



JOAQUIM ALVES DE LIMA JUNIOR

**IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO NA
CULTURA DA CENOURA: MANEJO E CUSTOS
DE PRODUÇÃO**

LAVRAS - MG

2011

JOAQUIM ALVES DE LIMA JUNIOR

**IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO NA CULTURA DA CENOURA:
MANEJO E CUSTOS DE PRODUÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, área de concentração em Engenharia de Água e Solo, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador

Dr. Geraldo Magela Pereira

LAVRAS - MG

2011

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Lima Júnior, Joaquim Alves de.

Irrigação por gotejamento na cultura da cenoura : manejo e custos de produção / Joaquim Alves de Lima Júnior. – Lavras : UFLA, 2011.

113 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Geraldo Magela Pereira.

Bibliografia.

1. *Daucus carota* L. 2. Irrigação localizada. 3. Estudo econômico. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 635.1387

JOAQUIM ALVES DE LIMA JUNIOR

**IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO NA CULTURA DA CENOURA:
MANEJO E CUSTOS DE PRODUÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, área de concentração em Engenharia de Água e Solo, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 28 de junho de 2011.

Dr. Jacinto de Assunção Carvalho	UFLA
Dr. Renato Carvalho Vilas Boas	UFLA
Dr. Rovilson José de Souza	UFLA
Dr. Hugo Adlande da Mesquita	EPAMIG

Dr. Geraldo Magela Pereira
Orientador

LAVRAS - MG

2011

A Deus,

pelo maravilhoso dom da vida, pela força e presença sempre constante

OFEREÇO

Aos meus pais, Joaquim Alves e Maria José, pelo amor, carinho e dedicação na minha formação pessoal e profissional.

Aos meus irmãos, Antônio Alves “Loris” e Ana Cláudia “Blau”, pela oportunidade que Deus me deu de tê-los como irmãos.

Aos meus sobrinhos Ana Catarina, Maria Luiza e Joaquim Filho, pois a alegria transmitida por uma criança é sincera e sem maldade diante do mundo atual.

Aos meus avós vivos e aos que se foram, saudades.

A todos os meus tios e tias, em especial Socorro Alves, Maria das Dores e Ana Alves, pela colaboração e assistência durante a minha vida acadêmica.

Ao meu falecido tio Antônio Alves de Lima Filho, pelos votos de confiança e respeito.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

A minha família, pela criação, educação, incentivo e companheirismo.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realizar o curso e desenvolver esse trabalho.

Aos professores das disciplinas cursadas, pelos ensinamentos e amizade.

Ao professor Geraldo Magela Pereira (orientador), pelo apoio, amizade, companheirismo e ensinamentos oferecidos.

Aos professores coorientadores, Prof. Dr. Élio Lemos da Silva (DEG/UFLA) e ao Prof. Dr. Ricardo Pereira Reis (DAE/UFLA), pela atenção oferecida, apoio na realização deste estudo e pelos ensinamentos.

Ao professor Doutor Rovilson José de Souza, pelo auxílio na condução do experimento e observações que propiciaram a melhoria desta tese.

A todo o corpo docente do curso de Pós-graduação em Engenharia de Água e Solo do Departamento de Engenharia da UFLA.

Aos funcionários do Setor de Engenharia de Água e Solo (Departamento de Engenharia), José Luiz, Oswaldo “Neném” e Gilson, por estarem sempre dispostos a ajudar na condução dos trabalhos.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia, Greice, Daniela, Dayane, Juliana e Sandra e do Setor de Olericultura, Sr. Pedro, Sr. Milton e Josemar, pela grande ajuda e serviços prestados no decorrer do curso e do experimento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelas concessões de bolsas de produtividade e iniciação científica e à Fundação de Amparo à Pesquisa do

Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro na realização deste trabalho (PPM–CAG–PPM–00333–09).

Aos meus amigos de curso Luciano “alface”, Lessandro “Gaúcho”, Henrique “sequinho”, Carolina, Flávio “coro”, Rodrigo “cabelo”, Renato Carvalho, Wellington Gomes “cúpido”, Gervásio “gertrudis”, Léo Ávila “Léo braw” pela amizade, convívio e companheirismo, e aos demais colegas do curso de Engenharia Agrícola, pela convivência e companheirismo.

Ao amigo e parceiro Edson dos Santos Pinto “gregy”, pela amizade, auxílio na condução do experimento e também por estar sempre pronto a nos ajudar.

Aos bolsistas de iniciação científica, Gustavo Boscolo Nogueira da Gama, Rafael Frees Gatto e Henrique Hundari Garcia pelo auxílio na condução e avaliação do experimento.

Aos meus amigos de república Fernando “Garça” e Edson, e ao meu amigo André Luiz “sarara” pela amizade e força nos momentos difíceis.

A todos que contribuíram para o êxito deste trabalho científico.

A virtude do sucesso
floresce da sua força de determinação.

Lima Junior.

BIOGRAFIA

JOAQUIM ALVES DE LIMA JUNIOR, filho de Joaquim Alves de Lima e Maria José Borcém de Lima, nasceu em Belém – Pará, no dia 01 de junho de 1983.

Em 1998, concluiu o ensino fundamental na Escola Estadual “Cônego Calado”, em Igarapé-Açu-PA. O ensino médio foi concluído em 2001, no Centro Educacional Acesso, em Belém-PA.

Cursou Engenharia Agrônômica na Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, de fevereiro de 2002 a novembro de 2006. Foi bolsista de iniciação científica dos seguintes programas: PIBIC-UFRA, PIBIC-CNPq e FUNTEC/EMBRAPA, de 2003 a 2006, desenvolvendo trabalhos relacionados a melhoramentos de plantas, fertilidade do solo, produção vegetal e manejo de irrigação. Exerceu o cargo de monitor da disciplina Economia Rural, na UFRA, no período de maio a novembro de 2006.

Cursou Engenharia de Agrimensura em nível técnico no Instituto Federal de Educação Tecnológica do Pará – IFET-PA, de fevereiro de 2005 a outubro de 2006.

Concluiu em abril de 2010 o curso de Especialização em Solos e Meio Ambiente. Oferecido pela Universidade Federal de Lavras – UFLA-MG, através do Departamento de Ciências do Solo-DCS.

Cursou o Mestrado em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Lavras – UFLA, área de concentração em Engenharia de Água e Solo, de fevereiro de 2007 a Agosto de 2008.

Ingressou no curso de Doutorado em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Lavras – UFLA, área de concentração em Engenharia de Água e Solo, em Agosto de 2008.

Atualmente é professor da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA-PA, lotado no Campus de Paragominas, respondendo pelas disciplinas de Hidráulica, Irrigação e Drenagem e Agrometeorologia.

RESUMO

Objetivou-se, com este estudo, avaliar o efeito de diferentes tensões da água no solo sobre a produção de duas cultivares de cenoura, irrigadas por gotejamento, bem como estimar a viabilidade econômica deste sistema de irrigação na cultura da cenoura. O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no período de junho a outubro de 2010. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 2 x 6, com quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se de duas cultivares de cenoura, a híbrida Nayarit F1 e a não híbrida Nantes, e seis tensões da água no solo, 15, 25, 35, 45, 60 e 75 kPa. Concluiu-se que, a cultivar híbrida (Nayarit F1) apresentou melhores respostas com relação às seguintes características analisadas: produtividade de raízes comerciais, massa média de raízes comerciais e sólidos solúveis totais; em ambas cultivares, para a obtenção de maior produtividade de raízes comerciais, maior porcentagem de raízes das classes 14 e 18 e maior massa média de raízes comerciais, deve-se irrigar no momento em que a tensão da água no solo estiver em torno de 15 kPa à profundidade de 0,15 m; os custos totais médios foram, inversamente, proporcionais às produtividades obtidas dos tratamentos de tensão da água no solo, indicando uma resposta à escala de produção; a irrigação por gotejamento na cultura da cenoura, adotando-se as tensões de água no solo de 15 a 35 kPa e as cultivares estudadas, é economicamente viável.

Palavras-chave: *Daucus carota* L. Irrigação localizada. Estudo econômico.

