

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

**PRODUÇÃO DE CENOURA (*Daucus carota* L.) IRRIGADA SOB
DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO E SISTEMAS DE COLHEITA**

MANOEL MARCOS MARTINEZ
Engenheiro Agrônomo

Orientador: PROF. DR. TEODORICO ALVES SOBRINHO

**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
2001
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL**

**PRODUÇÃO DE CENOURA (*Daucus carota* L.) IRRIGADA SOB
DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO E SISTEMAS DE COLHEITA**

**MANOEL MARCOS MARTINEZ
Engenheiro Agrônomo**

**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
2001
AGRADECIMENTOS**

A Deus e Santa Maria, presentes em todos momentos, pela fé, energia da vida e perseverança concedidas.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul pela oportunidade oferecida para realização do Curso.

Ao professor Teodorico Alves Sobrinho, pela amizade, estímulo, orientação e rico convívio.

Às professoras Maria do Carmo Vieira e Marlene Estevão Marchetti pela dedicação na Coordenação do Curso, obsequiosa atenção, colaboração e assistência recebidas.

Aos professores Edson Rodrigues Talarico, Honório Roberto dos Santos e Paulo Eduardo Degrande pela especial atenção dispensada.

Aos professores José Oscar Novelino e Manoel Carlos Gonçalves pela singular amizade, colaboração e sugestões.

Ao M Sc. Eng^o Agrônomo Wilson Luiz de Miranda Finamori, amigo sempre presente, colaborador irrestrito em todas as fases de execução deste trabalho.

Aos colegas Patrícia Alves Moreira, Renata Barbosa Razuk e Clóvis Tolentino Júnior, pelo prazeroso convívio, apoio e colaboração.

Ao acadêmico Leonardo A. Alves pela ajuda na execução de experimentos.

Aos funcionários do Laboratório de Solos e da Horta do Núcleo Experimental de Ciências Agrárias da UFMS, pela colaboração.

À minha esposa e filhas, pelo amor, carinho compreensão e apoio em todas as horas.

À minha mãe, irmã, sogra e meu sogro, pela grandiosa ajuda, dedicação e afeto constantes.

Ao professor e amigo Medson Janer da Silva pela motivação, incentivo e acompanhamento constante, bem como por seu exemplo de vida.

Aos professores e amigos Marcio Antonio Portocarrero e José Resina Fernandes Júnior pelos gestos e atitudes constantes de apoio e incentivo.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

À minha esposa Edna

Às minhas filhas Mariana e Letícia

À minha mãe Iracema

À minha irmã Linete

Ao meu amigo Medson

Ao meu avô Antonio, hortelão que me
ensinou os primeiros passos desta jornada

DEDICO

BIOGRAFIA

MANOEL MARCOS MARTINEZ, filho de Manoel Martinez e Iracema Martinez, nasceu em São Paulo, no distrito rural do Butantã, em 14 de fevereiro de 1951.

Em 1975 iniciou o curso de Agronomia na Faculdade de Agronomia “Manoel Carlos Gonçalves”, onde se formou em 1978.

Em fevereiro de 1979 iniciou suas atividades como coordenador do Setor de Produção de Sementes e Mudanças Fiscalizadas da Empresa de Serviços Agropecuários de Mato Grosso do Sul – (Secretaria da Agricultura).

Em 1991 foi contratado pela empresa Visão Pesquisas Agropecuárias, para o desenvolvimento de produtos (herbicidas codificados) em lavouras de cana de açúcar.

A partir de 1994 trabalhou em usinas sucroalcooleiras, com o teste de produtos e novas variedades da cana e como Gerente Agrícola.

Em 1998 iniciou como professor na Universidade para o Desenvolvimento do Estado e Região do Pantanal.

Em 1999 iniciou o Curso de Mestrado em Produção Vegetal na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, concluindo em 2001.

Atualmente é professor de Olericultura no Departamento de Fitotecnia da Universidade Católica “Dom Bosco”.

SUMÁRIO

LISTAS DE QUADROS CAPÍTULO I.....	
LISTAS DE QUADROS CAPÍTULO I I.....	
LISTAS DE FIGURAS.....	
LISTA DE EQUAÇÕES E EXPRESSÕES.....	
RESUMO.....	
ABSTRACT.....	
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	
CAPÍTULO I.....	
AVALIAÇÃO DO EFEITO DE DOSES DE FÓSFORO E DO MANEJO DA	
IRRIGAÇÃO SOBRE A PRODUÇÃO DE CENOURA	
1. INTRODUÇÃO.....	
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	
2.1. Fósforo no solo e sua absorção pelas plantas.....	
2.2. Manejo de irrigação.....	
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	
3.1. Caracterização da área experimental e implantação da cultura.....	
3.2. Adubação fosfatada.....	
3.3. Manejo da irrigação.....	
3.4. Características de produção.....	
3.5. Delineamento experimental.....	
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	
4.1. Adubação fosfatada.....	
4.2. Manejo de irrigação.....	
5. CONCLUSÕES.....	
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO CAPÍTULO I.....	

CAPÍTULO I I.....	
AVALIAÇÃO DA COLHEITA SEMI-MECANIZADA NA CULTURA DA CENOURA	
1. INTRODUÇÃO.....	
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	
3.1. Caracterização da área experimental e implantação da cultura.....	
3.2. Características da máquina arrancadora.....	
3.3. Desempenho da máquina arrancadora na operação de colheita.....	
3.4. Desempenho operacional do conjunto trator-arrancadora.....	
3.5. Desempenho do sistema manual.....	
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	
4.1. Desempenho da máquina arrancadora na operação de colheita.....	
4.2. Desempenho operacional do conjunto trator-arrancadora.....	
4.3. Desempenho do sistema manual.....	
5. CONCLUSÕES.....	
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO CAPÍTULO I I.....	
7. APÊNDICE.....	

LISTA DE QUADROS DO CAPÍTULO I

QUADRO	PÁGINA
1. Características químicas da amostra de solo recolhida na área do experimento.....	22
2. Massa específica de solo (d_s) e de partículas (d_p) e porosidade total (p_t) da área experimental.....	23
3. Análise textural do solo da área experimental.....	23
4. Características hídricas da área experimental (tensão e umidade do solo).....	23
5. Classificação das cenouras quanto a diâmetro e comprimento.....	27
6. Características de produção avaliadas por parcela: Massa de raízes produzida (MRP); Massa raízes comerciais (MRC) e não comerciais (MNC); comprimento (CRC) e diâmetro (DRC) de raízes comerciais; e massa seca de raízes (MSR).....	28
7. Análise de variância Massa de raízes produzida (MRP); Massa raízes	29

comerciais (MRC) e não comerciais (MNC) e Comprimento (CRC).....	
8. Valores de umidade atual do solo; coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC); lâmina necessária e lâmina aplicada.....	32

LISTA DE QUADROS DO CAPÍTULO I I

QUADRO	PÁGINA
1. Resultados da avaliação do comportamento e do desempenho operacional do conjunto trator-arrancador.....	52
2. Resultados da avaliação do sistema manual de colheita em área de 11 m ²	54

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Esquema do minievaporímetro (MEv-UFMS).....	25
2. Massa de raízes produzidas e massa de raízes comerciais em função de doses de P_2O_5 indicada.....	31
3. Temperaturas máximas e mínimas no período de desenvolvimento dos experimentos.....	60 61 62
4. Umidade relativa no período de desenvolvimento dos experimentos..	63 64
5. Evaporação (mm) obtida na área dos experimentos entre o 44 ^o dia após a germinação e a colheita com o Mev-UFMS.....	
6. Mapa da área experimental para fósforo e manejo de irrigação.....	
7. Mapa da área experimental para colheita manual e semimecanizada	

LISTA DE EQUAÇÕES E EXPRESSÕES

	PÁGINA
1. Cálculo do Coeficiente de Uniformidade de Christensen (CUC).....	20
2. Cálculo dos percentuais de perdas de raízes durante a colheita semi mecanizada.....	49
3. Cálculo dos percentuais de danos causados às raízes durante a colheita mecanizada.....	49
4. Cálculo do percentual de patinagem das rodas motrizes do trator durante a colheita semi-mecanizada.....	50

RESUMO

MARTINEZ, Manoel Marcos., Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, julho de 2001. Produção de cenoura (*Daucus carota* L.) irrigada sob diferentes doses de fósforo e sistemas de colheita. Professor Orientador: Teodorico Alves Sobrinho.

Dois experimentos foram realizados no Núcleo Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (NCA) UFMS, em Dourados – MS, no período compreendido entre os meses de agosto e dezembro de 1999. Objetivou-se avaliar o efeito de doses de fósforo, o manejo da irrigação sobre a produção de cenoura para as condições edafoclimáticas de Dourados - MS e também obter informações sobre a colheita semimecanizada da cenoura e avaliar a eficiência de um arrancador de mandioca nessa operação.

Os fatores estudados foram: cinco níveis de fósforo, correspondentes a 0, 200, 400, 600 e 800 Kg de P_2O_5 ha^{-1} e o controle de uma lâmina de irrigação, bem como o arranquio semimecanizado da cultura de cenoura e o desempenho operacional do sistema de colheita semimecanizado, em comparação com o de colheita manual. A semeadura foi feita de forma direta e a colheita foi realizada aos 105 dias após a semeadura, quando foram avaliadas, em um dos experimentos, as produções de raízes longas, médias e curtas; massa de raízes; massa de raízes comerciais; massa de raízes não-comerciais; diâmetro do terço superior da raiz; comprimento de raiz e massa seca das raízes e no outro, o comportamento da máquina arrancadora; o desempenho operacional do conjunto trator-arrancadora; o desempenho da mão-de-obra na colheita e as perdas ocorridas. O delineamento experimental aplicado foi o de blocos casualizados, sendo um com cinco repetições internas no bloco, com os tratamentos, correspondentes a cinco doses de fósforo, dispostos em três blocos, totalizando 15 repetições por tratamento e 75 unidades experimentais e, outro, com três repetições tanto para a colheita semimecanizada como para a colheita manual.

As doses de fósforo influenciaram significativamente os fatores diâmetro de raízes e massa fresca de raízes, sendo que o ponto de máxima

produção de raízes produzidas e de raízes comerciais ocorreu com dosagens de 432 e 415 Kg de P_2O_5 ha^{-1} . A máquina arrancadora apresentou um bom desempenho operacional e de trabalho, resultando em índices de perdas inferiores aos encontrados na colheita manual. A colheita manual, feita por um operário braçal, apresentou um desempenho diário de 5,2% da área colhida por um arrancador.

ABSTRACT

Martinez, Manoel Marcos, Federal University of Mato Grosso do Sul, July 2001.
Quotation of doses of phosphorus and the crop systems in the carrot production (*Daucus carota L.*). Guide Teacher: Teodorico Alves Sobrinho.

Two experiments were accomplished at Experimental Nucleus of Agrarian Sciences – NCA of the Federal University of Mato Grosso do Sul – UFMS, in Dourados – MS, in the period comprehended from August to December, 1999, with the objective of evaluating the effects of quantity of phosphorus, the handle of irrigation about the carrot production to soil-weather conditions of Dourados – MS and obtain

informations about semi-mechanized carrot harvest and appraise the capacity of a mandioc extractor in this operation.

The factors studied were: five levels of phosphorus, correspondent to 0, 200, 400, 600 and 800 Kg of P_2O_5 ha⁻¹ and the control of a irrigation

lamina, likewise the extract semi-mechanized of the carrot culture and operational performance of the crop semi-mechanized system, in comparison with the manual crop. The sow was made in a direct form and the harvest was happened 105 days after the sow, when were evaluated in one of the experiments the productions of small, medium and large roots; roots dough; commercial roots dough; no-commercial roots dough; diameter of the third part of root; length of root and dryness dough of roots and in the other, the machine extractor conduct; the operational performance of the set tractor-extractor; the performance of labour in the harvest and the lose occurred. The experimental outline applied was the one of occasional blocks, being one with five inside repetitions in the block, with the treatments, correspondent to five doses of phosphorus, disposed in three blocks, adding up 15 repetitions for each treatment and 75 experimentals unities and, other, with three repetitions as much to the semi-mechanized crop as manual.

The phosphorus doses influenced meaningfully the factors roots diameter and fresh dough, which the maximum point of production of produced roots and commercial roots, occurred with doses of 432 and 415 Kg of P_2O_5 ha^{-1} . The extractor machine proved a good operational performance and work, resulting in lose index lower than the manual crop. The manual harvest made by armful worker, displayed a diary performance of 5,2% of the crop area by one extractor.

