermediary doses of CM. Diameter and length of roots did not show significant differences between treatment and they were, in average, 9.07 mm and 18.64 cm. N contents in leaves were the highest under the highest doses of P and CM, but in roots they did not show significant differences as a function of treatments. P contents in leaves were independent on treatments, but in roots, the highest contents of phosphorus were obtained with the highest doses of chicken manure interacting with intermediary doses of P.

1 INTRODUÇÃO

viii

As plantas medicinais, condimentares e aromáticas são utilizadas desde a antigüidade em todas as regiões do planeta, o que tem sido constatado por descobertas em escavações arqueológicas, e por sua presença nas civilizações como a chinesa e a egípcia, que as utilizavam há mais de 5000 anos (Correa Júnior *et al.*, 1994). Na América Latina, antes da chegada dos europeus, os índios, em especial civilizações como maias, astecas e incas, utilizavam plantas medicinais para curar diversas doenças e como corantes naturais (Panizza, 1997).

A bardana (*Arctium lappa*) é pouco conhecida entre os brasileiros, mas é muito utilizada pelos japoneses e adeptos da alimentação macrobiótica, integral, natural e antroposófica. A medicina, que se utiliza dessas formas de alimentação, considera as raízes como alimentos básicos muito importantes, pois são responsáveis pelo bom funcionamento do sistema nervoso, dos músculos e do coração. É considerada também excelente fortificante e alimento que ajuda a limpar as impurezas do organismo. Além da utilização medicinal, é considerada hortaliça de alto valor nutritivo, sendo ótima fonte de vitamina B1, cálcio, ferro e fósforo (Piva, 2002).

As referências que se tem do cultivo da bardana é de que seja feito de forma empírica, ou seja, não há referência de trabalho técnico-científico na área agrônômica sobre a espécie. Daí, a necessidade de se pesquisar tratos culturais, pois o domínio sobre a reprodução e o ciclo vegetativo facilita o manejo da planta, objetivando satisfazer a demanda de matéria-prima uniforme para o abastecimento da indústria farmacêutica. Isso beneficiaria os agricultores e a pequena e média indústrias, que têm demarcado forte presença na produção de fitoterápicos (Zanetti, 2001). Nos cultivos deve-se buscar maior equilíbrio entre

produtividade e qualidade e o manejo adequado dos fatores que possam interferir nessa qualidade (Andrade e Casali, 1999).

Dentre os fatores de interesse que podem interferir na composição química de uma planta, a nutrição é um dos que merecem destaque, uma vez que a deficiência ou o excesso de nutrientes pode promover maior ou menor produção de princípio ativo. O fósforo é o nutriente mineral mais estudado, devido à sua grande importância na nutrição das plantas. Como componente essencial de todo organismo vivo, auxilia na definição da quantidade de biomassa produzida em diferentes solos. Em plantas medicinais, pode contribuir para o aumento da concentração dos princípios ativos; seu déficit causa a redução da biomassa e conseqüentemente, das substâncias metabólicas (Martins *et al.*, 1998).

Em relação à matéria orgânica, ela contribui de modo decisivo em muitas propriedades físico-químicas do solo, como capacidade de troca de cátions, formação de complexos e quelatos com numerosos íons e retenção de umidade. As fontes mais comuns de adubo orgânico são representadas pelos adubos verdes, resíduos de culturas, esterco, compostos e outros (Kiehl, 1985; Calegari, 1998).

Na literatura consultada, não foi encontrado nenhum relato sobre o uso do fósforo no cultivo da bardana, mas sim de cama-de-frango. Vieira *et al.* (2004) estudando o efeito de doses de cama-de-frango (0, 20 e 40 t ha⁻¹) e épocas de colheita (120, 160, 200 e 240 dias após semeio- DAS) na produção de massa seca das raízes da bardana, verificaram que usando-se 40 t ha⁻¹ de cama-de-frango, a produção cresceu linearmente durante o ciclo de cultivo, alcançando 385 kg ha⁻¹ aos 240 DAS.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da incorporação ao solo de fósforo e de cama-de-frango de corte semidecomposta sobre o crescimento e a produção da bardana visando oferecer ao agricultor sul-mato-grossense uma nova alternativa produtiva.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Características da bardana

A bardana (*Arctium lappa* L.), pertencente à família Asteraceae, é uma planta aromática e medicinal, originária da Europa e da Sibéria, e chegou ao Brasil por meio dos imigrantes japoneses (Correa, 1984). Dentre os nomes populares, é conhecida por pega-massa, bardana-maior, gobô, orelha-de-gigante ou erva dos tinhosos (Font Quer, 1993; Corrêa Júnior *et al.*, 1994; Alzugaray e Alzugaray, 1996; Kemper, 2003).

A importância medicinal e nutricional apresentada pela bardana tornam-a uma espécie de interesse para estudos e produção de medicamentos. Seu êxito medicinal data da Antiguidade, não sendo nunca contrariado ao longo dos séculos. Segundo a tradição, curou o rei Henrique III da França de uma grave doença de pele (Teske e Trentini, 2001). Diversos compostos de importância terapêutica já foram isolados da planta e dentre os principais, encontram-se os óleos essenciais contendo inulinas e açúcares, polifenóis, fiquinona, β eudesmok e taraxesterol, acetato e palmitato de diidrofuquinona (Martins *et al.*, 1998). A inulina é substância de natureza polissacarídica, resultante da polimerização da frutose (Oliveira e Saito, 1991).

A principal indicação terapêutica da bardana é para doenças da pele. Além disso, a planta é hipoglicemiante, depurativa e diaforética. É usada como cicatrizante, para tratamentos de furúnculos, abscessos, acnes e terçol. Ajuda no

tratamento de queda de cabelos e enfermidades da pele, por exemplo, micose de unhas e frieiras em uso externo. Devido à sua capacidade de neutralizar venenos, é utilizada para acalmar a dor e a tumefação produzida por picadas de insetos ou de aranha. Da bardana, utilizam-se as raízes, flores e folhas secas. A infusão das folhas frescas serve para limpar feridas e inflamações cutâneas. As raízes frescas são usadas em decocção, cataplasma e compressas. O decocto delas é eficaz como purificador do sangue em doenças reumáticas, afecções renais e distúrbios digestivos (Santos *et al.*, 1988, Alzugaray e Alzugaray, 1996; Martins *et al.*, 1998). Foi observada também atividade antibacteriana e antifúngica nos extratos da bardana (Holetz *et al.*, 2002).

As raízes da bardana são usadas também como alimentos por pessoas diabéticas (Santos *et al.*, 1988), podendo ser consumidas cozidas sozinhas ou compondo pratos com cenoura (*Daucus carota*) ou mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*). Os talos tenros fervidos são consumidos como os aspargos (*Asparagus officinalis*) (Piva, 2002). Na Europa, as folhas e brotos novos são consumidos como verdura e no Japão, é cultivada uma variedade para produção de raízes comestíveis.

A planta é herbácea, bienal, com 1,0 a 1,5 m de altura, pilosa e com ramos abundantes. As folhas são dispostas em roseta, sendo as inferiores cordiformes e as superiores ovais. As flores são azuladas a arroxeadas, dispostas em capítulos e esses, em corimbos (Santos *et al.*, 1988). Os capítulos são envolvidos por um conjunto de brácteas ponteagudas denominada involúcro, que adere a qualquer coisa que nele toque, sendo transportado a grandes distâncias. O fruto é um aquênio oblongo subtrígono com papilo de pêlos muito caducos. (Correa, 1984). As sementes e as raízes de bardana têm sabor doce e as folhas, raramente utilizadas secas, são amargas. As sementes devem ser coletadas quando os capítulos tiverem adquirido uma cor cinza-parda (Alzugaray e Alzugaray, 1996). A raiz é fusiforme, fosca por fora e branca por dentro, com diâmetro da espessura de um dedo (Balbach, 1986).

2.2 Aspectos agronômicos

Castro *et al.* (2001) ressaltam que a variação da composição qualitativa e quantitativa das plantas medicinais está diretamente relacionada a fatores ecológicos e fisiológicos tais como época do ano, hora do dia e estágio de desenvolvimento. Além desses, os fatores genéticos também influenciam essas variações. Dessa forma, o uso de nutrientes pode apresentar resultados contraditórios quanto à produção de metabólitos secundários.

A carência de informações básicas sobre os aspectos agrônômicos faz com que os agricultores, especialmente os pequenos, acabem não produzindo plantas medicinais e hortaliças alternativas, que muitas vezes são mais viáveis economicamente que as culturas tradicionais (Ferreira, 2000).

O cultivo da bardana poderia ser uma alternativa para pequenos produtores, que procuram diversificar a produção. A espécie pode ser cultivada em praticamente todo o País e durante todo o ano, desenvolvendo melhor em temperaturas que variam de 16 a 22°C, em solos profundos, férteis, com boa drenagem para permitir o aprofundamento das raízes. A planta é propagada em monturos, caminhos, fundos dos montes, lugares úmidos, sombrios e onde há restos nitrogenados (Santos *et al.*, 1988). Segundo Maciel e Ferraz (1996), a espécie não favorece à reprodução de nematóides do gênero *Meloidogyne*. Por isso eles não representam, via de regra, ameaça à sua produção. A bardana é indicada ao cultivo consorciado com outras plantas tais como o funcho e a cenoura.

Os solos sob vegetação de Cerrado, principalmente os Latossolos, são geralmente ácidos, de baixa fertilidade e elevada retenção de fósforo, o que leva à necessidade de elevadas doses de fosfatos, para o adequado crescimento das plantas. O fornecimento de doses adequadas de fósforo, desde o início do desenvolvimento, estimula o desenvolvimento radicular, é importante para a formação dos primórdios das partes reprodutivas, é essencial para a boa formação de frutos, e em geral, incrementa a produção nas culturas (Raij, 1981).

Coutinho *et al.* (1993) citam que as quantidades de fósforo exigidas pelas culturas, se comparadas com as do nitrogênio e do potássio, são consideradas

baixas. Dadas suas características químicas e mineralógicas, os solos tropicais, de modo geral, são ainda extremamente deficientes em fósforo. Conseqüentemente, o cultivo adequado nesses solos tem, na fertilização fosfatada, técnica eficiente para aumentar a produtividade. Isso é válido para a adição de fertilizantes fosfatados a solos de Cerrado para o cultivo de espécies florestais ou de qualquer planta, principalmente, porque a cinética de formação de P não-lábil em solo de Cerrado é muito rápida (Novais e Smyth, 1999). Por isso, nas adubações, é o fósforo o nutriente que entra em maiores proporções (Coutinho *et al.*, 1993). Seu fornecimento em dose adequada favorece o desenvolvimento do sistema radicular, aumentando a absorção de água e de nutrientes, e conseqüentemente a qualidade e o rendimento dos produtos colhidos (Filgueira, 2000).