ABSTRACT

Aim of this study to evaluate the effect of different soil-water tensions on production of two carrot cultivars drip irrigated, as well as to check the economic viability of this irrigation system in carrot culture. Experiment was conducted in experimental area of Departamento de Engenharia of the Universidade Federal de Lavras (UFLA), in period of June to October of 2010. Experimental design was in randomized blocks, in factorial scheme 2 x 6, with 4 repetitions. Treatments were constituted of two carrot cultivars, hybrid Nayarit F1 and not hybrid Nantes, and six soil-water tensions, 15, 25, 35, 45, 60 and, 75 kPa. Therefore, hybrid cultivar (Nayarit F1) presented better responses in relation to analyzed characteristics: yield of commercial roots, medium mass of commercial roots, and total soluble solids in both cultivars. Aiming higher commercial root yield, greater percentage of roots of class 14 and 18, and higher medium mass of commercial roots is indicated to irrigate in moment that soil-water tension is about 15 kPa in profundity of 0.15 m. Total medium costs were inversely proportional to profundities obtained of treatments of soil-water tensions, and this result indicates response to production scale. The drip irrigation in carrot culture is adequate in soil-water tensions between 15 to 35 kPa, and in cultivars studied is viable economically.

Keywords: *Daucus carota* L. localized irrigation. Economical study.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Situações de análises econômicas e operacionais de uma atividade produtiva.....	33
Figura 2	Visão geral do experimento com a cultura da cenoura irrigada por gotejamento.....	38
Figura 3	Curva de retenção da água no solo, gerada utilizando-se o modelo proposto por Genuchten (1980).....	41
Figura 4	Esquema de uma parcela experimental com o sistema de irrigação implantado e os sensores de tensão da água no solo.....	44
Figura 5	Temperaturas diárias máximas ($T_{m\acute{a}x}$), médias ($T_{m\acute{e}d}$) e mínimas ($T_{m\acute{i}n}$) do ar ocorridas no período do experimento.....	63
Figura 6	Umidades relativas diárias máximas ($UR_{m\acute{a}x}$), médias ($UR_{m\acute{e}d}$) e mínimas ($UR_{m\acute{i}n}$) do ar ocorridas no período do experimento ...	64
Figura 7	Precipitações mensais ocorridas durante o período de condução do experimento.....	65
Figura 8	Variação das tensões da água no solo nos tratamentos N15 (A), N25 (B) e N35 (C) em duas profundidades ao longo do ciclo da cenoura.....	68
Figura 9	Variação das tensões da água no solo nos tratamentos N45 (A), N60 (B) e N75 (C) em duas profundidades ao longo do ciclo da cenoura.....	69
Figura 10	Variação das tensões da água no solo nos tratamentos HN45 (A), HN60 (B) e HN75 (C) em duas profundidades ao longo do ciclo da cenoura.....	70
Figura 11	Variação das tensões da água no solo nos tratamentos HN45 (A), HN60 (B) e HN75 (C) em duas profundidades ao longo do ciclo da cenoura.....	71

Figura 12	Produtividade de raízes comerciais (PRC) de cenoura em função das diferentes tensões da água no solo	75
Figura 13	Número percentual de raízes de cenoura classificadas na classe 10 (C10), classe 14 (C14) e classe 18 (C18) em função das diferentes tensões da água no solo	80
Figura 14	Número percentual de raízes de cenoura classificadas na classe 10 (C10), classe 14 (C14) e classe 18 (C18) de duas cultivares de cenoura em função das diferentes tensões da água no solo	82
Figura 15	Massa média de raízes comerciais (MMRC) de cenoura em função das diferentes tensões da água no solo	85
Figura 16	Sólidos solúveis totais (SST) de raízes de cenoura em função das diferentes tensões da água no solo	88
Figura 17	Sólidos solúveis totais (SST) de raízes de duas cultivares de cenoura em função das diferentes tensões da água no solo	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características físicas do solo (LVD) utilizado no experimento....	39
Tabela 2	Atributos químicos do solo (LVD) utilizado no experimento.....	42
Tabela 3	Lâminas aplicadas no cultivo da cenoura desde a semeadura até o início da diferenciação dos tratamentos	49
Tabela 4	Tensões da água no solo à profundidade de 0,15 m, lâminas aplicadas antes da diferenciação dos tratamentos (Inic), lâminas aplicadas após a diferenciação dos tratamentos (Irrig), precipitações ocorridas (Precip), lâminas totais de água (Tot), lâmina média por irrigação (Lmpi.), turno de rega (TR) e número de irrigações (NI)	66
Tabela 5	Resumo das análises de variância e de regressão para produtividade de raízes comerciais (PRC) de duas cultivares de cenoura sob diferentes tensões da água no solo	73
Tabela 6	Médias de produtividade de raízes comerciais (PRC) de duas cultivares de cenoura sob diferentes tensões da água no solo	73
Tabela 7	Resumo das análises de variância e de regressão para classificação de raízes comerciais nas classe 10 (C10), classe 14 (C14) e classe 18 (C18) de duas cultivares de cenoura sob diferentes tensões da água no solo	77
Tabela 8	Médias percentuais do número de raízes comerciais classificadas nas classes 10,14 e 18 de duas cultivares de cenoura sob diferentes tensões da água no solo	79
Tabela 9	Resumo das análises de variância e de regressão para massa média de raízes comerciais (MMRC) de duas cultivares de cenoura sob diferentes tensões da água no solo	83

Tabela 10	Massa médias das raízes comerciais (MMRC) de duas cultivares de cenoura sob diferentes tensões da água no solo.....	84
Tabela 11	Resumo das análises de variância e de regressão para sólidos solúveis totais (SST) de raízes de duas cultivares de cenoura sob diferentes tensões da água no solo	86
Tabela 12	Médias de sólidos solúveis totais (SST) de raízes de duas cultivares de cenoura sob diferentes tensões da água no solo	87
Tabela 13	Porcentagem dos custos fixos e variáveis da produção de duas cultivares de cenoura, em diferentes tratamentos de tensão da água no solo.....	92
Tabela 14	Valores médios observados de produtividade de raízes comerciais de duas cultivares de cenoura, em função das diferentes tensões da água no solo	93
Tabela 15	Custos econômicos e operacionais médios ¹ da produção de duas cultivares de cenoura, em R\$.cx ⁻¹ de 20 kg, em diferentes tratamentos de tensão da água no solo	95

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1	Aspectos gerais da cultura da cenoura	20
2.2	Exigências hídricas da cultura	23
2.3	Manejo da irrigação com base na tensão da água no solo	24
2.4	Características dos sistemas de irrigação por aspersão e localizada	26
2.5	Custos de produção	30
2.6	Custos de irrigação	36
3	MATERIAL E MÉTODOS	38
3.1	Caracterização da área experimental	38
3.2	Solo	39
3.2.1	Análises físicas	39
3.2.2	Análises químicas	41
3.2.3	Preparo do solo e canteiros	42
3.3	Delineamento experimental e tratamentos	43
3.4	Sistema e manejo da irrigação	44
3.5	Instalação e condução do experimento	49
3.6	Práticas culturais	50
3.6.1	Adubação	50
3.6.2	Controle de plantas daninhas	51
3.6.3	Controle fitossanitário	52
3.7	Variáveis meteorológicas	52
3.8	Características avaliadas	52
3.8.1	Avaliação da produção	52
3.8.1.1	Produtividade de raízes comerciais	53
3.8.1.2	Classificação de raízes comerciais	53
3.8.1.3	Massa de média de raízes comerciais	54
3.8.1.4	Sólidos solúveis totais (°Brix)	54
3.9	Análises estatísticas	55
3.10	Custos de produção	55
3.10.1	Custo fixo	57
3.10.2	Custo variável	59
3.11	Estudo econômico simplificado	61
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
4.1	Caracterização das condições climáticas durante o período experimental	63
4.2	Tensões e lâminas de água aplicadas	66

4.3	Avaliação do sistema de irrigação	72
4.4	Produtividade de raízes comerciais	72
4.5	Classificação de raízes comerciais	77
4.6	Massa média de raízes comerciais	83
4.7	Sólidos solúveis totais.....	85
4.8	Custo total de produção.....	90
4.9	Estudo econômico simplificado.....	96
5	CONCLUSÃO	98
	REFERÊNCIAS	99
	ANEXOS.....	109

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o cultivo da cenoura esta entre as dez hortaliças mais importantes, seja considerando a área de plantio ou o valor da produção (VILELA, 2004), alcançando produtividade média em torno de 50 t.ha⁻¹ nos estados de Minas Gerais e Distrito Federal. Essa cultura, além de absorver uma grande quantidade de mão-de-obra, principalmente a não especializada, contribui com um bom retorno financeiro, desde que haja um planejamento adequado do cultivo.