INTRODUÇÃO GERAL

A cenoura (*Daucus carota* L.) é considerada uma hortaliça popular, na medida em que é usada em praticamente todos os pratos e por apresentar uma crescente demanda pela indústria, especialmente na elaboração de alimentos infantis e sopas pré-cozidas. O beta caroteno existente na raiz, além da sua importância direta na alimentação, apresenta importância econômica crescente como corante em margarinas, manteiga, queijos, carnes, macarrão, dentre outros.

No Brasil, a cenoura é mais cultivada nos Estados de Minas Gerais e São Paulo. No Estado de Mato Grosso do Sul, a cultura vem-se expandindo, principalmente após criação de cultivares adaptadas ao plantio

no verão. Apesar desse crescimento, os produtores vêm encontrando algumas dificuldades no seu cultivo, por ser a maioria dos solos utilizados

classificados como Latossolos, com elevada acidez, baixa capacidade de troca catiônica e pobres em nutrientes.

Os produtores de cenoura da região de Dourados seguem as recomendações técnicas existentes para outros Estados. No entanto, já existem algumas publicações de resultados de pesquisas sobre a cultura da cenoura para o Mato Grosso do Sul, como as desenvolvidas por Vieira *et al.*(1996), Ribeiro (1998), Araújo (2000) e Finamori (2000). Assim, foi realizado o presente trabalho, objetivando estudos sobre a disponibilidade do fósforo no solo, o manejo de irrigação e a colheita semimecanizada, de forma a ampliar as informações técnicas sobre o cultivo dessa olerícola na região.

O capítulo 1 deste trabalho foi dedicado à avaliação do efeito de doses de fósforo e do manejo da irrigação sobre a produção de cenoura. Para isso foram objetos de estudo o efeito de cinco doses de fósforo e o manejo de irrigação, utilizando-se de um minievaporímetro para a estimativa da lâmina de irrigação a ser aplicada. O capítulo 2 refere-se à avaliação do desempenho operacional da colheita semimecanizada, utilizando-se um arrancador desenvolvido para o arranquio de mandioca.

CAPÍTULO 1

AVALIAÇÃO DO EFEITO DE DOSES DE FÓSFORO E DO MANEJO DA IRRIGAÇÃO SOBRE A PRODUÇÃO DE CENOURA

1. INTRODUÇÃO

Os solos sob vegetação de cerrado, principalmente os Latossolos, apresentam limitações de ordem química e física para o adequado crescimento das plantas, com destaque para os baixos teores de nutrientes, a elevada capacidade de adsorção de fosfato e a reduzida disponibilidade de água. Considerando que a fertilidade tem sido conceituada como a

capacidade do solo de ceder elementos essenciais às plantas (Raij, 1991; Braga, 1983), é comum acreditar que essa capacidade, para não apresentar limitações, deva ser mantida durante todo o crescimento e desenvolvimento da planta, mesmo que esta deixe de absorver ou utilizar algum nutriente, numa determinada fase de seu ciclo (Malavolta, 1976; Raij, 1983). A água do solo tem sido o principal fator limitante da produtividade das culturas.

Quando absorvem a solução do solo, as plantas, juntamente com a água, retiram nutrientes, sendo que a eficiência dessa absorção pode ser afetada pelo manejo incorreto da irrigação (Carvalho, 1995), uma vez que a quantidade de água disponível no solo altera a transformação e absorção de nutrientes, afetando a eficiência dos fertilizantes (Reichardt, 1985).

A baixa disponibilidade de fósforo nos solos tropicais e subtropicais justifica o estudo desse elemento para suprimento às plantas, cujo conhecimento contribui para o entendimento e estabelecimento de método para adubação fosfatada. A pobreza natural desses solos em fósforo, decorrente de sua alta capacidade de fixação, em consequência da acidez e dos teores elevados de óxidos de ferro e de alumínio, determina a sua disponibilidade para as plantas. Em tais circunstâncias, a adubação fosfatada torna-se necessária (Fonseca *et al.*, 1997b). O nível crítico de um nutriente pode variar com tipo de solo, espécie de planta, teores de outros nutrientes, duração do crescimento, período de incubação do fósforo, calagem, entre outros (Alvarez V. *et al.*, 1988). Daí a necessidade de se buscarem maneiras mais eficientes para combinar fontes, doses, épocas e métodos de aplicação de fósforo (Guimarães *et al.*, 1993).

Por outro lado, os cerrados do Brasil Central se caracterizam por apresentar dois períodos climáticos bem definidos: uma estação chuvosa,

entre outubro e abril, quando ocorre normalmente 90% da precipitação anual e uma estação seca, entre maio e setembro, caracterizada por elevada radiação solar e pela baixa umidade relativa do ar, determinando altas taxas de evapotranspiração (Fietz e Hernani 1992). Esses fatores, aliados à predominância na região de solos com baixa disponibilidade de água, impõem a necessidade de irrigação para a produção agrícola durante toda a estação seca e eventualmente durante a estação chuvosa (EMBRAPA, 1997). Quando a chuva se torna insuficiente para o ciclo completo da cultura, sua deficiência pode afetar o crescimento e o desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, a produtividade e a qualidade do produto.

A água, como elemento essencial ao metabolismo vegetal, participa da sua constituição e de seus processos fisiológicos. Seu déficit causa o decréscimo acentuado nas atividades fisiológicas, principalmente na divisão e no crescimento das células e, em conseqüência, no crescimento da planta. Segundo Reichardt (1987), a água é fator fundamental na produção vegetal e sua falta ou excesso afetam de maneira decisiva o desenvolvimento das plantas e, por isso, seu manejo racional é um imperativo na maximização de produção agrícola.

Assim, com o presente trabalho, objetivou-se avaliar o efeito de doses de fósforo e o manejo da irrigação sobre a produção de cenoura para as condições edafoclimáticas de Dourados-MS.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O Fósforo no solo e sua absorção pelas plantas

As plantas absorvem o fósforo (P) da solução do solo, onde se encontra em concentrações muito baixas. Sua quantidade requerida para o desenvolvimento ideal de uma planta varia com a espécie e órgão analisado, sendo encontrado na proporção de 0,1 a 0,5% na matéria seca (Raij, 1991), enquanto que para Tisdale *et al.* (1985), na maioria das plantas o P se encontra em uma concentração entre 0,1 a 0,4 % da matéria seca. A adequada nutrição das plantas é determinada pela capacidade de suprimento do solo e por suas habilidades em absorver os nutrientes (Raij, 1991).

O P é absorvido pelas raízes nas formas aniônicas, que apresentam uma forte ligação covalente com o átomo de oxigênio, podendo ser mantida mesmo após sua incorporação aos tecidos vegetais (Guimarães *et al.*,

1993). Na faixa normal de pH dos nossos solos, o P se encontra na solução nas formas H_2PO_4^- e HPO_4^{2-} , formas absorvidas pelas plantas, principalmente a H_2PO_4^- , presente em maiores concentrações nas faixas de pH mais comuns nos solos agricultáveis e, por ser monovalente, torna-se absorvível mais rapidamente que a outra divalente e, por se encontrar preferencialmente presente em valores menores de pH, sofre menor competição com OH^- . Portanto, para qualquer fonte de P adicionada a um solo, orgânica ou inorgânica, fertilizantes industrializados ou fosfatados naturais, ela deverá, para ser utilizada pelas plantas, passar para uma dessas duas formas de intensidade ou "P- H_2O ". Com o aumento do pH, há um pequeno mas gradual aumento da forma iônica PO_4^{3-} (Novais *et al.*, 1993). Entre pH 5 e 6, para fins práticos, quase todo o P em solução encontra-se nas formas absorvíveis H_2PO_4^- e HPO_4^{2-} (predominando a primeira). Entre pH 6 e 7, as concentrações dessas duas formas tendem a se igualar e para valores maiores de pH, a forma $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$ predomina.

A taxa de absorção de nutrientes é influenciada pelo transporte de íons do meio externo para a superfície

das raízes e pela demanda de nutrientes criada pelo crescimento da planta. O limite superior para a taxa potencial de absorção de um íon, que se move por difusão como o P, é função da taxa máxima no qual o íon se difunde na solução do solo para a raiz. Essa difusão depende, dentre outros fatores, da concentração do íon fosfato na solução do solo. Com o aumento na concentração de P, aumenta-se o influxo, até alcançar o valor máximo (Novais, *et al.*, 1993). O aumento da concentração de P na solução do solo, resultante da adição de fertilizantes, varia com o tipo de solo. (Fabres *et al.*, 1987).

O fósforo assimilável pelas plantas se encontra no solo em pequenas quantidades na sua solução. Para ser absorvido depende, do pH, da

adubação fosfatada, da matéria orgânica e da umidade do solo (Malavolta, 1976).

O estudo de níveis críticos de fósforo no solo e dos fatores que os influenciam, constitui ponto básico para uma melhor recomendação de adubação (Fonseca *et al.*, 1997a), sendo também, de fundamental importância, o conhecimento da exigência nutricional da cultura, do total dos nutrientes extraídos por ela, bem como do estágio de desenvolvimento em que é máxima a sua extração. A dosagem de um nutriente a ser aplicado, é função do teor do elemento absorvido pela planta para máxima produção, da quantidade desse nutriente adicionada ao solo e da porcentagem de recuperação do nutriente adicionado ao solo como fertilizante.

Assim, diferentes solos fornecerão diferentes respostas às aplicações de fertilizantes (Nogueira *et al.*, 1984). No Brasil, embora existam poucos trabalhos para a cultura da cenoura, os resultados têm demonstrado diferentes respostas, até para um mesmo tipo de solo (Matos, 1991). Campos *et al.* (1988), trabalhando com Latossolo Vermelho Escuro, com baixo teor de P disponível, observaram que o P aumentou significativamente a produção de raízes de cenoura, porém Nóbrega (1977) não encontrou o mesmo efeito em solos de aluvião de textura leve.

As fontes de fósforo podem ser divididas basicamente em solúveis, pouco solúveis e insolúveis. As primeiras, quando adicionadas ao solo, aumentam rapidamente a concentração do fósforo na solução do solo. Os fosfatos solúveis têm sua eficiência diminuída ao longo do tempo devido ao processo de "adsorção" ou "fixação" de P (Korndörfer *et al.*, 1999 e Novelino, 1999). A característica que melhor avalia uma fonte de fósforo, do ponto de vista agronômico, é a sua eficiência em fornecer o nutriente para as plantas, ou seja, sua capacidade de provocar o maior acréscimo de produtividade por unidade de P aplicado (Goedert e Sousa, 1984). Pelo fato de o efeito dos fertilizantes ser dependente de fatores pedológicos e climáticos, do tipo de manejo e do ecossistema solo-planta, a eficiência agronômica dos fosfatos é, em geral, calculada pela comparação com uma fonte de referência (Morel e Fardeau, 1990), como os superfosfatos simples e triplo (Raij, 1986).

Segundo Haag (1984), os solos de cerrado apresentam, de um modo geral, o seguinte comportamento em relação ao P: possuem pequena quantidade total desse elemento, ou seja, é baixo o fator quantidade; retêm o P com grande energia, dificultando sua liberação para as plantas; o P é encontrado em quantidade muito baixa na solução do solo (fator intensidade), ou seja, ao ser adicionado à solução do solo é imediatamente

retido ou “fixado” pela fração sólida, com uma liberação posterior muito lenta para as plantas.

A adição de P prontamente solúvel em água no solo promove um enriquecimento rápido da solução do solo, que é o fator intensidade, ao mesmo tempo em que ocorre a fixação do fósforo à fase sólida do solo, tanto pela precipitação de uma de suas formas em solução com formas iônicas de Fe, de Al e de Ca, também presentes, como de maneira bem mais significativa pela adsorção pelos óxidos hidratados de Fe e de Al, presentes em maiores quantidades nos solos mais intemperizados. Com o processo de liberação do fósforo da fase sólida para a solução do solo, o ion é transportado até a rizosfera por difusão (Novais *et. al.*, 1993).

