

**PRODUÇÃO E PERDA DE PESO PÓS-COLHEITA DA CENOURA
'BRASÍLIA', CONSIDERANDO DOSES DE FÓSFORO E DE
CAMA-DE-FRANGO DE CORTE SEMI-DECOMPOSTA**

CHARLES DE ARAUJO
Engenheiro Agrônomo

Orientador: PROF. DR. NÉSTOR A. HEREDIA ZÁRATE

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do Título de Mestre.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2000

635.13 A658p	Araujo, Charles de Produção e perda de peso pós-colheita da cenoura 'Brasília', considerando doses de fósforo e de cama-de-frango de corte semi-decomposta Charles de Araújo. Dourados, MS : UFMS, Câmpus de Dourados, 2000. 61p. Dissertação de Mestrado. 1. Daucus carota – Fósforo – cama-de-frango. I. Título.
-----------------	---

**PRODUÇÃO E PERDA DE PESO PÓS-COLHEITA DA CENOURA
'BRASÍLIA', CONSIDERANDO DOSES DE FÓSFORO E DE
CAMA-DE-FRANGO DE CORTE SEMI-DECOMPOSTA**

CHARLES DE ARAUJO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do Título de Mestre.

Aprovado em: 25 de fevereiro de 2000

Prof. Dr. Nestor Antonio Heredia Zárate
UFMS - DCA
(Orientador)

Prof^a. Dr^a. Maria do Carmo Vieira
UFMS - DCA
(Co-orientadora)

Prof^a. Dr^a. Marlene Estevão Marchetti
UFMS - DCA

Prof^a. Dr^a. Maria Zuleide de Negreiros
ESAM

À meus pais, Adil e Maria, com muito orgulho.

*À minha avó Matilde, por tudo que representa
para mim.*

*À Solange pelo amor, compreensão e ajuda nos
momentos difíceis.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela oportunidade e pelo apoio financeiro concedidos para a realização do Curso.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pela realização do Curso.

Ao professor Néstor Antonio Heredia Zárate, pela orientação e pela convivência amigável que tanto me enriqueceram.

À coordenadora do Curso de mestrado, professora Maria do Carmo Vieira, pelo apoio, e pela co-orientação e cobrança na realização deste trabalho.

Às professoras Marlene Estevão Marchetti, Maria Zuleide de Negreiros e Silvana Scalon pelas sugestões e pelos esclarecimentos.

Ao professor Manoel Carlos Gonçalves, pela colaboração.

Aos funcionários da Horta do Núcleo Experimental de Ciências Agrárias, Luiz Saturnino, João Paulino Ramos, Antonio Saturnino, Valmir Rosa Siqueira e Delmar Marques do Amaral, pela valiosa ajuda nos trabalhos de campo.

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

BIOGRAFIA

CHARLES DE ARAUJO, filho de Adil Motta de Araujo e Maria Lourdes de Araujo, nasceu em 05 de junho de 1973, em Guaraniaçu, Paraná.

Em 1993, iniciou o Curso de Agronomia, na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, em Dourados-MS, diplomando-se em dezembro de 1997.

Em março de 1998, iniciou o Curso de Mestrado em Produção Vegetal, na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, em Dourados-MS.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1. Adubação fosfatada.....	6
2.2. Resíduo orgânico.....	7
2.3. Colheita.....	8
2.4. Pós-colheita.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1. Aspectos gerais.....	13
3.2. Produção da cenoura ‘Brasília’, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC).....	14
3.3. Perda de peso pós-colheita de raízes da cenoura ‘Brasília’, em seis dias de armazenamento, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte semi-decomposta (CFC).....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
4.1. Produção da cenoura ‘Brasília’, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de cortesemi-decomposta (CFC).....	19

4.1.1. Matérias frescas de folhas de cenoura, colhidas aos 90, 105 e 120 dias após a semeadura.....	19
4.1.2. Matérias frescas de raízes comercializáveis de cenoura, colhidas aos 90, 105 e 120 dias após a semeadura.....	25
4.1.3. Matérias frescas de raízes não-comercializáveis de cenoura, colhidas aos 90, 105 e 120 dias após a semeadura.....	30
4.2. Perda de peso pós-colheita de raízes da cenoura 'Brasília, em seis dias de armazenamento, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte semi-decomposta (CFC).....	35
5. CONCLUSÕES.....	43
6. LITERATURA CITADA.....	44
APÊNDICES.....	50

LISTA DE QUADROS

QUADRO	Página
1. Características químicas da amostra do solo recolhida na área do experimento.....	14
2. Doses de fósforo e de cama-de-frango de corte semi-decomposta utilizadas no ensaio de campo, definidas pela Matriz Experimental Plan Puebla III.....	15
3. Peso inicial (g) de amostras de seis raízes da cenoura ‘Brasília’ colhidas aos 90, 105 e 120 dias após a sementeira, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC).....	18

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
1. Produção de matéria fresca de folhas da cenoura ‘Brasília’, colhidas aos 90 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC).....	20
2. Produção de matéria fresca de folhas da cenoura ‘Brasília’, colhidas aos 105 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC).....	22
3. Produção de matéria fresca de folhas da cenoura ‘Brasília’, colhidas aos 120 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC).....	23
4. Produção de matéria fresca de raízes comercializáveis (RC) da cenoura ‘Brasília’, colhidas aos 90 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC).....	26
5. Produção de matéria fresca de raízes comercializáveis (RC) da cenoura ‘Brasília’, colhidas aos 105 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC).....	28
6. Produção de matéria fresca de raízes comercializáveis (RC) da cenoura ‘Brasília’, colhidas aos 120 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC).....	29

7. Produção de matéria fresca de raízes não comercializáveis (RNC) da cenoura ‘Brasília’, colhidas aos 90 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC).....	31
8. Produção de matéria fresca de raízes não comercializáveis (RNC) da cenoura ‘Brasília’, colhidas aos 105 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC).....	32
9. Produção de matéria fresca de raízes não comercializáveis (RNC) da cenoura ‘Brasília’, colhidas aos 120 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC).....	34
10. Perda de peso pós-colheita de raízes da cenoura ‘Brasília’, colhidas aos 90 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC).....	36
11. Perda de peso pós-colheita de raízes da cenoura ‘Brasília’, colhidas aos 105 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC).....	38
12. Perda de peso pós-colheita de raízes da cenoura ‘Brasília’, colhidas aos 120 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC).....	40

RESUMO

Araujo, Charles de, M. Sc., Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, fevereiro de 2000. *Produção e perda de peso pós-colheita da cenoura 'Brasília', considerando doses de fósforo e de cama-de-frango de corte semi-decomposta*. Professor Orientador: Néstor Antonio Heredia Zárate. Professora Co-orientadora: Maria do Carmo Vieira.

Foram desenvolvidos dois experimentos entre abril e agosto de 1998, à campo e no Laboratório de Pós-colheita, no Núcleo Experimental de Ciências Agrárias - NCA, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, no município de Dourados-MS, com o objetivo de avaliar os efeitos da adição de fósforo e de cama-de-frango de corte semi-decomposta, incorporados ao solo, sobre a produção e a vida útil das raízes da cenoura (*Daucus carota* L., Apiaceae) 'Brasília', em condições ambientes. No primeiro experimento, os fatores em estudo foram cinco doses de fósforo (2,97; 17,68; 29,47; 41,26 e 56,02 kg.ha⁻¹ de P), na forma de superfosfato simples, e cinco doses de cama-de-frango de corte semi-decomposta (1.000; 6.000; 10.000; 14.000 e 19.000 kg.ha⁻¹). Os fatores em estudo foram arranjados utilizando-se a matriz experimental Plan Puebla III, que resultou em nove tratamentos, arranjados no delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. As colheitas foram realizadas aos 90, 105 e 120 dias após a semeadura, quando

foram avaliadas as produções de matérias frescas de folhas e de raízes comercializáveis–RC e não-comercializáveis–RNC. No laboratório, estudaram-se as perdas de peso das raízes de cenoura considerando como tratamentos aqueles resultantes das combinações das doses de fósforo com as de cama-de-frango de corte estudadas no experimento de campo. As unidades experimentais foram formadas por amostras de seis raízes de tamanho médio, representativas de cada tratamento, dispostas no delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições. Diariamente, até seis dias após a colheita, foram feitas as pesagens individuais das amostras para determinar as perdas de peso no período de armazenamento e a eliminação das raízes quando apresentavam sintomas de murcha. A combinação de doses intermediárias de fósforo e de cama-de-frango de corte propiciaram as maiores produções de matérias frescas de RC, principalmente aos 105 (23,90 t.ha⁻¹) e 120 (30,13 t.ha⁻¹) dias após a semeadura. As produções de matérias frescas de RNC tiveram resposta contrária às de RC para todas as épocas de colheita, em relação às doses de fósforo e cama-de-frango de corte. Raízes provenientes de plantas cultivadas com altas doses de fósforo e intermediárias de cama-de-frango de corte apresentaram menores perdas de peso no armazenamento com o aumento dos dias após a semeadura. O valor tolerável das perdas de peso (13,41%) foi maior que o de 8%, apresentado na literatura.

ABSTRACT

Araujo, Charles de, M. Sc., Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, fevereiro de 2000. *Yield and post harvest weight loss of 'Brasília' carrot considering phosphorus and semi decomposed chicken manure doses.* Professor Orientador: Néstor Antonio Heredia Zárate. Professora Co-orientadora: Maria do Carmo Vieira.

Two experiments were carried out from April to August 1998, at field and in the Post Harvest Laboratory of the Farmer Experimental Center – NCA, of the Federal University of Mato Grosso do Sul – UFMS, in Dourados-MS, in order to evaluate the effects of phosphorus and semi decomposed chicken manure incorporated to the soil, on yield and lifetime of 'Brasília' carrot roots (*Daucus carota* L., Apiaceae) at environment conditions. In the first experiment, five doses of phosphorus (2,97; 17,68; 29,47; 41,26 and 56,02 kg.ha⁻¹), in simple superphosphate form, and five doses of semi decomposed chicken manure (1.000; 6.000; 10.000; 14.000 and 19.000 kg.ha⁻¹) were arranged using Plan Puebla III experimental matrix, that resulted in nine treatments arranged in a complete randomized bock with four replications. Harvests were done at 90, 105 and 120 days after sowing, when productions of fresh matter of leaves and commercial - RC and non-commercial - RNC roots were evaluated. In the

laboratory, weight losses of carrot roots were studied considering as treatments those resulted from combinations of phosphorus doses with chicken manure studied in the field experiment. The experimental units were established by samples of six roots of medium sizes, which were representatives of each treatment, arranged in a complete randomized experimental design with three replications. Daily, until six days after harvest, individual weight of samples was done in order to determine weight loss in storing period and when roots presented wither symptoms they were eliminated. The combination of intermediate doses of phosphorus and chicken manure promoted the greatest productions of RC fresh matter, mainly at 105 (23,90 t.ha⁻¹) and 120 (30,13 t.ha⁻¹) days after sowing. Productions of RNC fresh matter had opposite answer to RC for every dates of harvest, in relation to phosphorus and chicken manure doses. Roots from plants that growth with high doses of phosphorus and intermediate doses of chicken manure presented small weight loss in storing with more days after sowing. The tolerable value of weight losses (13,41%) was higher than 8%, presented on literature.

1. INTRODUÇÃO

A cenoura (*Daucus carota* L., Apiaceae) é a mais importante e popular dentre as hortaliças de raízes comestíveis, desempenhando papel importante na alimentação mundial, sendo a principal fonte de vitamina A na dieta de crianças e adultos (Sonnemberg, 1985). Em Mato Grosso do Sul, nos últimos anos, vem desenvolvendo-se a produção de hortaliças nos arredores das maiores cidades do Estado, com formação de cinturões verdes (Vieira *et al.*, 1997) e a cenoura está dentre as hortaliças mais cultivadas, sendo que no ano de 1996, ocupou área de 94,9 ha, com produção de 2.431,1 t (Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1998).

Os produtores de Mato Grosso do Sul vêm encontrando algumas dificuldades no cultivo de cenoura devido ao fato de a maioria dos solos utilizados serem classificados como Latossolos, normalmente distróficos, com elevada acidez e baixa CTC (Raij, 1983; Lopes, 1984). Além de serem solos pobres em nutrientes, especialmente em fósforo, apresentam estrutura, textura e permeabilidade que não oferecem condições físicas satisfatórias para o crescimento das raízes de cenoura (EMBRAPA, 1997), dificultando o controle da umidade do solo e a colheita, levando à diminuição da produtividade e da qualidade final do produto (Pinto *et al.*, 1984).

Nos Latossolos muito pesados, a utilização de resíduos orgânicos decompostos ou, preferencialmente, semi-decompostos, pode melhorar sua permeabilidade e friabilidade (Vieira *et al.*, 1996), permitindo maior penetração e distribuição do sistema radicular, aumento dos índices de agregação, da aeração e da retenção de água, além dos efeitos benéficos sobre os organismos do solo. A escolha do resíduo orgânico a ser utilizado é função da disponibilidade, variando entre as regiões e com a cultura na qual se fará seu emprego (Kiehl, 1985). Na região da Grande Dourados vem se desenvolvendo a Avicultura, com a criação de frango de corte, fazendo com que os resíduos das camas dos aviários fiquem disponíveis em grande quantidade. Daí a necessidade de se buscar uma alternativa de uso desses resíduos orgânicos, podendo, dentre outros, serem utilizados para a melhoria dos solos cultivados com hortaliças.

Como as características e/ou propriedades físicas do solo são interdependentes, a ocorrência de modificações em uma delas, normalmente, leva a mudanças em todas as outras. A matéria orgânica 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 (Fornasier Filho, 1992; Calegari, 1998). Os adubos orgânicos contêm vários nutrientes minerais, especialmente nitrogênio, fósforo e potássio, e embora a concentração seja considerada baixa na sua valorização, deve-se levar em conta também o efeito benéfico que exercem sobre o solo (Bahia Filho *et al.*, 1983; Fornasier Filho, 1992). A matéria orgânica do solo ativa os processos microbianos (Bahia Filho *et al.*, 1983; Silva Júnior & Siqueira, 1997), fomentando, simultaneamente, a estrutura, a aeração e a capacidade de retenção de água. Atua ainda como regulador da temperatura do solo, retarda a fixação do fósforo mineral e fornece produtos da decomposição orgânica que favorecem o desenvolvimento da planta (Bahia Filho *et al.*, 1983; Fornasier Filho, 1992).

O fósforo assimilável para as plantas depende, dentre outros fatores, do pH do solo, da adubação fosfatada, da umidade e do teor de matéria orgânica do solo (Malavolta, 1976). Por isso, a utilização conjunta de adubação fosfatada e de resíduos orgânicos pode aumentar a disponibilidade do fósforo para as plantas de cenoura, especialmente por ser produtora de raízes tuberosas, que constituem sua parte comercializável (Vieira *et al.*, 1997) e segundo Filgueira (1982) é o nutriente responsável pelas maiores produções de raízes. A deficiência de fósforo pode inibir inicialmente o crescimento da parte aérea, influenciar no formato, na produtividade (Minami & Carneiro, 1981), na qualidade e na tolerância das raízes de cenoura às condições pós-colheita das raízes (Chitarra & Chitarra, 1990), sendo o nutriente responsável pelas maiores produções de raízes (Filgueira, 1982).

Raízes provenientes de plantas cultivadas com doses muito baixas ou elevadas de nutrientes e de resíduo orgânico e/ou colhidas precocemente têm seu peso médio reduzido (Pinto *et al.*, 1984; Vieira *et al.*, 1997) e, por isso, no armazenamento, perdem mais peso por unidade de tempo, devido à maior relação superfície/volume (Wills *et al.*, 1981). Portanto, quando houver necessidade de optar pelo armazenamento, é conveniente escolher cenouras com qualidades básicas, ou seja, aquelas cultivadas em solos mais equilibrados nutricionalmente, colhidas no estágio adequado, inteiras, firmes, sem ataque de insetos e microrganismos e livres de impurezas (Pinto *et al.*, 1984).

O ponto ideal de colheita é outro fator que pode influir na produção e na aparência final do produto. Se a colheita for realizada precocemente, pode haver mudança dos teores de caroteno, desvalorizando o produto, principalmente para a indústria (Chitarra & Carvalho, 1984). Por outro lado, o retardamento da colheita pode possibilitar o aumento significativo da produtividade, porém, após certo período as raízes tornam-se muito grossas, sujeitas a rachaduras e com menor valor comercial (Freire *et al.*, 1984).

As práticas culturais são tão importantes quanto o manejo pós-colheita e estão relacionadas, pois as primeiras visam obter maior produção e produtos de

melhor qualidade e a segunda visa a manutenção da qualidade e a redução de perdas. Portanto, o estado nutricional e o estágio de maturação das plantas de cenoura são essenciais para que as raízes apresentem melhor qualidade e maior tolerância às condições pós-colheita (Chitarra & Chitarra, 1990).

No Brasil, existem poucas informações sobre a utilização de resíduos orgânicos para a cultura de cenoura, especialmente para o Estado de Mato Grosso do Sul. Logo, as recomendações de adubação e utilização de resíduos orgânicos para essa cultura têm sido feitas extrapolando-se informações de outras regiões. Por esta razão o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da adição de fósforo e de cama-de-frango de corte semi-decomposta incorporada, sobre a produção e a vida útil das raízes da cenoura 'Brasília', em condições ambientes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A maioria dos autores aceita que a cenoura seja originária de regiões do Mediterrâneo e da Ásia, embora sejam também encontrados representantes na África, Austrália, Nova Zelândia e nos continentes americanos (Minami & Carneiro, 1981; Casali *et al.*, 1984). Na Europa e Ásia essa cultura se expandiu e atualmente é cultivada no mundo inteiro, sendo uma das principais hortaliças de raiz comestível (Minami & Carneiro, 1981).