Em geral, as hortaliças têm seu desenvolvimento intensamente influenciado pelas condições de umidade do solo. A deficiência de água é, normalmente, um dos fatores mais limitantes à obtenção de produtividades elevadas e produtos de boa qualidade, mas o excesso também pode ser prejudicial. A reposição de água ao solo por irrigação, na quantidade e no momento oportuno, é decisiva para o sucesso da horticultura (MAROUELLI; SILVA; SILVA, 1996).

Na maioria das plantações de cenoura, o uso da água de irrigação se dá de forma indiscriminada, acarretando problemas de várias naturezas, como os citados por Makishima (1993). Este autor descreve que o excesso de água provoca erosão e, conseqüentemente, o arrastamento de nutrientes; mas, a sua falta diminui o crescimento das plantas, acelera a maturação e prejudica a qualidade do produto. Outro problema bastante grave, ocasionado muitas vezes pela falta de um bom manejo da irrigação, é a baixa eficiência e o uso excessivo de água no campo, especialmente, em regiões áridas e semi-áridas, onde a água é um insumo bastante escasso.

A irrigação da cenoura, como na maioria das olerícolas, além de ser um importante fator de produção, é um dos que mais favorece o aumento da produtividade, bem como, o aprimoramento da qualidade do produto.

Entretanto, o déficit e ou excesso de água, bem como o modo de aplicação (aspersão, gotejamento), podem propiciar condições desfavoráveis ao desenvolvimento da cenoura e levar à queda na produtividade dessa cultura, além de aumentar os custos com energia de bombeamento e fertilizantes ao se trabalhar com baixa eficiência de irrigação e de fertirrigação, podendo até mesmo resultar na contaminação dos recursos hídricos (por agrotóxicos e fertilizantes), pelo escoamento superficial resultante da irrigação por aspersão.

Dentro deste contexto, torna-se importante a escolha adequada do sistema de irrigação a ser utilizado nesse cultivo, assim como, a realização do correto manejo da irrigação, a fim de alcançar elevada eficiência, com maximização econômica do agronegócio e sustentabilidade ambiental.

No Brasil, e particularmente nas regiões de cultivo dessa hortaliça em Minas Gerais, estudos sobre a produção da cenoura irrigada por gotejamento ainda são escassos, principalmente no aspecto do manejo adequado da irrigação, ou seja, o momento oportuno de irrigar e a quantidade de água a ser aplicada. Esses estudos devem ser realizados próximos as áreas de cultivo com o objetivo de adquirir informações mais precisas da necessidade hídrica da cultura.

Diante do exposto, objetivou-se, com este estudo, avaliar o efeito de diferentes tensões da água no solo sobre a produção de duas cultivares de cenoura irrigadas por gotejamento, bem como estimar a viabilidade econômica desta irrigação na cultura da cenoura.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais da cultura da cenoura

No Brasil são produzidas anualmente cerca de 750 a 800 mil toneladas de cenoura com cultivo abrangendo cerca de 28 mil hectares ano⁻¹ nas diferentes regiões do país. A produtividade média no ano de 2005 foi de 29,5 t ha⁻¹, porém, em São Gotardo - MG e Brasília - DF têm-se alcançado produtividade de até 80 t.ha⁻¹. O valor total da produção em 2003 foi de 155 milhões de dólares, equivalente a 5,8% do valor total da produção de hortaliças (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, 2010).

Os principais municípios produtores no Brasil são: Carandaí, Santa Juliana e São Gotardo (Minas Gerais); Piedade, Ibiúna e Mogi das Cruzes (São Paulo); Mirilândia (Paraná); Lapão e Irecê (Bahia) (VILELA, 2008). Embora seja uma hortaliça que produza melhor em clima ameno, nos últimos anos, devido ao desenvolvimento de cultivares tolerantes ao calor e com resistência as principais doenças de folhagem, principalmente a queima das folhas, o plantio da cenoura vem se expandindo nos estados da Bahia e Goiás (VIEIRA et al. 2000).

Na região do Alto Paranaíba (MG), o cultivo de cenoura é realizado em extensas áreas e com utilização de alto nível de tecnologia, sendo responsável pela produção de, em média, 50% da cenoura comercializada no Brasil (VIEIRA, 2003).

Como importância alimentar, a cenoura é uma hortaliça de elevado valor nutritivo, sendo uma das melhores fontes de β -caroteno (provitamina A). A vitamina A é um nutriente fundamental para o crescimento, diferenciação e integridade do tecido epitelial, essencial nos períodos de gravidez e primeira

infância (SAUNDERS; RAMALHO; LEAL, 2001). No ser humano apenas 100 g de cenoura são suficientes para suprir as necessidades diárias de vitamina A (cerca de 5.000 a 15.000 Unidades Internacionais). Devido suas qualidades, dentre elas a sua palatabilidade, o seu consumo tem sido crescente, sendo hoje a quinta hortaliça mais consumida no Brasil. É uma hortaliça mundialmente cultivada, sendo China, Estados Unidos e Rússia os maiores produtores mundiais (RUBATZKY; SIMON, 1999).

É uma planta herbácea que possui um caule pouco perceptível, situado no ponto de inserção das folhas, formadas por folíolos finamente recortados, com pecíolo longo e afilado. Na etapa vegetativa do ciclo, a planta apresenta um tufo de folhas em posição vertical, atingindo 50 cm de altura. Entretanto, quando entra em floração, o caule pode ultrapassar 1,5 m de altura e, no topo, desenvolvem-se inúmeras inflorescências esbranquiçadas reunidas em umbelas compostas. Os frutos são secos (diaquênios), sendo a semente a metade de um fruto (FILGUEIRA, 2003).

São várias as cultivares de cenoura exploradas comercialmente no Brasil e no Mundo. Duda e Reghin (2000), citam que um dos fatores que contribui para o rendimento de cenoura é a escolha correta de cultivares de acordo com a época de semeadura. As cultivares do grupo Nantes apresentam folhagem verde escura e podem atingir até 30 cm de altura; as raízes apresentam formato cilíndrico com 15 a 18 cm de comprimento, 3 a 4 cm de diâmetro e coloração alaranjada escura. Esta cultivar é muito sensível às doenças de folhagem, não sendo recomendável o seu cultivo em estação chuvosa e quente. Por sua exigência em temperaturas amenas é recomendada para plantio em época fria. Seu ciclo vegetativo varia de 90 a 110 dias. Existem diversas cultivares deste grupo disponíveis no mercado (VIEIRA; PESSOA, 2008).

A cultivar híbrida Nayarit F1 comercializada pela empresa Bejo Sementes do Brasil Ltda (2011), produz raízes de formato cilíndrico, coloração

alaranjada e superfície lisa, altíssima resistência a doenças foliares, pureza de 99,25% e germinação 87%, assim como, excelente equilíbrio entre produtividade e classificação no lavador. Segundo esta empresa, este material é indicado para semeio de entrada e saída de inverno, justamente por causa da sua grande resistência foliar.

São vários os fatores que afetam o crescimento da cenoura durante as fases de germinação, desenvolvimento e produção. Por ser uma hortaliça tuberosa, a cenoura é exigente em solo com ótimas condições físicas (textura, estrutura e permeabilidade). São mais favoráveis os solos de textura média leves, soltos e arenosos, que não apresentam obstáculos ao bom desenvolvimento da raíz. A cultura é pouco tolerante a acidez, sendo a faixa de pH de 5,7 a 6,8 a mais favorável (FILGUEIRA, 2003).

A temperatura é considerada por Vieira e Pessoa (1997), como sendo o fator mais importante para produção de raízes de cenoura. Segundo estes autores, temperaturas entre 10 e 15°C contribuem para o alongamento das raízes e o desenvolvimento de coloração característica, enquanto que aquelas superiores a 21°C estimulam a formação de raízes curtas e de coloração deficiente. Acima de 30°C a cenoura tem o ciclo vegetativo reduzido, afetando o desenvolvimento das raízes e, conseqüentemente, a produtividade da cultura.

Segundo Pádua, Casali e Pinto (1984), a umidade atmosférica favorece o desenvolvimento da cenoura, principalmente na fase inicial. No entanto, umidade relativa do ar elevada associada a temperaturas altas, favorecerá o aparecimento de doenças fungicas nas folhagens, principalmente a *Alternaria dauci*.

A cenoura é uma planta de dia longo para florescer; fotoperíodo e temperatura interagem na indução do florescimento, segundo informação verbal de fitomelhoristas da Embrapa Hortaliças. Ao ser planejada o cultivo, a interação cultivar versus clima deve ser seriamente considerada. Isso porque a

passagem da etapa vegetativa do ciclo para a etapa reprodutiva interessa apenas ao produtor de sementes. As cenouras européias são exigentes em temperaturas amenas; as japonesas e brasileiras são selecionadas para adaptação a temperaturas mais altas. Assim, por meio da escolha criteriosa das cultivares, pode-se semear cenoura ao longo do ano, em muitas regiões produtoras (FILGUEIRA, 2003).