Do ponto de vista conceitual, segundo o mesmo autor, podem ser reconhecidos quatro fatores que definem a disponibilidade do fósforo no solo: **a.** Fator intensidade, representado pela concentração de fósforo na solução do solo; **b.** Fator quantidade, representado pelo fósforo que pode passar para a solução do solo, ou fósforo lábil; **c.** Fator capacidade ou, também, poder tampão de fósforo, representado pela condição do solo de poder manter ou restabelecer o fósforo em solução, em níveis adequados, através da dissolução do elemento da fase sólida e **d.** Fator difusão, representado pelas características que permitem aos íons fosfato migrarem

da superfície da fase sólida do solo, onde se dissolvem, até a superfície das raízes.

A dificuldade na adubação fosfatada é devida à passagem do fósforo da forma disponível para uma forma não-disponível às plantas, o que ocorre de uma maneira relativamente rápida. Apesar de muitos solos conterem quantidades apreciáveis de fósforo em sua fase sólida, a disponibilidade desse elemento para as plantas é muito pequena, devido à tendência do fósforo em formar compostos de muito baixa solubilidade no solo, apresentando-se como fator limitante à produtividade das culturas em solos ácidos, como é a maioria dos solos do Brasil (Adubos Trevo, sd).

A quantidade de fósforo em solução no solo é infinitamente menor do que o fósforo adsorvido em sua parte sólida. Apesar da pequena concentração de fósforo na solução, é daí que as plantas retiram toda a quantidade necessária para o seu desenvolvimento (Malavolta, 1989). Fatores como pH, disponibilidade de água e outros, é que afetam o equilíbrio entre as fases do fósforo-sólido e do fósforo-solução, sendo esse processo de fundamental importância para a nutrição das plantas (Novais *et al.* 1993). O fosfato lábil pode redissolver-se, caso haja abaixamento do teor em solução, para manutenção do equilíbrio. O abaixamento do teor em solução dá-se principalmente por absorção pelas plantas (Haag, 1984). A

medida que a planta retira o fósforo da solução, vai ocorrendo a dissolução do fósforo lábil da fase sólida. Portanto, não é a adsorção inicial do solo ou o P-lábil, que constituem a limitação de uma fonte solúvel em água para nutrição da planta, mas a parte desse elemento que sofreu o “envelhecimento”, ou P não-lábil, decorrente da formação de compostos com baixa solubilidade que acontecem principalmente em solos muito intemperizados e ácidos.

O grande problema da adsorção ou fixação é, na verdade, a passagem do P-lábil para a forma de P não-lábil que, com o tempo, já não está mais em equilíbrio com P-H₂O. Esse processo de "envelhecimento" no solo segundo Munns & Fox (1976), torna esse elemento não mais disponível ou dificilmente disponível para a planta, ocorrendo em sua maior proporção, de maneira rápida e a curto prazo, prosseguindo de maneira gradual, lenta, principalmente nos solos mais intemperizados, que têm maior poder de adsorção, como os de regiões tropicais (Novelino, 1999). É o mecanismo que causa maiores preocupações quando se aplica um fertilizante fosfatado em um solo (Raij, 1991).

Desse modo, entende-se que não é o P-lábil, ou a adsorção inicial de P o fator limitante da eficiência de uma fonte solúvel destinada à nutrição das plantas, mas sim, sua transformação subsequente em P não-lábil. A

primeira forma evita sua lixiviação, levando a um residual; a segunda compete com a planta, diminuindo o efeito do fertilizante adicionado.

Embora em um primeiro momento a adsorção inicial de P ao solo se constitua em um aspecto altamente positivo (Novelino *et al.* 1985), o "envelhecimento" dessa adsorção, com a formação de P não-lábil, torna-se problemático. Assim, solos extremamente pobres em P têm na adição desse elemento, além da calagem, quase sempre necessária, a condição para que se tornem produtivos.

O fósforo é considerado por Figueira (1982), juntamente com o potássio, os elementos de maiores respostas pela cultura da cenoura. A alta solubilidade do fósforo em água proporciona um rápido enraizamento da planta (Rending *et al.*, 1987), tendo como consequência um maior desenvolvimento inicial e um fechamento mais rápido das linhas. Isso favorece o sombreamento do solo, reduzindo a evaporação da água e a competição das ervas daninhas com a cultura.

A formação e crescimento das raízes são grandemente influenciados pelo fósforo (Coelho e Verlêngia, 1977 e Malavolta, 1979). Segundo Figueira (1982), na cultura da cenoura esse

elemento é responsável pelas maiores produções de raízes. É fundamental, no entanto, determinar a relação entre o teor de nutriente no solo e o rendimento da cultura, para estabelecer o nível crítico de P no solo, a fim de que sua aplicação não seja feita sem necessidade.

As recomendações de adubação mineral em solos brasileiros, para a cenoura, são generalizadas (Matos, 1991). Para Ferreira *et al.* (1993), as quantidades de macronutrientes recomendadas para a cenoura, em quilogramas por hectare, é bastante variável entre os diferentes autores, sendo recomendado 20 a 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio no plantio e 30 a 260 kg ha⁻¹ em cobertura; 0 a 580 kg ha⁻¹ de P₂O₅; 0 a 370 kg ha⁻¹ de K₂O e esterco curtido ou composto de 13,5 a 60 t ha⁻¹, enquanto que Mesquita Filho *et al.* (1985) obtiveram, com a adubação fosfatada, o máximo de eficiência biológica aplicando dosagem de 731 kg ha⁻¹ de P₂O₅, com produtividade de 41,41 t ha⁻¹ em Latossolo Vermelho Escuro Distrófico, na região do Distrito Federal.

Finamori (2000), trabalhando com cenoura em um Latossolo Vermelho Distroférico de textura argilosa, observou que à medida que doses maiores de P_2O_5 foram adicionadas às parcelas, ocorreu um aumento de produção de matéria fresca total de raízes, de matéria fresca de raízes comerciais e de raízes não-comerciais, não tendo encontrado com as doses utilizadas em seu experimento, a máxima produção de massa de raízes.

Matos (1991), trabalhando com Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico, observou que a dose de 300 kg ha^{-1} de P_2O_5 proporcionou um incremento de 5,1% de raízes comercializáveis em relação à testemunha. Observou também, que utilizando a mesma dose de P_2O_5 associada à dose de 120 kg ha^{-1} de N, o percentual se elevou para 10,7%, em relação a testemunha. Porém essas doses não apresentaram significância estatística quando foi observada a produção total de raízes. Esse autor atribuiu tal comportamento da cultura da cenoura, em relação às doses de fertilizantes aplicadas, à alta fertilidade residual em fósforo disponível do solo utilizado.

Por sua vez, Castellane *et al.*, (1990), trabalhando com solos podzolizados de elevada fertilidade, no município de Atibaia - SP, objetivando a verificação dos efeitos da ausência de aplicação de N P K nesse solo, utilizaram adubações com NPK, NP, NK e PK, sendo as doses desses elementos 100 kg N , $200 \text{ kg } P_2O_5$ e $120 \text{ kg de } K_2O \text{ ha}^{-1}$ e o próprio

solo como testemunha. Não encontraram resposta significativa para o P, mas obtiveram altas produções com NK ($68,9 \text{ t ha}^{-1}$) e com as testemunhas ($57,2 \text{ t ha}^{-1}$). Esses autores concluíram que em solos com elevada fertilidade é desnecessária a adubação com P para a cultura da cenoura cultivar “Brasília”. Entretanto, Araújo (2000) concluiu que a melhor produção foi obtida com a associação de doses de fósforo na proporção de $39,10 \text{ kg ha}^{-1}$ e cama de frango de corte da ordem de $13.668,0 \text{ kg ha}^{-1}$.

2.2. Manejo da Irrigação

A planta transfere para a atmosfera cerca de 98% da água que retira do solo diariamente. Por isso o consumo de água das plantas normalmente se refere à água perdida pela superfície do solo e à perda na superfície da planta (Moura, 1992). A transferência através da planta recebe o nome de transpiração e se dá pela ação de um conjunto de fenômenos físicos que resultam na passagem da água da forma líquida para a forma de vapor,

culminando com a perda de água pelo vegetal. Quando essa transferência se dá diretamente da superfície do solo, recebe o nome de evaporação. No caso de solos parcialmente vegetados, os processos de transpiração e evaporação ocorrem simultaneamente, recebendo o nome de evapotranspiração. A água que a planta absorve participa diretamente do seu metabolismo e afeta a produtividade da cultura. Porém a água que evapora na superfície do solo tem apenas efeito indireto nas condições do microambiente para a cultura. Sob o ponto de vista agrônomo, a evaporação da água do solo constitui-se em perda indesejável. Por outro lado, tanto em quantidade insuficiente como em excesso, a água no solo pode ser prejudicial ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas, podendo, também, afetar o volume de produção e a qualidade do produto (Reichardt, 1987).

As perdas em produção variam com a intensidade e duração do estresse hídrico, bem como dependem do estágio de desenvolvimento da planta (Couto *et al.*, 1986), sendo que o déficit hídrico tem efeito direto na produção final das culturas.

O excesso de água no solo prejudica a aeração da camada da zona radicular, levando ao decréscimo de produção. A falta ou a diminuição de trocas gasosas entre o solo e a atmosfera externa resultam na deficiência

de oxigênio, reduzindo a taxa de respiração dos tecidos radiculares, provocando a formação de compostos tóxicos no solo e na planta (Vildoso, 1995), diminui a densidade radicular e aumenta a resistência das paredes celulares ao movimento da água e dos nutrientes (Pizarro, 1978).

Apesar de a técnica de irrigação ser bastante difundida e utilizada, na prática é executada, na maioria das vezes, de forma inadequada, contribuindo para a obtenção de baixas produtividades e produtos de qualidade inferior, concorrendo somente para aumentar os custos de produção (Moura, 1992). Embora existam exceções, caracterizadas por "bolsões de eficiência", prevalecem ainda grandes extensões de área com produções sob baixo nível tecnológico, em franca e acelerada deterioração (Zocoler, 1999). O agricultor irriga, quando acha necessário, através de critérios subjetivos, que foram adquiridos com a prática (Reichardth, 1987). Finamori *et al.* (1999) constataram que em 93% das propriedades produtoras de olerícolas em Dourados-MS, é utilizado ao menos um tipo de irrigação, porém, em 86% dessas propriedades, não é feito um manejo adequado da irrigação, sendo o controle das necessidades de água das culturas realizado de forma totalmente empírica, sem a observação de qualquer critério técnico.

Para o sucesso de uma agricultura irrigada, é necessário o emprego de técnicas racionais de manejo de irrigação aliadas a fatores econômicos que permitam a maximização dos lucros na atividade agrícola. O controle da umidade do solo por meio de um manejo racional e eficiente da irrigação é decisivo para o êxito da agricultura (Carvalho,1995). Finamori (2000) e Hatfield e Allen (1996), citam que para o manejo racional de água de irrigação é necessário o controle rigoroso tanto da umidade do solo, quanto da evapotranspiração durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura, visando a minimizar o consumo de energia, maximizar a eficiência do uso da água, mantendo favoráveis as condições de umidade do solo (Finch-Savage e Steckel, 1994) e de fitossanidade, podendo esse controle ser baseado em critérios relacionados ao estado de energia da água no solo e nas plantas, na taxa de evapotranspiração da cultura (Ritchie e Johnson, 1990) ou na combinação de dois ou mais deles.

Um projeto de irrigação que vise à máxima produção e a uma boa qualidade do produto, usando de maneira eficiente a água, requer conhecimento das inter-relações entre solo-água-planta-atmosfera, sendo o ponto chave para o manejo da irrigação, quando e o quanto de água aplicar (Bernardo, 1995). Para que se garanta o êxito de uma aplicação técnica da

irrigação, é imprescindível o conhecimento do volume a ser aplicado e também da freqüência dessa aplicação (Moura, 1992).

A quantidade a ser aplicada pode ser calculada como sendo a água consumida pela cultura, dividida pela eficiência de aplicação do sistema, e a quantidade consumida pode ser estimada pela evapotranspiração de referência (E_t_o).

Em sistemas irrigados, a definição do momento da irrigação é fundamental para uma programação racional das aplicações de água durante o ciclo das culturas. Para o manejo da irrigação, a quantificação da água evapotranspirada pelo sistema solo-planta-atmosfera é de grande importância. Trata-se de uma variável de referência quando da realização de balanços hídricos, dimensionamentos e manejo de sistemas de irrigação (Alves Sobrinho *et al.*, 1998).