A cenoura ocupa lugar de destaque na alimentação humana, devido aos elevados teores de vitaminas (A, B₁, B₂, B₅ e C) e sais minerais (principalmente Ca e P), sendo recomendada na alimentação de bebês e de adultos com distúrbios digestivos. Além do consumo ao natural, é utilizada como matéria prima por indústrias processadoras de alimentos, que as comercializam na forma de conservas, enlatados, alimentos infantis, sopas e macarrões instantâneos (Minami & Carneiro, 1981; Chitarra & Carvalho, 1984).

No Brasil, a cenoura encontra-se dentre as principais hortaliças, tanto do ponto de vista de volume como de valor comercializado, sendo cultivada em larga escala nas regiões Sudeste e Sul (EMBRAPA, 1997). O Estado de Mato Grosso do Sul tem se tornado, nos últimos anos, produtor de quantidades significativas de hortaliças, especialmente de cenoura, devido ao surgimento de

cultivares mais adaptadas à condição de verão, ocupando em 1996 o sexto lugar em área cultivada (Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1998).

2.1. *Adubação fosfatada*

A formação e o crescimento das raízes são grandemente influenciados pelo fósforo (Malavolta, 1976), que para a cenoura esse nutriente é responsável pelas maiores produções de raízes (Filgueira, 1982). Isso se deve a participação do fósforo na maioria das transformações energéticas dos processos vitais da planta, como a fotossíntese, no metabolismo de carboidratos, na relação amido/sacarose nas folhas e na partição de fotoassimilados entre as folhas (fonte) e órgãos armazenantes (dreno) (Marschner, 1986), sendo, por isso, um dos principais fatores limitantes do crescimento.

A deficiência de fósforo induz redução na maioria dos processos metabólicos, incluindo divisão e expansão celular, respiração e fotossíntese (Vieira, 1992), o que limita o crescimento da parte aérea de cenoura e ocasiona coloração castanho arroxeada nas folhas mais velhas, com posterior amarelecimento e queda (Minami & Carneiro, 1981), além de influenciar o formato (EMBRAPA, 1997) e diminuir a proporção de raízes (Hole & Scaife, 1993). Por outro lado, altas concentrações de P nas plantas podem reduzir os produtos intermediários do ciclo de Calvin, causando o fechamento dos estômatos e aumentando a resistência estomática. Além disso, podem afetar a partição de carbono, favorecendo a glicólise e reduzindo a fotossíntese líquida (Taiz & Zeiger, 1991).

As recomendações de adubação fosfatada para a cultura de cenoura podem variar em função do tipo de solo e do nível de fósforo no solo. Sonnenberg (1985) recomenda as doses de 250 e 500 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ para solos de cultura (mais férteis) e de cerrado (menos férteis), respectivamente. Dependendo do nível de fósforo no solo, são recomendadas as doses de 240 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ se o

nível for alto, 320 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ se for médio ou 400 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ se for baixo (Minami & Carneiro, 1981; Nogueira *et al.*, 1984). A EMBRAPA (1997) recomenda utilizar as doses de 50-100 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ se o teor de fósforo no solo for maior que 60 ppm; 100-200 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ se variar de 30 a 60 ppm; 200-400 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ se variar de 10 a 30 ppm e 400-600 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ se for menor que 10 ppm. A aplicação de doses crescentes de fósforo, além de doses consideradas suficientes dos demais nutrientes para a cenoura ‘Nantes’, induziram aumento de produção de raízes, sendo que o maior rendimento foi obtido mediante aplicação de 731 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, com produtividade de 41,4 t.ha⁻¹ (Mesquita Filho *et al.*, 1985).

2.2. Resíduo orgânico

A utilização de resíduos orgânicos pode contribuir para obtenção de maior produtividade de cenoura (Sonnenberg, 1985), que por ter sua parte comercial subterrânea, exige solos bem estruturados e com melhores condições para o desenvolvimento das raízes. Os efeitos benéficos dos resíduos orgânicos para a cultura de cenoura estão no fato de contribuir para o aumento no teor de matéria orgânica do solo, induzindo maior agregação das partículas minerais, diminuição da densidade aparente, aumento da aeração e da capacidade de infiltração e retenção de água (Nogueira *et al.* 1984; Bahia Filho *et al.*, 1983), aumento da atividade biológica (Bahia Filho *et al.*, 1983; Kiehl, 1985; Silva Júnior & Siqueira, 1997), redução do alumínio trocável (Ernani & Gianello, 1983) e aumento nos teores de fósforo extraível do solo, cálcio, magnésio e potássio trocáveis (Gianello & Ernani, 1983).

As quantidades de resíduos orgânicos a serem adicionadas variam em função do tipo do solo, da composição dos resíduos, das condições climáticas e da espécie vegetal (Gianello & Ernani, 1983). Para a cultura da cenoura ‘Brasília’, Vieira *et al.* (1996) avaliaram o efeito das doses 0, 7 e 14 t.ha⁻¹ de

cama-de-frango de corte, incorporadas e em cobertura, e obtiveram com 7 t.ha⁻¹, maior peso de raízes aos 115 dias, maior peso de folhas entre 45 e 73 dias e aumento do diâmetro médio de raízes entre 58 e 108 dias.

Em 1982, Araújo *et al.* empregaram fórmulas contendo doses crescentes de esterco de galinha (20 a 100 t.ha⁻¹), superfosfato simples (500 a 2.500 kg.ha⁻¹), cloreto de potássio (100 a 500 kg.ha⁻¹) e uréia (100 a 500 kg.ha⁻¹) e concluíram que o pico de produção foi atingido com a dose de 60 t.ha⁻¹ de esterco de galinha. Essas citações foram comprovadas por Peña (1996), que trabalhando com adubação mineral (100 g.m⁻² NPK, fórmula comercial 4-14-8, com e sem micronutrientes) e orgânica (4 kg.m⁻² de esterco curtido de curral, 4 kg.m⁻² de composto e 4 kg.m⁻² de composto com preparados biodinâmicos) para o cultivar de cenoura 'Nantes', mostrou a superioridade dos tratamentos que receberam exclusivamente adubação orgânica (esterco curtido de curral e composto) em relação aos que receberam somente adubação mineral, quando relacionou o peso total de raízes e folhas, diâmetro médio de raízes, °Brix, textura, teores de caroteno e vitamina A, indicando que a adubação orgânica influenciou positivamente a produção, em função do maior equilíbrio existente entre os nutrientes.

2.3. Colheita

A colheita de cenoura pode ser efetuada de forma manual, que é a mais usual e consiste em arrancar as plantas puxando-as pelas partes aéreas, as quais são posteriormente destacadas (cortadas) das raízes (EMBRAPA, 1997). Em seguida eliminam-se as raízes laterais, as com podridões, as muito danificadas e a parte afilada das raízes comerciais (Filgueira, 1982; Freire *et al.*, 1984). A colheita semi-mecanizada também pode ser utilizada - porém em menor escala - e consiste na utilização de uma lâmina adaptada horizontalmente ao sulcador, que acoplado ao trator, é operado como se fosse abrir sulcos entre as linhas de

plantas, deixando as raízes praticamente soltas, facilitando a colheita manual (Freire *et al.*, 1984).

A colheita inicia-se aos 80 dias após a sementeira, podendo prolongar-se por 15 ou 30 dias, uma vez que nem todas as raízes atingem o ponto adequado de desenvolvimento ao mesmo tempo (Filgueira, 1982). O ponto ideal de colheita depende do cultivar, da época do ano e ainda da preferência do mercado (Freire *et al.*, 1984). A precocidade está relacionada em parte com a temperatura ambiente, sendo que no inverno, devido às baixas temperaturas, o ciclo vegetativo se alonga, pois a germinação, emergência e crescimento são mais lentos (Camargo, 1992). Para os cultivares Brasília, Nantes e Kuroda a colheita pode ser iniciada entre 85 a 100, 85 a 110 dias e 90 a 120 dias após a sementeira, respectivamente (Freire *et al.*, 1984).

Os mercados mais exigentes preferem as cenouras ainda em crescimento, logo que as raízes atingirem de 15 a 18 cm, pois se apresentam macias (Filgueira, 1982). Porém, as plantas quando são colhidas muito antes de alcançar o estágio adequado de amadurecimento produzem raízes menores, induzindo grande perda de produtividade, aumento da sensibilidade à manipulação pelo maior teor de água (Pinto *et al.*, 1984) e baixos teores de caroteno (Chitarra & Carvalho, 1984). Por outro lado, há mercados que preferem raízes grandes e aí a colheita pode ser retardada, proporcionando maior produtividade (Pinto *et al.*, 1984) e quando realiza-se a colheita em estágio avançado de maturação, as raízes podem apresentar-se grossas e muito compridas, dificultando a embalagem e a comercialização, além da maior incidência de raízes com rachaduras ou endurecidas (Filgueira, 1982; Pinto *et al.*, 1984).

2.4. Pós-colheita

Os produtos comercializáveis da maioria das hortaliças são classificados como perecíveis por não se conservarem por longos períodos após serem

colhidos, sendo, em alguns casos, mantidos por apenas alguns dias, quando armazenados em condições ambientes. As perdas pós-colheita são decorrentes de fatores metabólicos endógenos como respiração, transpiração, senescência e brotamento; ocasionadas por estresse, quando o produto é armazenado em condições ambientes adversas de temperatura e umidade relativa, ou por injúria mecânica e ataque por patógenos; além das resultantes da intervenção humana, como manuseio ou uso de tecnologias inadequadas de armazenamento (Chitarra & Chitarra, 1990).

Um dos principais problemas pós-colheita de cenoura exposta a altas temperaturas é a perda de água (Pinto *et al.*, 1984; Finger & Puiatti, 1994), induzida pelo aumento da transpiração e que provoca a redução do peso total, o murchamento e as perdas de brilho e da qualidade das raízes (Wills *et al.*, 1981; Medina, 1983), tornando o produto sem valor comercial (Müller, 1982). Para cenoura, isso ocorre quando a perda de água atinge mais de 8% do seu peso. Do total perdido, apenas 3 a 5% é devido à perda de matéria seca pela atividade respiratória (Kays, 1991), sendo que o restante da perda é atribuída à transpiração, a grande determinante da perda de peso dos produtos hortícolas e de sua deterioração no armazenamento (Wills *et al.*, 1981; Medina, 1983; Chitarra & Chitarra, 1990), com velocidade dependente da umidade relativa e da temperatura em contato com o produto, movimentação do ar, pressão do ar e relação superfície volume do produto (Wills *et al.*, 1981; Avelar Filho, 1988; Kays, 1991). Em 1971, Apeland & Baugerod avaliaram a perda de peso de raízes de cenoura, por 24 h, em diferentes temperaturas (0,4; 10,0 e 25,0°C) e umidades relativas do ar (55, 75 e 85%) e observaram que a perda de peso aumentou em função do aumento da temperatura, mas diminuiu à medida que aumentou-se a umidade relativa do ar.

Em função da taxa respiratória (quantidade de CO₂ produzido), pode-se classificar o produto quanto a perecibilidade, pois quanto maior a taxa de calor e de CO₂ produzido, menor é a vida do produto no armazenamento. A cenoura é classificada quanto a perecibilidade como moderada (13 a 26 mg CO₂.kg⁻¹.h⁻¹,

entre 4-5°C), comparada a hortaliças como brócolo e aspargo, que entre temperatura de 4-5°C, possuem taxa respiratória superior a 26 mg CO₂.kg⁻¹.h⁻¹ (Chitarra & Chitarra, 1990). A taxa respiratória varia em função da temperatura e da composição da atmosfera que envolve o produto (Apeland & Hoftun, 1974). Menores perdas por respiração são conseguidas em menores temperaturas, o que prolonga o período de armazenamento, mas sob condições de temperaturas mais elevadas, onde a respiração é alta, as raízes podem ser armazenadas somente por curtos períodos de tempo (Apeland & Baugerod, 1971). Portanto, se a cenoura for levada de um ambiente de 0°C para outro de 10,0 a 12,5°C, a taxa respiratória aumenta e o período de armazenamento diminui (Avelar Filho, 1988).

A perda de água pós-colheita exerce também efeitos na fisiologia dos produtos hortícolas, podendo afetar a produção de etileno, concentração de ácidos orgânicos, degradação de pigmentos e compostos voláteis, além de induzir alterações no padrão de síntese de carboidratos e proteínas (Kays, 1991). Segundo Barruffaldi *et al.* (1983), o aumento na perda do teor de carotenos pode variar em função das condições de armazenamento, pela presença de luz e oxigênio e da temperatura, que afeta a atividade enzimática responsável pela degradação de carotenos.

De modo geral, técnicas utilizadas no manejo pós-colheita em si não melhoram a qualidade do produto, apenas podem retardar os processos deteriorativos, que são irreversíveis. Esse retardamento ocorre pela redução da velocidade da perda de água ou transpiração, do processo de respiração e dos decorrentes de doenças que danificam o produto (Balbino, 1983; Pinto *et al.*, 1984). As alterações que as raízes podem ter quando armazenadas dependem não só das condições de armazenamento - especialmente umidade relativa do ar e temperatura - mas do manuseio e dos tratos culturais recebidos durante o ciclo vegetativo (Müller, 1982).

As características químicas e físicas do solo têm grande efeito sobre o armazenamento de raízes de cenoura. Dessa forma, o fornecimento de nutrientes minerais durante o ciclo vegetativo e o acúmulo desses nutrientes pela planta,

bem como a textura do solo onde se cultivava a cenoura podem influenciar a qualidade das raízes no armazenamento. Deve-se fornecer todos os nutrientes exigidos pela espécie e principalmente aqueles de que o solo não dispõe em condições satisfatórias (Müller, 1982). Para os solos de cerrado, o fósforo exerce papel importante por ser um dos fatores de maior influência na produtividade (Raij, 1983), qualidade e conseqüentemente nas perdas pós-colheita (Chitarra & Chitarra, 1990). Solos de textura leve proporcionam cenouras de melhor aspecto e que toleram períodos mais longos de armazenamento (Nogueira *et al.*, 1984). Peña (1996) constatou a superioridade da mistura da adubação mineral com a orgânica em relação a apenas uma das duas, quanto à capacidade de conservação de cenoura. No tratamento que recebeu 50 g.m^{-2} de NPK (4-14-8) mais 2 kg.m^{-2} de esterco curtido de curral, comparado a um dos dois isoladamente, as raízes de cenoura ainda apresentavam menor perecibilidade após cinco dias de armazenamento, sob condições ambientes.

A antecipação ou o retardamento da colheita também pode influenciar o tempo de armazenamento de raízes de cenoura (Freire *et al.*, 1984); se as raízes forem colhidas antes de alcançar o estágio adequado, há aumento da taxa respiratória e maior sensibilidade à manipulação, acarretando maior perda de peso, e se colhidas em estágio avançado de maturação, pode haver prejuízo no sabor e na conservação pós-colheita (Pinto *et al.*, 1984).

Segundo Pinto *et al.* (1984), a colheita manual parece ser o procedimento mais correto quando se pretende armazenar as cenouras por longos períodos, pois os danos decorrentes da colheita semi-mecanizada causam aumento da taxa respiratória, da transpiração e do ataque de patógenos. Cenouras colhidas manualmente, depois de três meses de armazenamento, apresentaram apenas 10% de podridão, enquanto as colhidas mecanicamente, 46%.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Aspectos gerais

Foram desenvolvidos dois experimentos, à campo e no Laboratório de Pós-colheita, no Núcleo Experimental de Ciências Agrárias – NCA, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, no município de Dourados – MS, situado entre as coordenadas geográficas de 22° 13’ 16’’ de latitude Sul e 54° 48’ 2’’ de longitude Oeste. A altitude da região é de 452 m e o clima regional é classificado pelo sistema internacional de Köppen como Cwa (Mato Grosso do Sul, 1990). A precipitação média anual é de 1500 mm e a temperatura média anual é de 22° C. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Roxo distrófico, de textura argilosa pesada e de topografia plana. Os resultados das análises químicas da amostra do solo são apresentadas no Quadro 1.

QUADRO 1. Características químicas da amostra do solo colhida na área do experimento. Dourados, UFMS, 1998

Análise química ^{1/}	Características
pH em água (1:2,5)	5,8
Al ³⁺ (mmol(c).dm ⁻³) ^{3/}	2,8
P (mg.dm ⁻³) ^{2/}	22
K (mmol(c).dm ⁻³) ^{2/}	6,1
Ca (mmol(c).dm ⁻³) ^{3/}	33,2
Mg (mmol(c).dm ⁻³) ^{3/}	16,1
Matéria orgânica (g.dm ⁻³ .c) ^{4/}	27,3
Acidez potencial (H + Al) (mmol(c).dm ⁻³)	68,5
Soma de bases (mmol(c).dm ⁻³)	55,4
Capacidade de troca de cátions (mmol(c).dm ⁻³)	123,9
Saturação de bases (%)	44

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

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

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

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

3.2. Produção da cenoura 'Brasília', considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte semi-decomposta (CFC)

Os fatores em estudo foram cinco doses de fósforo-P (2,97; 17,68; 29,47; 41,26 e 56,02 kg.ha⁻¹ de P), na forma de superfosfato simples, e cinco doses de cama-de-frango de corte semi-decomposta-CFC (1.000; 6.000; 10.000; 14.000 e 19.000 kg.ha⁻¹). Os tratamentos foram arranjados utilizando-se a matriz experimental Plan Puebla III (Turrent F. & Laird, 1975), constituída de nove tratamentos (NT), quando empregam-se dois fatores (NT = 2ⁿ + 2n + 1 = 9), resultando nas seguintes combinações de fósforo e de cama-de-frango de corte (Quadro 2).

