

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

CURSO DE AGRONOMIA

**PRODUTIVIDADE DA CENOURA EM FUNÇÃO DE DIFERENTES LÂMINAS
DE IRRIGAÇÃO**

ANDERSON KATSUJIRO AOYAGI

REGES EDUARDO FRANCO TEODORO
(Orientador)

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia, da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia - MG
Março - 2002

**PRODUTIVIDADE DA CENOURA EM FUNÇÃO DE DIFERENTES LÂMINAS
DE IRRIGAÇÃO**

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA EM 25 / 03 / 2002

Prof. Dr. Reges Eduardo Franco Teodoro
(Orientador)

Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz
(Membro da Banca)

Dr. Fernando Campos Mendonça
(Membro da Banca)

Uberlândia - MG
Março - 2002

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de estar aprendendo e contribuindo com meus próximos através deste trabalho.

Agradeço também aos meus pais Tadaaki Aoyagi e Julia Aoyagi.

Aos amigos de sala Daniel Bruxel, Luciano de Paulo Tavares, Marcio Paulino Rodrigues, Hernane Borges, Fabrício Pelizer de Almeida e ao meu orientador Reges Eduardo Franco Teodoro que sempre farão parte da minha formação pessoal.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1. Aspectos gerais da irrigação.....	7
2.2. Cultura da cenoura e irrigação.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5. CONCLUSÕES.....	21
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar em nível de campo a influência de lâminas de irrigação sobre a produtividade de cenoura. O experimento foi conduzido no período de 01 de Abril a 30 de julho de 2001 na Estação Experimental do Instituto de Ciências Agrárias localizada na Fazenda do Glória da Universidade Federal de Uberlândia, utilizando a cultivar “Nantes Forto”. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 6 tratamentos e 4 repetições, constituídos por canteiros de 1,20 x 2,00 metros. Os tratamentos utilizados foram diferentes lâminas de irrigação correspondendo a evaporação do tanque “Classe A”. As lâminas foram de 20, 40, 60, 80, 100 e 120% aplicadas em intervalos de 2 a 3 dias (segundas, quartas e sextas feiras). Com base nos dados obtidos concluiu-se, dentro do limite das lâminas testadas, que à medida que aumentaram as lâminas d’água de irrigação, aumentou também a produtividade.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da cenoura é de grande importância na agricultura mundial, destacando-se também no Brasil, devido a sua ótima aceitação pelos consumidores, devido ao fato de ser uma planta que apresenta um alto valor nutritivo e boas propriedades culinárias.

A cenoura, é provavelmente originária da região sudoeste da Ásia e foi introduzida no Brasil pela região Sul, de onde se expandiu para o Sudeste, região que se tornou a maior produtora e consumidora dessa hortaliça (SOUZA, 1994). Seu caule é pouco perceptível; que começa no ponto de inserção das folhas formadas por folíolos finamente recortados, com pecíolo longo e afilado, suas folhas formam tufo que podem atingir até 50 cm de altura (FILGUEIRA,2000).

O Brasil produz anualmente cerca de 750 mil toneladas de raízes de cenoura em uma área de aproximadamente 28 mil hectares. Os municípios maiores produtores são : Carandaí, Maria da Fé, São Gotardo (Minas Gerais); Piedade, Ibiúna e Mogi das Cruzes (São Paulo); Ponta Grossa (Paraná) e Irecê (Bahia). Destacam-se as regiões de São Gotardo, Carandaí e Andradas (Minas Gerais), e Piedade e Ibiúna, (São Paulo), as quais estão situadas em regiões de altitudes elevadas (em torno de 1000 m), que apresentam condições favoráveis ao cultivo ao longo do ano.

Embora produza melhor em áreas de clima ameno, o desenvolvimento recente de cultivares tolerantes ao calor e resistentes às principais doenças de folhagem permitiu a expansão do cultivo de cenoura para os Estados da Bahia, Pernambuco, e para o Distrito Federal.