O manejo da água deve ser adequado a cada espécie vegetal, dependendo das partes da planta a serem colhidas. Para o manejo racional de irrigação é de capital importância conhecer alguns parâmetros básicos a respeito da necessidade de água da cultura (Carvalho, 1995) e que sejam realizados estudos regionais, visando a ajustar coeficientes de cultura (K_c) às condições edafoclimáticas locais (Doorenbos e Pruitt, 1977). Para a determinação das necessidades de água para as plantas cultivadas e o

conseqüente manejo de irrigação, é fundamental o conhecimento da evapotranspiração da cultura (E_{tc}), que é estimada pela multiplicação do valor da evapotranspiração de referência (E_{to}) da região pelo coeficiente de cultura (k_c), cujo valor varia de acordo com o seu estágio de crescimento.

Bernardo (1995) classifica os métodos para determinação da evapotranspiração em diretos e indiretos. A escolha de qualquer um dos métodos está ligada ao grau de precisão requerido pelo trabalho a que se destina (Moura, 1992). Entre os métodos indiretos a Equação de PENNAN é a mais conhecida entre os pesquisadores. Há também os métodos de evaporação em tanques, em que o tanque United States Weater Bureau (USWB), Classe A, é o mais utilizado em todo o mundo (Sediyama, 1987), sendo o mais indicado em nível de campo em vista

da precisão, dos custos envolvidos, do tempo gasto para leituras, cálculos (Bernardo 1995) e, principalmente, da possibilidade de sua instalação próximo à cultura a ser irrigada (Volpe e Churata-Masca, 1988), além de apresentar resultados satisfatórios para a estimativa da demanda hídrica das culturas (Klar, 1991). O tanque Classe A (TCA) mede o efeito integrado da radiação, vento, temperatura e umidade sobre a evaporação de uma superfície livre, com água, do mesmo modo que essas variáveis climáticas influenciam as plantas (Doorenbos e Pruitt, 1997), provocando o que se chama de evapotranspiração da cultura. Para Andrade Júnior e Klar

(1997), o Tanque Classe A fornece uma medida superestimada da demanda hídrica da cultura ou demanda evapotranspirativa da cultura, o que pode ser contornado mediante a utilização de coeficientes empíricos denominados fatores de evaporação do Tanque Classe A.

Amorin Neto (1981) afirma que a utilização de Tanque Classe A, nas condições de trabalho, apresenta problemas associados à relativa complexidade da leitura, manuseio e utilização dos coeficientes, tornando-se difícil sua recomendação para irrigantes em cujas propriedades não se dispõe de pessoal qualificado para seu uso correto.

A utilização de evaporímetros alternativos, denominados de tanque de evaporação “reduzido”, de menor dimensão que o TCA e menor custo, tem sido proposta por Schwengber *et al.* (1994) e por Alves Sobrinho e Loro Neto (1998), para o manejo da irrigação.

Schwengber *et al.* (1994), estudando o uso de tanque de evaporação “reduzido” para estimativa de evapotranspiração, em Pelotas-RS, concluíram que os valores de evaporação obtidos com o tanque reduzido,

apresentaram alta correlação com os valores de evaporação obtidos com o TCA.

Alves Sobrinho e Loro Neto (1998), desenvolveram um tanque reduzido denominado minievaporímetro-UFMS (MEv-UFMS), que é montado com material de baixo custo, fácil aquisição e características de fácil construção. Suas dimensões e a facilidade de operação o tornam acessível a irrigantes de baixa qualificação técnica, quando comparado com o manuseio do TCA. Os resultados nele obtidos, demonstram alto grau de confiabilidade, podendo ser considerado como instrumento de grande potencial de uso para estimativa da evapotranspiração de referência (E_t).

As hortaliças são espécies vegetais de ciclo curto, que com relação ao suprimento de água e nutrientes, permitem pequena margem de erro em seu manejo, sendo a deficiência de água no solo o fator mais limitante para a obtenção de produtividades elevadas e produtos de boa qualidade (Silva *et al.*, 1998). O manejo de irrigação e a nutrição da cenoura influenciam na germinação das sementes, na qualidade e na produção das raízes

(Sonnenberg, 1985; Minami e Carneiro,1981). O aquecimento e dessecação da camada superficial do solo durante o dia, é uma das principais causas da morte das plântulas durante e após a germinação (Sonnenberg, 1985). A irrigação é comumente aplicada para o estabelecimento das culturas, mas existem poucas recomendações sobre o quanto ou o momento de irrigar a cultura da cenoura (Finamori, 2000). As necessidades hídricas da cultura de cenoura variam com o estágio de desenvolvimento da planta, densidade de plantio, condições de umidade do solo e clima (Bernardo, 1995).

Moura (1992) salienta ter encontrado valores crescentes de consumo de água pelas plantas de cenoura, de acordo com o seu estágio de desenvolvimento, tendo registrado um consumo de $2,94 \text{ mm dia}^{-1}$ para o estágio inicial e um consumo de 6 mm dia^{-1} no estágio final. Em suas conclusões encontrou a evapotranspiração máxima acumulada durante o ciclo na ordem de $381,35 \text{ mm}$ e um consumo médio de $3,78 \text{ mm dia}^{-1}$.

Foi verificado por Lunardi e Laperuta Filho (1999), que a evapotranspiração máxima da cultura (ET_m) foi de 423 mm num ciclo de 117 dias, com média de $3,6 \text{ mm dia}^{-1}$. O subperíodo de acúmulo de reservas nas raízes foi o de maior

consumo de água, com média de 5,5 mm dia⁻¹. Os valores de coeficientes de cultura (K_c) aumentaram até os 95 dias após a semeadura.

Silva (1980) encontrou em seu trabalho uma evapotranspiração diária média da cultura da cenoura, para todo o ciclo, variando entre 3 e 6 mm, sendo menor para climas mais amenos. Desse modo, afirma que do plantio até aos 40 dias após, as irrigações devem ser leves e diárias. A partir de então, o turno de rega pode ser maior, não permitindo que a umidade no solo seja inferior a 60% de sua capacidade de campo.

Segundo Zocoler (1999), os parâmetros que expressam a qualidade da irrigação devem ser entendidos como decisórios do processo de planejamento e operação dos sistemas de irrigação. Entre tais parâmetros, os que permitem avaliar a uniformidade de distribuição de água pelo sistema são muito utilizados, pois é sabido que a irrigação não se apresenta igual em todas parcelas da área irrigada (Bernardo,1995). Portanto, a uniformidade da irrigação deve ser analisada não apenas como uma simples informação de dispersão, mas também como um importante parâmetro na avaliação econômica da irrigação.

Zocoler (1999) afirma que o coeficiente mais conhecido e largamente utilizado é o de Christiansen, que adotou o desvio médio como medida de dispersão, sendo seu cálculo obtido pela equação 1:

$$CUC = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n \cdot \bar{X}} \quad (1)$$

em que:

CUC - coeficiente de uniformidade de Christiansen, em decimal;

n - número de observações;

X_i - lâmina de água aplicada no i-ésimo ponto sobre a superfície do solo;

\bar{X} - lâmina média aplicada.

O valor mínimo do CUC, adotado como referência para sistemas de irrigação por aspersão, é 80%, sendo que valores inferiores podem ser admitidos se a precipitação pluvial tiver um valor significativo durante a estação de cultivo, ou se a diminuição dos custos do sistema com a redução da uniformidade compensarem a diminuição da receita, devido à redução na produção da cultura.

03. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área experimental e implantação da cultura

O experimento foi realizado no Núcleo Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (NCA) UFMS, em

Dourados – MS, no período compreendido entre os meses de agosto e dezembro de 1999, em substrato edáfico classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico, de textura argilosa e topografia plana. O município de Dourados - MS está situado na confluência das coordenadas geográficas 22^o 13' 16" de latitude Sul e 54^o 48' 02" de longitude a Oeste de Greenwich, a uma altitude de 452 m. O clima regional classificado pelo sistema internacional de Köppen e é do tipo Cwa, clima úmido e inverno seco, com precipitação média anual de 1500 mm e temperatura média anual de 22^o C (Mato Grosso do Sul, 1990).

Para realização do experimento foi utilizada uma área de 10,0 m de largura e 40,0 m de comprimento, de onde foram retiradas amostras de solo

para análises químicas e físicas (Quadros 1, 2, 3 e 4). O solo foi preparado mediante aração, gradagem e levantamento dos canteiros com rotoencanteirador. Com base nos resultados da análise do solo, a correção do pH foi feita com a aplicação de calcário dolomítico, finamente moído, na proporção de 450 g m^{-2} e a adubação química, com a aplicação de nitrogênio e potássio, tendo como fontes o sulfato de amônio e cloreto de potássio, na proporção de 40 g m^{-2} e 30 g m^{-2} , respectivamente. A aplicação desses elementos foi realizada em área total do experimento, sendo incorporados mecanicamente.

A semeadura da cenoura foi realizada de forma manual e direta, utilizando a cultivar “Brasília”, disposta em quatro fileiras por canteiro espaçadas a 0,30 m entre si.

QUADRO 1. Características químicas do solo da área do experimento. Dourados, UFMS, 1999

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
Saturação de bases (%)	44

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

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

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

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

Quadro 2. Massa específica de solo (d_s) e de partículas (d_p) e porosidade total (p_t) da área experimental. Dourados, UFMS - 1999.

Profundidade (cm)	Características Físicas		
	d_s (Kg m ⁻³)	d_p (Kg m ⁻³)	p_t (%)
0 - 4	1070	2680	60,07
4 - 8	1200	2680	55,22
8 - 12	1340	2690	50,18
12 - 16	1280	1670	52,05
16 - 20	1170	2670	56,17

Quadro 3. Análise textural do solo da área experimental. Dourados–UFMS 1999

Profundidade (cm)	Análise Textural (%)
----------------------	----------------------

	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila
0 - 4	2,62	17,55	16,80	63,10
4 - 8	2,30	17,28	15,56	64,86
8 - 12	2,79	16,01	15,02	66,19
12 - 16	2,51	15,79	13,74	67,72
16 - 20	2,22	15,05	13,80	68,94

Quadro 4. Características hídricas da área experimental (tensão e umidade do solo). Dourados – UFMS 1999

Profundidade (cm)	Tensão (kPa)					
	10	33	100	300	600	1500
	Umidade do solo (% massa)					
15	30,29	29,03	27,84	26,72	26,00	25,14
30	33,55	31,46	30,31	29,54	28,61	28,01
45	36,53	33,65	32,16	31,17	28,77	28,39
60	36,99	33,60	32,23	31,02	28,82	28,52

Quando as plantas apresentaram duas folhas verdadeiras e em torno de 0,05 m de altura, foi feito o primeiro desbaste de forma a deixar distanciamento inicial de 0,04 m entre plantas. O segundo e definitivo desbaste realizou-se quando as plantas apresentaram quatro a cinco folhas verdadeiras e em torno de 0,10 m de altura, deixando as plantas com distanciamento final de 0,08 m (Ribeiro, 1998). Durante o crescimento e desenvolvimento das plantas até se observar a cobertura total do solo,

foram feitas capinas manuais, de forma a manter a cultura isenta de plantas daninhas. Não houve, durante todo o ciclo da cultura, a necessidade de serem aplicados defensivos agrícolas específicos para o controle de pragas e, ou doenças, por não terem sido registrados, ataques visíveis de insetos e, ou patógenos .

A colheita foi realizada manualmente aos 105 dias após a semeadura, conforme recomendação de Araújo (2000).

3.2. Adubação fosfatada

A adubação fosfatada foi realizada após a formação dos canteiros, tendo como fonte o superfosfato triplo, aplicado em cobertura e em uma única vez. Nas parcelas, de 1,10 m de largura por 1,50 m de comprimento, foram aplicados os tratamentos correspondentes a cinco doses de fósforo: 0, 200, 400, 600 e 800 kg de P_2O_5 ha⁻¹, que tiveram sua incorporação ao solo realizada imediatamente após, com o uso de rotoencanteirador.

3.3. Manejo da irrigação

A irrigação foi feita utilizando-se o sistema de aspersão convencional, com as lâminas de irrigações definidas em função da evaporação obtida com o minievaporímetro MEv-UFMS (Figura 1) e da umidade do solo. Realizou-se o monitoramento diário para controle experimental, dos seguintes elementos climáticos: umidade relativa do ar; temperatura máxima e mínima e precipitação pluviométrica.