QUADRO 2. Doses de fósforo e de cama-de-frango de corte semi-decomposta utilizadas no ensaio de campo, definidas pela Matriz Experimental Plan Puebla III. Dourados, UFMS, 1998

Tratamento	Fósforo (kg.ha ⁻¹)	Cama-de-frango de corte (kg.ha ⁻¹)
1	17,68	6.000
2	41,26	6.000
3	17,68	14.000
4	41,26	14.000
5	29,47	10.000
6	2,97	6.000
7	56,02	14.000
8	17,68	1.000
9	41,26	19.000

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com nove tratamentos e quatro repetições. As dimensões de cada parcela foram de 1,50 m de largura x 3,30 m de comprimento, contendo um canteiro de 1,08 m de largura com três fileiras espaçadas de 0,36 m entre si.

O solo foi preparado mediante aração, gradagem e levantamento dos canteiros com rotoencanteirador. A calagem foi feita de acordo com o resultado da análise do solo. Foi utilizado o cultivar de cenoura 'Brasília', com semeadura de forma direta e manual. Antes e após a semeadura foi adicionada uma fina camada de cama-de-frango de corte semi-decomposta visando cobrir as sementes e evitar a formação de crostas. As plantas foram desbastadas aos 30 dias após a semeadura e espaçadas 0,08 m entre si. As irrigações foram feitas por aspersão, com turnos de regas diários até os 15 dias após a semeadura e posteriormente, a cada dois dias. As capinas foram feitas manualmente. Foram feitas colheitas aos 90, 105 e 120 dias após a semeadura, coletando-se as plantas contidas em 1,00 m de comprimento do centro da fileira central de cada parcela.

Características e métodos de avaliação

Matéria fresca das partes aérea e de raízes ($t.ha^{-1}$)

As plantas foram arrancadas manualmente e posteriormente foi feita a retirada de terra aderida às raízes e a separação e pesagem das partes aéreas e raízes.

Classificação das raízes comercializáveis e não-comercializáveis (%)

As raízes foram classificadas por tamanho, com base nas medidas de diâmetro e comprimento, nas classes: grande (com mais de 3,5 cm de diâmetro e mais de 18,0 cm de comprimento), média (entre 3,0 a 3,5 cm de diâmetro e entre 15,0 a 18,0 cm de comprimento), pequena (com 2,5 cm ou mais e menos de 3,0 cm de diâmetro e com 13,0 cm ou mais e menos de 15,0 cm de comprimento) e refugo (com menos de 2,5 cm de diâmetro e menos de 13,0 cm de comprimento) e depois foram pesadas por classe (Ribeiro, 1998). A produção de raízes comercializáveis consistiu no somatório dos pesos de raízes grandes, médias e pequenas, e a de raízes não-comercializáveis, pelos pesos das raízes refugos. Posteriormente, obteve-se a relação percentual.

Análise estatística

Os dados das características avaliadas em cada época de colheita foram submetidos à análise de variância para determinação do erro experimental da matriz. Para estimar as superfícies de resposta, foram ajustados os modelos quadrático e quadrático base raiz quadrada às médias por tratamento (Alvarez V., 1991). Cada componente dos modelos foi testado até o nível de 5% de probabilidade, pelo teste F, tendo sido utilizado o quadrado médio do erro experimental da matriz. 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 (Gomes, 1992).

3.3. Perda de peso pós-colheita de raízes da cenoura 'Brasília', em seis dias de armazenamento, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte semi-decomposta (CFC)

Para o estudo das perdas de peso de raízes da cenoura 'Brasília', foram considerados como tratamentos as doses de P e de CFC semi-decomposta utilizadas no ensaio de campo, em três épocas de colheita (90, 105 e 120 dias após a semeadura). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições. As unidades experimentais foram constituídas por seis raízes da classe média, dentro de cada tratamento.

O experimento foi desenvolvido no laboratório de Pós-Colheita do Núcleo Experimental de Ciências Agrárias-NCA, em condições ambientes. As raízes, componentes das amostras, foram limpas, acondicionadas em redes de plástico, pesadas (Quadro 3) e colocadas em bancada de alvenaria. Diariamente, foram feitas as pesagens individuais das amostras, descartando as raízes que apresentavam sintomas como murcha aparente observada nas pontas das raízes, enrugamento, perda de brilho e ataque de microrganismos, que inviabilizassem a sua comercialização. Além disso, foram anotados os valores de temperatura máxima (21 a 30°C) e mínima (16 a 24°C) do ambiente, registradas com termômetro de bulbo seco.

QUADRO 3. Peso inicial (g) de amostras de seis raízes da cenoura 'Brasília' colhidas aos 90, 105 e 120 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC). Dourados, UFMS, 1998

P/CFC (kg.ha ⁻¹)	Épocas de colheita (dias após a semeadura)		
	90	105	120
17,68/6.000	416,83	511,20	779,1
41,26/6.000	387,93	469,70	752,8
17,68/14.000	404,97	461,77	837,9
41,26/14.000	454,20	528,30	695,2
29,47/10.000	376,33	521,70	730,2
2,97/6.000	384,73	475,97	634,9
56,02/14.000	427,70	545,00	705,3
17,68/1.000	371,33	512,57	651,6
41,26/19.000	438,13	557,07	660,2

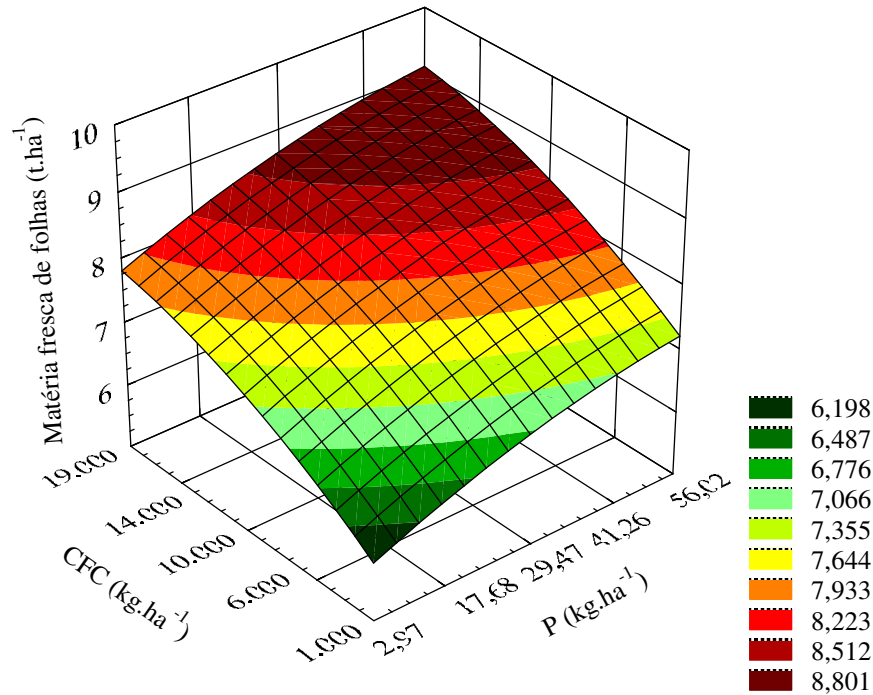
Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão, com nível de significância de até 5%. As perdas de peso pós-colheita foram transformadas em percentagem de peso, em relação ao peso inicial, sendo posteriormente transformadas em arco seno da raiz da percentagem sobre cem, para proceder a análise de variância. A significância dos modelos de regressão foi testada pelo teste F. Os coeficientes de regressão dos modelos escolhidos foram testados pelo teste t, até o nível de 5%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. *Produção da cenoura 'Brasília', considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte semi-decomposta (CFC)*

4.1.1. *Matérias frescas de folhas de cenoura, colhidas aos 90, 105 e 120 dias após a semeadura*

A Figura 1 representa o plano de regressão da equação ajustada para a matéria fresca de folhas das plantas colhidas aos 90 dias após a semeadura. Dentre os modelos aproximativos testados, o quadrático base raiz quadrada foi o que apresentou melhor ajuste dos dados. Observa-se que à medida que aumentaram-se as doses combinadas de P e de CFC, houve aumentos na produção, indicando que as doses máximas de P ($56,02 \text{ kg.ha}^{-1}$) e de CFC ($19.000 \text{ kg.ha}^{-1}$) utilizadas não foram suficientes para se alcançar a produção máxima de matéria fresca de folhas.



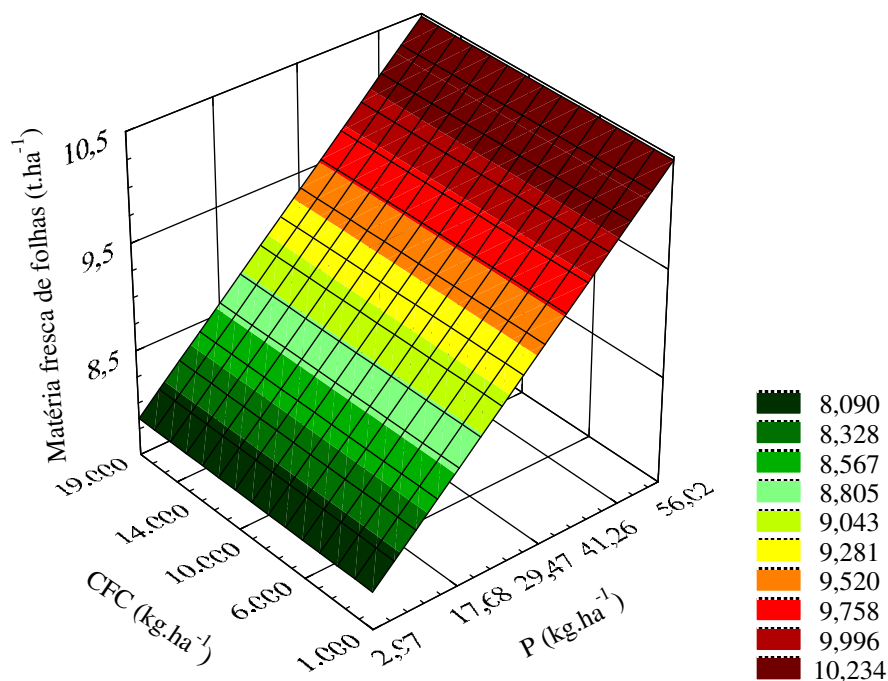
$$\hat{Y} = 4,89934 + 0,228825 \sqrt{P} + 0,0182253 \sqrt{CFC}$$

° Significativo a 10% de probabilidade.
 $R^2 = 0,50$
 C.V. = 26,27%

FIGURA 1. Produção de matéria fresca de folhas da cenoura ‘Brasília’, colhidas aos 90 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC). Dourados, UFMS, 1998.

A interação positiva do P com a CFC sobre a matéria fresca de folhas indica que a mistura de fertilizantes minerais fosfatados com orgânicos provavelmente aumentou a solubilização do P no solo, incrementando a disponibilidade do nutriente para as plantas, pela formação de complexos humo-fosfato, que são mais facilmente assimiláveis pelas plantas; pela solubilização do fosfato mineral através da troca aniônica do fosfato pelo íon humato e pelo bloqueio dos sítios de adsorção do fósforo nos sesquióxidos de ferro e alumínio pelos ânions orgânicos formados na decomposição da CFC, reduzindo temporariamente a capacidade do solo na adsorção do fósforo solúvel (Kiehl, 1993; Barron & Torrent, 1995). Além disso, pode ter aumentado a flora microbiana, atuando como melhoradora da estrutura do solo, favorecendo o crescimento do sistema radicular, com conseqüente aumento da absorção de água e de nutrientes (Kiehl, 1985).

Para a colheita realizada aos 105 dias após a semeadura, a produção de matéria fresca de folhas foi independente das doses de CFC, mas cresceu linearmente com o aumento das doses de P (Figura 2) indicando que não foram utilizadas doses suficientes para se obter o ponto de máxima produção. O crescimento da parte aérea de cenoura em resposta ao P resulta de sua função na maioria dos processos metabólicos das plantas incluindo divisão e expansão celular, respiração e como regulador de fósforo inorgânico (Pi) na fotossíntese (Vieira, 1992). Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Medeiros *et al.* (1994), que avaliando os efeitos de níveis crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio sobre a produção de cenoura, observaram a maior influência do fósforo na produção de matéria fresca de folhas.



$$\hat{Y} = 7,7053 + 0,0493968 * P$$

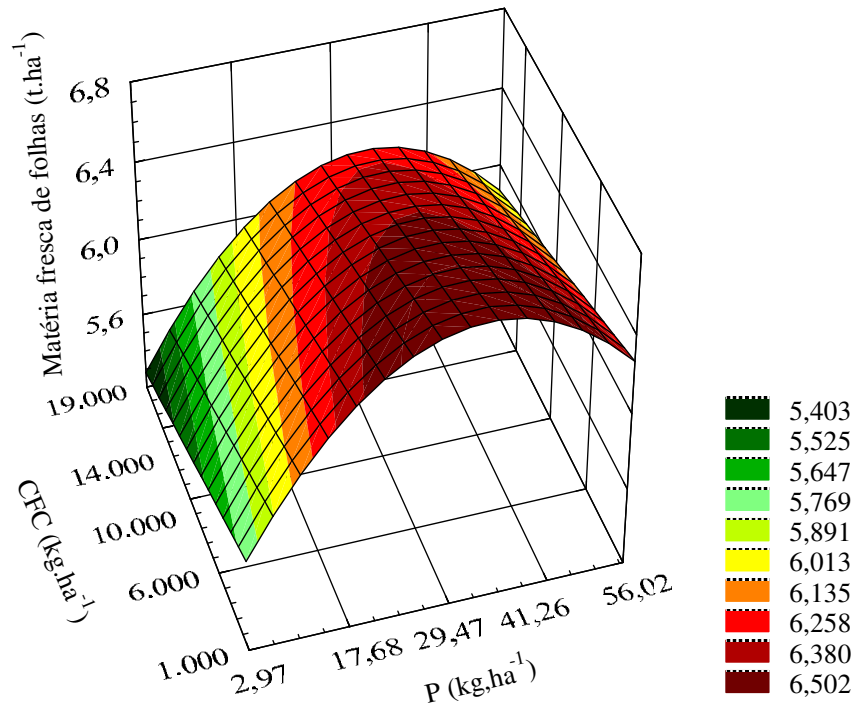
* Significativo a 5% de probabilidade.

$$R^2 = 0,19$$

$$C.V. = 26,43\%$$

FIGURA 2. Produção de matéria fresca de folhas da cenoura ‘Brasília’, colhidas aos 105 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC). Dourados, UFMS, 1998.

A Figura 3 representa o plano de regressão da equação ajustada para matéria fresca de folhas colhidas aos 120 dias após a semeadura e dentre os modelos aproximativos testados, o quadrático foi o que apresentou melhor ajuste dos dados. A CFC induziu efeito linear decrescente e o P efeito quadrático, sendo que a produção máxima para a matéria fresca de folhas foi obtida quando utilizou-se a dose de 35,79 kg.ha⁻¹ de P. A diminuição na produção de matéria fresca de folhas obtida aos 120 dias após a semeadura, com as doses de P superiores a 35,79 kg.ha⁻¹ devem ter relação com as prováveis altas concentrações de fósforo inorgânico nas plantas, causando exportação excessiva de triose-P do cloroplasto, reduzindo os compostos intermediários do ciclo de Calvin (Flügge *et al.*, 1980). A baixa produção de matéria fresca de folhas sob menores doses de P incorporadas ao solo pode ser devido à indução de baixas concentrações de fósforo inorgânico (Pi) na planta e com isso pode ter reduzido a regeneração da ribulose-5 fosfato (RuBP), responsável pela fixação do CO₂ no ciclo de Calvin (Marschner, 1986; Rao *et al.*, 1990), inibindo a fotossíntese e a produção de metabólitos, acarretando menor acúmulo de produtos da fotossíntese líquida (Marschner, 1986) e, conseqüentemente, menores desenvolvimentos e produções de folhas.



$$\hat{Y} = 5,52552 + 0,0626974 P - 0,0000222757 CFC - 0,000875881 P^2$$

° Significativo a 10% de probabilidade.

$$R^2 = 0,52$$

$$C.V. = 27,78\%$$

FIGURA 3. Produção de matéria fresca de folhas da cenoura 'Brasília', colhidas aos 120 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC). Dourados, UFMS, 1998.