Como praticamente todas as hortaliças, a cenoura tem desenvolvimento intensamente influenciado pelas condições de umidade do solo. Mesmo em regiões úmidas, a deficiência hídrica é fator limitante para a obtenção de produtividades elevadas e de boa qualidade. Desse modo, a suplementação das necessidades de água da cultura da cenoura através da irrigação é essencial para o sucesso da produção.

Entretanto, a produtividade e a qualidade da cenoura podem também ser prejudicadas dependendo de como a água é aplicada. No Brasil, 80 % dos produtores de cenoura utilizam irrigação, o que demonstra a importância dessa técnica no seu processo produtivo (MAROUELLI & VIEIRA, 1990).

O objetivo desse trabalho foi analisar em nível de campo a influência de lâminas de irrigações sobre produtividade de cenoura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos gerais da irrigação

Dos fatores climáticos, a precipitação pluviométrica é que frequentemente limita o rendimento das cultivares de cenoura. Em regiões de insuficiência pluviométrica em quantidade ou distribuição, o êxito da atividade agrícola depende da irrigação (FRIZZONE, 1986).

De acordo com MAROUELLI (1994), a água também pode se “perder” diretamente para a atmosfera, através da evaporação do solo e da superfície vegetal molhada. A este processo de “perda” conjunta de água do solo e da planta para atmosfera dá-se o nome de evapotranspiração. A água evapotranspirada deve ser totalmente reposta ao solo sob pena de comprometer o sucesso da cultura.

Além de variar com a espécie cultivada, a evapotranspiração é afetada pelo solo e principalmente pelo clima. Dentre os fatores climáticos que influenciam este processo, destacam-se: radiação solar, luminosidade, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento.

Para que o manejo da água de irrigação se proceda dentro de um critério racional, é necessário um controle diário da umidade do solo e/ou da evapotranspiração, durante todo

o ciclo de desenvolvimento da cultura. Para tanto, é indispensável o conhecimento de parâmetros relacionados à planta, ao solo e ao clima; só deste modo pode-se determinar o momento oportuno de promover a irrigação e a quantidade de água a ser aplicada (MAROUELLI, 1994).

Em irrigação normalmente não se considera o perfil do solo explorado por todo o sistema radicular da cultura, mas apenas a profundidade efetiva, que deve ser tal que 80-90% do sistema radicular esteja nela contido. Sua determinação para fins de manejo da irrigação é fundamental; a adoção de valores maiores que os reais pode implicar na aplicação de grandes quantidades de água com conseqüências indesejáveis, enquanto valores menores podem resultar em aplicações deficientes e em turnos de rega muitos pequenos.

A irrigação deve ser realizada quando a deficiência de água no solo for capaz de causar decréscimo acentuado nas atividades fisiológicas da planta e, conseqüentemente, afetar o desenvolvimento e a produtividade. Na prática, este critério é simplificado de acordo com a planta, solo, as condições práticas limitantes ou conjuntamente, em mais de um critério (MAROUELLI, 1994).

Nesse contexto é recomendado que após o plantio, para uma boa germinação e emergência, sejam feitas irrigações uniformes, leves e freqüentes, para evitar principalmente a formação de crostas no terreno (WHITAKER et al., 1970, BRADLEY & LOUDENSLANGER, 1971).

Hortaliças de sementes pequenas, em especial aquelas com baixo vigor vegetativo como a cenoura e a beterraba, devem ser irrigadas com turno de rega de um a dois dias até

o estabelecimento inicial da cultura (20-30 dias), principalmente em solos com tendência de formação de crostas (solos argilosos) na superfície e alta demanda evaporativa da atmosfera (MAROUELLI, 1994).