2.2 Exigências hídricas da cultura

A água é fator fundamental na produção vegetal, sendo que sua falta ou excesso afetam de maneira decisiva o desenvolvimento das plantas e, por isso, seu manejo racional é imperativo na maximização da produção agrícola (REICHARDT; TIMM, 2004).

Existem alguns trabalhos de pesquisa mostrando o efeito de níveis de umidade no solo sobre a produtividade das hortaliças e a qualidade dos produtos. Em cenoura, o aspecto da raiz, que é de importância fundamental no momento da sua comercialização, é diretamente afetado pela umidade e temperatura do solo (BARNES, 1976; ORZOLEK; CARROLL, 1976 apud MAROUELLI; CARRIJO, 1984).

Avaliando o consumo da água na cultura da cenoura Moura et al. (1994) obtiveram um consumo total de 365 mm, nas condições climáticas de Piracicaba-SP, em um ciclo vegetativo de 101 dias com um consumo médio de 3,61 mm dia⁻¹. Nesta situação o coeficiente de cultura (kc) encontrado foi de 1,1.

Santos et al. (2009) utilizando a metodologia do lisímetro de drenagem encontraram um consumo de 812 mm no cultivo da cenoura, nas condições climáticas do agreste pernambucano, com coeficientes de cultura médios de 1,35 e 1,46, para coeficientes de tanque de 0,81 e 0,75, respectivamente.

White (1992) cultivou a cultivar Orlando Gold em três regimes de umidade do solo (48%, 54% e 60% da capacidade de água disponível) e observou que na umidade de 54% ocorreu maior produção, tanto no outono quanto no inverno.

Segundo Marouelli e Vieira (1990), a primeira irrigação após a semeadura tem o objetivo de favorecer o contato do solo com a semente, facilitando as condições para que ocorra uma germinação uniforme. Nesse momento, a lâmina de irrigação deve ser suficiente para umedecer os primeiros 20 cm do solo, o que deverá corresponder de 15 a 30 mm, dependendo do tipo de solo e do seu grau de umidade inicial. Da semeadura à emergência das plântulas, as irrigações devem ser leves (2 a 4 mm dia⁻¹) e frequentes (1 a 2 dias), para evitar a formação de crostas e permitir uma boa emergência. Dessa fase em diante, o turno de rega e a lâmina bruta a ser aplicada são função do tipo de solo e do clima, da fase da cultura, da profundidade do sistema radicular e da eficiência de irrigação do sistema adotado. Na prática, recomendam-se irrigações leves e frequentes até a época do desbaste (30 dias após a emergência) e lâminas de 20 mm a cada 4 dias até o fim do ciclo. Deve-se tomar o cuidado para que o solo não se encharque ou não se resseque, haja vista a ocorrência de chuvas ou períodos de forte calor durante o cultivo de verão.

2.3 Manejo da irrigação com base na tensão da água no solo

Em irrigação, não somente a quantidade de água pode influenciar os parâmetros de produção e qualidade mas, também, o momento de aplicação da água. Segundo Kramer (1969) o estresse hídrico sofrido pelas plantas pode alterar o seu desenvolvimento, modificar a fisiologia, morfologia e, principalmente, afetar as reações bioquímicas da planta.

Teoricamente, sempre que um solo não estiver saturado, nele existem ar e interfaces água/ar (meniscos) que lhe conferem o estado de tensão (pressão negativa). Assim, a água no solo, via de regra, encontra-se sob tensões. A tensão da água no solo, chamada de potencial matricial, é resultante da afinidade da água com a matriz do solo, devido às forças de adsorção e de capilaridade oriundas das forças coesivas e adesivas que se desenvolvem dentro e entre as três fases do solo (GOMIDE, 2000).

Há uma série de instrumentos empregados na determinação do potencial da água no solo (REICHARDT; TIMM, 2004), entretanto, o controle da tensão é, geralmente, realizado com o auxílio de tensiômetros, que trabalham na faixa de tensão entre 0 e 80 kPa (COSTA et al., 2002). O tensiômetro consiste de uma cápsula porosa, de cerâmica em contato com o solo, ligada a um manômetro, por meio de um tubo de PVC completamente cheio de água (REICHARDT; TIMM, 2004). Quando colocado no solo, a água do tensiômetro entra em contato com a água do solo e o equilíbrio tende a se estabelecer. Qualquer mudança no teor de água no solo, e, conseqüentemente, em seu estado de energia, será transmitida à água no interior da cápsula, sendo indicada pelo dispositivo de leitura. A cápsula do tensiômetro funciona como uma membrana semipermeável, permitindo a livre passagem de água e íons, não permitindo a passagem de ar e partículas de solo (GOMIDE, 2000).

Utilizando-se a tensão de água no solo para o manejo, a irrigação deve ser realizada toda vez que a tensão atingir um determinado valor crítico que não afete o desempenho da cultura. Segundo Morgan, Parsons e Wheaton (2001), o conteúdo de água do solo deve ser mantido entre certos limites específicos acima e abaixo, em que a água disponível para a planta não é limitada, enquanto a lixiviação é prevenida.

Para maximizar a produtividade de raízes comercializáveis de cenoura Marouelli et al. (2007) recomendam que as irrigações devem ser realizadas

quando a tensão-limite (avaliada na região correspondente a 50% da profundidade efetiva das raízes) atingir de 10 a 15 kPa, para solos de textura arenosa; e de 20 a 40 kPa, para solos de textura média e fina. Os maiores valores, dentro de cada classe textural, devem ser tomados como limite para reposição de água nos estádios mais tolerantes ao déficit hídrico. Para irrigação via gotejamento, o solo deve ser mantido com maior teor de água, devendo-se considerar a faixa de tensão-limite entre 7 e 20 kPa como ideal.

Do pegamento das raízes até a paralisação das irrigações, Shock et al. (2002) recomendam irrigar quando a tensão atingir entre 15 e 30 kPa. Para evitar problemas de excesso de água junto ao colo das plantas e de doenças de solo, os gotejadores devem ser posicionados de 10 a 25 cm distantes das raízes, sendo o menor valor para solos com faixa molhada estreita, ou seja, solos de textura arenosa.

Diversos trabalhos da literatura têm mostrado ser a tensão da água no solo indicada, tanto para determinar o momento de irrigar, quanto para mostrar a quantidade de água a ser aplicada em várias culturas (FIGUERÊDO, 1998; GONDIM; AGUIAR; COSTA, 2000; GUERRA; SILVA; AZEVEDO, 1994; GUERRA, 1995; SÁ, 2005; SANTOS; PEREIRA, 2004; VILAS BOAS et al., 2011).

2.4 Características dos sistemas de irrigação por aspersão e localizada

Dentre os sistemas por aspersão, o convencional é o mais utilizado, especialmente nas regiões Sul e Sudeste para a cultura da cenoura. Entretanto, nos últimos anos, alguns produtores têm optado por sistemas convencionais fixos de microaspersão e, em grandes áreas, o sistema pivô central vem sendo utilizado com sucesso (MAROUELLI et al., 2007).

Como principais vantagens da aspersão, pode-se destacar: a possibilidade de ser usada em qualquer tipo de solo e em terrenos declivosos, a permissão da automação e a possibilidade de aplicação de fertilizantes via água de irrigação. A aspersão, no entanto, pode ter a uniformidade de distribuição de água severamente afetada pela interferência do vento e, sob climas secos e quentes, tem a eficiência reduzida pela alta evaporação. E ainda, a água aplicada sobre a planta pode lavar produtos aplicados a folhagem e favorecer uma maior incidência de doenças na parte aérea (MAROUELLI; SILVA; SILVA, 2001).

Em virtude da preocupação, em nível mundial, com a questão do gerenciamento, conservação e economia dos recursos hídricos, tem sido recomendado, para a grande maioria das culturas, o uso do método de irrigação localizada, tanto para novas áreas quanto para a substituição dos métodos de irrigação por superfície e por aspersão, por ser mais eficiente na aplicação de água e de fertilizantes (fertirrigação), nas mais diversas condições ambientais (NOGUEIRA; NOGUEIRA; MIRANDA, 1998).

A irrigação localizada compreende, segundo Bernardo, Soares e Mantovani (2005), os sistemas de irrigação nos quais a água é aplicada ao solo, diretamente sobre a região radicular, em pequenas intensidades, porém com alta frequência, de modo que mantenha a umidade do solo na zona radicular próxima à capacidade de campo.