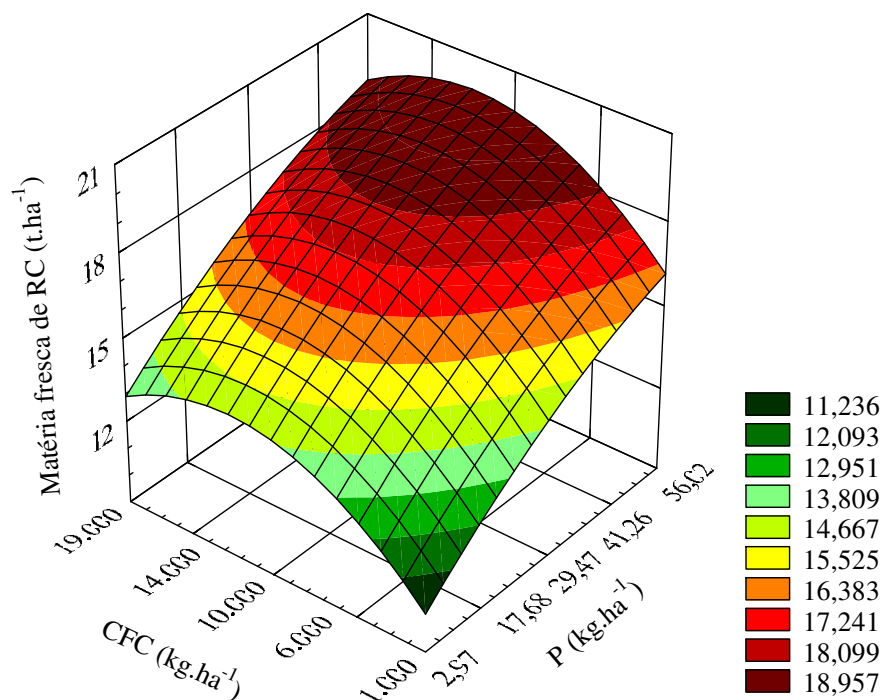
Quando a produção foi relacionada com as doses de CFC, observou-se pequeno decréscimo à medida que as doses foram aumentadas. Esse fato pode ser devido ao aumento na produção das plantas colhidas aos 90 dias após a semeadura (Figura 1) em função do aumento das doses de CFC e à medida que o ciclo aumentou (120 dias após a semeadura) os fotossintatos estariam sendo exportados, em maior quantidade, tanto das células clorofiladas da folha, como das reservas do pecíolo, para outras partes da planta, tal como Heredia Z. (1988) observou em plantas de inhame e, assim, inibindo o crescimento da folha em função do aumento das doses de CFC nesse período.

Os maiores valores da produção de matéria fresca de folhas aos 120 dias após a semeadura (6,50 t.ha⁻¹) (Figura 3) foram 36,9% e 38,6% menores do que

os obtidos aos 90 (8,80 t.ha⁻¹) (Figura 1) e 105 dias (10,23 t.ha⁻¹) (Figura 2), respectivamente. Isso indica que as plantas apresentaram crescimento vegetativo até os 105 dias e a partir daí iniciou-se a senescência da parte aérea, especialmente das folhas mais velhas, que apresentavam-se mais altas e provavelmente, aumentou-se a exportação dos fotoassimilados aos drenos preferenciais, os quais, em cenoura, são constituídos pelas raízes de reserva. Situação semelhante foi observada por Vieira (1995), em mandioquinha-salsa, dentro de suas faixas de tempo para alcançar a maturidade das plantas, ou seja, a partir dos 240 dias após o plantio houve decréscimo na altura das plantas, quando iniciaram perdas sucessivas das folhas mais velhas e a dominância das outras, que apresentavam menor altura.

4.1.2. Matérias frescas de raízes comercializáveis de cenoura, colhidas aos 90, 105 e 120 dias após a semeadura

A produção de matéria fresca de raízes comercializáveis, para a colheita realizada aos 90 dias após a semeadura (Figura 4), aumentou linearmente com as doses de P, indicando que não foi utilizada a dose que induzisse a produção máxima. Quando relacionou-se a produção com as doses de CFC, a combinação da dose de 10.903,68 kg.ha⁻¹ de CFC com as de P a partir de 41,26 kg.ha⁻¹ possibilitaram as maiores produções de raízes comercializáveis (média de 19,06 t.ha⁻¹).



$$\hat{Y} = 4,83525 + 0,830193 \sqrt{P} + 0,142221 \sqrt{CFC} + 0,0203332 P - 0,000681053^{\circ} CFC$$

° Significativo a 10% de probabilidade.

$$R^2 = 0,81$$

$$C.V. = 21,42\%$$

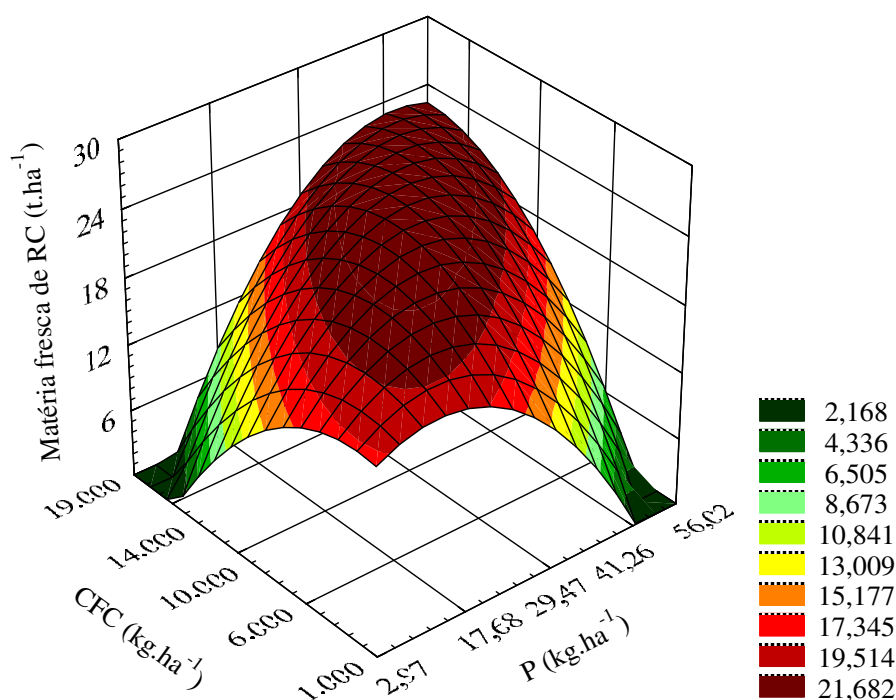
FIGURA 4. Produção de matéria fresca de raízes comercializáveis (RC) da cenoura 'Brasília', colhidas aos 90 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC). Dourados, UFMS, 1998.

O efeito do P no aumento da produção de raízes comercializáveis de cenoura, pode relacionar-se com suas funções como regulador do fósforo inorgânico na fotossíntese, no metabolismo de carboidratos, na relação amido/sacarose nas folhas e a partição de fotoassimilados entre as folhas (fonte) e órgãos armazenantes (dreno), sendo por isso, um dos principais fatores limitantes do crescimento (Marschner, 1986).

Os resultados, em relação ao P, são coerentes com os obtidos por Medeiros *et al.* (1994), que estudaram o efeito de doses crescentes de nitrogênio (0, 60, 120 e 180 kg.ha⁻¹ de N), fósforo (0, 120, 240 e 360 kg.ha⁻¹ de P₂O₅) e potássio (0, 60,

120 e 180 kg.ha⁻¹ de K₂O) sobre a produção de matéria fresca da parte aérea e de raízes de cenoura em solos de várzea (15 mg.dm⁻³ de P) e concluíram que o fósforo proporcionou aumento para as produções de matéria fresca da parte aérea (de 1,75 para 2,41 kg.20 plantas⁻¹) e de raízes (de 2,45 para 3,25 kg.20 plantas⁻¹) e confirmam as citações de Minami & Carneiro (1981), de que o crescimento de raízes de cenoura pode ser limitado por níveis baixos de fósforo. Por outro lado, Matos (1991) trabalhou com doses crescentes de fósforo (0, 150, 300 e 450 kg.ha⁻¹ de P₂O₅) e de nitrogênio (0, 60, 120 e 180 kg.ha⁻¹ de N) em cenoura e observou que a produção de raízes comercializáveis não foi influenciada pelas doses dos nutrientes, atribuindo-se o provável efeito não significativo ao solo utilizado, que apresentava alta fertilidade em fósforo disponível (42 mg.kg⁻¹ de P), bem como à adubação orgânica de semeio (30 t.ha⁻¹ de esterco bovino).

Aos 105 dias após a semeadura, a maior produção de matéria fresca de raízes comercializáveis (23,90 t.ha⁻¹) foi obtida da combinação de doses de 39,10 kg.ha⁻¹ de P e 13.668,0 kg.ha⁻¹ de CFC (Figura 5). Pelos resultados obtidos pôde-se constatar o efeito benéfico da associação de adubos minerais fosfatados com orgânicos aumentando o P disponível para as plantas, além do provável efeito indireto da CFC, elevando o pH do solo e contribuindo para incrementos na disponibilidade de outros nutrientes (Kiehl, 1993), conforme as observações de Gianello & Ernani (1983) através da adição de cama-de-aviário em doses de até 144 t.ha⁻¹ que detectaram aumentos nos valores de potássio trocável no solo e de Rodrigues (1995) ao experimentar em alface a adubação com composto orgânico convencional, composto enriquecido e adubo mineral e determinar aumentos nos teores de fósforo disponível, potássio e magnésio trocáveis no solo quando adicionou o composto orgânico convencional.



$$\hat{Y} = 15,6116 + 0,33039 P + 0,000266867 CFC - 0,0147368^{**} P^2 - 0,0000000947686^{*} CFC^2 + 0,00005977^{*} PCFC$$

* e ** Significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

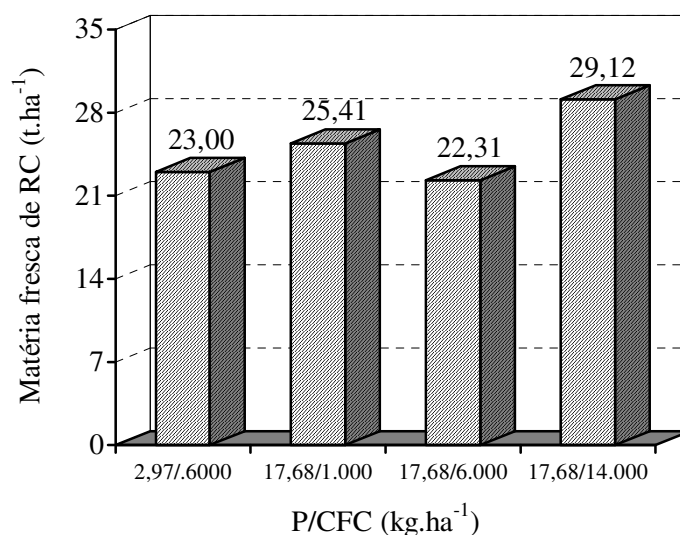
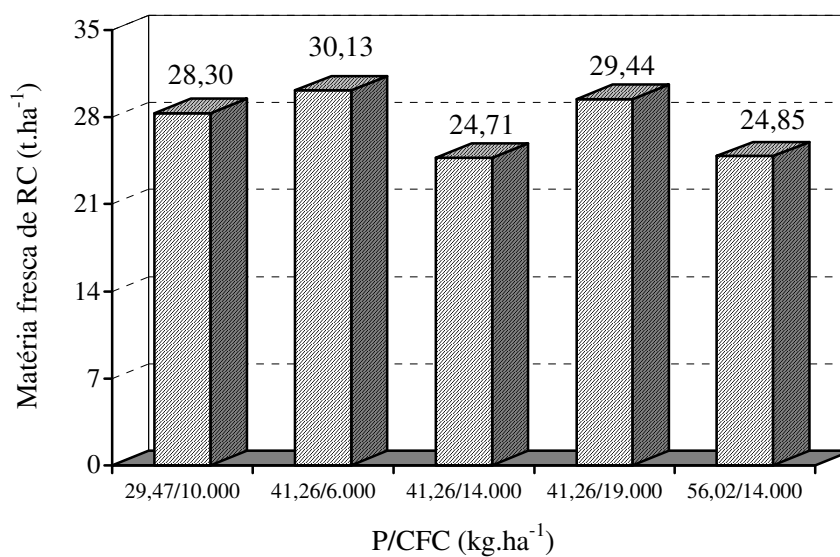
$R^2 = 0,94$

C.V. = 25,65%

FIGURA 5. Produção de matéria fresca de raízes comercializáveis (RC) da cenoura ‘Brasília’, colhidas aos 105 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC). Dourados, UFMS, 1998.

A variabilidade na produção da matéria fresca de raízes comercializáveis na colheita aos 120 dias (Figura 6) não permitiu o ajuste dos modelos testados em relação às doses de P e de CFC utilizadas, provavelmente, devido às diferenças entre as plantas para atingir a maturidade e iniciar a senescência das folhas, tendo por isso translocação diferenciada dos fotossintatos de reserva para as raízes, independente dos tratamentos. As maiores produções de matérias frescas de raízes comercializáveis foram obtidas das combinações de 41,26/6.000, 41,26/19.000 e 17,68/14.000 e as menores de 2,97/6.000 e 17,68/6.000 kg.ha⁻¹ de

P/CFC. Esse fato pode ser devido aos efeitos da CFC na disponibilidade do P no solo, provavelmente, pela solubilização de fosfatos pouco solúveis (Nahas, 1991), pela formação de complexos humo-fosfato, que são mais facilmente assimiláveis pelas plantas; pela solubilização do fosfato mineral através da troca aniônica do fosfato pelo íon humato e pelo bloqueio dos sítios de adsorção do fósforo nos sesquióxidos de ferro e alumínio pelos ânions orgânicos formados na decomposição da CFC, reduzindo temporariamente a capacidade do solo na adsorção do fósforo solúvel (Kiehl, 1993; Barron & Torrent, 1995) e permitindo que as plantas obtenham as quantidades necessárias desse nutriente para melhor equilíbrio da relação parte aérea/raízes.



C.V. = 30,53%

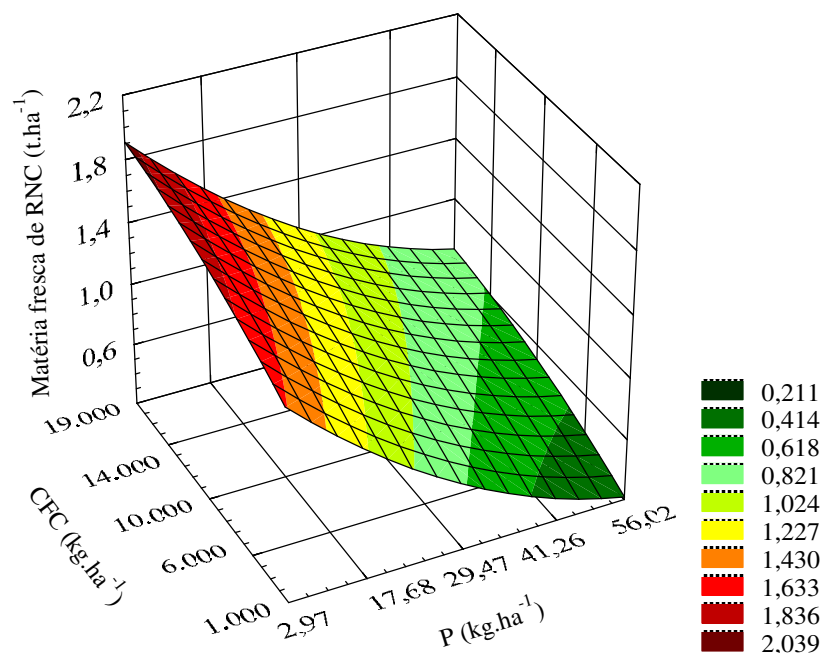
FIGURA 6. Produção de matéria fresca de raízes comercializáveis (RC) da cenoura 'Brasília', colhidas aos 120 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC). Dourados, UFMS, 1998.

Esses resultados são coerentes às citações de Minami & Carneiro (1981), Araújo *et al.* (1982) e Sonnemberg (1985) que recomendam para solos minerais o suprimento de adubo químico junto com resíduos orgânicos, na forma de esterco ou adubos verdes para aumentar a produção de cenoura. Além disso, haveria melhoria da estrutura do solo, através da formação de agregados, diminuindo a

densidade aparente, aumentando a aeração e permitindo maior penetração e crescimento do sistema radicular, com conseqüente aumento da capacidade de infiltração, do armazenamento de água e retenção de nutrientes (Kiehl, 1985; Barron & Torrent, 1995).