Corrêa Júnior *et al.* (1994) e Mattos (1996) relatam que a adubação orgânica, o cultivo mínimo e as práticas de agricultura alternativa em espécies medicinais, aromáticas e condimentares possibilitam o desenvolvimento de plantas mais resistentes a pragas e doença. Conseqüentemente, utilizam-se menos agrotóxicos, que neste caso poderia comprometer a composição química da planta ou mesmo invalidar seu uso medicinal.

A adubação orgânica é prática recomendada no cultivo de plantas medicinais e tem despertado a atenção dos pesquisadores no Brasil (Ming, 1994; Scheffer e Corrêa Júnior, 1998; Cruz, 1999). A adubação orgânica aumenta a capacidade de troca catiônica do solo, elevando o pH e reduzindo o teor de alumínio trocável; aumenta a disponibilidade de nutrientes aplicados por meio de fertilizantes minerais e contribui para a sanidade do vegetal por diversificar a produção de substâncias como fenóis e de antibióticos por bactérias. Porém, essas possibilidades dependem de seu manejo adequado (Primavesi, 1982).

Os adubos orgânicos contêm vários nutrientes minerais, especialmente N, P e K, e embora sua concentração seja considerada baixa, na sua valorização, deve-se levar em conta, também, o efeito benéfico que exercem sobre o solo (Kiehl, 1985). A sua matéria orgânica ativa os processos microbianos fomentando, simultaneamente, a estrutura, a aeração e a capacidade de retenção de água

(Silva Júnior e Siqueira, 1997). Atua ainda como regulador da temperatura do solo, retarda a fixação do P mineral e fornece produtos da decomposição orgânica que favorecem o desenvolvimento da planta (Rodrigues, 1995; Novais e Smyth, 1999).

Ming (1998) ressalta que, na recomendação da adubação orgânica para as plantas medicinais, deve-se levar em consideração os aspectos da biomassa produzida e especialmente os teores de óleo essencial, já que sua produção visa o aumento na concentração dos princípios ativos, quer seja para o uso *in natura*, ou destinado à indústria farmacêutica.

Vieira (1995) estudando diferentes doses de fósforo e cama-de-frango no crescimento e produção de mandioquinha-salsa verificou que a produção de raízes comercializáveis cresceu linearmente com as doses de P e C F e foi de 10 t ha⁻¹ em média, por tratamento, correspondendo a cerca de 80% da produção total.

Vieira *et al.* (1999) observaram que as maiores produções de massas secas (240,96 kg ha⁻¹) de capítulos de calêndula (*Calendula officinalis* L.), plantas da mesma família da bardana, foram obtidas com o uso de 14 t ha⁻¹ de cama-de-frango, sem o uso de fósforo. Os capítulos com maior massa unitária (0,18 g), embora em menor número por planta (9,63 planta⁻¹), resultaram do uso de 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅. O maior número de capítulos (23,78 planta⁻¹) foi obtido com 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, que foi superior em 11,75% e 175,94% em relação à testemunha e 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Aspectos gerais

O experimento foi desenvolvido no Horto de Plantas Medicinais (HPM), da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), em Dourados, no período de outubro de 2004 a abril de 2005. Dourados está situada na região sul do Estado de Mato Grosso do Sul, a uma altitude média de 452 m, latitude 22°14'16''S e longitude 54°48'2''W. O clima, segundo a classificação de Koppen, é do tipo CWA. A precipitação média anual é de 1500 mm e a temperatura média é de 22°C. As precipitações e temperatura máxima e mínima por decêndio, registradas em Dourados durante a realização do experimento são apresentadas na Figura 1.

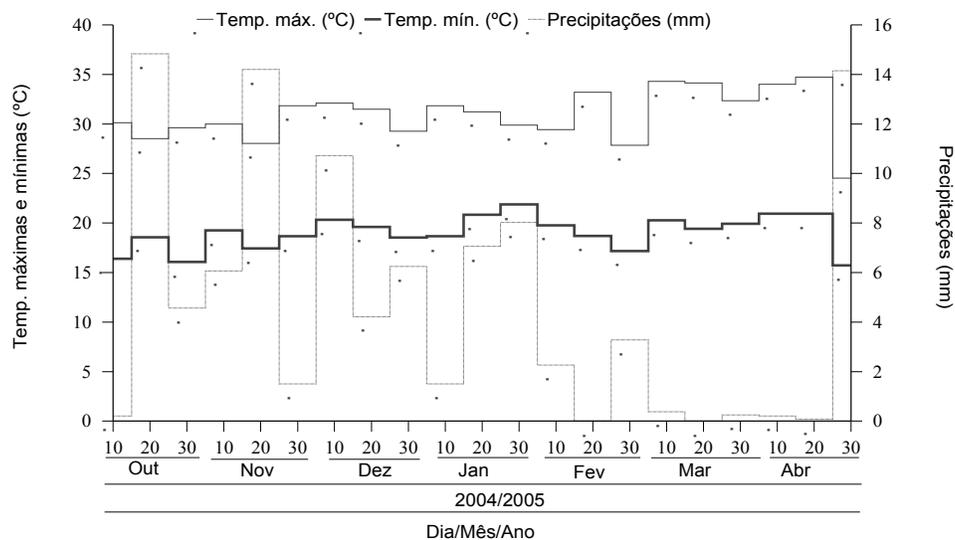


Figura 1. Precipitações e temperaturas máximas e mínimas, no período de outubro de 2004 a abril de 2005. Dourados-UFMS, 2004/2005.

O solo, originalmente sob vegetação de Cerrado, é de topografia plana e classificado como Latossolo Vermelho distroférico, de textura argilosa, cujas características químicas, antes do transplântio, após a incorporação no solo do fósforo e da cama-de-frango e após a colheita, são apresentadas nos Quadros 1, 2 e 3, respectivamente.

Quadro 1. Características químicas de amostras do solo, colhidas na área experimental e da cama-de-frango semidecomposta. Dourados-UFMS, 2004.

Características¹	valores
Solo original	
pH em CaCl ₂ (1:2,5)	4,80
pH em água (1:2,5)	5,50
Al ⁺³ (mmol _c dm ⁻³) ^{4/}	1,10
P (mg dm ⁻³) ^{3/}	54,00
K (mmol _c dm ⁻³) ^{3/}	10,20
Mg (mmol _c dm ⁻³) ^{4/}	18,60
Ca (mmol _c dm ⁻³) ^{4/}	48,00
Matéria orgânica (g kg ⁻¹) ^{2/}	32,10
Acidez potencial (H+Al)(mmol _c dm ⁻³)	69,00
Soma de bases (SB) (mmol _c dm ⁻³)	76,80
(CTC) (mmol _c dm ⁻³)	145,80
Saturação de bases (V) %	52,00
Cama-de-frango semidecomposta⁵	
C orgânico %	29,12
P total %	1,13
K total %	0,63
N total %	1,75
Ca total %	3,58
Mg total %	0,69
Relação C/N	16,64

^{1/}Análises feitas no Laboratório de Solos do NCA – UFMS

^{2/}Métodos de Walkley & Black (Jackson, 1976)

^{3/}Extrator Mehlich-1 (Braga e Defelipo 1974)

^{4/}Extrator KCL 1 N (Vettori, 1969)

^{5/}Análises feitas no Laboratório de Matéria Orgânica e Resíduos, da UFV

Quadro 2. Análise química das amostras do solo das parcelas que receberam os tratamentos com fósforo e cama-de-frango um dia antes do transplântio da bardana. Dourados-UFMS, 2004.

Características ¹	Fósforo e cama-de-frango (kg ha ⁻¹)								
	25,8	60,2	25,8	60,2	43,0	4,3	81,7	25,8	60,2
	e	e	e	e	e	e	e	e	e
	6.000	6.000	14.000	14.000	10.000	6.000	14.000	1.000	19.000
Matéria orgânica (g kg ⁻¹) ^{4/}	31,8	32,1	33,7	34,4	33,7	33,7	32,4	32,1	33,4
pH em CaCl ₂ (1:2,5)	5,0	5,1	5,3	5,3	5,2	5,2	5,2	5,0	5,3
pH em água (1:2,5)	5,6	5,7	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,7	5,8
P (mg dm ⁻³) ^{2/}	74,0	96,0	146,0	137,0	89,0	92,0	137,0	78,0	142,0
K (mmol _c dm ⁻³) ^{2/}	10,2	12,3	15,9	14,8	13,3	12,8	12,8	9,7	14,3
Al ³⁺ (mmol _c dm ⁻³) ^{3/}	0,6	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0
Mg (mmol _c dm ⁻³) ^{3/}	21,3	23,6	26,6	25,0	24,3	24,6	24,6	19,9	23,9
Ca (mmol _c dm ⁻³) ^{3/}	48,8	48,7	56,3	53,3	50,0	52,3	56,0	48,7	51,7
Acidez potencial (H+Al) (mmol _c dm ⁻³)	58,0	62,0	53,0	55,0	58,0	58,0	55,0	62,0	55,0
Soma de bases (SB) (mmol _c dm ⁻³)	80,3	84,6	98,8	93,1	87,6	89,7	93,4	78,3	89,9
CTC (mmol _c dm ⁻³)	138,3	146,6	151,8	148,1	145,6	147,7	148,4	140,3	144,9
Saturação de bases (V) %	58,0	57,0	65,0	62,0	60,0	60,0	62,0	55,0	62,0

^{1/} Análises feitas no laboratório de solos do NCA – UFMS

^{2/} Extrator Mehlich-1 (Braga e Defelipo, 1974)

^{3/} Extrator KCL 1 N (Vettori, 1969)

^{4/} Método de Walkley & Black (Jackson, 1976)

Quadro 3. Análise química das amostras do solo das parcelas que receberam os tratamentos com fósforo e cama-de-frango, após a após a colheita da bardana (120 DAT). Dourados-UFMS, 2005.