Segundo MARQUELLI & SILVA (1998), os sistemas de irrigação mais utilizados em hortaliças são: irrigação superficial, subsuperficial, aspersão e microirrigação, sendo os mais recomendados o superficial por sulco, pivô central, autopropelido, aspersão convencional fixa e móvel e microirrigação.

O sistema de irrigação mais utilizado em pequenas áreas é o de aspersão convencional, enquanto em grandes áreas utiliza-se o sistema pivô central. O uso de aspersor tipo canhão é inconveniente porque retira as sementes dos sulcos de plantio e compacta o solo, prejudicando a germinação e emergência das plântulas (MAROUELLI & SILVA, 1998). Entretanto, como destaca FOLEGATTI (1988), o sucesso da agricultura irrigada envolve mais fatores do que a instalação e operação de um equipamento de irrigação. Para a maximização da produtividade é necessário aplicar a quantidade requerida de água no momento oportuno.

O manejo racional da água de irrigação tem por objetivo minimizar o consumo de energia, maximizar a eficiência de uso da água e manter favoráveis as condições de umidade do solo e de fitossanidade para o bom desempenho da cultura (MAROUELLI, 1994).

2.2. A cultura da cenoura e irrigação

A olericultura constitui uma grande atividade agrícola no Brasil. Graças ao comprovado valor nutritivo das hortaliças e à alta rentabilidade econômica, ela vem apresentando altos índices de crescimento nos últimos anos. A cenoura (*Daucus carota* L.) é uma hortaliça da família Apiaceae, do grupo das raízes tuberosas, cultivada em larga escala nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. Apresenta alto conteúdo de vitamina A (12000 UI / 100 g), textura macia e paladar agradável. Além do consumo in natura, é utilizada como matéria prima por indústrias processadoras de alimentos, que a comercializam na forma de seleta de legumes, alimentos infantis e sopas (VIEIRA et al., 1997).

O aspecto da raiz da cenoura é afetado diretamente por fatores ambientais, tais como umidade e temperatura do solo (BARNES, 1936, ORZOLEK & CARROLL, 1976). Segundo BRADLEY et al. (1967) e BRADLEY & LOUDENSLANGER (1971), irrigações mais freqüentes ou solos mais úmidos favorecem a raiz no sentido de proporcionar melhor coloração e maior quantidade de sólidos solúveis, além de aumentar a produção. A produtividade e a qualidade das raízes de cenoura são intensamente influenciadas pelas condições de umidade do solo. Assim, para obtenção de altos rendimento é necessário o controle da umidade do solo durante todo o ciclo da cultura para se determinar o momento da irrigação e a quantidade de água a ser aplicada (MAROUELLI & SILVA, 1998).

A cenoura é altamente exigente em água, a razão pela qual a irrigação deve ser efetuada de modo que se mantenha o solo com teor próximo à capacidade de campo, ou seja, 100 % de água útil ao longo de todo o ciclo cultural, especialmente durante a germinação e a emergência, quando o secamento e o aquecimento superficial do solo podem matar as plântulas muito sensíveis (FILGUEIRA, 2000).

Segundo MAROUELLI (1994), as irrigações na fase de pré-emergência, desenvolvimento inicial e transplântio dependem do tipo de planta, do solo e das condições climáticas. Em geral são freqüentes e de pequena intensidade, procurando manter úmida a camada superficial do solo. Observações locais e recomendações em termos de turno de rega são bastante úteis para manejo da irrigação nestes períodos.

As irrigações na cultura da cenoura devem ser leves e freqüentes, com turno de rega de um ou dois dias, da semeadura até a ocasião do desbaste, especialmente sob temperaturas elevadas. Após a fase inicial da cultura e até a colheita, deve-se aumentar a quantidade de água (FILGUEIRA, 2000).

Quando se compara a aspersão aos outros métodos de irrigação em cenoura, ele leva vantagem. Devido ao efeito de arrefecimento na parte aérea da planta e no leito do canteiro, tem sido o método mais utilizado. Quanto à irrigação por sulcos, é desvantajosa nessa cultura. O gotejamento, ainda em fase de pesquisa e parece ser mais favorável sob temperaturas amenas (FILGUEIRA, 2000).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental do Glória da Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia - MG.