4.1.3. *Matérias frescas de raízes não-comercializáveis de cenoura, colhidas aos 90, 105 e 120 dias após a semeadura*

As matérias frescas de raízes não-comercializáveis de cenouras colhidas aos 90 dias após a semeadura (Figura 7) tiveram respostas opostas às de raízes comercializáveis (Figura 4) colhidas nessa mesma época, sendo que as maiores produções foram obtidas da combinação da menor dose de P (2,97 kg.ha⁻¹) com todas as de CFC utilizadas.



$$\hat{Y} = 1,69246 - 0,220603 \sqrt{P} + 0,00442985^{\circ} \sqrt{CFC}$$

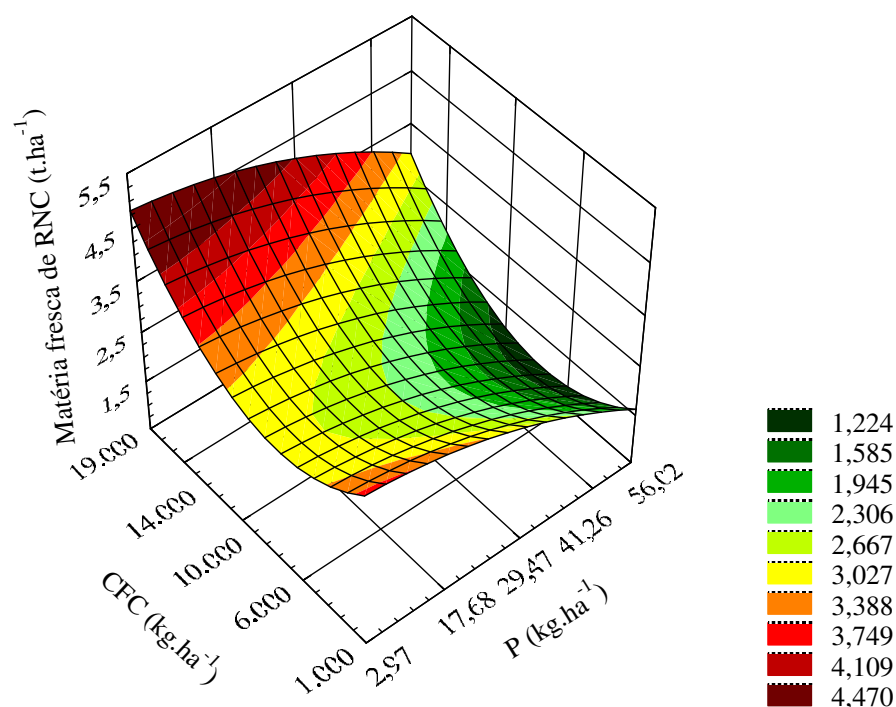
° Significativo a 10% de probabilidade.

$$R^2 = 0,23$$

$$C.V. = 138,44\%$$

FIGURA 7. Produção de matéria fresca de raízes não-comercializáveis (RNC) da cenoura 'Brasília', colhidas aos 90 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC). Dourados, UFMS, 1998.

As produções das matérias frescas de raízes não-comercializáveis colhidas aos 105 dias após a semeadura (Figura 8) também tiveram respostas inversas às das matérias frescas de raízes comercializáveis (Figura 5) e tendência semelhante à da produção da matéria fresca de raízes não-comercializáveis colhidas aos 90 dias após a semeadura (Figura 7). As menores produções de matéria fresca de raízes não-comercializáveis foram obtidas com a dose de 8.040,94 kg.ha⁻¹ de CFC à medida que as de P foram aumentadas.



$$\hat{Y} = 3,8 + 0,00602085 P - 0,00025731 CFC - 0,000508696 P^2 + 0,00000001646* CFC^2$$

* Significativo a 5% de probabilidade.

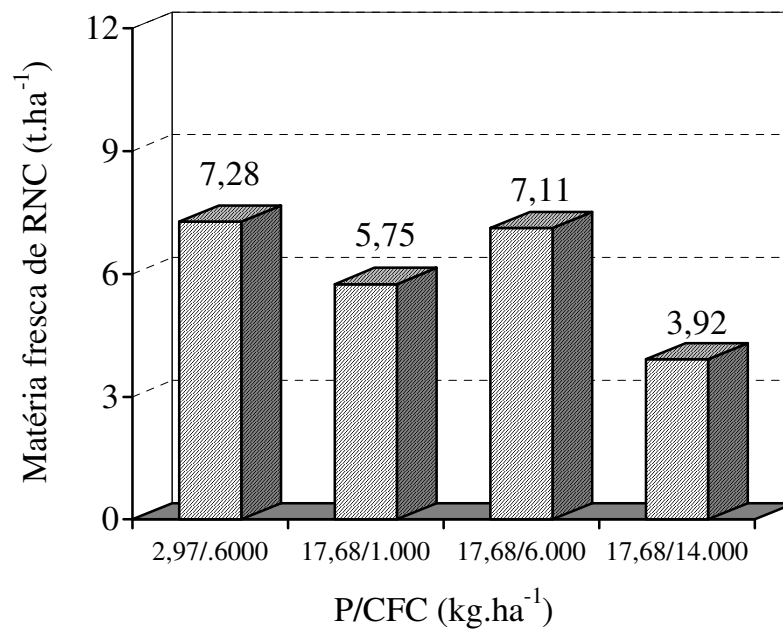
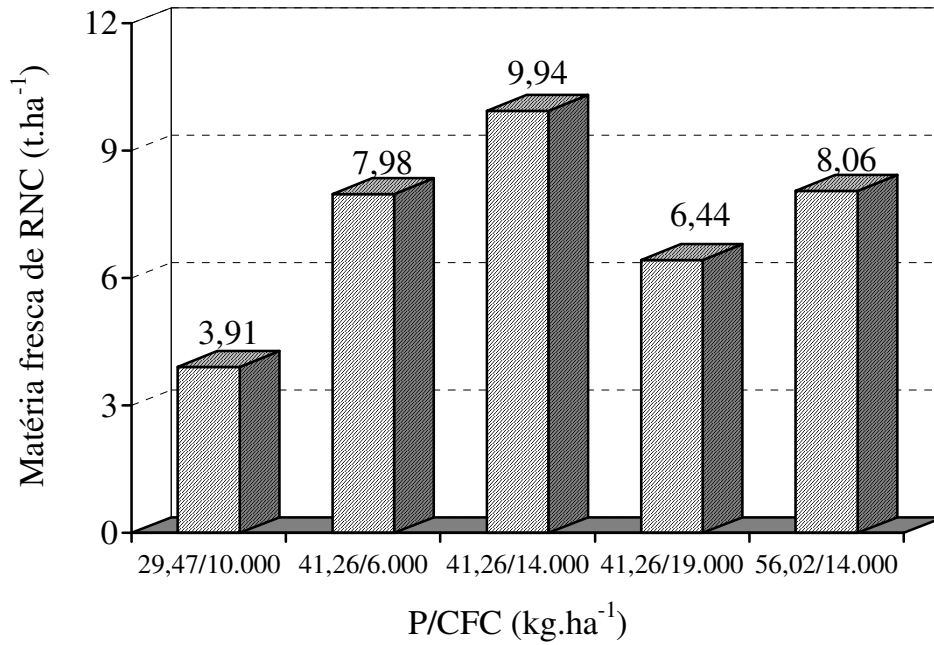
$$R^2 = 0,70$$

$$C.V. = 75,34\%$$

FIGURA 8. Produção de matéria fresca de raízes não-comercializáveis (RNC) da cenoura 'Brasília', colhidas aos 105 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC). Dourados, UFMS, 1998.

O efeito do P na diminuição da produção de raízes não-comercializáveis para as colheitas realizadas aos 90 e 105 dias após a semeadura ocorreu possivelmente por ser o nutriente que tem maior efeito sobre a capacidade fotossintética das plantas e sobre o formato das raízes de cenoura e, na sua deficiência, as plantas tendem a apresentar desenvolvimento anormal (EMBRAPA, 1997), resultando na produção de raízes muito pequenas, deformadas, rachadas, bifurcadas e/ou com coloração desuniforme, que são classificadas como refugos ou não-comercializáveis. Os resultados obtidos concordam com os de Araújo *et al.* (1982) que, avaliando os efeitos de doses crescentes de nitrogênio (0,5 a 2,5 t.ha⁻¹ de uréia), fósforo (0,1 a 0,5 t.ha⁻¹ de superfosfato simples), potássio (0,1 a 0,5 t.ha⁻¹ de KCl) e esterco de galinha (20 a 100 t.ha⁻¹), em solo sílico-argiloso de baixa fertilidade, sobre a produção da cenoura ‘Nova Kuroda’, concluíram que a produção de raízes do tipo refugo foram maiores para o tratamento que não recebeu nenhum tipo de adubação, especialmente a fosfatada.

Semelhante ao observado para produção de matéria fresca de raízes comercializáveis aos 120 dias após a semeadura (Figura 6), não houve ajuste dos dados para os modelos testados da matéria fresca de raízes não-comercializáveis (Figura 9), em relação às doses de P e de CFC utilizadas. Apesar disso, pôde-se observar que a maior produção de raízes não-comercializáveis foi obtida quando utilizaram-se 41,26/14.000 e a menor, 29,47/10.000 e 17,68/14.000 kg.ha⁻¹ de P/CFC. De acordo com esses resultados e aqueles obtidos para a produção de raízes comercializáveis (Figura 6), constatou-se que a utilização de doses intermediárias de P e de CFC foram as mais adequadas para a obtenção de elevadas produções de raízes comercializáveis e menores quantidades de não-comercializáveis aos 120 dias após a semeadura.



C.V. = 78,09%

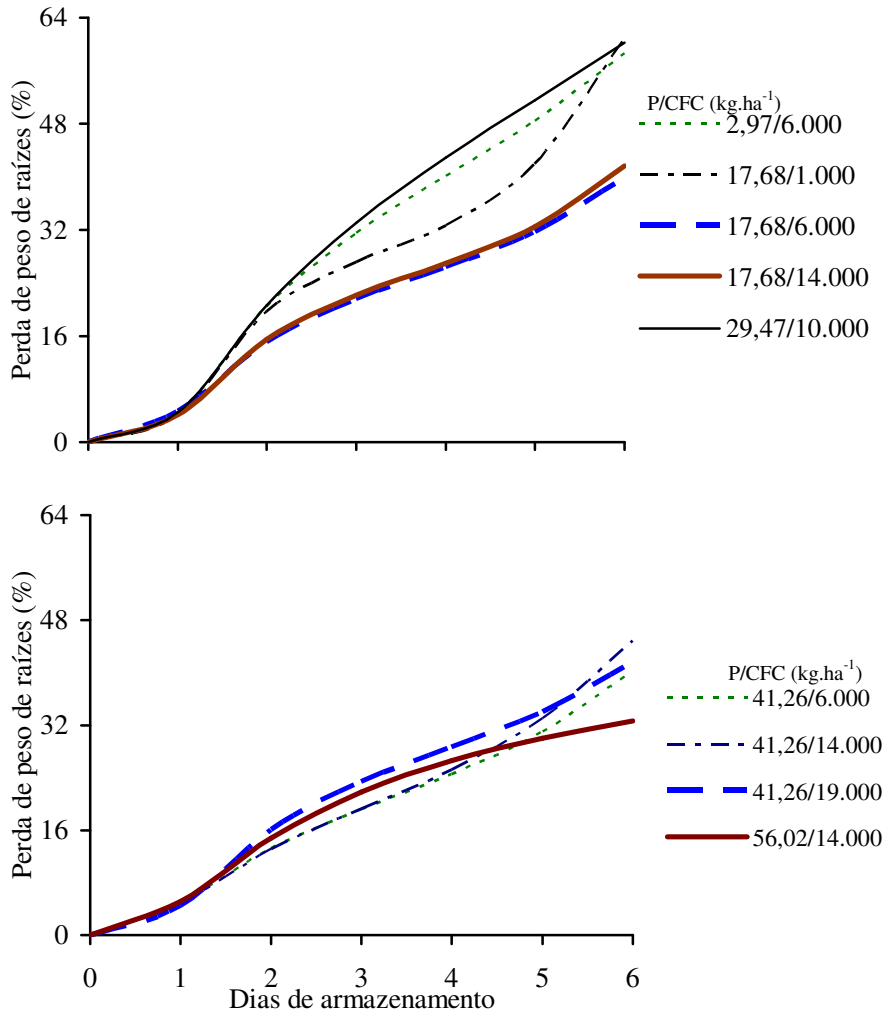
FIGURA 9. Produção de matéria fresca de raízes não comercializáveis (RNC) da cenoura 'Brasília', colhidas aos 120 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC). Dourados, UFMS, 1998.

As produções das matérias frescas de raízes não-comercializáveis e comercializáveis aumentaram à medida que o ciclo da cultura aumentou dos 90 (Figuras 4 e 7) até os 120 dias (Figuras 6 e 9) após a semeadura e foram inversas às observadas para matérias frescas de folhas (Figuras 1 e 3), indicando que houve translocação dos fotossintatos das folhas para as raízes. Isso corrobora as hipóteses de que o ponto de colheita pode influenciar a produção de cenoura (Freire *et al.*, 1984) e que as folhas e os pecíolos são locais de armazenamento temporário de fotossintatos e, à medida que aumenta a senescência das folhas, há translocação para as raízes (Hashad *et al.*, 1956; Heredia Z., 1988). Também mostra que, embora a planta inteira seja autotrófica, seus órgãos individuais são heterotróficos, dependendo uns dos outros para obter nutrientes e fotossintatos (Strauss, 1983).

4.2. Perda de peso pós-colheita de raízes da cenoura 'Brasília', em seis dias de armazenamento, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte semi-decomposta (CFC)

As perdas de peso das raízes de plantas de cenoura colhidas aos 90 dias após a semeadura tiveram efeito linear e com taxas dependentes das doses de P e de CFC de corte incorporadas ao solo (Figura 10). Do primeiro para o segundo dia de armazenamento, as menores variações de perdas de peso das raízes foram de 8,17% para as provenientes de plantas cultivadas em solo que havia recebido 41,26 kg.ha⁻¹ de P e 14.000 kg.ha⁻¹ de CFC (Figura 10), sendo 97,55% menor em relação àquelas provenientes de plantas cultivadas com 29,47 kg.ha⁻¹ de P e 10.000 kg.ha⁻¹ de CFC. Esses resultados permitem levantar a hipótese de que o aumento nas doses de fósforo aplicadas no solo proporcionou melhor balanço nutricional nas plantas (Chitarra & Chitarra, 1990; Câmara, 1997), o que pode ter influenciado indiretamente as perdas de peso das raízes, ao diminuir o acúmulo de nitrogênio (Larcher, 1986), considerado indutor de menor vida pós-colheita

dos produtos (Chitarra & Chitarra, 1990). Essas observações são reforçadas pelos resultados obtidos por Vieira (1995), que encontrou teores decrescentes de nitrogênio e crescentes de fósforo em raízes de mandioquinha-salsa, com o aumento das doses de fósforo (de 4,3 até 81,7 kg.ha⁻¹ de P), aplicadas ao solo no início da cultura.



$$2,97/6.000 - \hat{Y}_1 = -18,5915 + 27,3942^{**} D - 4,7059^{**} D^2 + 0,380877^{**} D^3; R^2 = 0,95$$

$$17,68/1.000 - \hat{Y}_2 = -25,1448 + 38,1427^{**} D - 9,8286^{**} D^2 + 0,976701^{**} D^3; R^2 = 0,96$$

$$17,68/6.000 - \hat{Y}_3 = -12,1306 + 20,6801^{**} D - 4,28613^{*} D^2 + 0,380775^{*} D^3; R^2 = 0,97$$

$$17,68/14.000 - \hat{Y}_4 = -14,6549 + 23,4159^{**} D - 5,08407^{**} D^2 + 0,457639^{**} D^3; R^2 = 0,97$$

$$29,47/10.000 - \hat{Y}_5 = -16,7089 + 24,2178^{**} D - 3,19688^{*} D^2 + 0,21656^{*} D^3; R^2 = 0,96$$

$$41,26/6.000 - \hat{Y}_6 = -6,99209 + 14,5984^{**} D - 2,79568^{*} D^2 + 0,279143^{*} D^3; R^2 = 0,99$$

$$41,26/14.000 - \hat{Y}_7 = -7,52179 + 15,1979^{**} D - 3,1023^{**} D^2 + 0,33729^{*} D^3; R^2 = 0,99$$

$$41,26/19.000 - \hat{Y}_8 = -13,4552 + 21,864^{**} D - 4,27279^{*} D^2 + 0,359596^{*} D^3; R^2 = 0,97$$

$$56,02/14.000 - \hat{Y}_9 = -7,9654 + 15,0657^{**} D - 2,05084^{*} D^2 + 0,111099^{*} D^3; R^2 = 0,98$$

** e * Significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

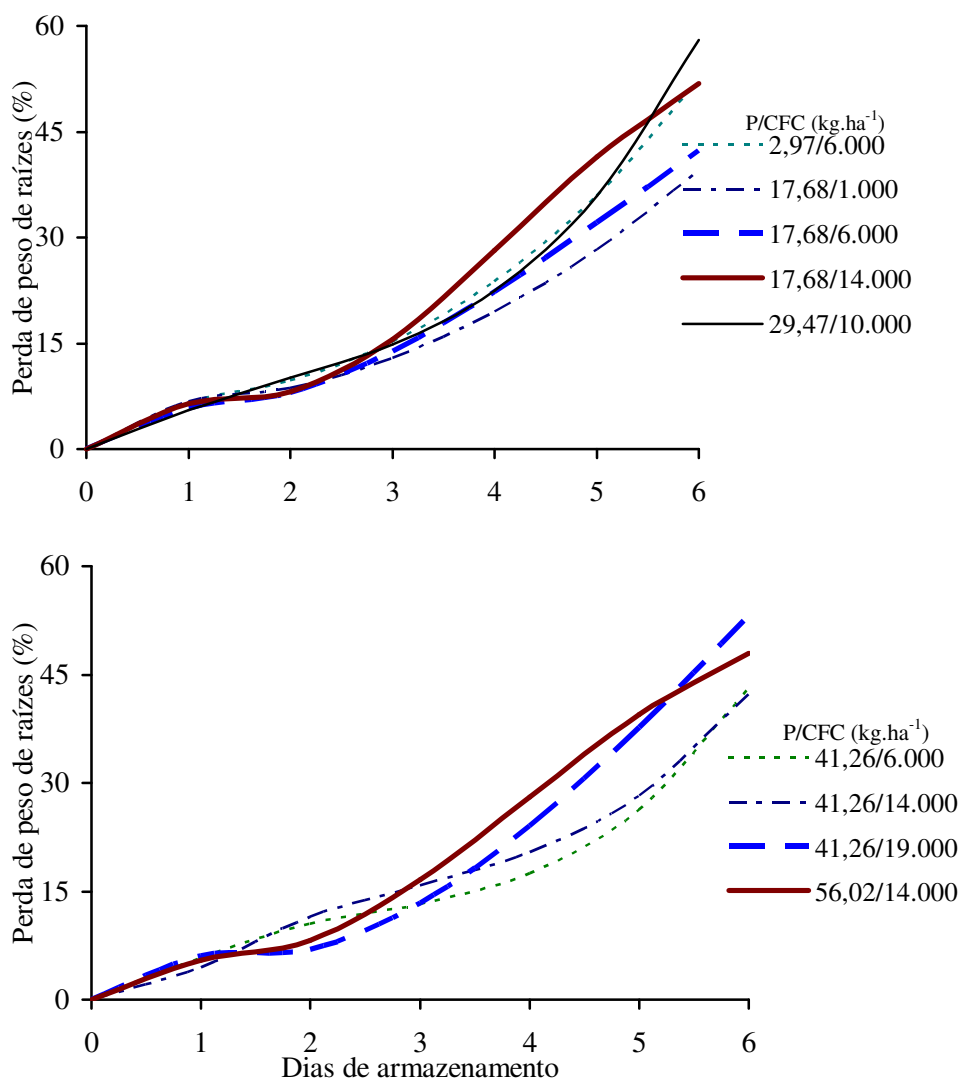
FIGURA 10. Perda de peso pós-colheita de raízes da cenoura ‘Brasília’, colhidas aos 90 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC). Dourados, UFMS, 1998.