As principais vantagens do sistema de irrigação localizada, segundo Bernardo, Soares e Mantovani (2005), Daker (1983) e Vermeiren e Jobling (1997), são as seguintes: maior eficiência no uso da água, maior produtividade, maior eficiência na adubação e no controle fitossanitário, não interfere nas práticas culturais, adapta-se a diferentes tipos de solo e topografia, possibilidade de ser usada com água salina ou em solos salinos, economia de mão-de-obra, redução dos gastos de energia e possibilidade de automação.

Dentre as limitações destacam-se as que estão diretamente relacionadas aos acessórios e emissores, assim como a forma de aplicação da água particular desse sistema de irrigação, podendo citar (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2005; DAKER, 1983; VERMEIREN; JOBLING, 1997): entupimento dos gotejadores, acúmulo de sais no solo, alto custo de implantação e restrição ao desenvolvimento das raízes da planta.

Apesar das inúmeras vantagens que o sistema oferece o gotejamento não tem sido utilizado para irrigação da cultura da cenoura no Brasil, com exceção de algumas pequenas áreas de observação. No entanto, nos Estados Unidos, já existem áreas cultivadas com a cenoura utilizando este sistema. Uma das principais limitações é seu alto custo inicial, embora se apresente como um método viável para o agricultor, principalmente quando se leva em consideração à economia no uso da água.

Demattê et al. (1981), em estudo comparativo entre os sistemas de irrigação por gotejamento e aspersão e suas influências sobre o desenvolvimento, produção e custo da cultura da cenoura, cultivar "Kuroda", chegaram as seguintes conclusões: com relação ao desenvolvimento da cenoura, o sistemas de gotejamento proporcionou melhores resultados para o comprimento e diâmetro médios das raízes comerciáveis, como também para a massa média da parte aérea correspondente às mesmas. A produção total, mistura de raízes comerciáveis das classes curta, média e longa, obtida por gotejamento foi de 1,52 vezes maior que a obtida por aspersão. O gotejamento também apresentou melhores resultados com referência a massa média dessas raízes; os dois sistemas equipararam-se para o número médio dessas raízes. A quantidade média de água adicionada diariamente pelo sistema de gotejamento foi de 3,52 mm para uma produção média de raízes comerciáveis de 3.359 g m⁻², um número médio de raízes comerciáveis de 64,1 e, uma massa média em g raiz

¹ de 52,4. Com relação ao sistema por aspersão, os resultados obtidos foram: 2.209 g m⁻², 56,4 m⁻² e 38,7 g raiz⁻¹, respectivamente.

Demattê, Moretti Filho e Percin (1982), em trabalho realizado com a cultura da cenoura irrigada, em que foram comparados os efeitos dos sistemas de irrigação subterrânea por tubos porosos de Stauch e aspersão, com os níveis correspondentes a 80, 65 e 50% de água disponível no solo, sobre o desenvolvimento e a produção da cultura da cenoura, chegaram as seguintes conclusões: "Para o desenvolvimento da cultura, o sistema de irrigação por aspersão, associado aos níveis de 80 e 65%, produziu médias significativamente maiores que o nível de 50%, em todas as variáveis estudadas (massa total, massa média e altura das folhas, peso e comprimento de raízes e diâmetro no topo e no meio das raízes).

Um parâmetro muito importante para os trabalhos de irrigação é a profundidade efetiva do sistema radicular, que representa a profundidade onde se concentra 80% das raízes da cultura e que limita a espessura da camada de solo utilizada no cálculo da lâmina de água nos projetos dos sistemas de irrigação (MAROUELLI et al., 2007).

Embora Ellis et al. (1986) não tenham verificado incrementos de produtividade de cebola sob irrigação por gotejamento, comparativos a irrigação por aspersão, Shock, Feibert e Saunders (2000) relatam que ganhos significativos podem ser alcançados, haja vista que o sistema por gotejamento, associado à prática da fertirrigação, é capaz de manter a umidade e a fertilidade do solo relativamente constante e próxima ao ótimo requerido pela cultura, sem provocar problemas de aeração.

Em comparação aos demais sistemas de irrigação, o gotejamento possibilita maior eficiência no uso de água e mão-de-obra (ELLIS et al., 1986), podendo ser utilizado em solos de diferentes texturas e declividades e com água mais salina. Fertilizantes como nitrogênio e potássio podem ser aplicados de

forma parcelada via irrigação, aumentando a eficiência de uso e reduzindo a lixiviação, principalmente de nitrato.

Neste contexto, a irrigação localizada destaca-se na horticultura brasileira como um dos métodos de maior sintonia com a nova Lei de Recursos Hídricos (Lei 9.433/97) (BRASIL, 1997), pois, a água é utilizada com maior eficiência, o que permite um melhor controle da lâmina aplicada.

2.5 Custos de produção

Os fundamentos teóricos ligados à tecnologia, aos preços dos insumos e à busca da eficiência na alocação dos recursos produtivos constituem a base da relação entre custo total e produção. O custo total de produção constitui-se na soma de todos os pagamentos efetuados pelo uso dos recursos e serviços, incluindo o custo alternativo do emprego dos fatores produtivos.

Na teoria do custo, para efeito de planejamento, deve-se determinar o período de tempo, que pode ser classificado em curto ou longo prazo. Em curto prazo, os recursos utilizados são classificados em custos fixos e variáveis. Os custos fixos (CF) são aqueles correspondentes aos recursos que não são assimilados totalmente pelo produto no curto prazo, considerando-se apenas uma parcela de sua vida útil, por meio da depreciação. Constitui-se em recursos que, dificilmente, são alteráveis em curto prazo e seu conjunto determina a capacidade de produção, ou seja, a escala de produção. Já os custos variáveis (CV) são aqueles referentes aos recursos com duração inferior ou igual ao curto prazo, no qual se incorporam totalmente ao produto e a sua recomposição é feita a cada ciclo do processo produtivo e que podem provocar alterações quantitativas e qualitativas no produto dentro do ciclo. São facilmente alteráveis. A soma dos custos fixos e variáveis representa o custo total (CT), que corresponde à soma de todos os custos com fluxos de serviços de capital

(depreciações) e insumos (despesas), para produzir certa quantidade do produto, durante o ciclo de produção da atividade agrícola. Outra classificação, importante para a análise, divide-se em custo alternativo ou de oportunidade e custo operacional (Cop) e, para facilitar as análises em termos unitários, apuram-se os custos médios (CMe) (REIS, 2007).

Os custos operacionais constituem os valores correspondentes às depreciações e aos insumos empregados, equivalentes ao prazo de análise, enquanto os custos alternativos correspondem à remuneração que esses recursos teriam se fossem empregados na melhor das demais alternativas econômicas possíveis (REIS; MEDEIROS; MONTEIRO, 2001).

O custo econômico obtém-se da soma entre o custo operacional e o custo alternativo. Segundo Reis (2007), o custo operacional é dividido em custo operacional fixo (CopF), composto pelas depreciações e custo operacional variável (CopV), constituído pelos desembolsos. O custo operacional total (CopT) é a soma do custo operacional fixo e operacional variável. A finalidade dos custos operacionais na análise é a opção de decisão em casos em que os retornos financeiros sejam inferiores aos de outras alternativas, representadas pelos custos de oportunidade. Neste sentido, ainda, podem fazer importantes interpretações com base neste tipo de custo.

Quando se divide o custo desejado pela quantidade (q) do produto agrícola produzido, naquele ciclo estudado, encontra-se o custo total médio (CTMe) o qual é importante para se realizarem as análises, em termos unitários, comparando-se com os preços do produto.

Segundo Reis (2007), os resultados das condições de mercado e rendimento da empresa agrícola (ou atividade produtiva) são medidos pelo preço do produto ou pela receita média (RMe). A receita média pode ser considerada como o preço do produto mais o valor médio das vendas de explorações secundárias (subprodutos).