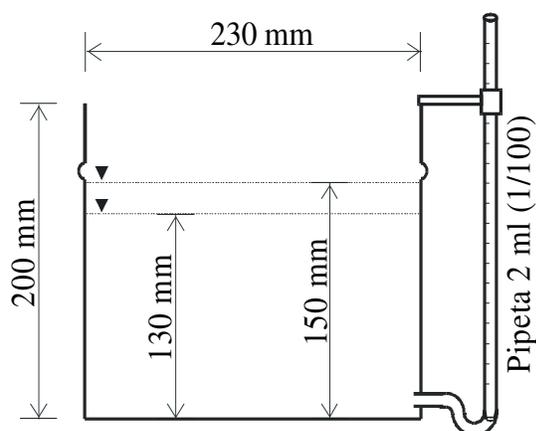


Figura 1 – Esquema do minievaporímetro (MEv-UFMS).

Tomando-se como base a recomendação de Carvalho (1995), foram aplicadas da sementeira até a emergência, em duas etapas diárias, pela manhã e à tarde, lâminas equivalentes a 100% da evaporação observada no MEv-UFMS, aplicando-se em cada etapa 50% do total diário. A partir daí,

até o 43º dia após a semeadura, foram aplicadas, com frequência diária, lâminas correspondentes a 100% da evaporação observada. A lâmina aplicada era correspondente à média aritmética da soma dos resultados da evaporação encontrada nos nove dias anteriores, mais a evaporação do dia da aplicação. As chuvas ocorridas no período foram descontadas da lâmina de irrigação a ser aplicada. Do 44º até o final do ciclo da cultura, os intervalos de aplicação foram de dois em dois dias, com o manejo da irrigação sendo feito a partir do monitoramento da umidade do solo.

Imediatamente antes da irrigação eram retiradas amostras de solo para determinação de sua umidade, pelo método padrão de estufa, na camada de 0 a 0,15 m. Foram feitas, para controle da irrigação, seis determinações de umidade do solo no período compreendido do 44º dia até o final do ciclo da cultura. A lâmina de irrigação aplicada ou irrigação real necessária (L em mm), foi calculada considerando a seguinte relação: $L = ((C_c - U_a) d_s z) / 10$, em que C_c é umidade do solo (% em peso) correspondente à tensão de 10 kPa obtida pela curva característica de umidade do solo a 0,15 m de profundidade, U_a a umidade do solo (% em peso), obtida momentos antes da última irrigação, d_s a massa específica do solo ($1,21 \text{ g cm}^{-3}$) e z a profundidade do sistema radicular (0,15 m). As lâminas de irrigação

aplicadas foram totalizadas para comparação posterior com a lâmina evaporada pelo Mev-UFMS no período.

Para determinar a uniformidade de distribuição de água do sistema de irrigação, foi adotada a metodologia descrita por Bernardo (1995), que consistiu na instalação de um conjunto de copos coletores (diâmetro de 80 mm) instalados em suporte de 0,20 m de altura. Com os dados de precipitação obtidos em cada coletor, foi estimada a uniformidade de distribuição de água por meio dos Coeficientes de Uniformidade de Christiansen (CUC) Equação 1. A pressão de serviço do sistema de irrigação foi mantida em 220 kPa, medida no início da linha lateral.

3.4. Características de produção avaliadas

As características de produção avaliadas em cada parcela experimental foram: massa de raízes; massa de raízes comerciais e não-comerciais; diâmetro do terço superior da raiz; comprimento de raiz e massa seca das raízes.

Após a obtenção da massa de raízes em cada parcela, procedeu-se à classificação das raízes em comerciais e não-comerciais que, segundo Carvalho (1995), são as raízes não aceitas para comercialização (Quadro

5). Posteriormente foram obtidas as respectivas massas de raízes comerciais e não-comerciais. O comprimento de raiz foi obtido apenas das raízes comerciais. Para obtenção de medidas de diâmetro do terço superior e da massa seca das raízes foram retiradas amostras de dez e seis raízes de cada parcela, respectivamente.

Quadro 5 - Classificação das cenouras quanto a diâmetro e comprimento

	Raízes Comerciais			Raízes Não-Comerciais
	Longa	Média	Curta	
Comprimento (cm)	17 - 20	12 - 17	9 - 12	< 9
Diâmetro (cm)	3,0 - 4,0	2,5 - 3,0	> 2	< 2

Para obtenção da massa de matéria seca, as raízes amostradas em cada parcela foram picadas e colocadas em sacos de papel e levados para estufa de circulação de ar forçada ($65^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ} \text{C}$), até atingirem massa constante e efetuadas suas pesagens finais, conforme recomenda Benincase (1988).

3.5. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com cinco repetições internas no bloco. Os tratamentos, correspondentes a cinco doses de fósforo, foram dispostos em três blocos, totalizando 15 repetições por tratamento e 75 unidades experimentais.

Os resultados foram submetidos à análise estatística, utilizando-se o programa estatístico SAS. Efetuou-se a análise de variância e de regressão polinomial (Pimentel Gomes, 1984), para verificação do comportamento das características de produção avaliadas em função de doses de fósforo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Adubação Fosfatada

Os resultados obtidos (valores médios) para as características de produção avaliadas são apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 – Valores médios de produção avaliados por parcela: Massa de raízes produzidas (MRP); Massa raízes comerciais (MRC) e não-comerciais (MNC); comprimento (CRC) e diâmetro (DRC) de raízes comerciais; e massa seca de raízes (MSR)

Doses P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	Características de produção avaliadas					
	MRP (g)	MRC (g)	MNC (g)	CRC (mm)	DRC (mm)	MSR (g)
0	9323,33	8232,33	1091,00	203,98	39,36	64,98
200	10076,67	8770,01	1306,65	206,97	40,52	67,58
400	10293,33	8893,51	1399,82	203,56	38,87	67,86

600	10123,33	8820,71	1302,63	203,95	38,91	68,55
800	9646,67	8296,48	1350,19	202,88	39,96	75,95

De acordo com a análise de variância (Quadro 7), o teste F indicou que não houve diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade,

entre as características: massa de raízes produzidas, massa de raízes comerciais e não-comerciais e comprimento de raízes em função das doses de P_2O_5 utilizadas. Isso pode ser um indicador de que o solo da área experimental teria, durante todo o período de cultivo, níveis de fósforo residual suficientes para o cultivo das plantas de cenoura e, dessa forma, as doses de fósforo adicionadas não tiveram influência significativa sobre a produção. Matos (1991) também atribui esse comportamento da cultura da cenoura, em relação às doses de fertilizantes aplicadas, à alta fertilidade residual em fósforo disponível do solo utilizado. Analisando outros trabalhos, verifica-se que não foram encontradas respostas significativas para o P, por Finamori (2000), trabalhando nas mesmas condições de solo e clima, e por Castellane *et al.*, (1990), trabalhando com solos podzolizados de elevada fertilidade.

Quadro 7 - Análise de variância Massa de raízes produzida (MRP); Massa raízes comerciais (MRC) e não-comerciais (MNC) e Comprimento (CRC).

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios			
		MRP	MRC	MNC	CRC
Blocos	2	689433,33	1079527,44	79693,84	180,95
Tratamentos	4	2370950	1466381,88	208952,30	37,2322
Resíduo	68	4139055,88	4003763,59	211664,90	134,885
C. V. (%)		20,5654	23,2596	35,6628	5,6856

Para as características relativas ao diâmetro e matéria seca de raízes, as análises indicaram significância aos níveis de 1% e 5%, respectivamente, quando utilizadas diferentes doses de fósforo.

Quando se efetuou a classificação das raízes pelo comprimento e diâmetro, não foram encontradas raízes curtas ou médias, sendo todas classificadas como raízes longas. Matos (1991) relata que com doses

crecentes de fósforo na presença de nitrogênio, ocorre um correspondente aumento no comprimento das raízes de cenoura. Essa ocorrência pode ter proporcionado um desenvolvimento idêntico para todas as raízes, de modo a não serem encontradas diferenças significativas nessa característica. Com relação ao diâmetro, Barnes (1963), citado por Matos (1991), menciona que quanto mais vigorosa a parte aérea, maior o diâmetro das raízes de cenoura e que as temperaturas elevadas promovem maior desenvolvimento da parte aérea, aumentando, conseqüentemente, o diâmetro de raízes.

Entretanto, considerando os valores médios das quinze repetições para as doses de P estudadas, foram ajustadas curvas de regressões polinomiais a fim de se verificar o comportamento das características de massa de raízes produzidas e massa de raízes comerciais, em função do aumento de doses de fósforo. Verifica-se que o efeito quadrático ajustou-se de forma adequada, considerando os valores médios de produção obtida, com coeficiente de determinação de 99%, tanto para massa de raízes produzidas como para massa de raízes comerciais (Figura 2). Os valores médios de massa de raízes produzidas e massa de raízes comerciais, cresceram de acordo com o aumento das doses de P_2O_5 , atingindo ponto de máxima produção, para valores correspondentes a 432 e 415 $kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 , respectivamente, enquanto que Finamori (2000), constatou que a produção máxima foi atingida com a aplicação de 630,36 $kg\ ha^{-1}$ e 596,58 $kg\ ha^{-1}$, respectivamente.

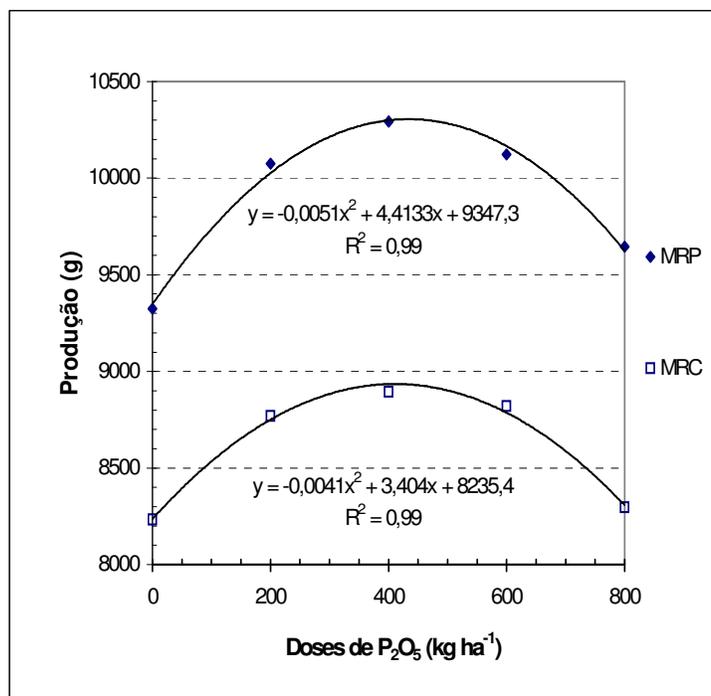


Figura 2 – Massa de raízes produzidas e massa de raízes comerciais em função de doses de P₂O₅ indicada.

4.2. Manejo de Irrigação

O controle da lâmina de irrigação aplicada foi feito a partir dos dados obtidos com o minievaporímetro Mev-UFMS, da emergência até aos 43 dias após a semeadura e, a partir daí, através do monitoramento da umidade do solo, com determinações semanais. No Quadro 8 são apresentados os valores determinados para: umidade do solo; CUC; lâmina necessária para elevar a umidade do solo à capacidade de campo e lâmina de irrigação aplicada.

A lâmina total de água, aplicada no período compreendido entre o 44^o dia após a emergência e a colheita, foi de 324 mm e a lâmina evaporada pelo MEv-UFMS, no mesmo período, foi de 624 mm. A lâmina total de água aplicada correspondeu a 52% do valor da lâmina evaporada pelo MEv-

UFMS, descontada a precipitação natural. Esta totalizou 129,2 mm. Desse total, 113 mm ocorreram em 4 dias do cultivo, não tendo havido, portanto, grande influência sobre o manejo da irrigação. Assim, considerando as dificuldades de se efetuar o manejo de irrigação através do monitoramento da umidade do solo, pode-se sugerir a utilização do MEv-UFMS, com aplicação de 50% da lâmina nele evaporada.

Considerando o total de água aplicado e o número de dias compreendido entre o 44º dia e a colheita, tem-se uma lâmina média diária necessária de 5,0 mm, sendo que esse valor está próximo ao encontrado por Carvalho (1995), que foi de 5,6 mm dia⁻¹.

Conforme apresentado no Quadro 8, os valores encontrados para Coeficiente de Uniformidade de Christiansen indicam uma boa uniformidade na distribuição da água de irrigação pelo sistema utilizado, como preconizado por Bernardo (1995).