Do terceiro até o quarto dia de armazenamento (Figura 10), o tratamento com 41,26 kg.ha⁻¹ de P e 14.000 kg.ha⁻¹ de CFC também possibilitou as menores perdas de peso das raízes em relação aos demais. A partir do quinto dia de armazenamento as raízes provenientes de plantas cultivadas com 56,02 kg.ha⁻¹ de P e 14.000 kg.ha⁻¹ de CFC apresentaram 32,60% de perda de peso, o que foi 86,66% menor em relação ao das raízes provenientes de plantas cultivadas em solo que havia recebido 17,68 kg.ha⁻¹ de P e 1.000 kg.ha⁻¹ de CFC, que foi a que apresentou maior perda (60,85%). Esse alto valor de perda de peso relaciona-se mais com a eliminação das raízes com murchamento nas pontas, do que com as prováveis perdas de água, tal como observado por Heredia Z. *et al.* (1999) em mandioquinha-salsa.

Quando observaram-se as perdas de peso das raízes provenientes de plantas cultivadas em solo que havia recebido 41,26 kg.ha⁻¹ de P e 19.000 kg.ha⁻¹ de CFC (Figura 10), constatou-se que essas altas doses, embora tenham proporcionado elevadas produções de matérias frescas de raízes comercializáveis (Figura 4), não favoreceram a menor perda de peso das raízes de cenoura. Isso provavelmente deveu-se à maior infiltração e retenção de água no solo promovida pelo aumento no teor de matéria orgânica (Kiehl, 1985) e, conseqüentemente, à maior absorção e ao acúmulo de água nas plantas cultivadas nesses solos e que após serem colhidas, suas raízes armazenadas em condições ambientes mais secas, perderiam mais água.

Para as perdas de peso das raízes de plantas de cenoura colhidas aos 105 dias após a semeadura, detectaram-se efeitos cúbicos e com taxas dependentes das doses de P e de CFC incorporadas ao solo (Figura 11). No primeiro dia de armazenamento a menor perda de peso foi de 4,51%, para as raízes de plantas cultivadas com 41,26 kg.ha⁻¹ de P e 14.000 kg.ha⁻¹ de CFC, sendo 16,64% menor em relação à perda de peso média (5,41%). No segundo dia de armazenamento, houve perdas entre 7,01% (41,26 kg.ha⁻¹ de P e 19.000 kg.ha⁻¹ de CFC) e 11,51% (41,26 kg.ha⁻¹ de P e 14.000 kg.ha⁻¹ de CFC) e que foram menores em relação às perdas das raízes de plantas colhidas aos 90 dias após a semeadura (Figura 10) e

isso pode ser devido ao fato dessas raízes encontrarem-se mais maduras e, provavelmente, com maior acúmulo de solutos, proporcionalmente ao de água, o que deve ter induzido menores taxas de respiração e transpiração após a colheita.



$$2,97/6.000 - \hat{Y}_1 = 5,17404 + 0,794129^{**} D + 0,538325^{**} D^2 + 0,106239^{*} D^3; R^2 = 0,99$$

$$17,68/1.000 - \hat{Y}_2 = 7,21313 - 1,55047^{**} D + 1,15399^{**} D^2 + 0,041938^{**} D^3; R^2 = 0,96$$

$$17,68/6.000 - \hat{Y}_3 = 8,16239 - 5,09143^{**} D + 2,87046^{*} D^2 - 0,178911^{*} D^3; R^2 = 0,98$$

$$17,68/14.000 - \hat{Y}_4 = 16,9664 - 17,297^{**} D + 7,36722^{**} D^2 - 0,585945^{**} D^3; R^2 = 0,97$$

$$29,47/10.000 - \hat{Y}_5 = -8,07162 + 16,3547^{**} D - 4,25956^{*} D^2 + 0,488294^{*} D^3; R^2 = 0,99$$

$$41,26/6.000 - \hat{Y}_6 = -3,82034 + 13,3187^{**} D - 4,15585^{*} D^2 + 0,539375^{*} D^3; R^2 = 1,00$$

$$41,26/14.000 - \hat{Y}_7 = -8,07162 + 16,3547^{**} D - 4,25956^{**} D^2 + 0,488294^{*} D^3; R^2 = 0,99$$

$$41,26/19.000 - \hat{Y}_8 = 11,8686 - 9,53565^{**} D + 3,96047^{*} D^2 - 0,204087^{*} D^3; R^2 = 0,97$$

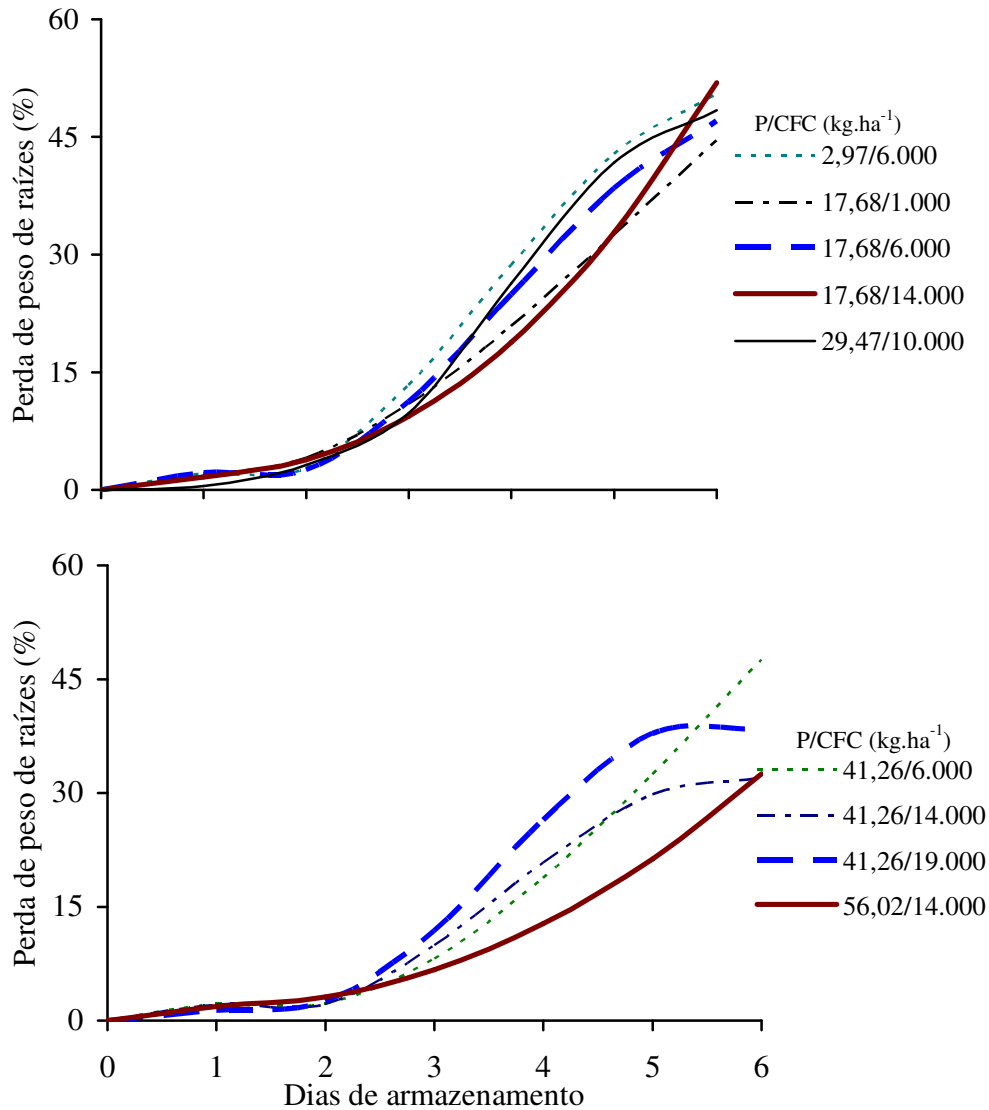
$$56,02/14.000 - \hat{Y}_9 = 11,4517 - 11,2642^{**} D + 5,77758^{*} D^2 - 0,480819^{*} D^3; R^2 = 0,99$$

** e * Significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

FIGURA 11. Perda de peso pós-colheita de raízes da cenoura ‘Brasília’, colhidas aos 105 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC). Dourados, UFMS, 1998.

Entre o terceiro e o quinto dia de armazenamento as doses de 41,26 kg.ha⁻¹ de P e 6.000 kg.ha⁻¹ de CFC incorporadas ao solo induziram as menores perdas de peso das raízes em relação às observadas com o uso de 17,68 kg.ha⁻¹ de P e 14.000 kg.ha⁻¹ de CFC (Figura 11). Embora esses tratamentos tenham resultado em produções de matéria fresca de raízes comercializáveis semelhantes (Figura 5), a utilização de menores doses de P e maiores de CFC podem ter favorecido o acúmulo de água no solo e maior absorção de água pelas plantas, proporcionando, conseqüentemente, maior porcentagem de água nas raízes, levando à redução no período de conservação pós-colheita, traduzido pelas maiores perdas de peso. No sexto dia de armazenamento, as doses de 41,26 kg.ha⁻¹ de P e 14.000 kg.ha⁻¹ de CFC incorporadas ao solo induziram as menores perdas de peso das raízes (42,18%), que foi 37,62% menor em relação às cultivadas com 29,47 kg.ha⁻¹ de P e 10.000 kg.ha⁻¹ de CFC (58,05%) e que também proporcionaram as maiores perdas de peso das raízes aos 90 dias após a semeadura juntamente com as raízes cultivadas com 2,97 kg.ha⁻¹ de P e 6.000 kg.ha⁻¹ de CFC (Figura 10).

As perdas de peso das raízes de plantas de cenoura colhidas aos 120 dias após a semeadura tiveram efeitos linear e quadrático (Figura 12), em função das doses de P e de CFC incorporadas ao solo. No primeiro dia de armazenamento, as raízes apresentaram perdas de peso média de 1,66% e que foram 61,03% e 69,32% menores em relação às observadas aos 90 (4,26%) e 105 (5,41%) dias após a semeadura, respectivamente (Figuras 10 e 11). Isso, provavelmente, teve relação com o maior peso médio (Quadro 2), menor relação superfície/volume e menor área para trocas de umidade e de gases (absorção de O₂ e liberação de CO₂, como efeito da transpiração e da respiração), contribuindo para a redução das perdas de peso (Wills *et al.*, 1981; Pinto *et al.*, 1984; Chitarra & Chitarra, 1990; Kays, 1991).



$$2,97/6.000 - \hat{Y}_1 = 16,9589 - 24,4241^{**} D + 10,4913^{**} D^2 - 0,914702^{*} D^3; R^2 = 0,95$$

$$17,68/1.000 - \hat{Y}_2 = 5,41121 - 7,08893^{**} D + 3,67518^{**} D^2 - 0,234583^{**} D^3; R^2 = 0,97$$

$$17,68/6.000 - \hat{Y}_3 = 17,116 - 23,2724^{**} D + 9,50371^{*} D^2 - 0,799099^{*} D^3; R^2 = 0,99$$

$$17,68/14.000 - \hat{Y}_4 = 2,17212 - 1,74562^{**} D + 1,08791^{**} D^2 + 0,0976662^{**} D^3; R^2 = 0,98$$

$$29,47/10.000 - \hat{Y}_5 = 28,1743 - 38,2299^{**} D + 14,4603^{*} D^2 - 1,25437^{*} D^3; R^2 = 0,98$$

$$41,26/6.000 - \hat{Y}_6 = 9,99853 - 12,0668^{**} D + 4,58885^{*} D^2 - 0,255547^{*} D^3; R^2 = 0,99$$

$$41,26/14.000 - \hat{Y}_7 = 15,0874 - 20,9969^{**} D + 8,88084^{**} D^2 - 0,818488^{*} D^3; R^2 = 0,98$$

$$41,26/19.000 - \hat{Y}_8 = 22,7003 - 32,187^{**} D + 13,2437^{*} D^2 - 1,24037^{*} D^3; R^2 = 0,97$$

$$56,02/14.000 - \hat{Y}_9 = 2,84095 - 2,08595^{**} D + 1,08743^{*} D^2 + 0,0140502^{*} D^3; R^2 = 0,99$$

** e * Significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

FIGURA 12. Perda de peso pós-colheita de raízes da cenoura 'Brasília', colhidas aos 120 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC). Dourados, UFMS, 1998.

Os resultados obtidos corroboram as citações de Apeland & Baugerod (1971), segundo os quais uma raiz de cenoura de 25 g apresentou perda de peso, em porcentagem, duas vezes maior do que uma com 100 g. Além disso, as raízes colhidas aos 120 dias após a semeadura devem ter tido menor teor de água, e isso pode ser devido ao fato de essas raízes encontrarem-se mais maduras e, provavelmente, com maior acúmulo de solutos, proporcionalmente ao de água, o que deve ter induzido menores taxas de respiração e transpiração após a colheita. em função do aumento da translocação dos fotossintatos das folhas para as raízes, dos 90 até os 120 dias após a semeadura, observado pela diminuição da produção da matéria fresca de folhas (Figuras 1, 2 e 3) e aumento da matéria fresca de raízes comercializáveis (Figuras 4, 5 e 6), favorecendo o acúmulo de solutos nas raízes. Esses resultados são coerentes com as citações de Chitarra & Chitarra (1990), para os quais o estágio de maturação em que as raízes são colhidas pode ser decisivo para a sua vida na prateleira e para seu potencial de armazenamento.

Do segundo para o terceiro dia de armazenamento (Figura 12) houve aumento significativo (232,39%) nas médias de perdas de peso das raízes, que passaram de 2,84% para 9,44%. Isso pode ter ocorrido devido ao aumento da temperatura média do ambiente (de 24°C para 27°C), favorecendo a perda de umidade pelas raízes e, provavelmente, o aumento na atividade respiratória e transpiratória. Esses resultados foram semelhantes aos de Apeland & Hoftun (1974), quando constataram que a porcentagem de perdas de peso de raízes de cenoura aumentou aproximadamente três vezes, pelo aumento da temperatura de 10°C para 25°C. A partir do terceiro dia de armazenamento, as perdas de peso das raízes colhidas aos 120 dias após a semeadura tiveram maior influência das doses de P e de CFC incorporadas ao solo, mostrando perdas de peso entre 6,75% (56,02/14.000 kg.ha⁻¹ de P/CFC) e 13,41% (2,97/6.000 kg.ha⁻¹ de P/CFC). Como o início da eliminação de raízes que apresentavam murcha aparente só foi efetivado a partir do quarto dia, então, o valor tolerável de perdas de peso em que as raízes de cenoura ainda apresentam condições de serem comercializadas pode estar acima dos 8%, valor tolerável relatado por Kays (1991).

As menores perdas de peso, para o último dia de armazenamento (6º dia), foi obtida de raízes provenientes de plantas cultivadas em solo que havia recebido 41,26 kg.ha⁻¹ de P e 14.000 kg.ha⁻¹ de CFC (32,02%), que foi 62,27% menor do que aquelas cultivadas com 17,68 kg.ha⁻¹ de P e 14.000 kg.ha⁻¹ de CFC (51,96%), confirmando a importância do P adicionado ao solo sobre a redução das perdas de peso das raízes da cenoura 'Brasília'.

As perdas de peso determinadas no primeiro dia de armazenamento para as raízes provenientes de todas as épocas de colheita podem ser atribuídas, principalmente, à perda de água nas raízes induzida pela interrupção da atividade metabólica após a retirada do solo; ao maior conteúdo de água na superfície externa e nos espaços intercelulares das raízes pela maior umidade do solo; ao aumento dos processos de respiração e transpiração, que são associados à resposta fisiológica dos tecidos às condições adversas do ambiente (Avelar Filho, 1997) e ao grau de maturidade das raízes. Isso porque plantas de cenoura com 90 dias de ciclo vegetativo teriam raízes menos maduras e com tendência a acumular mais água que solutos (Avelar Filho, 1988) e quando expostas ao armazenamento em condições ambientes, com baixa umidade relativa ($\pm 70\%$) ficaram sujeitas à rápida perda de água dos espaços intercelulares (Wills *et al.*, 1991).