O manejo da cultura com exceção da irrigação foi de acordo com as recomendações para região e visando a produção comercial de cenoura da cultivar “Nantes Forto”. A correção do solo foi feita aproximadamente um mês antes do plantio, com 2 t/ha de calcário de acordo com a análise de solo. Após a aração e a gradagem foi feito o levantamento de canteiros com aproximadamente 15 cm de altura, 1,20 m de largura e 2,0m de comprimento.

A adubação foi feita de acordo com a análise de solo e dividida em etapas, sendo uma durante o plantio e três coberturas durante o ciclo da cultura. A primeira cobertura feita aproximadamente 45 dias após o plantio, a segunda 15 dias depois da primeira e a última 15 dias após a segunda.

Os tratamentos fitossanitários e o controle de plantas daninhas foram feitos durante o desenvolvimento do trabalho, com pulverizações de fungicidas e inseticidas sempre que necessário.

O plantio foi feito na data de 14/04/2001, em seis linhas por canteiro através de semeadura direta com quantidade de 120 a 150 sementes por metro, e 1 cm de profundidade, a cultivar utilizada foi a Nantes 2-Forto, Tamanho G. Foi feito um desbaste aproximadamente 25 dias após a germinação, deixando plantas distanciadas entre si na mesma linha em torno de 3 a 4 cm.

O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados com seis tratamentos e cinco repetições, cada repetição equivale a um canteiro de 1,2m de largura e 2,0m de comprimento, espaçados com carregadores de 1,0m entre canteiros, correspondendo uma área total de 146,4m².

A lâmina de irrigação aplicada em cada tratamento foi baseada na evaporação da água do tanque “Classe A” (ECA), acumulada em dois a três dias (segundas, quartas e sextas feiras).

Os tratamentos diferenciados começaram a serem feitos a partir do dia 05/05/2001, logo após o desbaste. Até então irrigava-se em torno de 120% da evaporação diária. As quantidades aplicadas em cada tratamento foram respectivamente: T1= 20%ECA, T2 = 40%ECA, T3 = 60%ECA, T4 = 80%ECA, T5 = 100%ECA, T6 = 120%ECA.

As irrigações foram feitas por aspersão manual, acoplado a um hidrômetro.

A colheita foi realizada manualmente no dia 22/08/2001, sem nenhuma espécie de seleção, ou seja foram colhidas todas as plantas existentes na parcela útil aos 120 dias após semeadura. Em cada canteiro foram colhidas apenas as duas linhas centrais, sendo eliminados 50 cm das extremidades, portanto, com área colhida de $0,4\text{m}^2$.

Logo após esse processo foi feita a separação da parte aérea das raízes, pesagem das mesmas. Determinou-se a produtividade de raízes e produção total de matéria fresca e seca da parte aérea.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados climatológicos durante o experimento foram coletados na Estação climatológica da Fazenda do Glória – UFU. Ao longo de todo o experimento no campo não houve interferência de precipitação pluviométrica. As médias de temperatura mínimas e máximas estão apresentadas na Figura 1.