A análise econômica da atividade em questão por unidade produtiva é obtida comparando-se a receita média ou o preço recebido pelo produto com os custos totais médios. As situações de análises econômicas e operacionais de uma atividade produtiva, segundo Reis (2007), representadas na Figura 1, são:

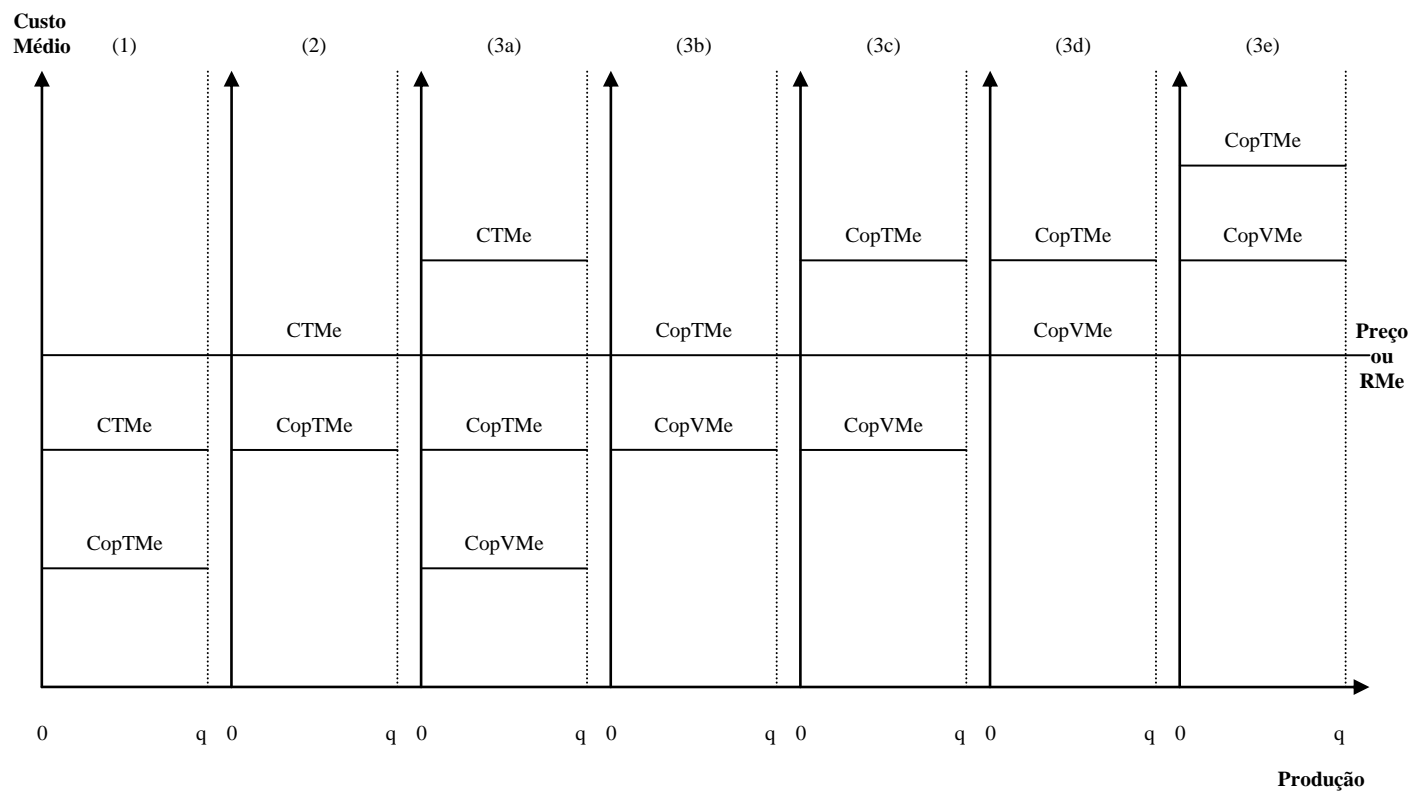


Figura 1 Situações de análises econômicas e operacionais de uma atividade produtiva

Fonte: Reis (2007).

- a) Situação (1): corresponde ao lucro supernormal ($RMe > CTMe$), paga todos os recursos aplicados na atividade econômica e proporciona um lucro adicional, superior ao de outras alternativas de mercado. A tendência em médio e longo prazo é de expansão e entrada de novas empresas, para a atividade, atraindo investimentos competitivos.
- b) Situação (2): representa o lucro normal ($RMe = CTMe$), paga todos os recursos aplicados na atividade em questão. A remuneração é igual à de outras alternativas (custo de oportunidade) e, por isto, diz-se que o lucro é normal. Este valor seria o que o empresário receberia, se aplicasse os recursos (insumos e serviços) na alternativa considerada; por exemplo, o valor com base na taxa de juros estipulada para o cálculo de rendimento alternativo. A atividade permanece sem expansão, mas também sem retração, e a tendência em curto e longo prazo é de equilíbrio.
- c) Situação (3a): corresponde ao resíduo positivo ($CTMe > RMe > CopTMe$), paga todos os recursos aplicados na atividade. A remuneração é menor que a de outras alternativas (custo de oportunidade) e, neste caso, o empresário estaria diante de uma situação em que há rendimento menor do que o dos juros ou aluguel, ou de outra base de cálculo para o custo alternativo. A tendência é de permanecer na atividade, mas em longo prazo poderia buscar outras melhores alternativas de aplicação do capital.

- d) Situação (3b): ocorre quando o resíduo é nulo ($RMe = CopTMe$), paga todos os recursos de produção. Nesta circunstância não há remuneração alternativa, ou seja, a atividade deixa de ganhar o equivalente ao custo alternativo. A tendência é de permanecer na atividade, mas o empresário poderia abandoná-la se os resultados não melhorassem.
- e) Situação (3c): representa o resíduo negativo com cobertura de parte do custo fixo ($CopTMe > RMe > CopVMe$), paga os recursos variáveis e parte dos fixos. A tendência do empresário em médio e longo prazo é de retrair e sair da atividade.
- f) Situação (3d): ocorre quando o resíduo é negativo sem cobertura dos recursos fixos ($RMe = CopVMe$), paga somente os recursos variáveis. A tendência é de sair da atividade.
- g) Situação (3e): representa o resíduo negativo, sem cobrir os recursos variáveis ou capital de giro ($RMe < CopVMe$), ocorre a necessidade de subsidiar os recursos variáveis. A saída da atividade reduz os prejuízos.

Caso a empresa seja capaz de ajustar-se, totalmente, a mudanças de circunstâncias, alterando o tamanho do empreendimento, de forma que não existem fatores fixos, trata-se da análise em longo prazo. A empresa, em cada nível de produção, procura aperfeiçoar esta produção com menor custo total, por meio da alocação ótima dos fatores produtivos e ganhos de escala (SILVA, 2002).

2.6 Custos de irrigação

No processo de produção agrícola irrigada, é necessário distinguir agricultura irrigada de irrigação. Os custos, associados à primeira, dizem respeito à produção agrícola, obtida com uso da irrigação, abrangendo todos os elementos necessários à produção agrícola, inclusive, a água suprida por irrigação. Já os custos pertinentes à irrigação decorrem apenas dos fatores e insumos utilizados para suprir a água utilizada na produção agrícola. No caso da irrigação, portanto, tem-se, tipicamente, um problema de cálculo de custos de um insumo (água) a ser empregado na produção de outros bens (MELO, 1993).

Segundo Thompson, Spiess e Krider (1983), os custos anuais de irrigação devem incluir todos os custos associados com a compra do equipamento, operação e manutenção do sistema de irrigação. Adicionalmente ao custo do sistema de irrigação, devem ser acrescentados outros custos associados com a produção da cultura irrigada. Desse modo, o custo anual de um empreendimento de irrigação pode ser determinado conforme os seguintes itens de custos: custo da água; custo anual de compra ou aluguel do sistema de irrigação; custo com energia para a operação do sistema; custo para reparo, operação e manutenção do sistema, incluindo, a mão-de-obra; taxas e seguros; outros custos com a agricultura irrigada e custos de produção da empresa agrícola.

A depreciação dos componentes de um sistema de irrigação é baseada na vida útil esperada do equipamento. A variabilidade da vida útil esperada de um componente pode ocorrer em razão das diferenças de condições físicas de operação, do nível de reparo, operação e manutenção praticada e do número total de horas em que o sistema é usado em cada ano (THOMPSON; SPIESS; KRIDER, 1983). De acordo com Francisco (1981), vários são os métodos utilizados para o cálculo da depreciação, a exemplo do: método linear, método

da taxa constante, método da taxa variável, método da Cole, método da capitalização e método das anuidades. A escolha de um ou outro método depende do recurso produtivo que se está depreciando, além de outros fatores.