Quadro 8 - Valores de umidade atual do solo; coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC); lâmina necessária e lâmina aplicada

Data da Irrigação	Umidade do Solo (%)	CUC (%)	Lâmina necessária (mm)	Lâmina aplicada (mm)
13/10/99	25,03	88,90	9,5	10,7
20/10/99	22,75	89,00	13,7	10,7
08/11/99	25,69	86,40	8,3	6,9
16/11/99	25,53	87,50	8,6	14,0
24/11/99	23,68	88,80	12,0	14,2
29/11/99	23,80	85,80	11,8	13,7

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que foram desenvolvidos os experimentos pode-se concluir que:

- . Não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as características referentes a massa de raízes produzidas, massa de raízes comerciais e massa de raízes não-comerciais em função das doses de P_2O_5 aplicadas.

- . A produção máxima de massa do total de raízes e de raízes comerciais, foi obtida com as dosagens de 432 e 415 $Kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 , respectivamente.

- . A adubação fosfatada estudada influenciou significativamente o diâmetro e a massa seca de raízes (1 e 5% respectivamente)

- . Para o manejo da irrigação, nas condições em que foi realizado o experimento, pode-se recomendar a utilização do MEv-UFMS, com aplicação de 50% da lâmina nele evaporada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO CAPÍTULO I

- ADUBOS TREVO Informativos Técnicos – *É Bom Saber*. Disponível URL: <http://www.adubostrevo.com.br>. Sem data de atualização.
- ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BRAGA, J.M.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F.; RIBEIRO, A.C.; DEFELIPO, B.V. Avaliação da fertilidade do solo: metodologia. In: SIMPÓSIO DA PESQUISA NA UFV, 1. Viçosa, 1988. Resumos. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1988. p.68-69.
- ALVES SOBRINHO, T. e LORO NETO, A. Desenvolvimento e calibração de mini-evaporímetro para manejo de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28. Pelotas, 1998. *Anais...* Pelotas - RS, v.1, n.1, p. 5, 1998.
- ALVES SOBRINHO, T., BONOMO, R., MANTOVANI, E. C., SEDIYAMA, G. C. Estimativa mensal da evapotranspiração de referência para Dourados e Ponta Porã, Mato Grosso do Sul. *Cerrados*, Campo Grande, MS p 32-34, 1998.
- AMORIM NETO, M. S. *Análise preliminar de desempenho de um sistema de medidas de evaporação para tanque Classe A*. Piracicaba-SP. 1981. Dissertação de mestrado. 75p.
- ANDRADE JÚNIOR, A.S. de.; KLAR, A.E. Manejo da irrigação da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) através do tanque Classe A. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.54, n.1, p.31-38, 1997

- ARAÚJO, C. *Produção e perda de peso da cenoura 'Brasília', considerando doses de fósforo e de cama-de-frango de corte semi-decomposta (Daucus carota L.)*. Dourados-MS. UFMS, 2000. Dissertação de Mestrado. 50p.
- BENINCASE, M.P. *Análise de crescimento de plantas*. Jaboticabal, FCAV-UNESP, 1988. 41p.
- BERNARDO, S. *Manual de irrigação*. 6 ed. Viçosa, Imprensa Universitária, 1995. 596p.
- BRAGA, J. M. e DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e material vegetal. *Revista Ceres*, Viçosa, v.21, p.73-85, 1974.
- BRAGA, J. M. *Avaliação da fertilidade do solo (ensaios de campo)*. Viçosa, Imprensa Universitária, UFV, 1983. 101p.
- CAMPOS, T. G. S.; CRISÓSTOMO, L. A.; CORDEIRO C. M. T.; CASTOR, O. S.; Efeito de doses crescentes de nitrogênio e fósforo na cultura da cenoura (*Daucus carota L.*). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 15. *Anais...* Campinas, 1988. Sociedade Brasileira da Ciência do Solo, 1988. p 78 – 80.
- CARVALHO, J. A. *Coeficientes de cultura, avaliação econômica da produção e análise de crescimento de cenoura (Daucus Carota L.) irrigada*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa 1995. Tese de Doutorado. 78p.
- CASTELLANE, P. D.; FOLTRAN, D. E.; FERREIRA, M. E.; BELLINGIERI, P. A. Adubação NPK para culturas de cenoura (*Daucus carota L.*) e de beterraba (*Beta vulgaris L.*) em solo com elevada fertilidade. *Revista de Agricultura*, Piracicaba. v. 65, n.3, 1990.
- COELHO, F. S. e VERLENGIA, F. *Fertilidade do solo*. 2 ed. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 1977. 384p.
- COUTO, L.; COSTA, E. F. e VIANA, R. T. Efeito do veranico sobre a produção de cultivares de milho In: *Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1980-1984*. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA-CNPMS, 1986. p 77-78
- DOORENBOS, J. e PRUITT, W. O. *Necessidades hídricas das culturas*. Campina Grande, UFPB, 1997, 204p.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA *Cenoura: Resumos Informativos*. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças, Brasília. (Série Resumos Informativos, n.23), 1997. 149p.
- FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D. ; CRUZ, M. C. P. Nutrição e adubação de hortaliças. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE HORTALIÇAS, Jaboticabal, 1993. *Anais...* Jaboticabal POTAFÓS, 1993. 480p.
- FIETZ, C.R.; HERNANI, D.C. Determinação da capacidade de campo de latossolo roxo distrófico argiloso por diferentes métodos. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 21. Natal. 1991. *Anais...* Fortaleza ABID, 1992. p. 663-683.
- FILGUEIRA, F. A. *Manual de olericultura : cultura e comercialização de hortaliças*, v.2, São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1982. 357p.
- FINAMORI, W. L. M.; ALVES SOBRINHO, T.; HEREDIA ZARATE, N. A. Aspectos socioeconômicos dos produtores de hortaliças do município de Dourados – MS. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.17, n.3, p.286, 1999. (Resumo 106)
- FINAMORI, W. L. M. *Produção de cenoura (Daucus carota L.) cultivada sob diferentes lâminas de irrigação e doses de fósforo*. Dourados-MS. UFMS, 2000. Dissertação de Mestrado. 57p.
- FINCH-SAVAGE, W. E. e STECKEL, J. R. A. Timing of irrigation for improved crop establishment. *Acta Horticulturae*. v. 371, p. 121-128, 1994.
- FONSECA, D. M. da.; GOMIDE, J.A.; ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F. Fatores que influenciam os níveis críticos de fósforo para o estabelecimento de gramíneas forrageiras: I. Casa de vegetação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.21, n.1, 1997a.
- FONSECA, D. M. da.; J. A. GOMIDE.; ALVAREZ V., V. H.; R. F. de NOVAIS. Fatores que influenciam os níveis críticos de fósforo para o estabelecimento de gramíneas forrageiras: II. Em campo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.21, n.1, 1997b.
- GOEDERT, W.J. & SOUSA, D.M.G. Uso eficiente de fertilizantes fosfatados. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Brasília, 1984. *Anais...* Brasília POTAFÓS, p.255-290.

- GUIMARÃES, T.G.; MELO, V. de F.; GOMES, P.C.; ALVARES, V.H. Eficiência de um fosfato parcialmente acidulado na produção de milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24. Goiânia, 1993, *Anais...* Goiânia Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. p 215-216.
- HAAG, H.P.. *Nutrição mineral de forrageiras do Brasil*. Campinas: Fundação Cargill, 1984. 152 p.
- HATFIELD, J.L. e Allen, R.G., Evapotranspiration estimates under deficient water supplies. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. v.122. n.5. p. 301-308. 1996.
- JACKSON, M. L. *Análisis químico de suelos*. 3 ed. Barcelona: Ediciones Omega, 1976. 662 p.
- KLAR, A.E. *Irrigação: freqüência e quantidade de aplicação de água*. São Paulo: Nobel, 1991. 156 p.
- KORNDÖRFER, G. H.; LARA-CABEZAS, W. A.; HOROWITZ, N. Eficiência agrônômica de fosfatos naturais reativos na cultura do milho. *Scientia agrícola*, Piracicaba, v.56, n.2, 1999.
- LUNARDI, D. M. C., LAPERUTA FILHO, J. Evapotranspiração máxima e coeficiente de cultura da cenoura (*Daucus carota* L.). *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.7, n.1, p.13-17, 1999.
- MALAVOLTA, E. *Manual de química agrícola: Nutrição de plantas e fertilizantes do solo*. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1976. 528 p.
- MALAVOLTA, E. *A B C da adubação*. Editora Agronômica Ceres, 1979, 255p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1989, 201p.
- 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, ESAM, 1991. Dissertação de Mestrado. 63p.

- MESQUITA FILHO, M.V.; CRISOSTOPO, L.A.; SILVA, T.G. Rendimento da de cenoura em função da aplicação de nitrogênio e fósforo em solo sob cerrado. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.3, n.2, p39-40, 1985.
- MINAMI, K.; CARNEIRO, I. F. *Cultura da cenoura*. Piracicaba: ESALQ, 1981. 58p.
- MUNNS, D.N. & FOX, R.L. The slow reaction which continues after phosphate adsorption: kinetics and equilibrium in some tropical soils. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, n.40, p.46-51, 1976.
- MOREL, C. e FARDEAU, J.C. Agronomical evaluation of phosphate fertilizer as a nutrient source of phosphorus for crops: isotopic procedure. *Fert. Res.*, Dordrecht, v.24, p.115-122, 1990.
- MOURA, M. V. T. de. *Determinação do consumo de água na cultura de cenoura (Daucus carota L.) através dos métodos lisímetro e balanço hídrico sob condições de campo*. Piracicaba, 1992. Dissertação de Mestrado. 84p.
- NÓBREGA, A. A.. Cenoura In: *Projetos de Irrigação*. DNOCS. Fortaleza, 1977. 36p.
- NOGUEIRA, F. D.; FONTE, 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.
- NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. *Curso de fertilidade e manejo do solo, módulo 07 – Fósforo*. ABEAS. Brasília, 133p. 1993.
- NOVELINO, J.O.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L.. Solubilização de fosfato de Araxá, em diferentes tempos de incubação, com amostras de cinco latossolos, na presença e na ausência de calagem. *Revista brasileira de ciência do solo*, v.9, p.13-22, 1985.
- NOVELINO, J. O. Disponibilidade de fósforo e sua cinética, em solos de cerrado fertilizados com fósforo, avaliada por diferentes métodos de extração. UFV. Viçosa, 1999, Tese Doutorado. 70 p.
- PIMENTEL GOMES, F. *A estatística moderna na pesquisa agropecuária*. Piracicaba: POTAFOS, 1984. 160p.
- PIZARRO, F. *Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos*. Madrid, Editorial Agrícola Española, 1978. 581p.

- RAIJ, B. van. *Avaliação da fertilidade do solo*. Piracicaba, Potafós, 1983. 142p.
- RAIJ, B. van. Condições mínimas de eficiência para fosfatos alternativos ao superfosfato. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, n.10, p.235-239, 1986.
- RAIJ, B. van. *Fertilidade do solo e adubação*. São Paulo, Piracicaba; Ceres, Potafós, 1991. 343p.
- REICHARDT, K. Processos de transferência no sistema solo - água - atmosfera. Fundação Cargill, Campinas, 1985. 466p.
- REICHARDT, K. *A água em sistemas agrícolas*. São Paulo, Ed. Nobel Ltda, SP, 1987, 188p.
- RENDING, V.V. & TAYLOR, H.W. Principles of soil-plant interrelations. New York, McGraw-Hill, 1989. 275p.
- RITCHIE, E. F. e JOHNSON, B. S. Soil and plant factors affecting evaporation. *Irrigations of agricultural crops*. Madison, n.130, p. 363-390, 1990.
- RIBEIRO, R. A. *Produção e conservação da cenoura 'Brasília', considerando espaçamentos no campo e armazenamento de raízes e plantas*. Dourados - MS, UFMS, 1998. Dissertação de Mestrado. 36p.
- SCHWENGBER, J. E.; MARTINS, S. R.; QUINTANILHA, L. F.; PEIL, R. M. Uso de tanque de evaporação reduzido para estimativa de evapotranspiração em estufa plástica. In: Encontro de Hortaliças, 9., e Encontro de Plasticultura, 6., da Região Sul do Brasil, Maringá, 1994. 55p.
- SEDIYAMA, G. C. Necessidades de água para os cultivos. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSINO SUPERIOR. *Curso de Engenharia de Irrigação*. Brasília, 1987. 413p. (Curso de Especialização por Tutoria à Distância, módulo 4).
- SILVA, W. L. L. Irrigação em cenoura. *Irrigação de algumas olerícolas*. Brasília, EMBRAPA-UEPAE, p 4-7. 1980.