Características ¹	Fósforo e cama-de-frango (kg ha ⁻¹)									
	25,8	60,2	25,8	60,2	43,0	4,3	81,7	25,8	60,2	
	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
	6.000	6.000	14.000	14.000	10.000	6.000	14.000	1.000	19.000	
Matéria orgânica (g kg ⁻¹) ^{4/}	30,1	29,4	29,1	29,4	28,4	27,8	28,8	27,8	28,4	
pH em CaCl ₂ (1:2,5)	5,0	5,0	5,1	5,1	5,0	5,0	5,0	4,9	5,1	
pH em água (1:2,5)	5,9	5,9	5,9	6,0	5,9	5,9	5,9	5,8	6,0	
P (mg dm ⁻³) ^{2/}	64,0	61,0	92,0	68,0	64,0	71,0	89,0	54,0	74,0	
K (mmol _c dm ⁻³) ^{2/}	7,7	8,7	8,2	8,2	7,7	7,7	8,7	7,7	8,7	
Al ⁺³ (mmol _c dm ⁻³) ^{3/}	0,6	0,6	0,0	0,0	0,6	0,6	0,6	0,6	0,0	
Mg (mmol _c dm ⁻³) ^{3/}	19,6	17,0	20,9	20,0	18,3	20,3	20,3	17,6	19,3	
Ca (mmol _c dm ⁻³) ^{3/}	47,2	44,2	51,3	48,5	44,9	49,9	49,2	43,6	47,9	
Acidez potencial (H+Al) (mmol _c dm ⁻³)	65,0	65,0	62,0	62,0	69,0	62,0	62,0	65,0	62,0	
Soma de bases (SB) (mmol _c dm ⁻³)	74,5	69,9	80,4	76,7	70,9	77,9	78,2	68,9	75,9	
CTC (mmol _c dm ⁻³)	139,5	134,9	142,4	138,7	139,9	139,9	140,2	133,9	137,9	
Saturação de bases (V) %	53,0	51,0	56,0	55,0	50,0	55,0	55,0	51,0	55,0	

^{1/} Análises feitas no laboratório de solos do NCA – UFMS

^{2/} Extrator Mehlich-1 (Braga e Defelipo, 1974)

^{3/} Extrator KCL 1 N (Vettori, 1969)

^{4/} Método de Walkley & Black (Jackson, 1976)

Estudou-se o efeito de cinco doses de fósforo - P (4,3; 25,8; 43,0; 60,2; e 81,7 kg ha⁻¹), na forma de superfosfato triplo e cinco doses de cama-de-frango - CF (1000; 6000; 10000; 14000 e 19000 kg ha⁻¹). Os tratamentos foram determinados utilizando-se a matriz experimental PLAN PUEBLA III (Turrent e Laird, 1975), conforme a Figura 2, resultando nas combinações de doses de cama-de-frango e de fósforo contidas no Quadro 4.

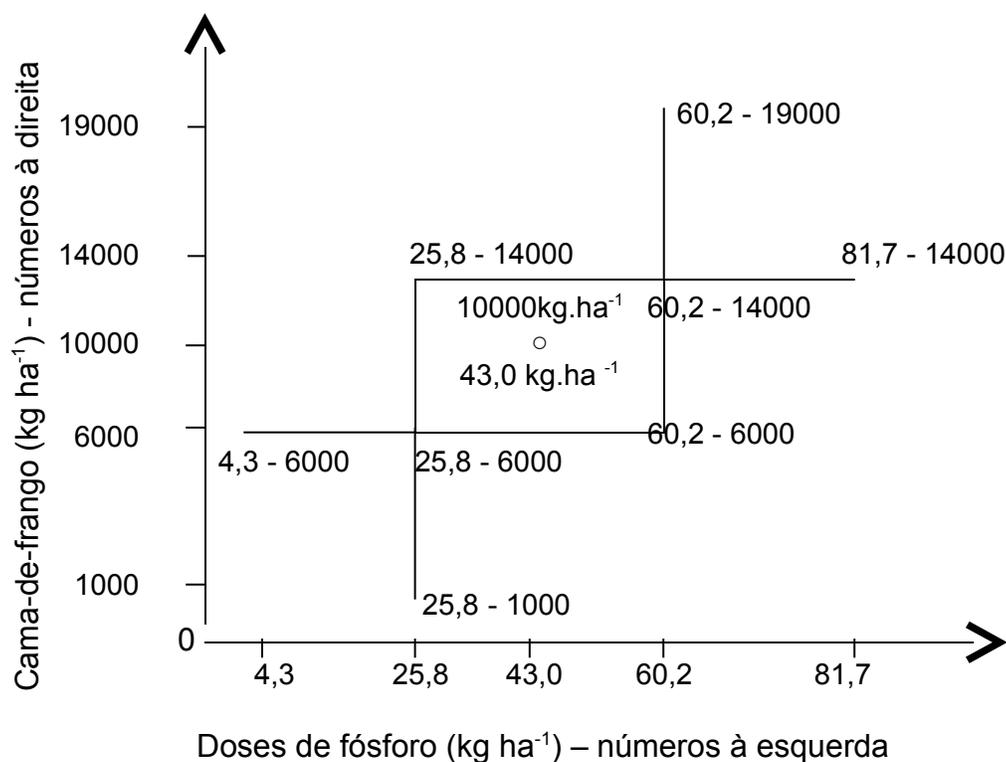


Figura 2. Doses de fósforo (P) e de cama-de-frango (CF) utilizadas no experimento de campo, definidas pela matriz experimental PLAN PUEBLA III. Dourados- UFMS, 2004.

Quadro 4. Tratamentos definidos através da matriz experimental PLAN PUEBLA III (Turrent e Laird, 1975). Dourados-UFMS, 2004.

Tratamentos	Fósforo (kg ha ⁻¹)	Cama-de-frango (kg ha ⁻¹)
1	25,8	6.000
2	60,2	6.000
3	25,8	14.000
4	60,2	14.000
5	43,0	10.000
6	4,3	6.000
7	81,7	14.000
8	25,8	1.000
9	60,2	19.000

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com nove tratamentos e quatro repetições. Cada parcela teve área de 4,5 m², com doze plantas arranjadas em fileiras duplas. O espaçamento entre plantas foi de 0,50 m e entre fileiras de 0,54 m.

A propagação da bardana foi feita por semeadura indireta, utilizando-se sementes colhidas de plantas cultivadas no Horto de Plantas Medicinais – HPM da UFMS. As mudas foram produzidas inicialmente em bandejas de poliestireno, com substrato Plantmax, sob sombrite, em temperatura ambiente. Após 30 dias da semeadura, foram repicadas para sacos plásticos, enchidos com substrato preparado com três volumes de terra, um de cama-de-frango semidecomposta e um de areia grossa. Quando as plântulas atingiram cerca de 0,15 m de altura, foram transplantadas para o local definitivo.

O terreno foi preparado com trator, uma semana antes do transplântio, com uma aração e uma gradagem e, posteriormente, foram levantados os canteiros com rotoencanteirador. O superfosfato triplo e a cama-de-frango foram distribuídos

a lanço e incorporados ao solo, a uma profundidade de 0-20 cm, um dia antes do transplante.

Os tratos culturais na fase campo compreenderam irrigações por aspersão, a cada dois dias e capinas com enxadas, sempre que necessárias. Quando as plantas começaram a florescer (110 dias após o transplante - DAT), foram realizadas as colheitas de duas plantas competitivas de cada parcela.

3.2 Características avaliadas e métodos de avaliação

3.2.1 Altura das plantas

As medidas de altura das plantas foram feitas com intervalos de 10 dias, a partir dos 60 até 120 DAT. Foram medidas todas as plantas da parcela, com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, colocada desde o nível do solo até a inflexão da folha mais alta. Posteriormente, obtiveram-se as médias de altura das plantas por tratamento.

3.2.2 Massa fresca da parte aérea, folhas e das raízes

As plantas foram colhidas inteiras e depois separadas as folhas, escapos florais e raízes. As partes das plantas foram acondicionadas separadamente em sacos de papel e pesadas em balança digital, com resolução 0,01 g, para determinação da massa fresca, em g. Todas as raízes obtidas das duas plantas colhidas foram pesadas para determinar a massa fresca.

3.2.3 Número, diâmetro e comprimento das raízes

As raízes obtidas nas duas plantas colhidas por parcela, foram contadas e posteriormente separadas ao acaso seis raízes e feitas as medidas de diâmetro e comprimento. Para medir o diâmetro foi utilizado um paquímetro e para determinar o comprimento foi utilizada uma régua graduada em centímetro.

3.2.4 Massa seca da parte aérea, folhas e das raízes

Para a obtenção da massa seca, os materiais foram seccionados manualmente e distribuídos em sacos de papel. Posteriormente, os sacos foram colocados em estufa com circulação forçada de ar, a $60^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$, até massa constante. Os valores obtidos foram apresentados em kg ha^{-1} .

3.2.5 Área foliar (AF)

Logo após a obtenção da massa fresca, as lâminas foliares foram usadas para a determinação da área foliar, utilizando-se o integrador eletrônico LI 3000. Os valores foram obtidos em centímetro quadrado (cm^2).

3.2.6 Índice de área foliar (IAF)

Os valores do IAF foram obtidos pela divisão dos valores da área foliar (AF), em cm^2 , pela área ocupada por cada planta - AT, de acordo com o espaçamento utilizado (0,50 m x 0,50 m).

$$\text{IAF} = \text{AF}/\text{AT}$$

3.2.7 Razão de área foliar (RAF)

A razão de área foliar foi expressa pelo quociente entre a área foliar (AF), em cm^2 , e a massa seca da parte aérea (MSPA), em gramas, utilizando-se a fórmula: $\text{RAF} = (\text{AF})/(\text{MSPA})$, segundo Benincasa (2003).

3.2.8 Teores de N e P nas folhas e raízes

Foram analisados os teores de N e P das folhas e raízes, em extratos obtidos através da digestão sulfúrica para o N e nítrico-perclórica para o P. Após a digestão, foram realizadas a determinação do N pelo método microkjedhal e a do P pelo colorímetro por vanadato molibdato (Malavolta *et al.*, 1997).

3.3 Análises estatísticas

Os dados de altura de plantas foram submetidos à análise de regressão em função dos tratamentos e dos dias após o transplante. Os dados de produção foram submetidos à análise de variância para determinação do erro experimental da matriz. Para estimar as superfícies de respostas, foram ajustados os modelos quadrático e quadrático base raiz quadrática às médias por tratamento. Cada componente dos modelos foi testado até o nível de 5%, pelo teste F. Cada efeito individual do modelo escolhido foi testado até o nível de 5%, pelo teste F, corrigido em função do erro experimental, usando t calculado pelo SAEG (Alvarez V., 1991; Ribeiro Júnior, 2001).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Altura de plantas

O padrão de crescimento em altura apresentou diferenças entre os tratamentos durante o período de estudo (Figura 3). Dentre os tratamentos testados, todos se ajustaram ao modelo quadrático, exceto com o uso de 60,2 e 6.000 kg ha⁻¹ de P e cama-de-frango, respectivamente, o qual se ajustou ao modelo linear. Esses resultados são diferentes daqueles obtidos por Vieira *et al.* (2004), que ao estudarem a produção de bardana em função de três doses de cama-de-frango (0; 20 e 40 t ha⁻¹) e quatro épocas de colheita (120; 160; 200 e 240 dias após o semeio), observaram crescimento linear crescente na altura das plantas, no período de estudo.