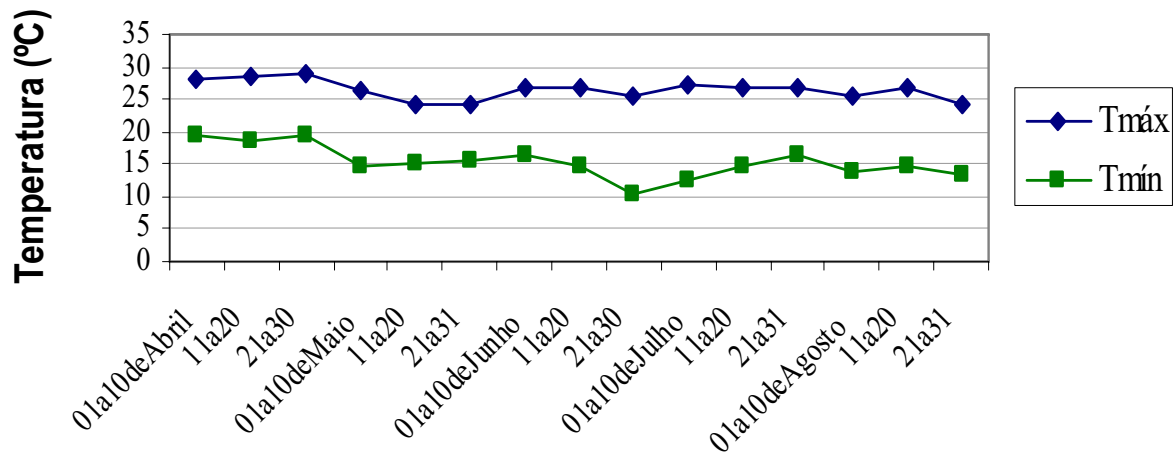


Figura 1. Temperaturas mínimas e máximas em durante a condução do experimento

As temperaturas ao longo do experimento foram amenas, na faixa entre 14°C a 27°C, temperaturas razoavelmente boas para a cultura da cenoura não havendo pendoamentos e ou perdas por ataque de doenças.

A temperatura é o fator climático mais importante para a produção de raízes. Temperaturas de 10 a 15°C favorecem o alongamento das raízes e o desenvolvimento de coloração característica, ao passo que temperaturas superiores a 21°C estimulam a formação de raízes curtas e de coloração deficiente (VIEIRA et al., 1997).

A cenoura é uma cultura muito sensível às condições ambientais, sendo estas determinantes para recomendação de cultivares de acordo com o local e época de cultivo. As cultivares importadas, do grupo Nantes, são recomendadas apenas para cultivo de outono/inverno devido a alta suscetibilidade à queima das folhas, doenças favorecida por condições de altas temperaturas e umidade (COSTA et al., 1974).

Constata-se, no campo, que períodos de baixas temperaturas induzem o florescimento prematuro, em cultivares brasileiras selecionadas para cultivo na primavera/verão. Portanto, ao ser planejada a cultura, a interação cultivar x clima deve ser seriamente considerada. As cenouras européias são exigentes em temperaturas amenas; as japonesas e brasileiras são selecionadas para adaptação a temperaturas mais elevadas (FILGUEIRA 2000).

As evaporações durante o experimento, medidas no tanque Classe A podem ser observadas na Figura 2.