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que foram conduzidos os experimentos, os resultados obtidos permitiram concluir que:

- A combinação de doses intermediárias de P e de CFC propiciaram as maiores produções de matérias frescas de raízes comercializáveis, principalmente aos 105 e 120 dias após a semeadura.

- As produções de matérias frescas de RNC tiveram resposta contrária às de RC para todas as épocas de colheita, em relação às doses de P e de CFC.

- Raízes provenientes de plantas cultivadas com altas doses de P e intermediárias de CFC, apresentaram menores perdas de peso no armazenamento com o aumento dos dias após a semeadura.

- O valor tolerável das perdas de peso pós-colheita foi maior que o apresentado na literatura.

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, 1991. 75p.
- APELAND, J. & BAUGEROD, H. Factors affecting weight loss in carrots. *Acta Horticulturae*, v.20, p.92-97, 1971.
- APELAND, J. & HOFTUN, H. Effects of temperature-regimes on carrots during storage. *Acta Horticulturae*, v.38, n.1, p.291-308, 1974.
- ARAÚJO, L. C. P. de; SANTOS, C. M. L.; LOPES, S. C. Influência de níveis crescentes da adubação organo-mineral na cultura da cenoura (*Daucus carota* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 22. Vitória, 1982. *Resumos...* Brasília, EMBRAPA-EMBRATER-SOB, 1982. p.318.
- AVELAR FILHO, J. A. de. Conservação e fisiologia pós-colheita da cenoura (*Daucus carota* L.) e da batata-baroa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft.). In: CASALI, V.W.D. (Coord.). *Seminários de Olericultura...* Viçosa: Imprensa Universitária, v.14, p.62-87, 1988.
- AVELAR FILHO, J. A. de. Manejo pós-colheita da mandioquinha-salsa. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.19, n.190, p.55-56, 1997.
- BAHIA FILHO, A. F. C.; VASCONCELLOS, C. A.; SANTOS, H. L. dos; FRANÇA, G. E. de. Cultura do milho. Nutrição e adubação do milho. EMPRESA BRASILEIRA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. *Articulação pesquisa-extensão*, 3, Brasília, 1983. p.55-58.

- BALBINO, J. M. S. Colheita, beneficiamento e armazenamento de cenoura (*Daucus carota* L.). In: HEREDIA, M. C. V. & CASALI, V. W. D. (coord.). Seminários de Olericultura. Viçosa: Imprensa Universitária, v.7, p.58-81, 1983.
- BARRON, E. A. V. & TORRENT, J. Organic matter delays but does not prevent phosphate sorption by cerrado soils from Brazil. *Soil Science*, v.159, n.3, p.207-211, 1995.
- BARRUFALDI, R.; VESSONI PENNA, T. C.; COLOMBO, A. J.; PITOMBO, R. N. Efeito do armazenamento em condições ambientes na qualidade de cenoura (*Daucus carota* L.). *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*, Campinas, v.3, n.2, p.155-160, 1983.
- 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. Plantio direto: pequena propriedade sustentável. Espécies para cobertura do solo. IAPAR-INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. *Circular*, 101, Londrina, 1998. p.65-94.
- CÂMARA, F. L. A. Nutrição mineral e adubação da mandioquinha-salsa. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.19, n.190, p.37-39, 1997.
- CAMARGO, L. S. *As hortaliças e seu cultivo*. Campinas: Fundação Cargill, 1992. 252p.
- CASALI, V. W. D.; PINTO, C. N. F.; PÁDUA, J. G. de. Origem botânica da cenoura. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.10, n.120, p.8-9, 1984.
- CHITARRA, M. I. F. & CARVALHO, V. D. de. Cenoura: qualidade e industrialização. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.10, n.120, p.73-75, 1984.
- CHITARRA, M. I. F. & CHITARRA, A. B. *Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio*. Lavras: ESAL-FAEPE, 1990. 320p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Cultivo da cenoura (*Daucus carota* L.): *Instruções Técnicas*. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças, Brasília. (Série instruções técnicas), 1997. 20p.
- ERNANI, P. R. & GIANELLO, C. Diminuição do alumínio trocável do solo pela incorporação de esterco de bovinos e camas de aviário. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.7, n.2, p.161-165, 1983.

- FILGUEIRA, F. A. R. *Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. 451p.
- FINGER, F. L. & PIUATTI, M. Efeito da época da toaleta sobre a “cura” e o armazenamento de bulbos de alho. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.12, n.2, p.166-168, 1994.
- FLÜGGE, V. I.; FREISL, M.; HELDT, H. W. Balance between metabolite accumulation and transport in relation to photosynthesis by isolated spinach chloroplasts. *Plant Physiology*, v.65, p.574-577, 1980.
- FORNASIERI FILHO, D. *A cultura do milho*. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 273p.
- FREIRE, F. L. de B.; VIEIRA, G. S.; DUARTE, R. M. M. Colheita, classificação e embalagem da cenoura e mandioquinha-salsa. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.10, n.120, p.57-59, 1984.
- GIANELLO, C. & ERNANI, P. R. Rendimento de matéria seca de milho e alterações na composição química do solo pela incorporação de quantidades crescentes de cama-de-frango, em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 7, n.3, p.285-290, 1983.
- GOMES, J. M. *Sistema para análises estatísticas e genéticas (SAEG)*. Viçosa: Central de Processamento de Dados, UFV, 1992. 100p.
- HASHAD, M. N.; STINO, K. R.; EL-HINNAMY, S. I. Transformation and translocation of carbohydrates in taro plants during growth. *Annals of Agricultural Sciences*, Cairo, v.1, n.1, p.261-267, 1956.
- HEREDIA Z., N. A. *Curvas de crescimento de inhame (Colocasia esculenta (L.) Schott), considerando cinco populações, em solo seco e alagado*. Viçosa: UFV, 1988. 95p. (Tese de Doutorado).
- HEREDIA Z., N. A.; VIEIRA, M. C.; ARAUJO, C. Perdas de peso no armazenamento de raízes de mandioquinha-salsa ‘Amarela de Carandaí’, em função do efeito de tratamentos no cultivo e após a colheita. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras-UFLA, 1999. (No prelo).
- HOLE, C. C. & SCAIFE, A. An analysis of the growth response of carrot seedlings to deficiency in some mineral nutrients. *Plant and Soil*, v.150, p.147-156, 1993.
- JACKSON, M. L. *Análisis químico de suelos*. 3 ed. Barcelona: Ediciones Omega, 1976. 662p.

- KAYS, S. J. *Postharvest physiology of perishable plant products*. New York: AVI Book, 1991. 532p.
- KIEHL, E. J. *Fertilizantes orgânicos*. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.
- KIEHL, E. J. *Fertilizantes orgânominerais*. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1993. 189p.
- LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1986. 319p.
- LOPES, A. S. *Solos sob cerrado. Características, propriedades e manejo*. 2.ed. Piracicaba: Potafós, 1984. 162p.
- MALAVOLTA, E. *Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1976. 528p.
- MARSCHNER, H. *Mineral Nutrition of Higher plants*. San Diego, Academic Press, 1986. 674 p.
- MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de planejamento e coordenação geral. *Atlas Multireferencial*. Campo Grande, 1990. 28p.
- MATOS, F. A. C. de. *Adubação nitrogenada e fosfatada de cenoura cv. Brasília*. Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1991, 63p. (Tese de Mestrado).
- MEDEIROS, R. S. de; ARAÚJO, J. C.; DUARTE, J. M.; LEÃO, A. B.; DANTAS, J. P. Níveis crescentes de nitrogênio, fósforo, potássio e efeito de micronutrientes sobre a produção de cenoura. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21. Petrolina, 1994. *Anais...* Piracicaba, SBCS, p.380-381, 1994.
- MEDINA, P. V. L. Recomendações sobre produtos colhidos. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.9, n.98, p.49-52, 1983.
- MESQUITA FILHO, M. V. de; CRISÓSTOMO, L. A.; SILVA, T. G. Rendimento de cenoura em função da aplicação de nitrogênio e fósforo em solo de cerrado. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.3, n.2, p.39-40, 1985.
- MINAMI, K. & CARNEIRO, I. F. *Cultura da cenoura*. Piracicaba: ESALQ, 1981. 58p.

- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Diagnóstico da produção e do abastecimento de hortigranjeiros, produtos agroindustriais e pescado no Estado de Mato Grosso do Sul. Brasília, 1998. 334p.
- MÜLLER, J. J. V. Aspectos do armazenamento de cenoura (*Daucus carota* L.). In: MÜLLER, J. J. V. & CASALI, V. W. D. (ed.). Seminários de Olericultura. Viçosa: Imprensa Universitária, v.5, p.01-25, 1982.
- NAHAS, E. *Ciclo do fósforo: transformações microbianas*. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 67p.
- NOGUEIRA, F. D.; FONTES, P. C. R.; PAULA, M. B. de. Solo, nutrição e adubação da cenoura e mandioquinha-salsa. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.10, n.120, p.28-32, 1984.
- PEÑA, R. P. *Rendimento, qualidade e conservação de cenoura (Daucus carota L.) sob adubação mineral, orgânica e biodinâmica*. Botucatu: UNESP, 1996. 93p. (Tese de Mestrado).
- PINTO, C. N. F.; SEDIYAMA, M. A. N.; CASALI, V. W. D. Manejo pós-colheita da cenoura. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.10, n.120, p.65-69, 1984.
- RAIJ, B. van. *Avaliação da fertilidade do solo*. Piracicaba: Potafós, 1983. 142p.
- RAO, I. M.; FREDEEN, A. L.; TERRY, N. Leaf phosphate status, photosynthesis, and carbon partitioning in sugar beet. III. Diurnal changes in carbon partitioning and carbon export. *Plant Physiology*, v.92, p.29-36, 1990.
- RIBEIRO, R. A. *Produção e conservação da cenoura 'Brasília', considerando espaçamento no campo e armazenamento de raízes e plantas*. Dourados: UFMS, 1998. 36p. (Tese de Mestrado).
- RODRIGUES, E. T. *Seleção de cultivares de alface (Lactuca sativa L.) para cultivo com composto orgânico*. Viçosa: UFV, 1995. 164p. (Tese de Doutorado).
- SILVA JÚNIOR, J. P. da & SIQUEIRA, J. O. Aplicação de morfologia 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.
- SONNENBERG, P. E. *Olericultura especial*. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 1985. 188p.

- STRAUSS, M. S. Anatomy and morphology of taro: *Colocasia esculenta* (L.) Schott. In; WANG, J. K. *Taro: a review of Colocasia esculenta and its potential*. Honolulu, University of Hawaii Press, p.21-23, 1983.
- TAIZ, L. & ZEIGER, E. *Plant Physiology*. New York: The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc., 1991. 559p.
- TURRENT F., A. & LAIRD, R. J. La matriz experimental Plan Puebla, para ensayos sobre prácticas de producción de cultivos. *Agrociência*, v.19, p.117-143, 1975.
- VETTORI, L. Métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. 24p. (*Boletim técnico*, 7).
- VIEIRA, M. C. *Absorção, translocação e metabolismo de fósforo em plantas superiores*. Viçosa: UFV, 1992. 65p. (Mimeografado).
- VIEIRA, M. C. *Avaliação do crescimento e da produção de clones e efeito de resíduo orgânico e de fósforo em mandioquinha-salsa no Estado de Mato Grosso do Sul*. Viçosa: UFV, 1995. 146p. (Tese de Doutorado).
- VIEIRA, M. C.; HEREDIA, N. A. Z.; RIBEIRO, R. A. Crescimento e produção de cenoura, considerando cama de aviário semi-decomposta, incorporada e em cobertura, em Dourados-MS. *SOB Informa*, Rio de Janeiro, v.15, n.1, p.17-19, 1996.
- VIEIRA, M. C.; HEREDIA, N. A. Z.; CASALI, V. W. D. Efeito de cama de aviário e fósforo sobre a produção de mandioquinha-salsa, clone BGH 6313. *SOB Informa*, Rio de Janeiro, v.16, n.1, p.17-19, 1997.
- WILLS, R.H.E.; LEE, T.H.; GRAHAM, D.; MACGLASSON, W.B.; HALL, E.G. *Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables*. Westport: AVI, 1981. 163p.

APÊNDICES

QUADRO 1. Análise de variância da regressão de matéria fresca de folhas da cenoura 'Brasília', colhidas aos 90 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC), segundo os modelos quadrático e quadrático base raiz quadrada dentro da Matriz Plan Puebla III

Efeito Quadrático para o Modelo em Virtude da Regressão	Para o efeito						
	GL	SQ	Efeito	GL	QM	F	Fc ^{1/}
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2, CFC^2, PCFC)$	5	8,39	PCFC	1	0,04	0,04	0,04
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2, CFC^2)$	4	8,35	CFC ²	1	3,50	3,32°	1,13
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2)$	3	4,85	P ²	1	0,07	0,07	0,05
$\hat{Y} = f(P, CFC)$	2	4,78	CFC	1	0,94	0,89	4,12°
$\hat{Y} = f(P)$	1	3,84	P	1	0,15	0,14	0,74
IR ^{2/}	3	3,69	IR ^{2/}	3	1,23		
Tratamentos	(8)	(48,32)	Trat.	(8)			
Erro	24	101,24/4	Erro	24	1,05		

$$R^2 = 0,39$$

Efeito Quadrático Base Raiz Quadrada para o Modelo em Virtude da Regressão	Para o efeito						
	GL	SQ	Efeito	GL	QM	F	Fc ^{1/}
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P, CFC, \sqrt{P}\sqrt{CFC})$	5	9,99	$\sqrt{P}\sqrt{CFC}$	1	0,03	0,03	0,03
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P, CFC)$	4	9,96	CFC	1	3,83	3,63°	1,69
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P)$	3	6,13	P	1	0,09	0,09	0,27
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC})$	2	6,04	\sqrt{CFC}	1	2,08	1,97	3,57°
$\hat{Y} = f(\sqrt{P})$	1	3,96	\sqrt{P}	1	3,94	3,74°	0,60
IR ^{2/}	3	2,09	IR ^{2/}	3	0,70	0,66	
Tratamentos	(8)	(48,32)	Trat.	(8)			
Erro	24	101,24/4	Erro	24	1,05		

$$R^2 = 0,50$$

^{1/} F corrigido em função do resíduo, usando t calculado pelo SAEG.

^{2/} Independente da regressão.

° Significativo a 10% de probabilidade, pelo teste F.

QUADRO 2. Análise de variância da regressão de matéria fresca de folhas da cenoura 'Brasília', colhidas aos 105 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC), segundo os modelos quadrático e quadrático base raiz quadrada dentro da Matriz Plan Puebla III

Efeito Quadrático para o Modelo em Virtude da Regressão	Para o efeito						
	GL	SQ	Efeito	GL	QM	F	Fc ^{1/}
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2, CFC^2, PCFC)$	5	8,71	PCFC	1	0,89	0,61	0,61
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2, CFC^2)$	4	7,82	CFC ²	1	1,66	1,13	1,66
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2)$	3	6,16	P ²	1	0,29	0,19	0,17
$\hat{Y} = f(P, CFC)$	2	5,87	CFC	1	0,41	0,28	1,25
$\hat{Y} = f(P)$	1	5,47	P	1	5,47	3,73	4,51*
IR ^{2/}	3	1,73	IR ^{2/}	3	0,58		
Tratamentos	(8)	(41,74)	Trat.	(8)			
Erro	24	140,79/4	Erro	24	1,47		

$$R^2 = 0,19$$

Efeito Quadrático Base Raiz Quadrada para o Modelo em Virtude da Regressão	Para o efeito						
	GL	SQ	Efeito	GL	QM	F	Fc ^{1/}
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P, CFC, \sqrt{P}\sqrt{CFC})$	5	8,61	$\sqrt{P}\sqrt{CFC}$	1	1,19	0,81	0,81
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P, CFC)$	4	7,42	CFC ²	1	1,09	0,74	1,54
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P)$	3	6,33	P ²	1	0,14	0,09	0,99
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC})$	2	6,19	\sqrt{CFC}	1	0,66	0,452	0,26
$\hat{Y} = f(\sqrt{P})$	1	5,52	\sqrt{P}	1	6,19	4,22	0,12
IR ^{2/}	3	1,83	IR ^{2/}	3	0,61		
Tratamentos	(8)	(41,74)	Trat.	(8)			
Erro	24	140,79/4	Erro	24	1,47		

$$R^2 = 0,16$$

^{1/} F corrigido em função do resíduo, usando t calculado pelo SAEG.