A altura máxima (129,87 cm) foi alcançada aos 113 dias após o transplante- DAT com o tratamento de 60,2 e 14000 kg ha⁻¹ de P e cama-de-frango respectivamente. Pelos resultados obtidos deduz-se que o efeito benéfico da associação de adubos minerais fosfatados com orgânicos pode ter resultado do aumento do P disponível para as plantas, além do provável efeito indireto da cama-de-frango, elevando o pH do solo e contribuindo para incremento na disponibilidade de outros nutrientes (Kiehl, 1993). O decréscimo na altura, a partir daquela época está relacionado ao processo de senescência, indicando a proximidade do final do ciclo da cultura. Segundo Taiz e Zeiger (2004), as folhas são programadas para morrer e sua senescência pode estar relacionada com hormônios vegetais e ser iniciada também por influência de fatores ambientais (Larcher, 2000).

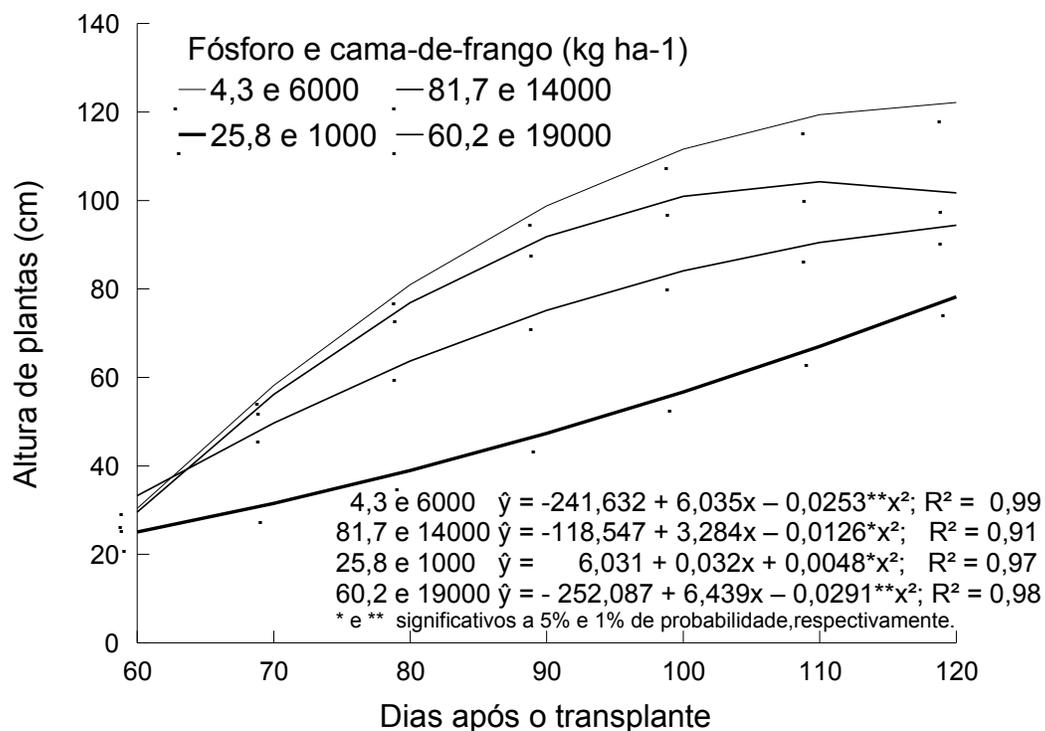
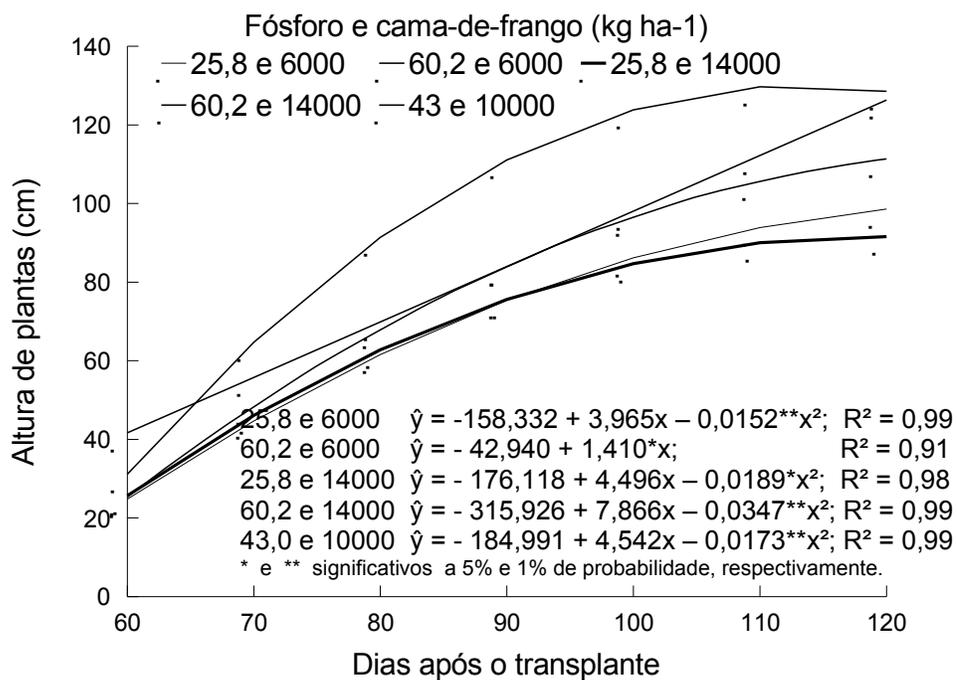


Figura 3. Altura das plantas da bardana em função de dias após o transplante e o uso de P e de cama-de-frango em diferentes doses (kg ha⁻¹). Dourados-UFMS, 2004-2005.

4.2 Massa fresca e seca total da parte aérea

As maiores produções de massa fresca ($48.999,73 \text{ kg ha}^{-1}$) (Figura 4) e seca ($8.287,24 \text{ kg ha}^{-1}$) (Figura 5) da bardana foram obtidas com o tratamento de $81,7 \text{ kg ha}^{-1}$ de P e 1.000 kg ha^{-1} de CF ou com o uso de $4,3 \text{ kg ha}^{-1}$ de P e $19.000 \text{ kg ha}^{-1}$ de CF ($45.116,51 \text{ kg ha}^{-1}$ e $8072,82 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente), e as menores ($6.425,02 \text{ kg ha}^{-1}$ e $2.116,86 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente), foram obtidas quando se utilizou a menor dose de P ($4,3 \text{ kg ha}^{-1}$) e de CF (1.000 kg ha^{-1}). A maior produção da parte aérea da bardana em resposta positiva ao P deve ter relação com a função do nutriente na maioria dos processos metabólicos das plantas, como divisão, expansão celular, respiração e como regulador de fósforo inorgânico (Pi) na fotossíntese (Vieira, 1992). Quanto ao resíduo orgânico, sua adição ao solo deve ter melhorado as condições químicas e físicas, além de ter aumentado a atividade microbológica, proporcionando maior disponibilidade de nutrientes para o vegetal (Kiehl, 1985).

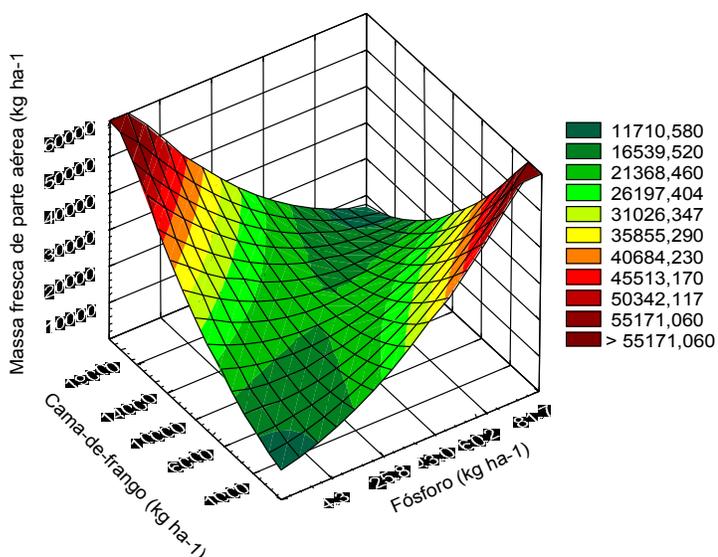


Figura 4. Massa fresca total da parte aérea da bardana em função de doses de P e de cama-de-frango. Dourados-UFMS, 2005. C. V. = 35,46 %.

$\hat{y} = -4968,88 + 2982,96 \sqrt{P} + 230,807 * \sqrt{CF} + 564,734 ** P + 2,0049 * CF - 99,4857 ** \sqrt{P} \sqrt{CF}$; $R^2 = 0,62$; * e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

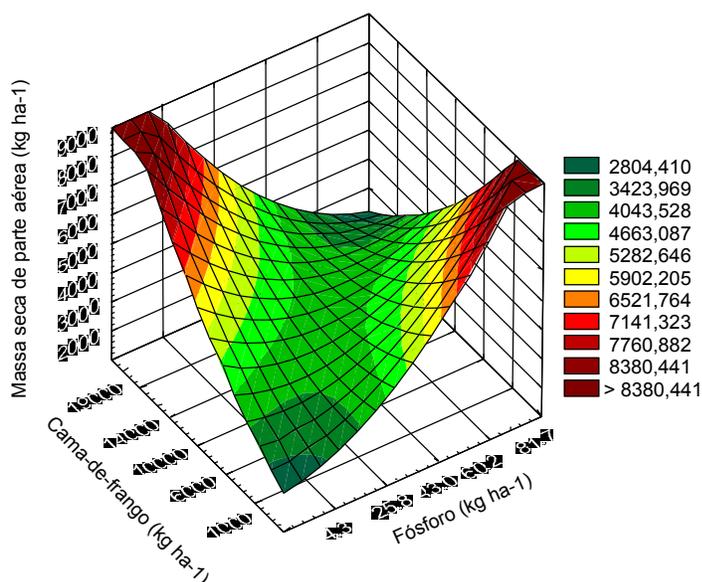


Figura 5. Massa seca total da parte aérea da bardana em função de doses de P e de cama-de-frango. Dourados-UFMS, 2005. C.V. = 30,33 %.

$$\hat{y} = 225,026 + 337,073 \sqrt{P} + 48,7503 * \sqrt{CF} + 91,2285 * P + 0,22311CF - 14,7031 * \sqrt{P} \sqrt{CF}; R^2 = 0,54; * \text{significativo a 5\% de probabilidade}$$

4.3. Massa fresca e seca das folhas

As maiores produções de massa fresca das folhas (Figura 6) foram de 22.869,64 kg ha⁻¹ quando se utilizou a maior dose de P (81,7 kg ha⁻¹) e de 18.376,98 kg ha⁻¹ com a maior dose de cama-de-frango (19.000 kg ha⁻¹). Os resultados positivos relacionados às doses crescentes de P ligam-se ao fato dos solos brasileiros apresentarem baixa disponibilidade desse elemento, passando assim a ser um dos nutrientes com maior resposta pelas plantas (Novais e Smyth, 1999). O efeito positivo com o resíduo orgânico, provavelmente devido ao aumento de macro e micronutrientes disponíveis no solo para as plantas, redução do alumínio trocável e da fixação do fosfato, onde a matéria orgânica do solo libera parte do N e P, promovendo incrementos na produção (Kiehl, 1985).