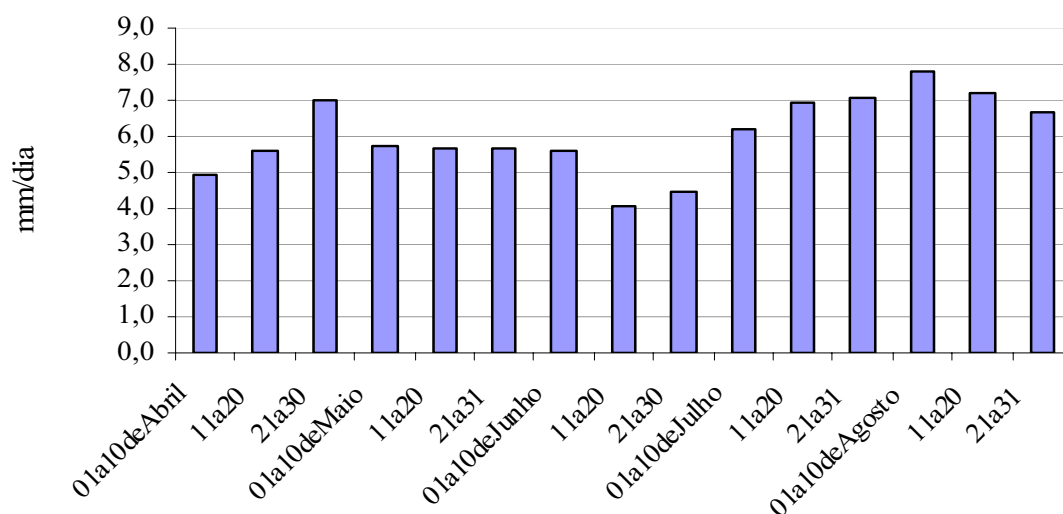


Figura 2 . Evaporações médias em intervalos de 10 dias

As evaporações foram relativamente altas variando entre 4,0 a 7,9 mm/dia devido ao fato do clima seco durante o experimento.

Na Tabela 1 podem ser observadas as quantidades totais de água aplicada em cada tratamento.

Tabela 1. Quantidade total de água aplicada de acordo com a evaporação da água do tanque “Classe A”.

Meses	Quantidade de água aplicada (mm)					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Abril	29,94	59,88	89,82	119,76	149,7	179,64
Maio	27,52	55,04	82,56	110,08	137,6	165,12
Junho	28,26	56,52	84,78	113,04	141,3	169,56
Julho	40,92	81,84	122,76	163,68	204,6	245,52
Agosto	38,00	76,01	114,02	152,03	190,04	228,04
Total	164,64	329,29	493,94	658,59	823,24	987,88

As quantidades de água aplicada na cultura da cenoura varia de acordo com a evapotranspiração diária, estágio da cultura (profundidade do sistema radicular), clima (seco ou úmido, frio ou seco ou moderado) e textura do solo, (textura argilosa, média, arenosa, franco siltoso, siltoso, franco argiloso, franco arenoso). A lâmina bruta de água a ser aplicada é em função da eficiência de irrigação do sistema de irrigação adotado, segundo VIEIRA et al., 1997.

A Tabela 2 mostra os resultados da análise de variância dos dados obtidos logo após a colheita (peso de raiz e matéria fresca de parte aérea) e análise de laboratório (peso de matéria seca de parte aérea). As lâminas d'água influenciaram significativamente as variáveis analisadas.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para os parâmetros de Peso de Raiz, Matéria Seca de Parte Aérea (MSPA) e Matéria Fresca de Parte Aérea (MFPA).

Causas da Variação	GL	Quadrados Médios		
		Peso de Raíz (t/ha)	MSPA (g)	MFPA (g)
Blocos	4	68,44 ^{NS}	110,98 ^{NS}	8.626,62 ^{NS}
Lâminas	5	2.960,73 ^{**}	2693,59 ^{**}	326.646,85 ^{**}
Resíduo	20	55,81	136,64	10.086,14
C.V. (%)		23,97	22,42	27,70

^{NS} = Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

^{**} = Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

Observa-se na Figura 3, a regressão polinomial de produtividade de raízes em toneladas por hectares de cenoura em função das lâminas de irrigação.