Segundo Brasil (1987), dentre as inúmeras despesas que acarretam a operação de um sistema de irrigação, sobressaem as seguintes: energia, mão-de-obra, lubrificantes e água. A energia é necessária, para acionar os motores das casas de bomba, equipamentos de irrigação e máquinas usadas no deslocamento dos sistemas. Porém, segundo Scaloppi (1985), tem sido, extensivamente, reconhecido que não existe sistema de irrigação ideal, em relação à utilização de energia. A quantidade total de energia, requerida por unidade de área irrigada, depende da quantidade de água aplicada, da energia para fornecer a quantidade de água, requerida na área a ser irrigada (perdas de carga + altura geométrica), da energia hidráulica, requerida pelo sistema de irrigação (pressão de serviço + energia para locomoção) e da eficiência total do sistema de bombeamento. As despesas com salários e encargos sociais de todas as pessoas envolvidas na operação do sistema de irrigação, inclusive, fiscais e supervisores, caso existirem. Os custos com lubrificantes são aqueles referentes à utilização, como por exemplo, óleo do cárter do motor. E o custo da água somente terá importância quando seu fornecimento for cobrado pela administração pública.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi desenvolvido na área experimental do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no município de Lavras, que esta situado na região Sul de Minas Gerais, tendo como coordenadas geográficas: latitude 21° 14' S, longitude 45° 00' W Gr. e 918 m de altitude. O período experimental compreendeu os meses entre junho a outubro de 2010, tendo início com a semeadura realizada no dia 02/07/2010 e término com as colheitas ocorridas nos dias 18 e 19/10/2010. Uma visão geral da área experimental encontra-se na Figura 2.



Figura 2 Visão geral do experimento com a cultura da cenoura irrigada por gotejamento

De acordo com a classificação de Köppen (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007), a região apresenta um clima Cwa, ou seja, clima temperado chuvoso (mesotérmico), com inverno seco e verão chuvoso, temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C e superior a 3°C; o verão apresenta temperatura média do mês mais quente superior a 22°C. Lavras apresenta temperatura do ar média anual de 19,4°C, umidade relativa do ar média de 76,2% e tem uma precipitação média anual de 1529,7 mm, bem como uma evaporação média anual de 1034,3 mm (BRASIL, 1992).

3.2 Solo

O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 1999). As análises físicas e químicas foram realizadas em uma amostra composta representativa coletada na camada 0 a 0,30 m de profundidade, sendo posteriormente enviada aos Laboratórios de Física e de Fertilidade do Solo do Departamento de Ciência do Solo da UFLA, respectivamente.

3.2.1 Análises físicas

Na Tabela 1, encontra-se o resultado da análise física (granulometria) e a classificação textural do solo utilizado no experimento.

Tabela 1 Características físicas do solo (LVD) utilizado no experimento

Identificação	Areia	Silte (dag.kg ⁻¹)	Argila	Classe textural
Amostra Exp.	8	17	75	Muito argilosa

Para a determinação da curva de retenção da água no solo, amostras de solo foram coletadas à profundidade de 0,15 m e levadas ao Laboratório de Física do Solo para análise.

Amostras de solo com estrutura deformada (terra fina seca ao ar) foram colocadas em cilindros de PVC e, depois de saturadas, foram levadas para uma bancada dotada de funil de Haines, a fim de determinar pontos de baixa tensão (2, 4, 6 e 10 kPa), bem como para Câmara de Pressão de Richards para os pontos de maior tensão (33, 100, 500 e 1500 kPa). Esse procedimento foi realizado para a caracterização físico-hídrica da camada de 0 a 0,30 m de solo.

Utilizando-se o programa computacional SWRC, desenvolvido por Dourado Neto et al. (1990), foi gerada a equação, ajustada segundo modelo proposto por Genuchten (1980), que descreve o comportamento da umidade do solo em função da tensão da água no solo (Equação 1). Com base nessa equação e nos valores observados, foi gerada a curva de retenção da água no solo para a camada em estudo (Figura 3).

$$\theta = 0,223 + \frac{0,312}{\left[1 + (0,2334|\Psi|)^{1,7023}\right]^{0,4126}} \quad (1)$$

em que:

θ – umidade do solo com base em volume ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$);

Ψ – tensão da água no solo (kPa).

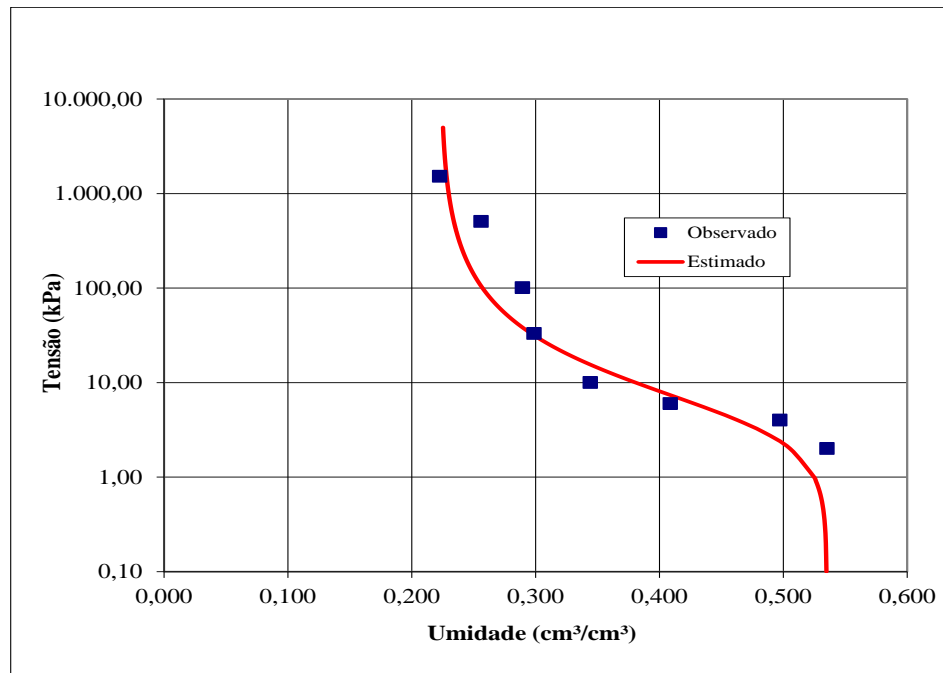


Figura 3 Curva de retenção da água no solo, gerada utilizando-se o modelo proposto por Genuchten (1980)

A tensão da água no solo, equivalente à umidade na capacidade de campo, foi obtida por meio de teste *in loco*, conforme metodologia discutida por Bernardo, Soares e Mantovani (2005), resultando no valor de 10 kPa. Com essa tensão, obtida para o solo e utilizando-se a Equação 1, foi encontrado o valor de umidade na capacidade de campo ($0,381 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$), correspondente à camada de 0 a 0,30 m de profundidade.

3.2.2 Análises químicas

Na Tabela 2 são demonstrados os atributos químicos no solo antes da adubação de plantio.

Tabela 2 Atributos químicos do solo (LVD) utilizado no experimento

Sigla	Unidade	Identificação
		Amostra Exp. ¹
pH	-	5,6 (AM)
P	mg.dm ⁻³	1,2 (MB)
K	mg.dm ⁻³	47,0 (M)
Ca ²⁺	cmol _c .dm ⁻³	1,1 (B)
Mg ²⁺	cmol _c .dm ⁻³	0,3 (B)
S	mg.dm ⁻³	56,0 (mb)
Al ³⁺	cmol _c .dm ⁻³	0,1 (MB)
H+Al	cmol _c .dm ⁻³	4,0 (M)
SB	cmol _c .dm ⁻³	1,5 (B)
(t)	cmol _c .dm ⁻³	1,6 (B)
(T)	cmol _c .dm ⁻³	5,6 (M)
V	%	27,3 (B)
m	%	6,2 (MB)
MO	dag.kg ⁻¹	2,4 (M)
P-rem	mg.L ⁻¹	4,4 (mb)
Zn	mg.dm ⁻³	1,5 (M)
Fe	mg.dm ⁻³	42,2 (b)
Mn	mg.dm ⁻³	30,0 (A)
Cu	mg.dm ⁻³	7,0 (A)
B	mg.dm ⁻³	0,1 (mb)

¹AM – acidez média; b – bom; mb – muito bom; A – alto; M – médio; B – baixo; MB – muito baixo (ALVAREZ et al., 1999). Análises realizadas no laboratório de ciência do solo da UFLA-MG.

3.2.3 Preparo do solo e canteiros

De acordo com Alvarez e Ribeiro (1999) e com os resultados da análise do solo foi necessário realizar a correção da acidez do solo, aplicando-se 1,0 t.ha⁻¹ de calcário dolomítico com 95% de PRNT (14% de MgO), incorporado no solo através da aração e gradagem 45 dias antes da semeadura manual, pois, o índice de saturação por bases (V) encontrava-se inferior ao recomendado para a cultura da cenoura (65%).