Na produção de massa seca das folhas, observou-se acréscimo à medida que se aumentaram as doses de cama-de-frango, e pouca influência das doses de P (Figura 7). De acordo com Larcher (2000), vários fatores influenciam a produção de massa seca, como irrigação, temperatura e principalmente a oferta de nutrientes. Portanto, maiores doses da cama-de-frango favoreceram maior produção de fotoassimilados e de massa seca. Isso porque, o princípio básico das plantas anuais é usar a maior proporção dos fotossintatos para a formação das folhas, as quais participam da produção e aumentam a absorção da planta, como consequência, desenvolve esses órgãos, preferencialmente.

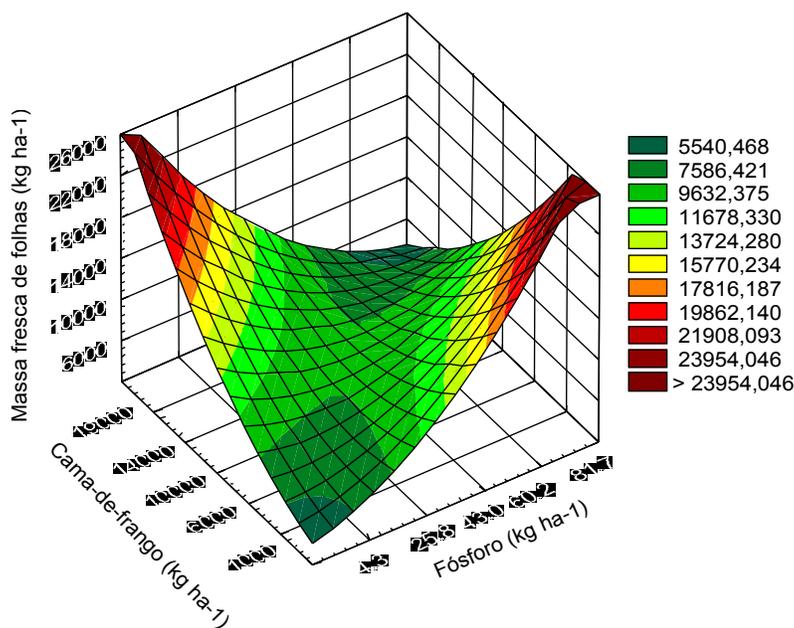


Figura 6. Massa fresca de folhas da bardana em função de doses de P e cama-de-frango. Dourados-UFMS, 2005. C.V. = 40,37 %.

$$\hat{y} = 5374,48 + 66,5046 P + 0,245267 CF + 2,03101 *P^2 + 0,00002718089 CF^2 - 0,0216329 *PCF; R^2=0,63; * \text{significativo a 5\% de probabilidade.}$$

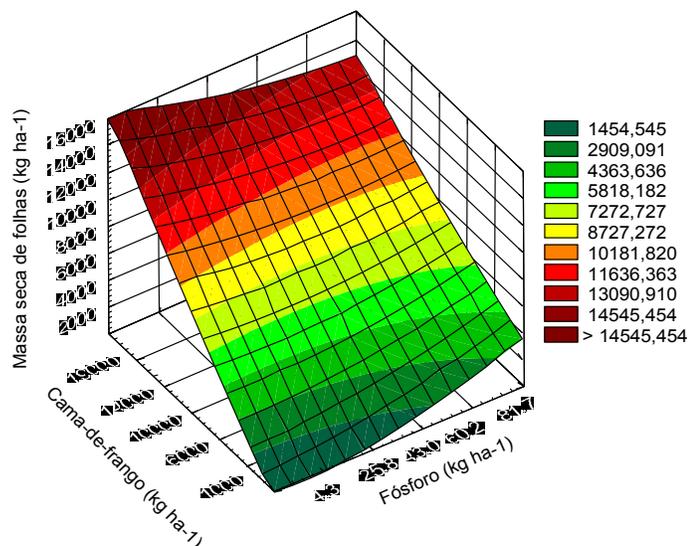


Figura 7. Massa seca de folhas da bardana em função de doses de P e cama-de-frango. Dourados-UFMS, 2005. C. V. = 31,07 %.

$$\hat{y} = 882,115 + 12,4814 P + 0,625342 CF + 0,272866 P^2 + 0,00000265607 CF^2 - 0,00322044 *PCF; R^2 = 0,71; * \text{significativo a 5 \% de probabilidade.}$$

4.4 Área foliar

Tal como a massa fresca de folhas, a área foliar das plantas foi influenciada negativamente pela interação doses de P e de cama-de-frango, mas a resposta foi positiva em relação aos fatores isoladamente (Figura 8). As maiores áreas foliares foram de 19.822,86 cm² obtidas com o uso de 81,7 kg ha⁻¹ de P e 1.000 kg ha⁻¹ de CF ou 15.680,27 cm² com o uso de 4,3 kg ha⁻¹ de P e 19.000 kg ha⁻¹ de CF e a menores áreas 7.393,61cm² e 7988,37 cm², respectivamente, foram verificadas com as combinações das maiores doses de P e CF utilizada ou na ausência do P e CF. Marschner (1995) cita que o crescimento das plantas é padrão característico de cada espécie, mas, em planta deficiente em P, esse crescimento é retardado. Essa deficiência provoca redução na área foliar, tamanho das folhas e/ou alongação celular (Cromer *et al.*, 1993). Vieira *et al.* (2004), estudando a produção de bardana em função de doses de cama-de-frango e épocas de colheita, observaram a área foliar máxima de 14.262 cm² aos 187 dias após o semeio e com a maior dose de cama-de-frango utilizada (40 t ha⁻¹).

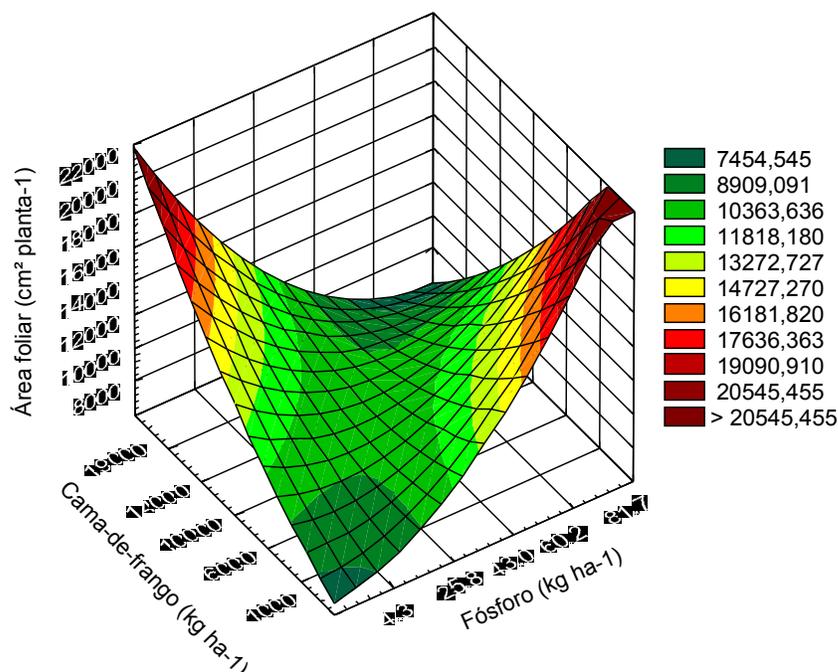


Figura 8. Área foliar das plantas da bardana em função de doses de P e cama-de-frango. Dourados-UFMS, 2005. C. V. = 33,89 %.

$$\hat{y} = 7622,11 + 31,633 P + 0,251258 CF + 1,57802 P^2 + 0,0000119086 CF^2 - 0,0144424 *PCF; R^2 = 0,51; * \text{significativo a 5\% de probabilidade.}$$

4.5 Índice de área foliar (IAF)

O índice de área foliar - IAF teve resposta aos tratamentos semelhante às encontradas para a área foliar (Figura 8), sendo o máximo de 7,93, com o uso de 81,7 kg ha⁻¹ de P e 1.000 kg ha⁻¹ de CF. Segundo Benincasa (2003) à medida que a área foliar cresce o índice também aumenta, até atingir um valor onde o déficit de iluminação faz diminuir a eficiência fotossintética da planta. Isso porque, o índice de área foliar é considerado uma medida adimensional da cobertura vegetal. O valor ótimo para o índice de área foliar em relação à produção de massa seca, geralmente ocorre quando praticamente toda a radiação incidente é absorvida ao atravessar as folhas. No caso das plantas herbáceas, como é o caso da bardana, em que a maior parte das folhas encontram-se na posição horizontal, este valor se encontra entre 4 e 6 (Larcher, 2000).

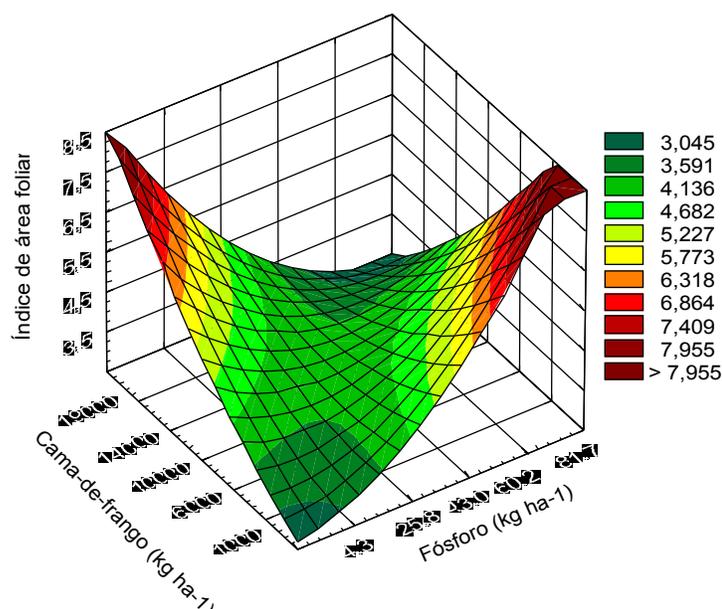


Figura 9. Índice de área foliar das plantas de bardana em função de doses de P e cama-de-frango. Dourados-UFMS, 2005. C. V. = 33,89%.

$$\hat{y} = 3,04885 + 0,0126532 P + 0,000100503 CF + 0,000631210 P^2 + 0,0000000476345 CF^2 - 0,000005776958*PCF; R^2 = 0,51; * \text{ significativo a 5\% de probabilidade.}$$

4.6 Razão de área foliar (RAF)

A razão de área foliar (RAF) apresentou resposta linear positiva às doses de P e negativa em relação à de cama-de-frango (Figura 10), com 75,98 cm²g⁻¹ para a maior dose de P utilizada. A RAF é a razão entre a área responsável pela interceptação de energia luminosa e CO₂ e a massa seca total e pode decrescer em função do aumento da interferência das folhas superiores sobre as folhas inferiores (auto-sombreamento), tendendo a uma diminuição da área foliar. Essa variável corresponde à área foliar, em cm², que a planta utiliza para produzir um grama de massa seca (Benincasa, 2003). Constitui-se, segundo Magalhães (1985), em um bom parâmetro para detectar a translocação e partição de assimilados para as folhas em relação à matéria seca da planta toda.