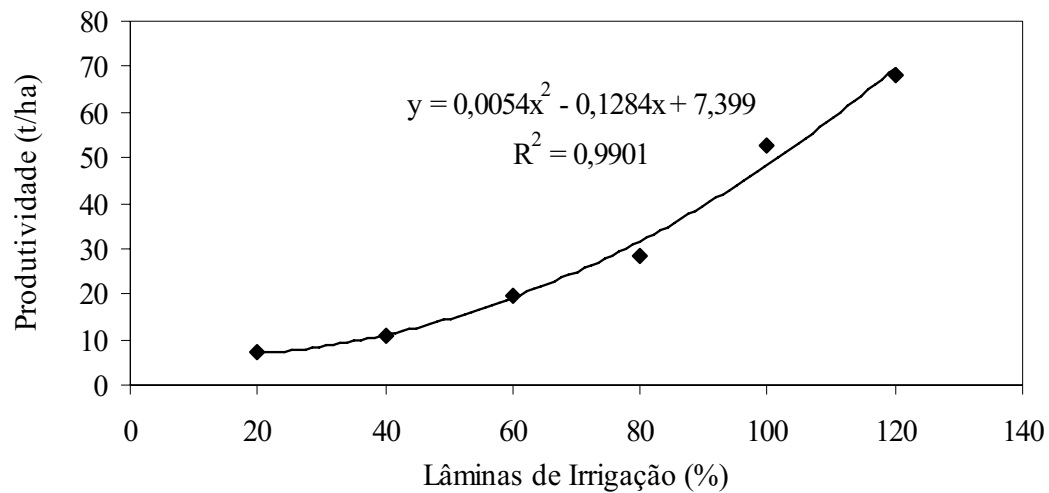


Figura 3. Produtividade de raízes (t/ha) em função das lâminas de irrigação.

A curva de produtividade de raízes obedece a uma equação de regressão de grau 2, destacando-se os valores de T6 (120% ECA) e T5 (100% ECA) mostrando melhor a eficiência da água sobre as raízes da cenoura. Observando a projeção da curva percebeu-se que a partir do tratamento T4 (80% ECA) há uma inclinação maior da curva, indicando o ponto de maior influência da lâmina de irrigação sobre a cultura.

Os dados relativos a produtividade de raízes de cenoura foram proporcionais as quantidades de água aplicada, ou seja, aumentando-se as lâminas de irrigação aumentou-se também o a produção de raízes de cenoura da cultura.

Na Figura 4, observa-se a regressão polinomial de produção de matéria fresca da parte aérea e matéria seca da parte aérea das plantas, em função das lâminas de irrigação.

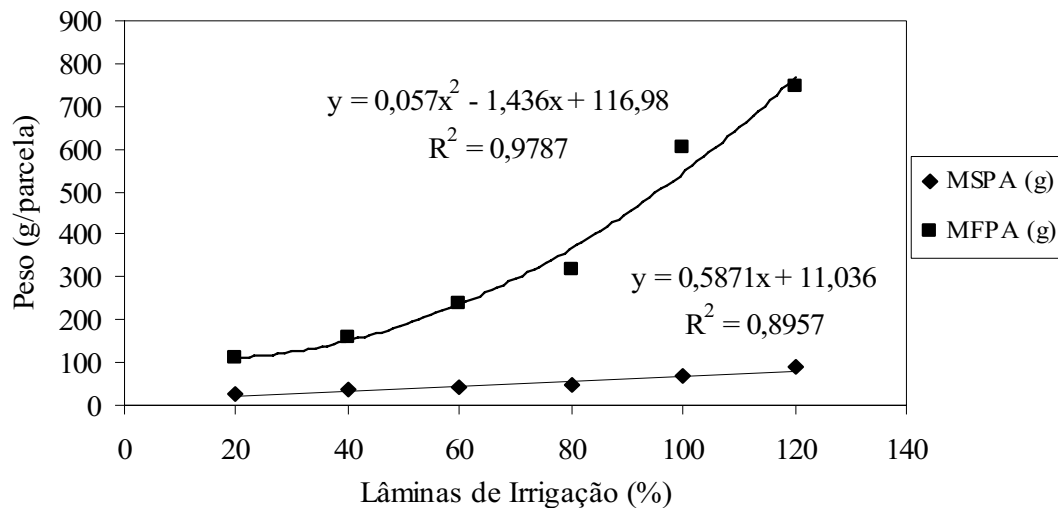


Figura 4. Produção de matéria fresca da parte aérea (MFPA) e matéria seca da parte aérea (MSPA), em função das lâminas de irrigação.