^{2/} Independente da regressão.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

QUADRO 3. Análise de variância da regressão de matéria fresca de folhas da cenoura 'Brasília', colhidas aos 120 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC), segundo os modelos quadrático e quadrático base raiz quadrada dentro da Matriz Plan Puebla III

Efeito Quadrático para o Modelo em Virtude da Regressão	Para o efeito						
	GL	SQ	Efeito	GL	QM	F	Fc ^{1/}
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2, CFC^2, PCFC)$	5	2,58	PCFC	1	1,77	2,41	2,41
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2, CFC^2)$	4	0,81	CFC ²	1	0,19	0,26	2,26
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2)$	3	0,61	P ²	1	0,42	0,57	2,93 ^o
$\hat{Y} = f(P, CFC)$	2	0,19	CFC	1	0,09	0,12	0,08
$\hat{Y} = f(P)$	1	0,10	P	1	0,10	0,14	0,70
IR ^{2/}	3	0,69	IR ^{2/}	3	0,23		
Tratamentos	(8)	(13,04)	Trat.	(8)			
Erro	24	70,55/4	Erro	24	0,73		

$$R^2 = 0,52$$

Efeito Quadrático Base Raiz Quadrada para o Modelo em Virtude da Regressão	Para o efeito						
	GL	SQ	Efeito	GL	QM	F	Fc ^{1/}
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P, CFC, \sqrt{P}\sqrt{CFC})$	5	2,07	$\sqrt{P}\sqrt{CFC}$	1	1,44	1,95	1,95
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P, CFC)$	4	0,64	CFC	1	0,13	0,18	1,85
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P)$	3	0,51	P	1	0,22	0,31	2,20
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC})$	2	0,28	\sqrt{CFC}	1	0,09	0,13	0,08
$\hat{Y} = f(\sqrt{P})$	1	0,19	\sqrt{P}	1	0,19	0,26	0,005
IR ^{2/}	3	1,19	IR ^{2/}	3	0,40		
Tratamentos	(8)	(13,04)	Trat.	(8)			
Erro	24	70,55/4	Erro	24	0,73		

$$R^2 = 0,53$$

^{1/} F corrigido em função do resíduo, usando t calculado pelo SAEG.

^{2/} Independente da regressão.

^o Significativo a 10% de probabilidade, pelo teste F.

QUADRO 4. Análise de variância da regressão de matéria fresca de raízes comercializáveis da cenoura 'Brasília', colhidas aos 90 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC), segundo os modelos quadrático e quadrático base raiz quadrada dentro da Matriz Plan Puebla III

Efeito Quadrático para o Modelo em Virtude da Regressão	Para o efeito						
	GL	SQ	Efeito	GL	QM	F	Fc ^{1/}
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2, CFC^2, PCFC)$	5	44,50	PCFC	1	3,48	1,12	1,12
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2, CFC^2)$	4	41,02	CFC ²	1	3,30	1,06	2,18
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2)$	3	37,70	P ²	1	0,00	0,001	0,79
$\hat{Y} = f(P, CFC)$	2	37,70	CFC	1	2,52	0,81	1,40
$\hat{Y} = f(P)$	1	35,18	P	1	35,10	11,30**	0,57
IR ^{2/}	3	9,46	IR ^{2/}	3	3,15		
Tratamentos	(8)	(215,84)	Trat.	(8)			
Erro	24	298,16/4	Erro	24	3,11		

$$R^2 = 0,76$$

Efeito Quadrático Base Raiz Quadrada para o Modelo em Virtude da Regressão	Para o efeito						
	GL	SQ	Efeito	GL	QM	F	Fc ^{1/}
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P, CFC, \sqrt{P}\sqrt{CFC})$	5	49,87	$\sqrt{P}\sqrt{CFC}$	1	6,04	1,94	1,95
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P, CFC)$	4	43,83	CFC	1	4,17	1,34	3,29 ^o
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P)$	3	39,64	P	1	0,32	0,10	1,07
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC})$	2	39,32	\sqrt{CFC}	1	5,33	1,72	0,42
$\hat{Y} = f(\sqrt{P})$	1	33,99	\sqrt{P}	1	33,91	10,92	0,04
IR ^{2/}	3	4,08	IR ^{2/}	3	1,36		
Tratamentos	(8)	(215,84)	Trat.	(8)			
Erro	24	298,16/4	Erro	24	3,11		

$$R^2 = 0,81$$

^{1/} F corrigido em função do resíduo, usando t calculado pelo SAEG.

^{2/} Independente da regressão.

^o Significativo a 10 de probabilidade, pelo teste F.

QUADRO 5. Análise de variância da regressão de matéria fresca de raízes comercializáveis da cenoura 'Brasília', colhidas aos 105 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC), segundo os modelos quadrático e quadrático base raiz quadrada dentro da Matriz Plan Puebla III

Efeito Quadrático para o Modelo em Virtude da Regressão	Para o efeito						
	GL	SQ	Efeito	GL	QM	F	Fc ^{1/}
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2, CFC^2, PCFC)$	5	71,46	PCFC	1	37,81	5,87	5,87*
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2, CFC^2)$	4	33,65	CFC ²	1	1,01	0,16	4,32*
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2)$	3	32,65	P ²	1	13,57	2,11	7,88**
$\hat{Y} = f(P, CFC)$	2	19,08	CFC	1	3,15	0,49	0,18
$\hat{Y} = f(P)$	1	15,93	P	1	15,93	2,47	2,35
IR ^{2/}	3	4,58	IR ^{2/}	3	1,53		
Tratamentos	(8)	(304,16)	Trat.	(8)			
Erro	24	618,24/4	Erro	24	6,44		

R² = 0,94

Efeito Quadrático Base Raiz Quadrada para o Modelo em Virtude da Regressão	Para o efeito						
	GL	SQ	Efeito	GL	QM	F	Fc ^{1/}
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P, CFC, \sqrt{P}\sqrt{CFC})$	5	66,47	$\sqrt{P}\sqrt{CFC}$	1	36,17	5,62	5,62*
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P, CFC)$	4	30,30	CFC ²	1	0,95	0,15	4,42*
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P)$	3	29,35	P ²	1	6,42	1,00	6,32*
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC})$	2	22,93	\sqrt{CFC}	1	2,84	0,44	0,27
$\hat{Y} = f(\sqrt{P})$	1	20,09	\sqrt{P}	1	20,09	3,12	0,02
IR ^{2/}	3	9,57	IR ^{2/}	3	3,19		
Tratamentos	(8)	(304,16)	Trat.	(8)			
Erro	24	618,24/4	Erro	24	6,44		

R² = 0,87

^{1/} F corrigido em função do resíduo, usando t calculado pelo SAEG.

^{2/} Independente da regressão.

* e ** Significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

QUADRO 6. Análise de variância da regressão de matéria fresca de raízes comercializáveis da cenoura 'Brasília', colhidas aos 120 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC), segundo os modelos quadrático e quadrático base raiz quadrada dentro da Matriz Plan Puebla III

Efeito Quadrático para o Modelo Em Virtude da Regressão	Para o efeito						
	GL	SQ	Efeito	GL	QM	F	Fc ^{1/}
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2, CFC^2, PCFC)$	5	55,82	PCFC	1	27,07	1,67	1,67
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2, CFC^2)$	4	28,75	CFC ²	1	0,35	0,02	1,14
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2)$	3	28,40	P ²	1	17,22	1,06	0,10
$\hat{Y} = f(P, CFC)$	2	11,53	CFC	1	3,06	0,19	0,01
$\hat{Y} = f(P)$	1	8,46	P	1	8,46	0,52	1,28
IR ^{2/}	3	13,17	IR ^{2/}	3	4,39		
Tratamentos	(8)	(275,94)	Trat.	(8)			
Erro	24	1554,57/4	Erro	24	16,19		

Efeito Quadrático Base Raiz Quadrado para o Modelo em Virtude da Regressão	Para o efeito						
	GL	SQ	Efeito	GL	QM	F	Fc ^{1/}
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P, CFC, \sqrt{P}\sqrt{CFC})$	5	52,67	$\sqrt{P}\sqrt{CFC}$	1	29,66	1,83	1,83
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P, CFC)$	4	23,00	CFC ²	1	0,36	0,02	1,34
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P)$	3	22,64	P ²	1	9,02	0,56	0,40
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC})$	2	13,62	\sqrt{CFC}	1	1,42	0,09	0,31
$\hat{Y} = f(\sqrt{P})$	1	12,20	\sqrt{P}	1	12,20	0,75	1,72
IR ^{2/}	3	16,32	IR ^{2/}	3	5,44		
Tratamentos	(8)	(275,94)	Trat.	(8)			
Erro	24	1554,57/4	Erro	24	16,19		

^{1/} F corrigido em função do resíduo, usando t calculado pelo SAEG.

^{2/} Independente da regressão.

QUADRO 7. Análise de variância da regressão de matéria fresca de raízes não comercializáveis da cenoura 'Brasília', colhidas aos 90 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC), segundo os modelos quadrático e quadrático base raiz quadrada dentro da Matriz Plan Puebla III

Efeito Quadrático para o Modelo em Virtude da Regressão	Para o efeito						
	GL	SQ	Efeito	GL	QM	F	Fc ^{1/}
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2, CFC^2, PCFC)$	5	2,65	PCFC	1	1,13	2,48	2,48
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2, CFC^2)$	4	1,52	CFC ²	1	0,75	1,67	0,11
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2)$	3	0,77	P ²	1	0,13	0,30	1,95
$\hat{Y} = f(P, CFC)$	2	0,64	CFC	1	0,00	0,01	1,85
$\hat{Y} = f(P)$	1	0,63	P	1	0,63	1,39	0,26
IR ^{2/}	3	1,42	IR ^{2/}	3	0,48		
Tratamentos	(8)	(16,32)	Trat.	(8)			
Erro	24	43,63/4	Erro	24	0,45		

$$R^2 = 0,16$$

Efeito Quadrático Base Raiz Quadrada para o Modelo em Virtude da Regressão	Para o efeito						
	GL	SQ	Efeito	GL	QM	F	Fc ^{1/}
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P, CFC, \sqrt{P}\sqrt{CFC})$	5	3,06	$\sqrt{P}\sqrt{CFC}$	1	1,07	2,36	2,36
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P, CFC)$	4	1,98	CFC	1	0,95	2,09	0,10
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P)$	3	1,03	P	1	0,11	0,25	1,82
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC})$	2	0,92	\sqrt{CFC}	1	0,12	0,27	4,08 ^o
$\hat{Y} = f(\sqrt{P})$	1	0,80	\sqrt{P}	1	0,80	1,75	0,07
IR ^{2/}	3	1,02	IR ^{2/}	3	0,34		
Tratamentos	(8)	(16,32)	Trat.	(8)			
Erro	24	43,63/4	Erro	24	0,45		

$$R^2 = 0,23$$

^{1/}F corrigido em função do resíduo, usando t calculado pelo SAEG.

^{2/} Independente da regressão.

^o Significativo a 10% de probabilidade, pelo teste F.

QUADRO 8. Análise de variância da regressão de matéria fresca de raízes não comercializáveis da cenoura 'Brasília', colhidas aos 105 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC), segundo os modelos quadrático e quadrático base raiz quadrada dentro da Matriz Plan Puebla III

Efeito Quadrático para o Modelo em Virtude da Regressão	Para o efeito						
	GL	SQ	Efeito	GL	QM	F	Fc ^{1/}
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2, CFC^2, PCFC)$	5	4,98	PCFC	1	0,65	0,68	0,68
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2, CFC^2)$	4	4,33	CFC ²	1	1,91	2,00	4,88*
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2)$	3	2,41	P ²	1	0,37	0,38	0,13
$\hat{Y} = f(P, CFC)$	2	2,04	CFC	1	0,92	0,95	0,99
$\hat{Y} = f(P)$	1	1,13	P	1	1,13	1,18	0,0003
IR ^{2/}	3	1,23	IR ^{2/}	3	0,41		
Tratamentos	(8)	(24,84)	Trat.	(8)			
Erro	24	92,01/4	Erro	24	0,96		

$$R^2 = 0,70$$

Efeito Quadrático Base Raiz Quadrada para o Modelo em Virtude da Regressão	Para o efeito						
	GL	SQ	Efeito	GL	QM	F	Fc ^{1/}
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P, CFC, \sqrt{P}\sqrt{CFC})$	5	4,49	$\sqrt{P}\sqrt{CFC}$	1	0,34	0,35	0,36
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P, CFC)$	4	4,15	CFC ²	1	1,86	1,94	1,77
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P)$	3	2,29	P ²	1	1,29	1,33	0,005
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC})$	2	1,00	\sqrt{CFC}	1	0,22	0,22	0,65
$\hat{Y} = f(\sqrt{P})$	1	0,78	\sqrt{P}	1	0,78	0,82	0,57
IR ^{2/}	3	1,72	IR ^{2/}	3	0,57		
Tratamentos	(8)	(24,84)	Trat.	(8)			
Erro	24	92,01/4	Erro	24	0,96		

$$R^2 = 0,67$$

^{1/} F corrigido em função do resíduo, usando t calculado pelo SAEG.

^{2/} Independente da regressão.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

QUADRO 9. Análise de variância da regressão de matéria fresca de raízes não comercializáveis da cenoura 'Brasília', colhidas aos 120 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC), segundo os modelos quadrático e quadrático base raiz quadrada dentro da Matriz Plan Puebla III

Efeito Quadrático para o Modelo em Virtude da Regressão	Para o efeito						
	GL	SQ	Efeito	GL	QM	F	Fc ^{1/}
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2, CFC^2, PCFC)$	5	12,46	PCFC	1	1,60	0,23	0,23
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2, CFC^2)$	4	10,86	CFC ²	1	0,01	0,001	0,15
$\hat{Y} = f(P, CFC, P^2)$	3	10,85	P ²	1	3,94	0,57	0,02
$\hat{Y} = f(P, CFC)$	2	6,91	CFC	1	1,53	0,22	0,02
$\hat{Y} = f(P)$	1	5,38	P	1	5,38	0,78	0,19
IR ^{2/}	3	18,47	IR ^{2/}	3	6,16		
Tratamentos	(8)	(123,68)	Trat.	(8)			
Erro	24	658,52/4	Erro	24	6,86		

Efeito Quadrático Base Raiz Quadrada para o Modelo em Virtude da Regressão	Para o efeito						
	GL	SQ	Efeito	GL	QM	F	Fc ^{1/}
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P, CFC, \sqrt{P}\sqrt{CFC})$	5	14,78	$\sqrt{P}\sqrt{CFC}$	1	1,39	0,2	0,20
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P, CFC)$	4	13,39	CFC ²	1	0,32	0,05	0,24
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC}, P)$	3	13,07	P ²	1	9,50	1,39	0,11
$\hat{Y} = f(\sqrt{P}, \sqrt{CFC})$	2	3,57	\sqrt{CFC}	1	0,34	0,05	0,01
$\hat{Y} = f(\sqrt{P})$	1	3,23	\sqrt{P}	1	3,23	0,47	1,03
IR ^{2/}	3	16,14	IR ^{2/}	3	5,38		
Tratamentos	(8)	(123,68)	Trat.	(8)			
Erro	24	658,52/4	Erro	24	6,86		

^{1/} F corrigido em função do resíduo, usando t calculado pelo SAEG.

^{2/} Independente da regressão.

QUADRO 10. Análise de variância da regressão para as percentagens de perda de peso de raízes da cenoura 'Brasília', colhidas aos 90 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte (CFC). Dourados, UFMS, 1998

P/CFC (kg.ha ⁻¹)	Quadrados Médios			
	Linear	Quadrático	Cúbico	IR ^{I/}
17,68/6.000	760,959**	37,374**	49,626*	10,139
41,26/6.000	784,927**	166,572**	221,484**	2,354
17,68/14.000	847,032**	28,841*	38,213*	14,634
41,26/14.000	1005,740**	148,204**	197,594**	3,369
29,47/10.000	2076,197**	20,921*	28,091*	48,861
2,97/6.000	1883,382**	20,147*	26,930*	46,278
56,02/14.000	501,714**	40,529**	55,664*	5,829
17,68/1.000	1809,667**	21,389*	28,085*	42,143
41,26/19.000	854,074**	27,523*	36,717*	15,348

^{I/} Independente da regressão.

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

QUADRO 11. Análise de variância da regressão para as percentagens de perda de peso de raízes da cenoura 'Brasília', colhidas aos 105 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e de cama-de-frango de corte. Dourados, UFMS, 1998

P/CFC (kg.ha ⁻¹)	Quadrados Médios			
	Linear	Quadrático	Cúbico	IR ^{1/}
17,68/6.000	990,685**	47,128**	63,982*	10,121
41,26/6.000	803,046**	1425,227**	1987,693**	0,252
17,68/14.000	1674,401**	39,860**	53,688*	20,312
41,26/14.000	845,016**	78,393**	105,337**	5,21
29,47/10.000	1724,031**	243,711**	342,100**	3,172
2,97/6.000	1418,761**	120,822**	167,307**	5,449
56,02/14.000	1443,235**	74,414**	99,392**	9,564
17,68/1.000	1200,269**	22,464*	31,240*	24,602
41,26/19.000	1632,090**	25,850*	35,845*	29,183

^{1/} Independente da regressão.

* e ** Significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

QUADRO 12. Análise de variância da regressão para as percentagens de perda de peso de raízes da cenoura ‘Brasília’, colhidas aos 120 dias após a semeadura, considerando doses de fósforo (P) e cama-de-frango de corte (CFC). Dourados, UFMS, 1998

P/CFC (kg.ha ⁻¹)	Quadrados Médios			
	Linear	Quadrático	Cúbico	IR ^{1/}
17,68/6.000	1698,386**	91,056**	121,588**	9,072
41,26/6.000	1537,82**	102,780**	143,467**	6,821
17,68/14.000	1734,833**	40,046**	56,279*	19,628
41,26/14.000	846,847**	47,256**	61,502*	8,958
29,47/10.000	1951,558**	37,481**	49,449*	25,206
2,97/6.000	2033,971**	18,517*	24,537*	54,128
56,02/14.000	654,025**	180,592**	252,267**	1,653
17,68/1.000	1365,280**	27,631*	37,564*	23,713
41,26/19.000	1316,063**	26,343*	33,817*	24,945

^{1/} Independente da regressão.

* e ** Significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.