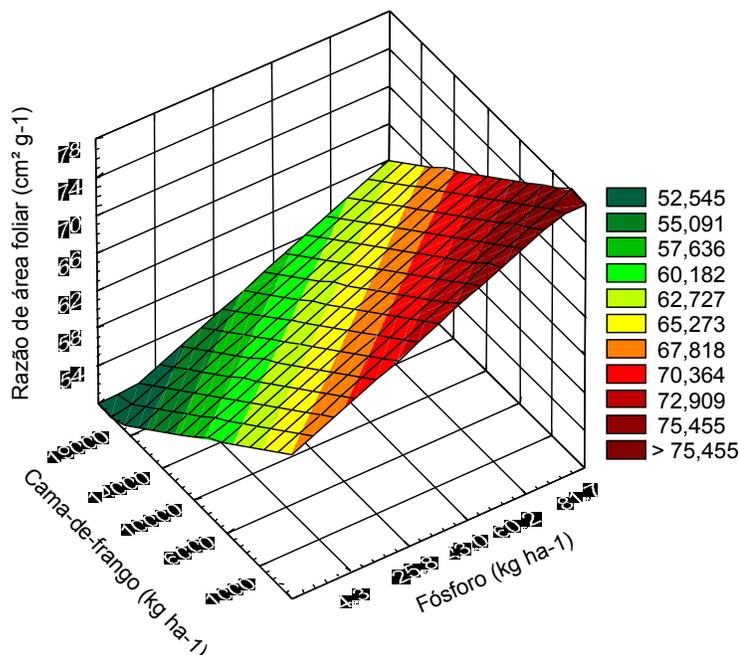


Figura 10. Razão de área foliar das plantas de bardana em função de doses de P e cama-de-frango. Dourados-UFMS, 2005. C. V.= 22,83%.

$\hat{y} = 65,3192 + 0,1392 ** P - 0,000714912 ** CF$; $R^2 = 0,44$; ** significativo a 1% de probabilidade.

4.7 Massas fresca e seca de raízes

As maiores produções de massas frescas de raízes foram de 2.435,57 kg ha⁻¹ e 2.000,98 kg ha⁻¹, alcançadas com o tratamento 81,7 kg ha⁻¹ de P e 1.000 kg.ha⁻¹ de CF e 4,3 kg ha⁻¹ de P e 19.000 kg ha⁻¹ de CF, respectivamente (Figura 11). Por isso, a maior produção de raízes de bardana com muito P pode ter resultado de suas funções como regulador do fósforo inorgânico na fotossíntese, no metabolismo de carboidratos, na relação amido/sacarose nas folhas e na partição de fotoassimilados entre as folhas (fonte) e órgãos de armazenamento (dreno) (Marschner,1995). A matéria orgânica da cama-de-frango ativou os processos microbianos, fomentando, simultaneamente, a estrutura, a aeração e a capacidade de retenção de água no solo(Silva Júnior e Siqueira,1997).

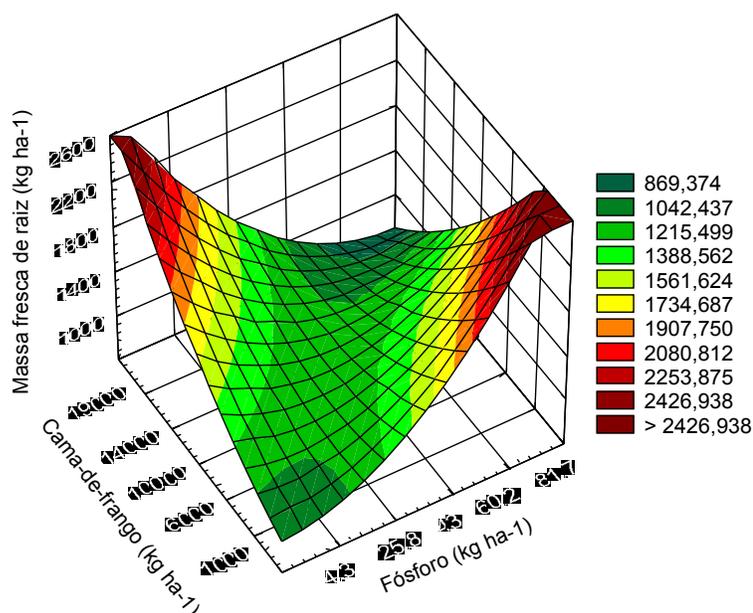


Figura 11. Massa fresca de raízes da bardana em função de doses de P e cama-de-frango. Dourados-UFMS, 2005. C.V. = 23,59%.

$$\hat{y} = 396,513 + 25,9381\sqrt{P} + 12,9881\sqrt{CF} + 29,2089^{**}P + 0,034848CF - 3,59414^{**}\sqrt{P}\sqrt{CF}; R^2 = 0,58; * e^{**} \text{ significativo a 5 e 1\% de probabilidade respectivamente.}$$

As maiores produções de massa seca de raiz ($332,04 \text{ kg ha}^{-1}$) foram obtidas com o uso das maiores doses de fósforo e doses intermediárias de cama-de-frango (Figura 12). O efeito positivo do P com a CF sobre a massa seca das raízes, mostra que o uso da mistura de fertilizantes minerais fosfatados com orgânicos, provavelmente tenha aumentado a solubilização do P no solo, tornando assim, o nutriente mais disponível para as plantas (Kiehl, 1993). A aplicação de resíduo orgânico aumenta a disponibilidade de fósforo às plantas, pois aumenta a produção de gás carbônico no solo, solubilizando o fosfato mineral; pela formação do complexo humo-fosfato; pela remoção de bases dos fosfatos insolúveis pelos quelados da matéria orgânica; pelo revestimento dos sesquióxidos de ferro e alumínio pelo húmus, evitando assim a fixação do fósforo solúvel (Kiehl, 1985).

Segundo Novais e Smyth (1999) a deficiência de fósforo é o fator mais limitante ao desenvolvimento das plantas em solos de Cerrado, não só pelos baixos níveis naturais, mas também pela grande capacidade de fixação desses

solos, como conseqüência da acidez e de elevados teores de óxidos de ferro e alumínio.

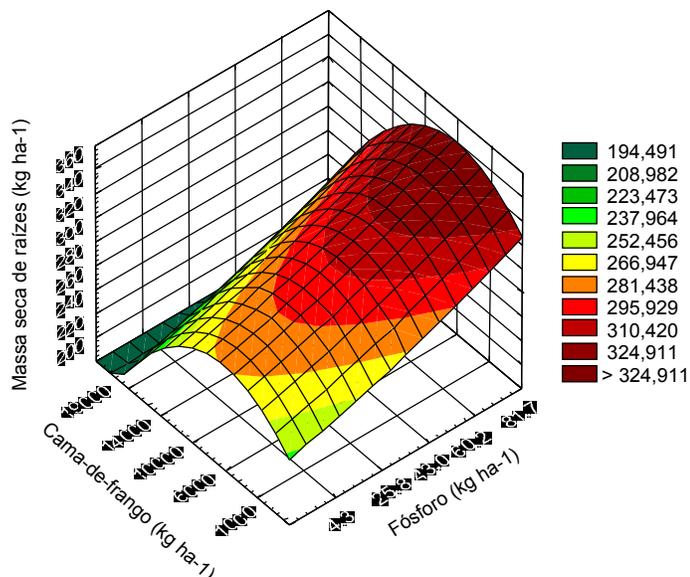


Figura 12. Massa seca de raízes de bardana em função de doses de P e cama-de-frango. Dourados-UFMS, 2005. C. V. = 21,28%.

$$\hat{y} = 254,407 + 0,56016 P + 0,00611549 CF + 0,00199633 P^2 - 0,000000504289**CF^2$$

$R^2 = 0,44$; ** significativo a 1% de probabilidade.

4.8 Número de raízes

O número de raízes foi alto sob altas doses de P ou de CF, isoladamente (Figura 13). Isso sugere que esse resíduo orgânico atuou na melhoria da estrutura física do solo e, assim, tenha melhorado o desenvolvimento do sistema radicular, permitindo a emissão de mais raízes. Isso porque para se obter boa produtividade é importante manter no solo uma biomassa residual alta, favorecendo assim o desenvolvimento do sistema radicular e a absorção dos nutrientes, especialmente do P, que apresenta baixa mobilidade no solo (Kiehl,1985 ; Embrapa, 1996)

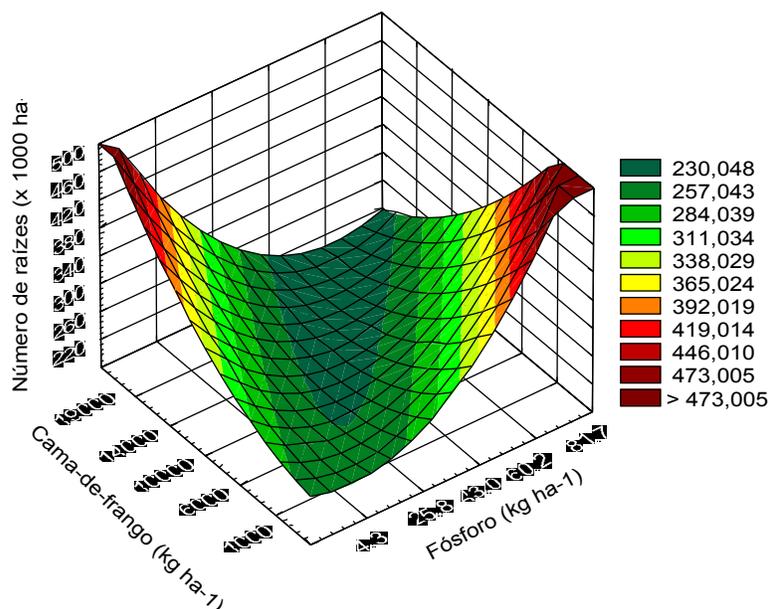


Figura 13. Número de raízes da bardana em função de doses de P e cama-de-frango. Dourados-UFMS, 2005. C. V. = 21,19%.

$$\hat{y} = 241,074 - 1,00297 P + 0,00120956 CF + 0,0488719 **P^2 + 0,000000395945 CF^2 - 0,000276455 **PCF; R^2=0,58; ** \text{significativo a 1\% de probabilidade.}$$

4.9 Diâmetro e comprimento de raízes

O diâmetro (Figura 14) e o comprimento (Figura 15) das raízes não apresentaram diferenças significativas em função dos tratamentos utilizados e os valores médios foram de 9,07 mm e 18,64 cm, respectivamente. Por esses resultados, pode-se concluir que as medidas do diâmetro e do comprimento das raízes da bardana não se afastam significativamente do padrão característico da espécie em resposta à adubação com P e cama-de-frango. De acordo com Larcher (2000), o sistema radicular da planta desenvolve-se seguindo padrão morfológico particular para cada espécie e estende-se conforme a estrutura e profundidade do solo. Segundo Kiehl (1985), a matéria orgânica favorece o crescimento do sistema radicular e conseqüentemente o aumento da absorção de água e de nutrientes.