- SILVA, E. M. da.; AZEVEDO, J. A. de.; GUERRA, A. F.; FIGUEREDO, S. F.; ANDRADE, L. M. de.; ANTONINI, J. C. A. Manejo de irrigação para grandes culturas. In: FARIA, M. A.; SILVA, E. L. da.; VILLELA, L. A. A.; SILVA, A. M. da., Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, *Manejo de irrigação*, Lavras, 1998. *Anais...* Lavras, UFLA/SBEA, 1998, p 239-280.
- SONNENBERG, P. E. *Olericultura especial, cultura de: alface, alho, cebola cenoura, batata e tomate*. Goiânia, Curso de Agronomia da UFGO, 1985, 188p.
- TISDALE, S. L.; NELSON, W. L. ; BEATON, J. D. *Soil fertility and fertilizers* New York; Macmillan Publishing Company, 1985. 754p.
- VETTORI, L. Métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, (*Boletim técnico*, 7). 24p. 1969.
- 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.
- VILDOSO, T. A. *Relação entre a produção e o índice diário de stress para a cultura da cenoura (Daucus carota L.)*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1995. Dissertação de Mestrado 43p.
- VOLPE, C.A. e CHURATA-MASCA, M.G.C. *Manejo da irrigação em hortaliças: método do tanque Classe A*. Jaboticabal, FUNEP, 1988. 19p.
- ZOCOLER, J. L. Curso de Capacitação em Agricultura Irrigada. *Avaliação de desempenho de sistemas de irrigação*. Ilha Solteira, UNESP, 1999. Disponibilizado na URL: http://www.agr.feis.unesp.br/dep_solo.htm . (Sem data de atualização).

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO DA COLHEITA SEMI-MECANIZADA NA CULTURA DA CENOURA

1. INTRODUÇÃO

A colheita da cenoura é predominantemente manual mesmo nos cultivos de grandes áreas. É uma operação que exige grande quantidade de mão-de-obra, o que onera muito o preço do produto e constitui ponto de estrangulamento das operações em escala industrial, além de ser tarefa árdua para os trabalhadores. A utilização de equipamentos para arranquio de raízes pode contribuir substancialmente para a economicidade na exploração comercial dessa cultura, reduzindo o tempo de colheita. De

acordo com Freire *et al.* (1984), a colheita semimecanizada consiste na utilização de uma lâmina adaptada ao sulcador, que é operado acoplado a um trator, abrindo sulcos entre as linhas de plantas, deixando as raízes soltas, facilitando o seu recolhimento manual.

Balbino (1983) afirma que a qualidade e a conservação de frutos e hortaliças dependem de fatores tais como: condição de cultivo (adubação, raleio, irrigação e, tratamentos fitossanitários), ponto de colheita, cuidados na colheita e manipulação pós-colheita.

O ponto de colheita da cenoura é normalmente estipulado em função do número de dias após o plantio. Para as condições de Dourados - MS, Araújo (2000), estudando a época de colheita, verificou que as maiores produções de matérias frescas de raízes comercializáveis ocorreram principalmente aos 105 e 120 dias após a semeadura. Chitarra e Carvalho (1984) relatam que se a colheita for realizada precocemente, pode haver mudança dos teores de caroteno, desvalorizando o produto, principalmente para a indústria, sendo ainda o ponto ideal de colheita, outro fator que pode influir na produção e na aparência final do produto. Por outro lado, Freire *et al.* (1984) citam que o retardamento da colheita possibilitará um aumento significativo de produtividade, mas decorrido certo período, as raízes se tornam muito grossas, sujeitas a rachaduras e com menor valor comercial.

Assim, todo processo que permita reduzir o tempo e facilitar a colheita da cenoura pode vir a contribuir para a qualidade do produto.

Com o propósito de atender às necessidades de informação sobre a colheita semimecanizada da cenoura e avaliar a eficiência de um arrancador de mandioca nessa operação, foi desenvolvido este trabalho cujos objetivos foram: a) avaliar o arranquio semimecanizado da cultura de cenoura; b) avaliar o desempenho operacional do sistema de colheita semimecanizado, em comparação com o de colheita manual.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A colheita da cenoura para os cultivares “Brasília”, “Nantes” e “Kuroda” pode ser iniciada entre 85 a 100, 85 a 110 dias e 90 a 120 dias após a semeadura, respectivamente (Camargo, 1992). Pode-se iniciar a colheita aos 80 dias após a semeadura, prolongando-se por 15 ou 30 dias, uma vez

que nem todas as raízes atingem o ponto adequado de desenvolvimento ao mesmo tempo (Filgueira, 1982). No amadurecimento da cenoura, as plantas apresentam as folhas baixas amareladas e as superiores abertas, encostando as pontas na superfície dos canteiros (Finamori, 2000).

Mesmo se observando as características dos diversos cultivares existentes atualmente, o ponto de colheita da cenoura tem-se mostrado extremamente flutuante, variando principalmente de acordo com as pressões de cada mercado regional em que são comercializadas as raízes.

Além disso, o ponto ideal de colheita é também fortemente influenciado pelo cultivar utilizado (Freire *et al.*, 1984) e pela época de semeadura, uma vez que no inverno, devido às temperaturas mais baixas, ocorre alongamento do ciclo vegetativo, sendo a germinação, a emergência

e o crescimento mais lentos (Camargo, 1992). Segundo Filgueira (1982) e Balbino (1983), os mercados mais exigentes preferem as cenouras ainda em crescimento, logo que as raízes atinjam de 15 a 18 cm, por se apresentarem macias. Porém, as plantas, quando são colhidas muito antes de alcançar o estágio adequado de amadurecimento, produzem raízes menores, induzindo a grande perda de produtividade, o aumento da sensibilidade à manipulação pelo maior teor de água (Pinto *et al.*, 1984). Chitarra e Carvalho (1984) relatam que se a colheita for realizada precocemente, pode haver mudança dos teores de caroteno, desvalorizando o produto, principalmente para a indústria, sendo ainda o ponto ideal de colheita, outro fator que pode influir na produção e na aparência final do produto. Freire *et al.* (1984) citam que o retardamento da colheita possibilitará um aumento significativo de produtividade, mas decorrido certo período, as raízes se tornam muito grossas, sujeitas a rachaduras e com menor valor comercial. Para Balbino (1983) e Pinto *et al.*, (1984), mercados menos exigentes permitem que se faça uma colheita mais tardia, obtendo-se dessa forma maior produtividade. Quando se realiza a colheita em estágio avançado de maturação, as raízes podem apresentar-se grossas e muito compridas, dificultando a embalagem, além da maior incidência de raízes com rachaduras ou endurecidas (Filgueira, 1982; Pinto

et al., 1984).

O processo de colheita da cenoura pode ser efetuado de duas maneiras: manual ou semimecanizado.

O processo manual, que é o mais usual, consiste em arrancar as plantas puxando-as pelas partes aéreas, as quais são posteriormente destacadas ou cortadas das raízes (EMBRAPA, 1997), sendo uma operação que exige um grande contingente de mão-de-obra, o que onera o produto, constituindo-se ainda, em uma operação árdua para os operários.

A forma semimecanizada consiste, no uso de um implemento acoplado ao eixo do terceiro ponto de um trator, que deve ser operado como se fosse abrir sulcos entre as linhas de plantio, deixando as raízes praticamente soltas, facilitando o seu recolhimento manual no solo. Zárate *et al.* (1995) estudaram o comportamento do arrancador de mandioca, construído pela Ikeda Máquinas Agrícolas, na colheita semimecanizada de plantas de inhame (*Colocasia esculenta*, L.). Os autores não detectaram perdas nem danos mecânicos aos rizomas arrancados e concluíram que o implemento arrancador de mandioca adaptou-se plenamente para a colheita de inhame.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área experimental e implantação da cultura

Este trabalho foi realizado no Núcleo Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (NCA) UFMS, em Dourados – MS, no período compreendido entre os meses de agosto e dezembro de 1999, em substrato edáfico classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, de textura argilosa e topografia plana. O município de Dourados - MS está situado na confluência das coordenadas geográficas 22^o 13' 16" de latitude Sul e 54^o 48' 02" de longitude a Oeste de Greenwich, a uma altitude de 452 m. O clima regional classificado pelo sistema internacional de Köppen e é do tipo Cwa, clima úmido com inverno seco, com precipitação média anual de 1500 mm e temperatura média anual de 22^o C (Mato Grosso do Sul, 1990).

Para realização do experimento foi utilizada uma área de 10,0 m de largura e 30,0 m de comprimento, de onde foram retiradas amostras de solo

para análises químicas e físicas (Quadros 1, 2, 3 e 4). O solo foi preparado mediante aração, gradagem e levantamento dos canteiros com rotoencanteirador. Com base nos resultados da análise do solo, a correção do pH foi feita com a aplicação de calcário dolomítico, finamente moído, na proporção de 450 g m^{-2} e a adubação química, com a aplicação na proporção de 40 g m^{-2} de nitrogênio, 80 g m^{-2} de fósforo e 30 g m^{-2} de potássio, tendo como fontes o sulfato de amônio, o superfosfato triplo e o cloreto de potássio. A aplicação desses elementos foi realizada em área total do experimento, sendo incorporados mecanicamente.

A semeadura da cenoura foi realizada de forma manual e direta, utilizando a cultivar “Brasília”, disposta em quatro fileiras por canteiro espaçadas a 0,30 m entre si. Quando as plantas apresentaram duas folhas verdadeiras e em torno de 0,05 m de altura, foi feito o primeiro desbaste de forma a deixar distanciamento inicial de 0,04 m entre plantas. O segundo e definitivo desbaste, realizou-se quando as plantas apresentaram quatro a cinco folhas verdadeiras e em torno de 0,10 m de altura, deixando as plantas com distanciamento final de 0,08 m (Ribeiro, 1998). Durante o crescimento e desenvolvimento das plantas até se observar a cobertura total do solo, foram feitas capinas manuais, de forma a manter a cultura isenta de plantas daninhas. Não houve, durante todo o ciclo da cultura, a necessidade de serem aplicados defensivos agrícolas específicos para o controle de pragas e, ou doenças, por não terem sido registrados, ataques visíveis de insetos e, ou patógenos.

A colheita foi realizada aos 105 dias após a semeadura, conforme recomendação de Araújo (2000), sendo avaliada pelo sistema semimecanizado e manual. Pelo sistema semimecanizado foram estudados o comportamento da máquina arrancadora, o desempenho

operacional do conjunto trator-arrancadora e as perdas ocorridas. Pelo sistema manual foi estudado o desempenho da mão-de-obra na colheita e as perdas ocorridas.

As operações de colheita manual e semimecanizada, foram realizadas em área com a cultura implantada em canteiros construídos com rotoencanteirador.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três repetições tanto para a colheita semimecanizada como manual. Os resultados foram analisados utilizando-se a estatística descritiva.

3.2. Características da máquina arrancadora

Na colheita semi-mecanizada da cenoura foi utilizada a máquina arrancadora de mandioca, desenvolvida pela fábrica de máquinas agrícolas IKEDA, modelo SM, série 84 A, possuindo lâmina de 0,90m de largura, acoplada ao sistema hidráulico do trator. Para tração da máquina utilizou-se um trator com potência nominal de 77 Kw a 2200 rpm, que operou à velocidade de 2,0 Km h⁻¹ e rotação de 1600 rpm no motor. A profundidade de trabalho do implemento utilizado foi condizente com o tamanho das raízes colhidas, uma vez que a máquina permite ajustes para corte do solo abaixo das raízes da planta, promovendo o afofamento do solo e o arranquio das raízes.

Foram colhidas todas as plantas existentes em cada uma das três parcelas experimentais. Após a passagem do arrancador, as plantas de cenoura foram recolhidas e procedeu-se à separação da parte aérea e da raiz.