A curva de matéria fresca de parte aérea obedece a uma equação de regressão de grau 2, enquanto que a curva de matéria seca de parte aérea obedece a uma equação de regressão de grau 1. O peso de matéria fresca da parte aérea do tratamento T6 (120% ECA) e T5 (100% ECA) se destacaram das demais, sendo que nos pesos de matéria seca da parte aérea não obtiveram valores em destaque. Observa-se que houve uma influência da água presente na parte aérea da planta.

A produção de matéria fresca de parte aérea foi proporcionalmente igual a produção de raízes, observando curvas relativamente semelhantes.

5. CONCLUSÕES

Dentro do limite das lâminas d'água testadas concluiu-se que à medida que aumentam as lâminas, aumenta também a produtividade e a produção da parte aérea da planta; portanto, o melhor resultado foi obtido com a lâmina 120% ECA.

A partir desses dados não foi possível determinar o ponto de máxima produtividade de raízes e parte aérea da planta em função das lâminas de irrigação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRADLEY, G.A. & LOUDENSLANGER, M. L. Stands, yields, and quality of irrigated carrots. *Arkansas Far. Res.*, 20(1): 8, 1971.

BRADLEY, G.A. SMITTLE, D. A. & KATTAN, A. A. Planting date irrigaton, harvest sequence and varietal effects on carrots yields and quality. *Proc. Am. Soc. Hortc. Sci.*, 90; 223-34, 1967.

COSTA, C.P.; IKUTA, H.; BAKER, L.R.; SILVA, N. Resistência de campo em cenoura (*Daucus carota* L.) à *Alternaria dauci* (Kuehn) Groves & Skolko. *Relatório Científico do Departamento de Genética/ESALQ-USP*, Piracicaba-SP, 1974. p.58-60

FILGUEIRA, F.A.R. Novo manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças, Universidade Federal de Viçosa, Editora UFV, 402p. 2000.

FOLEGATTI, M. V. Avaliação de desempenho de um “Scheduler” na detecção do estresse hídrico em cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*, L.) irrigado com diferentes lâminas. Piracicaba, 1988. 188p. (Dourado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP).

FRIZZONE, J. A. Funções de respostas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*, L.) ao uso de nitrogênio e lâminas de irrigação. Piracicaba, 1986. 133p. (Dourado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP).

MAROUELLI, W. A. & VIEIRA J. V. A irrigação na produção de raízes e sementes de cenoura. *ITEM*, Brasília, 42: 29-31, set. 1990.

MAROUELLI, W. A. Manejo da irrigação em Hortaliças: EMBRAPA, CNPH – 4.ed., rev. ampl. – Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994.

MAROUELLI, W. A. Manejo da irrigação em Hortaliças: EMBRAPA, CNPH – 5.ed., rev. ampl. – Brasília: EMBRAPA – SPI, 1996.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. Seleção de sistemas de irrigação para hortaliças. Circular Técnica da Embrapa Hortaliças, Brasília, 1998, 15p.

ORZOLEK, M. D. & CARROL, R.B. Method of evaluating excessive secondary root development in carrots. HortScience, II (5): 479-80, 1976.

SOUZA, R. J. Cultura da Cenoura. Circular de Apoio ao Produtor Rural, n. 18, ano III, Lavras, 1994, 11p.

VIEIRA, J. V. , PESSOA, H. B. S. V. , MAKISHIMA, N. (Org). Cultivo da cenoura. Brasília: EMBRAPA, 1997. 19p. (EMBRAPA Hortaliças, Instruções Técnicas, 13).

WHITAKER, T.W.; SHERF, A.F.; LANGE, W. H.; NICKLOW, C. W.; RADEWALD, J. D. Carrot production in the United States., U. S. Departament of Agriculture, 1970. 37p. (Agricultural handbook, 375).

WHITE, J. M. & STRANDBERG, J. O. Physical factors affecting carrot root growth: water saturation of soil. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 104 (3):414-416, 1979.