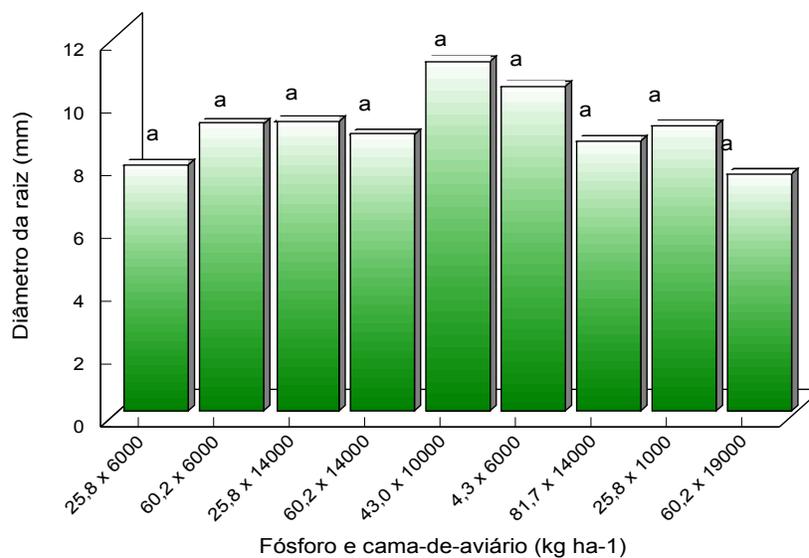


Figura 14. Diâmetros das raízes da bardana em função das doses de P e cama-de-frango. Dourados-UFMS, 2005. C.V. = 16,21%.

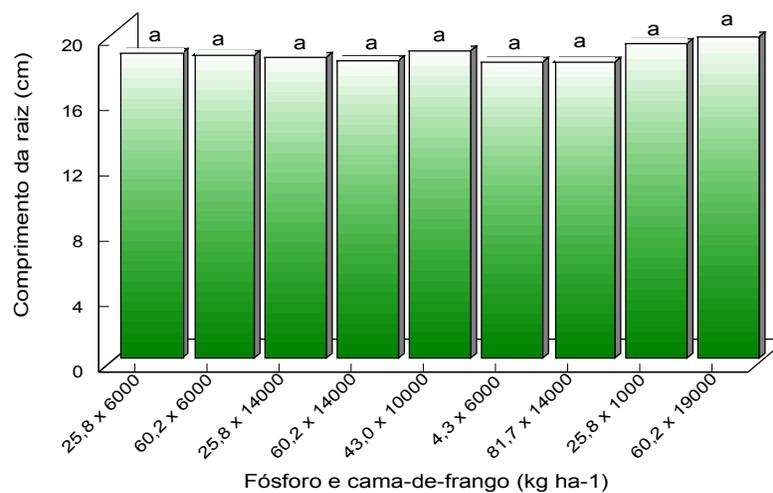


Figura 15. Comprimentos das raízes da bardana em função das doses de P e cama-de-frango. Dourados-UFMS, 2005. C.V. = 12,62%

4.10 Teor de nitrogênio na folha

Os teores de nitrogênio (N) nas folhas foram maiores sob as maiores doses de P e de CF (Figura 16). A resposta ao P deve ter relação com sua participação nos processos metabólicos das plantas, incluindo divisão e expansão celular. Segundo Larcher (2000), as folhas em expansão acumulam os principais elementos nutritivos- N, P, K e outros para uso posterior. Os teores médios encontrados na massa seca das folhas da bardana estão dentro dos valores críticos (2 a 5 dag kg⁻¹ de N na massa seca) exigidos para o ótimo crescimento das plantas (Faquin, 1994).

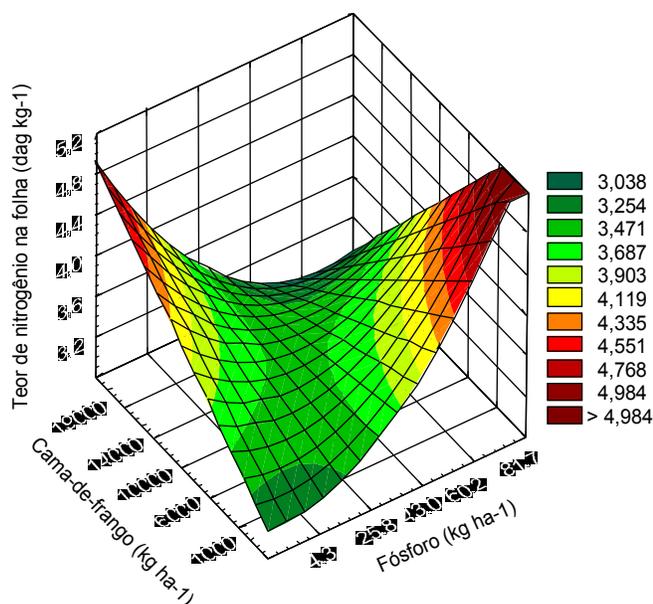


Figura 16. Teor de N das folhas da bardana em função de doses de P e cama-de-frango. Dourados-UFMS, 2005. C.V. = 13,55 %.

$$\hat{y} = 3,19037 - 0,000764744 P + 0,0000585898 CF + 0,000278223 *P^2 + 0,00000000133201 CF^2 - 0,00000191778 *PCF; R^2 = 0,51; * \text{significativo a 5\% de probabilidade.}$$

4.11 Teor de nitrogênio na raiz

Nas raízes, os teores de N não apresentaram diferenças significativas em função dos tratamentos (Figura 17). Os valores médios obtidos ($1,25 \text{ dag kg}^{-1}$ de N na massa seca) foram superiores aos encontrados por Vieira (1995), em raízes de mandioquinha-salsa, os quais foram em média abaixo de $0,77 \text{ dag kg}^{-1}$ de N na massa seca.

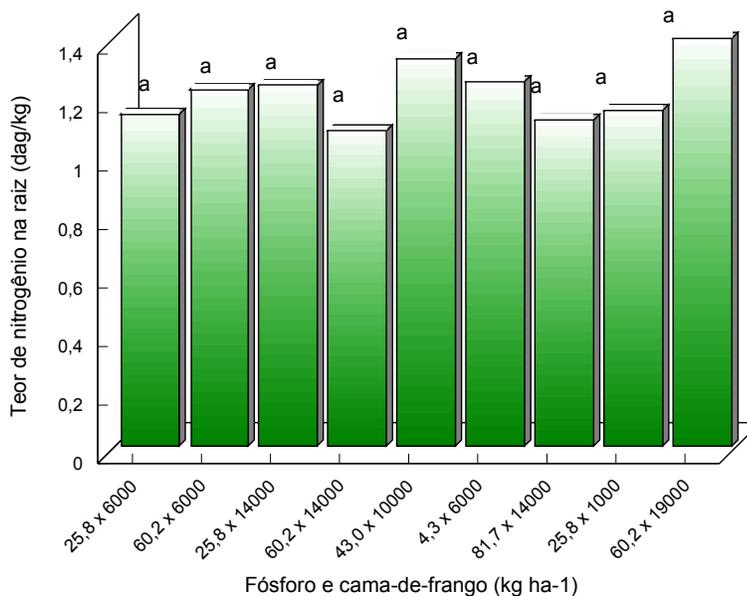


Figura 17. Teor de N nas raízes da bardana em função de doses de P e cama-de-frango. Dourados-UFMS, 2005. C.V. = 19,65%.

4.12 Teor de fósforo na folha

Embora não se tenha detectado diferenças significativas nos teores de P na massa seca das folhas, o valor médio obtido (Figura 18), está dentro da faixa requerida para o bom desempenho das plantas, que varia de $0,1$ a $0,5 \text{ dag kg}^{-1}$ de P na massa seca (Faquin, 1994).

Larcher (2000) cita que durante um rápido crescimento, as substâncias minerais são mais lentamente incorporadas em relação ao aumento da massa

seca e, como conseqüência, a concentração de substâncias minerais diminui temporariamente, ocorrendo assim um “efeito de diluição”.

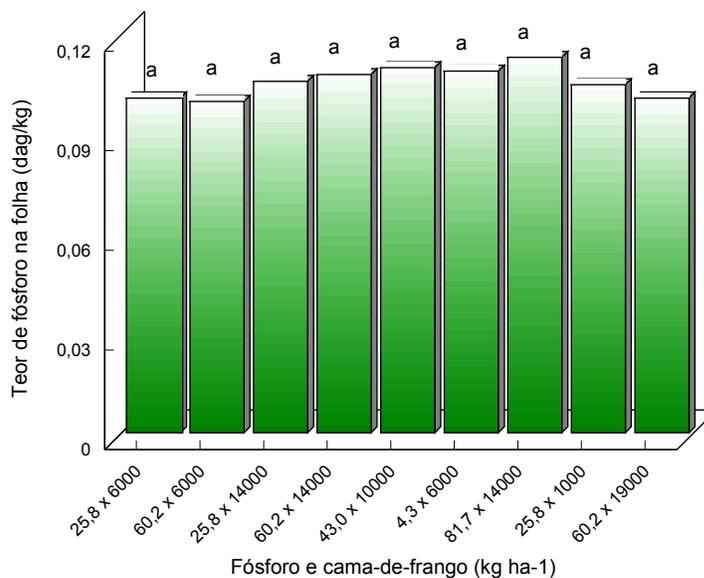


Figura 18. Teor de fósforo nas folhas de bardana em função de P e cama-de-frango. Dourados-UFMS, 2005. C.V. = 23,94%.