3.3. Desempenho da máquina arrancadora na operação de colheita

O estudo do comportamento da máquina arrancadora na colheita constitui-se na medição das perdas e na avaliação dos danos mecânicos causados às raízes pela lâmina de corte da máquina e na determinação da patinagem das rodas motrizes do trator.

a. Medição das perdas: foram consideradas perdidas as raízes que não foram expostas na superfície do solo pela máquina e que não tiveram condições de serem recolhidas manualmente durante a operação de recolhimento das raízes. Depois do recolhimento manual, o solo foi revolvido com uma enxada para recolher as raízes perdidas, que foram pesadas, transformando-se o resultado em percentagem conforme a expressão (Alves Sobrinho, 1981):

b. Avaliação dos danos mecânicos: foram considerados como danos

$$\text{Perdas (\%)} = \frac{\text{raízes perdidas (Kg)}}{\text{raízes colhidas (Kg)} + \text{raízes perdidas (Kg)}} \times 100$$

mecânicos as raízes quebradas e, ou cortadas pelo arrancador. Foram separadas manualmente as raízes danificadas e pesadas, transformando-se o resultado em percentagem conforme a expressão (Alves Sobrinho, 1981):

$$\text{Danos (\%)} = \frac{\text{raízes danificadas (Kg)}}{\text{raízes não danificadas (Kg)} + \text{raízes danificadas (Kg)}} \times 100$$

c. Patinagem: a patinagem da rodas motrizes do trator, que é um indicador da força de tração requerida pelo arrancador, foi determinada, aplicando-se a relação citada por Barger *et al.* (1963) e Mialhe (1974) como segue:

$$\text{Patinagem (\%)} = \frac{(N1 - N2)}{N1} \times 100$$

em que,

N1 = número de voltas da roda motriz com carga, em 25 m.

N2 = número de voltas da roda motriz sem carga, em 25 m.

3.4. Desempenho operacional do conjunto trator- arrancadora

O desempenho operacional foi estudado através da determinação da capacidade operacional do conjunto trator-arrancadora. De acordo com Mialhe (1974), denomina-se capacidade operacional de máquinas e implementos a quantidade de trabalho que ambos são capazes de executar na unidade de tempo. Essa capacidade constitui-se em uma medida de intensidade do trabalho desenvolvido durante as operações agrícolas.

A capacidade operacional do conjunto foi medida pela relação entre e área trabalhada e o tempo de produção. A área trabalhada em cada unidade experimental foi de 27,50 m², correspondentes ao canteiro de 25 m de comprimento por 1,10 m de largura. O tempo de produção foi determinado entre o início e o final da parcela, excluindo-se, entre outros, as manobras nas cabeceiras, pois segundo Mialhe (1974), é o tempo consumido exclusivamente em trabalho produtivo.

3.5. Desempenho do sistema manual

Pelo sistema manual foi estudado o desempenho da mão-de-obra nas operações que compõem esse sistema de colheita, tendo sido avaliados os tempos necessários para o arranquio, para retirada do solo das perdas ocorridas e para separação das raízes da parte aérea.

Foram consideradas perdidas as raízes que ao serem arrancadas, tiveram quebradas suas partes aéreas, o que impediu o seu recolhimento manual (Equação 2). Na avaliação da operação de colheita manual foi

utilizado um funcionário do Setor de Horticultura do NCA-UFMS, com conhecimento prático nessa atividade. A área trabalhada em cada unidade experimental foi de 11 m², correspondentes ao canteiro de 10 m de comprimento por 1,10 m de largura. As perdas foram avaliadas após o revolvimento das parcelas com ferramentas manuais e o recolhimento das raízes remanescentes.

O tempo de operação foi determinado entre o início e o final de cada atividade, sendo cronometrado o tempo consumido exclusivamente em trabalho produtivo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado geral sobre a colheita semimecanizada obtido durante a execução dos ensaios é apresentado no Quadro 01.

QUADRO 01 - Resultados da avaliação do comportamento e do desempenho operacional do conjunto trator-arrancador para colheita de cenoura. DOURADOS – MS, 1999

Característica avaliada	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Médias	$S(\bar{X})$
Tempo de operação (s)	70	69	70	69,7	0,33
Raízes colhidas (kg parcela ⁻¹)	43,4	35,6	43,4	40,8	2,60
Raízes perdidas (kg parcela ⁻¹)	0,24	0,24	0,45	0,31	0,07
Perdas (%)	0,56	0,66	1,01	0,74	0,14
Raízes danificadas (kg parcela ⁻¹)	1,41	1,37	2,56	1,78	0,39
Danos (%)	3,25	3,84	5,89	4,33	0,80
Patinagem (%)	24,2	28,5	26,4	26,4	1,24
Capacidade operacional (ha h ⁻¹)	0,140	0,144	0,140	0,140	0,001

4.1. Desempenho da máquina arrancadora na operação de colheita

a. Perdas e danos mecânicos: se constatou baixa percentagem de raízes sem colher (0,74%) e de raízes danificadas (4,33%). Esses resultados podem estar relacionados ao bom preparo do solo do canteiro, à

adequada umidade do solo no momento da colheita, à regulagem da profundidade de trabalho do implemento, indicando que o arrancador pode ser recomendado para auxiliar na operação de colheita de cenoura em plantios comerciais em grandes áreas, sem prejuízos para o agricultor, além de tornar a operação colheita menos árdua para os trabalhadores braçais.

b. Patinagem: Considerando que o trator foi lastrado apenas com água nos pneus, ainda assim a patinagem de 26,4%, em termos médios, foi alta e superior a 16%, que é o limite próximo do rendimento tratório máximo escolhido por diversos pesquisadores, conforme Barger et. al. (1963). Isso pode ser um indicativo de que o trator utilizado para tração do arrancador deveria ter recebido maior lastro através de pesos metálicos. Todavia, cabe também ressaltar que no dia anterior ao da colheita, a área experimental foi irrigada com uma precipitação de 4 mm, visando a facilitar o arranquio das raízes. Considerando o tipo de solo da área do experimento, que possui alto teor de argila e estando o solo úmido na manhã seguinte, principalmente entre os canteiros, acredita-se que isso possa ter influenciado na elevação do índice de patinagem e conseqüente redução da velocidade de operação do trator.

4.2. Desempenho operacional do conjunto trator- arrancadora

O conjunto trator-arrancadora apresentou desempenho operacional médio satisfatório de $0,39 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$, correspondente a $0,14 \text{ ha h}^{-1}$ e velocidade operacional média de $1,3 \text{ km h}^{-1}$. Considerando uma eficiência de campo de 80%, a capacidade operacional de campo do conjunto é $8,91 \text{ h ha}^{-1}$.

O desempenho operacional foi grandemente influenciado pelas condições de umidade do solo no momento da operação de arranquio, com redução significativa da velocidade operacional. Alves Sobrinho (1992) obteve valor próximo de 3 h ha^{-1} para capacidade operacional de campo com o mesmo conjunto trator-arrancador, operando à velocidade de $4,3 \text{ km h}^{-1}$ no arranquio da cultura de mandioca em solo argiloso seco. Dessa forma e considerando o tipo de preparo de solo efetuado para o cultivo da cenoura com a construção de canteiros, a irrigação anterior à operação de colheita deve ser evitada de forma a melhorar o desempenho operacional do conjunto mecanizado nessa operação.

As características de funcionamento da máquina, associadas à sua simplicidade de operação e de regulagens, permitem seu uso num sistema integrado de colheita semimecanizado, mesmo em pequenas propriedades rurais nas quais a cenoura é produzida para fins de comercialização em depósitos atacadistas.

4.3. Desempenho do sistema manual

O resultado do desempenho do sistema manual de colheita obtido durante a execução dos ensaios é apresentado no Quadro 02.

QUADRO 02 - Resultados da avaliação do sistema manual de colheita em área de 11 m². DOURADOS – MS, 1999

Característica avaliada	Rep. 2	Rep. 3	Médias	S(\bar{x})	
Tempo de operação (s)	1024	748	738	836	93,17
Raízes colhidas (kg parcela ⁻¹)	38,4	36,1	40,6	38,4	1,30
Raízes perdidas (kg parcela ⁻¹)	1,71	0,79	2,49	1,66	0,49
Perdas (%)	4,45	2,19	6,13	4,26	1,14
Colheita manual (ha dia ⁻¹)	0,043	0,058	0,058	0,052	0,001

Verifica-se, pelos resultados, que um homem trabalhando 8 horas por dia consegue mobilizar uma área de 520 m², ou seja, cerca de 5% da área equivalente a 1,0 ha e o arrancador possui a capacidade de arrancar, no mesmo período, 1,12 ha. Em termos comparativos, seriam necessários cerca de 20 homens dia⁻¹ para colher área correspondente à área mobilizada pelo arrancador. Deve-se, no entanto, observar que o arrancador favorece o

trabalho dos operadores manuais, tornando a operação menos árdua, sem substituir plenamente a mão-de-obra, sendo esta necessária para a separação das raízes da parte aérea e outras atividades realizadas depois do arranquio.

Em relação às perdas obtidas com a colheita manual, elas foram mais acentuadas quando comparadas com as perdas obtidas com o sistema semimecanizado. Entretanto, não se verificaram danos às raízes no processo manual, não ocorrendo o mesmo com a utilização do arrancador. De certa forma, há uma relativa compensação em termos de perdas e danos, pois as raízes danificadas não são adequadas para a comercialização.

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que foram desenvolvidos os experimentos pode-se concluir que:

- . os percentuais de perda de raízes ocorridas na colheita semimecanizada apresentaram valores inferiores aos encontrados na colheita manual;

- . os percentuais de danos mecânicos e de perdas, encontrados na colheita semimecanizada das raízes, indicam que a arrancadora pode ser recomendada para auxiliar na operação de colheita de cenoura;

- . a regulagem da arrancadora se mostrou satisfatória, apresentando a todo tempo uma boa dinâmica de penetração no solo;

- . o alto índice de patinação sugere a necessidade de um prazo maior entre a última irrigação e a colheita;

- . a área colhida por um operário braçal corresponde a 5,2% da área colhida com o arrancador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS CAPÍTULO II

- ALVES SOBRINHO, T. *Avaliação do desempenho de quatro protótipos arrancadores de mandioca (Manihot esculenta Crantz)*. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 1981. Dissertação de Mestrado. 36p.
- ALVES SOBRINHO, T. Avaliação do desempenho de um arrancador de mandioca num solo argiloso – Latossolo Roxo Distrófico. *Revista Científica Cultural, Campo Grande*. v.7, n.1, p. 11-14. 1992
- ARAÚJO, C. *Produção e perda de peso da cenoura 'Brasília', considerando doses de fósforo e de cama-de-frango de corte semi-decomposta (Daucus carota L.)*. Dourados-MS, UFMS, 2000. Dissertação de Mestrado. 50p.
- BALBINO, J.M. de S. Colheita, beneficiamento e armazenamento de cenoura (*Daucus carota* L.). In: HEREDIA, M.C.V. de e CASALI, V.W.D. "Coord."; *Seminários de Olericultura*; Viçosa: Imprensa Universitária, v, 7, p.58-81, 1983.

BARGER, E. L.; LILJEDAHN, J.B.; CARLETON, W.M.; KIBBEN, E.G.
Tratores e seus motores. São Paulo: Editora Blücker, 398p. 1963.

CAMARGO, L.S. *As hortaliças e seu cultivo*. Campinas: Fundação Cargill,
1992. 252p.

- CHITARRA, M. I. F. e CARVALHO, V. D. de. Cenoura: qualidade e industrialização. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.10, n.120, p.73-75, 1984.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Cenoura: Resumos Informativos*. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças, Brasília. (Série Resumos Informativos, n.23), 1997. 149p.
- FILGUEIRA, F. A. *Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliça*. v.2, São Paulo: Ed. Agronômica Ceres. 1982. 357p.
- FINAMORI, W. L. M. *Produção de cenoura (Daucus carota L.) cultivada sob diferentes lâminas de irrigação e doses de fósforo*. Dourados-MS. UFMS, 2000. Dissertação de Mestrado. 57p.
- 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.
- MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de planejamento e coordenação geral. *Atlas Multireferencial*. Campo Grande, 1990. 28p.
- MIALHE, L.G. *Manual de mecanização agrícola*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1974. 301p.
- PINTO, C.M.F.; PÁDUA, J.G.; CASALI V.W.D. Semeadura e espaçamento na cultura de cenoura. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.10, n.120, p.21-23, 1984.
- ZÁRATE, N. A. H.; ALVES SOBRINHO, T.; VIEIRA, M. C.; SUZUKI, M. T. Influência do espaçamento na cultura e na colheita semimecanizada de inhame. *Horticultura Brasileira*, Brasília. v.13, n.1, p.50-60, 1995.

APÊNDICE