4.13 Teor de fósforo na raiz

Os maiores teores de fósforo foram obtidos com as maiores doses de cama-de-frango interagindo com as doses intermediárias de P (Figura 19). Os valores encontrados estão abaixo daqueles considerados críticos para o desenvolvimento das plantas ($0,1$ a $0,5 \text{ dag kg}^{-1}$ de P na massa seca) (Faquin, 1994). É provável que durante o período em estudo, o P estaria envolvido na produção e uso dos fotossintatos nas folhas, diminuindo a translocação desse nutriente das folhas para as raízes. Isso porque nas folhas, o teor de P encontrado foi mais alto (Figura 18) do que nas raízes.

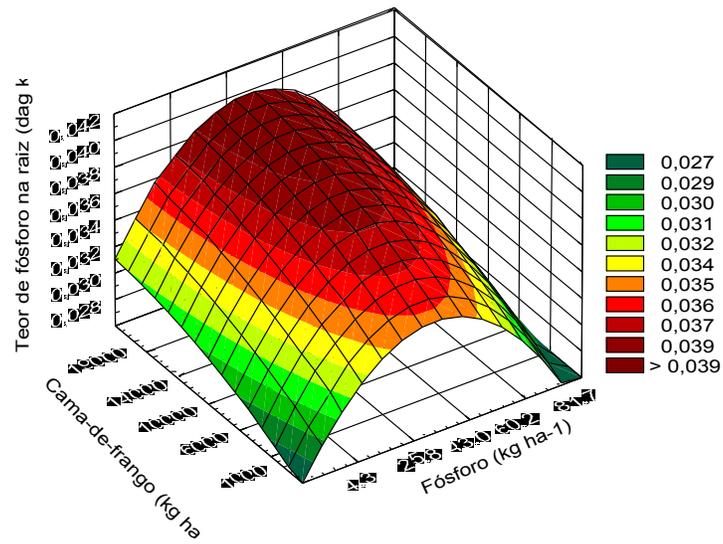


Figura 19. Teor de fósforo na raiz de bardana em função de doses de P e cama-de-frango. Dourados-UFMS, 2005. C.V = 39,24% .

$$\hat{y} = 0,0201530 + 0,00569747 \sqrt{P} + 0,0000387218 \sqrt{CF} - 0,000582812 *P;$$

$R^2 = 0,39$; * significativo a 5% de probabilidade.

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi conduzido o experimento:

O P e a cama-de-frango, isoladamente, possibilitaram a obtenção das maiores produções de massa fresca e seca da parte aérea, massa fresca de folhas e raízes e maiores valores de área foliar da bardana;

As maiores doses de CF utilizadas, independente das doses de P, resultaram nas maiores produções de massa seca das folhas da bardana.

As maiores produções de massas secas das raízes foram obtidas com o uso das maiores doses de P e doses intermediárias de CF;

Os diâmetros e comprimentos das raízes, o teor de N na raiz e o teor de P nas folhas não foram influenciados significativamente pelos tratamentos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, V. V. H. **Avaliação da fertilidade do solo: superfícies de resposta-modelos aproximativos para expressar a relação fator-resposta.** Viçosa: UFV, 1991, 75 p.

ALZUGARAY, D.; ALZUGARAY, C. **Plantas que curam.** São Paulo: Três Ltda., v.1, 1996. 260 p.

ANDRADE, F. M de; CASALI, W. D. **Plantas medicinais e aromáticas: relação com o ambiente, colheita e metabolismo secundário.** Viçosa: UFV. 1999. 139 p.

BALBACH, A. **As plantas curam.** Itaquaquecetuba: Edel, 1986. 415 p.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas.** Jaboticabal: FUNEP, 2003, 42 p.

BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e material vegetal. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 21, p.73-85, 1974.

CALEGARI, A. Espécies para cobertura do solo. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Plantio direto: pequena propriedade sustentável.** Londrina: IAPAR, 1998. p. 65-94 (IAPAR. Circular 101).

CASTRO, H. G. de ; FERREIRA, F. A.; SILVA, D. J. H. da; MOSQUIM, P. R. **Contribuição ao estudo das plantas medicinais: metabólitos secundários.** Visconde do Rio Branco: Suprema, 2001. 104 p.

CORREA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas.** Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1984, v.1, p. 269.

CORREA JÚNIOR, C.; MING, L. C.; SCHEFFER, M. C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas.** Curitiba: EMATER, 1994. 94 p.

COUTINHO, E. L. M.; NATALE, W.; SOUZA, E. C. A. de. Adubos e corretivos: aspectos particulares na Olericultura. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS, Jaboticabal, 1990. **Anais...** Piracicaba: POTAFÓS, p. 85-140, 1993.

CROMER, J.; KRIEDEMANN, P. E.; SANDS, P. J.; STEWART, L. G. Leaf growth and photosynthetic response to nitrogen and phosphorus in seedling trees of *gmelina arborea*. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.20, n.1, p. 83-98, 1993.

CRUZ, R. B. G. **Desenvolvimento de sistema de cultivo para hortelã-rasteira (*Mentha x villosa* Huds.)** 1999, 35 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal do Ceará.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 204 p.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1994. 227 p.

FERREIRA, R. B. G. **Crescimento, desenvolvimento e produção de flores e frutos da capuchinha 'Jewel' em função de população e de arranjos de plantas**. Dourados, 2000, 34 f. (Dissertação de Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000, 402 p.

FONT QUER, P. **Plantas medicinales**. El dioscórides renovado. Espanha: Editorial Labor S. A. v.3, 1993. 1033 p.

HOLETZ, F. B.; PESSINI, G. L.; SANCHES, N. R.; CORTEZ, D. A. G.; NAKAMURA, C. V.; DIAS FILHO, B. P. **Screening of some plants used in the Brazilian folk medicine for the treatment of infectious diseases**. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz. v.97, 2002, p.1027-1031.

JACKSON, M. L. **Análisis químico de suelos**. 3. ed. Barcelona: Ediciones Omega, 1976. 662 p.

KEMPER, J.K. Burdock (*Arctium lappa* L.) Disponível em <http://www.m.c.p.edu/herbal/default.html>. Acesso em 16 maio de 2003.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima-Artes e Textos, 2000. 531 p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes organominerais**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1993. 189p.

MACIEL, S. L.; FERRAZ, L. C. C. B. Reprodução de *Meloidogyne incognita* Raça 2 e de *Meloidogyne javanica* em oito espécies de plantas medicinais. **Scientia agrícola**, Piracicaba, v.53, n.2-3, 1996, p. 956.

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M. G., (Coord). **Fisiologia vegetal**. 2.ed. São Paulo: EDUSP, 1985, v.1, p. 333-350.

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

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London, Academic Press, 1995. 674 p.

MARTINS, E. R.; CASTRO, D. M. de; CASTELLANI, D. C.; DIAS, J. E. **Plantas medicinais**. 2.ed. Viçosa:UFV, Imprensa Universitária, 1998, 220 p.

MATTOS, J. K. A. **Plantas medicinais: aspectos agronômicos**. Brasília: Gráfica Gutenberg, 1996. 51 p.

MING, L. C. Estudos e pesquisas de plantas medicinais na agronomia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.12, n.1, p. 3-9, 1994.

MING, L. C. Adubação orgânica no cultivo de *Lippia Alba* (Mill). Verbenaceae. In: **Plantas medicinais, aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agronômica**. Botucatu; UNESP, 1998. p. 165 -191.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. 1.ed. Viçosa: UFV, 1999. 399 p.

OLIVEIRA, F.; SAITO, M. L. **Práticas de morfologia vegetal**. São Paulo: Atheneu, 1991, 115 p.

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

PIVA, M. G. **O caminho das plantas medicinais**. Estudo etnobotânico. Rio de Janeiro: Mondrian, 2002. 320 p.

PRIMAVESI, O. **Fatores limitantes da produtividade agrícola e plantio direto**. São Paulo: BASF, 1982, 56 p.

RAIJ, B. Van. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1981, 120 p.

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

RODRIGUES, E. T. **Seleção de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) para cultivo com composto orgânico**. 1995. 164 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1995.

SANTOS, C. A. M.; TORRES, K. R.; LEONART, R. **Plantas medicinais: herbarium, flora et scientia**. 2.ed. Curitiba: Scientia et Labor, 1988. 160 p.

SCHEFFER, M. C.; CORRÊA JÚNIOR, O. Mercado de plantas medicinais. In: JORNADA CATARINENSE DE PLANTAS MEDICINAIS-SAÚDE E SUSTENTABILIDADE PARA O 3º MILENIO, I. 1988. **Anais...**Tubarão-SC: UNISUS, 1998. p.102-108.

SILVA JÚNIOR, J. P da ; SIQUEIRA, J. O. Aplicação de formononetina sintética ao solo como estimulante da formação de micorriza no milho e na soja. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.9, n.1, p. 35-41, 1997.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004, p. 328-337.

TESKE, M.; TRENTINI, A. M. M. Herbarium: compêndio de fitoterapia. Curitiba: Herbarium Laboratório Botânico, 2001, 317 p.

TURRENT, A.; LAIRD, R. J. La matriz PLAN PUEBLA, para ensayos sobre prácticas de producción de cultivos. **Agrociencia**, v.19, p. 117-143, 1975.

VIEIRA, M. C. **Absorção, translocação e metabolismo de fósforo em plantas superiores**. Viçosa: UFV, 1992. 65 p. (Mimeografado).

VIEIRA, M. C. **Avaliação do crescimento, da produção de clones e efeito de resíduo orgânico e de fósforo em mandiocinha-salsa no Estado de Mato Grosso do Sul**. Viçosa, 1995. 146 f, Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa.

VIEIRA, M. C.; HEREDIA Z, N. A.; RAMOS, M. B. M. Crescimento e produção de capítulos de (*Calendula officinalis* L.), em função de cama-de-frango semidecomposta e de fósforo. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.2, p. 45-51, 1999.

VIEIRA, M. C.; RAMOS, M. B. M. ; HEREDIA Z, N. A.; TEIXEIRA, I. R. ; FERNANDES, R. de S. Produção da bardana sob diferentes doses de cama –de-frango e épocas de colheita. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44, 2004, Campo Grande – MS. **Resumos...** Horticultura Brasileira. Campo Grande – MS: UNIDERP , 2004. v.22. (CD-ROM).

VETTORI, L. **Métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969.24 p. (Boletim Técnico, 7).

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