Quanto ao preparo do solo, foram realizadas uma aração e duas gradagens para destorroamento do terreno, depois de feita a calagem, visando à incorporação do calcário ao solo. Em seguida, foram preparados os canteiros com uso da enxada rotativa.

3.3 Delineamento experimental e tratamentos

Foi empregado o delineamento em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 2 x 6, sendo utilizados 12 tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se de duas cultivares de cenoura, Nantes (N) e Híbrido Nayarit F1 (HN) e seis tensões da água no solo, 15, 25, 35, 45, 60 e 75 kPa como indicativo do momento de irrigar (tensão crítica). Os tratamentos foram, assim, representados: N15, N25, N35, N45, N60, N75, HN15, HN25, HN35, HN45, HN60 e HN75.

Para monitorar o estado de energia da água no solo, foi instalado um conjunto com cinco tensiômetros por parcela (três a 0,15 m de profundidade para monitoramento da irrigação e dois a 0,30 m de profundidade para verificar a ocorrência de percolação). Para cada tratamento, os conjuntos de tensiômetros foram instalados somente em duas das quatro repetições. As leituras nos tensiômetros foram realizadas, utilizando-se um tensímetro digital de punção, duas vezes ao dia, às 9 e às 14 horas. Os tensiômetros foram instalados no alinhamento da cultura entre duas plantas e ficaram 0,35 m distanciados entre si em cada conjunto.

As parcelas experimentais tiveram dimensões de 1,20 m de largura por 2,00 m de comprimento (2,40 m²). Foram utilizadas quatro linhas de plantas, espaçadas de 0,30 m entre si e 0,05 m entre plantas, totalizando 160 plantas por parcela. Foram consideradas úteis as plantas das linhas centrais e descartadas, nestas linhas, cinco plantas no início e cinco no final (parcela útil de 0,90 m²

com 60 plantas), sendo escolhidas, aleatoriamente, 20 plantas para avaliação. A semeadura foi realizada de forma direta nos canteiros, devido essa cultura ser intolerante a qualquer forma de transplântio. Passados 25 dias após a emergência das plântulas, executou-se o desbaste das plantas excedentes mantendo o espaçamento de 5 cm entre plantas nas fileiras, objetivando evitar a competição pelos insumos de produção.

Na Figura 4 está representado o esquema de uma parcela experimental, incluindo a disposição dos sensores de tensão da água no solo.

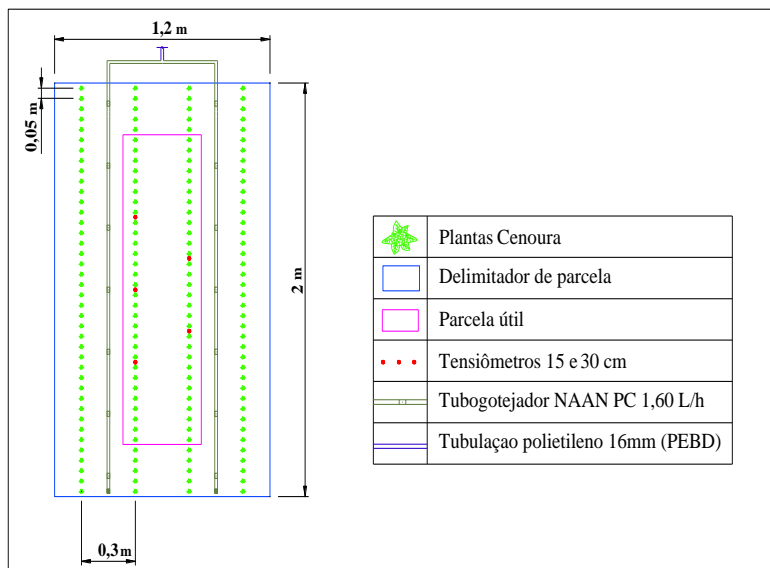


Figura 4 Esquema de uma parcela experimental com o sistema de irrigação implantado e os sensores de tensão da água no solo

3.4 Sistema e manejo da irrigação

Para diferenciação dos tratamentos, utilizou-se um sistema de irrigação por gotejamento. Os emissores autocompensantes foram do tipo in-line, ou seja,

emissores inseridos no tubo, durante o processo de extrusão, modelo NAAN PC com vazão nominal de $1,60 \text{ L.h}^{-1}$ e distanciados entre si a 0,30 m.

O tubo gotejador (DN 16 mm) ficou posicionado na parcela, de forma a atender duas fileiras de plantas, trabalhando com pressão de serviço de 140 kPa, que era regulada por meio de uma válvula reguladora de pressão, inserida no cabeçal de controle, antes das válvulas de comando elétrico (solenoides).

As linhas laterais foram conectadas às linhas de derivação de polietileno (PEBD DN 16 mm) as quais, por sua vez, foram conectadas às linhas principais (PVC DN 32 mm; PN 40) que tinham, no seu início, válvulas de comando elétrico (solenoides) localizadas na saída do cabeçal de controle. Foi utilizada uma válvula solenoide para cada tratamento; tais válvulas eram acionadas por meio de um Controlador Lógico Programável, previamente programado, em cada irrigação, para funcionar o tempo necessário visando repor a lâmina d'água acusada indiretamente pelos tensiômetros.

Buscou-se, em todas as irrigações, elevar à capacidade de campo a umidade correspondente à tensão verificada no momento de irrigar (diferenciação dos tratamentos). O cálculo do tempo de funcionamento do sistema de irrigação em cada tratamento foi feito com base nos tensiômetros instalados na profundidade de 0,15 m. Estes tensiômetros funcionavam como sensores de decisão, ou seja, de posse dos valores de suas respectivas leituras eram tomadas as decisões para irrigar ou não os tratamentos. Já os tensiômetros, instalados a 0,30 m de profundidade, funcionavam como sensores de controle da lâmina aplicada em cada tratamento. De posse dessas leituras, era possível estabelecer uma relação direta entre a lâmina aplicada e os valores de tensão observados, evitando-se, assim, o excesso no fornecimento de água e, conseqüentemente, percolação e lixiviação de nutrientes no perfil do solo.

O momento de irrigar foi estabelecido como aquele em que pelo menos três dos tensiômetros de decisão atingiam a tensão crítica estabelecida para cada

tratamento. As leituras dos tensiômetros eram fornecidas em “bar” pelo tensímetro digital de punção e, em seguida, foram transformadas para “kPa” e inseridas na Equação 2, para determinação da tensão da água no solo, corrigida para a profundidade desejada.

$$\Psi = L - 0,098.h \quad (2)$$

em que:

Ψ – tensão da água no solo (kPa);

L – leitura no tensímetro transformada em kPa (sinal positivo);

h – comprimento do tensiômetro (cm). Nesse caso, foram de 38,0 e 48,0 cm para as profundidades de instalação de 0,15 e 0,30 m, respectivamente.

Com as tensões observadas, estimavam-se as umidades correspondentes, por intermédio da curva de retenção de água no solo (Equação 1). De posse dessas umidades e com aquela correspondente à capacidade de campo e, ainda, considerando a profundidade efetiva do sistema radicular (300 mm), eram calculadas as lâminas de reposição (Equação 3 e 4) e, finalmente, o tempo de funcionamento do sistema de irrigação (Equação 6), de acordo com Cabello (1996).

$$LL = (\theta_{cc} - \theta_{atual}).Z \quad (3)$$

em que:

LL – lâmina líquida de irrigação (mm);

θ_{cc} – umidade do solo na capacidade de campo ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$);

θ_{atual} – umidade do solo no momento de irrigar ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$);

Z – profundidade efetiva do sistema radicular (300 mm).

$$LB = \frac{LL}{(1-k).CUD} \quad (4)$$

em que:

LB – lâmina bruta de irrigação (mm);

CUD – coeficiente de uniformidade de distribuição de água do sistema de irrigação (0,98);

k – constante que leva em conta a eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação. Foi determinada de acordo com a Equação 5, descrita a seguir:

$$k = 1 - Ea \quad (5)$$

em que:

Ea – eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação (0,95).

$$T = \frac{LB.A}{e.qa} \quad (6)$$

em que:

T – tempo de funcionamento do sistema de irrigação em cada tratamento, visando elevar a umidade à capacidade de campo (h);

A – área ocupada por canteiro (2,4 m²);

e – número de emissores por canteiro (14);

qa – vazão média dos emissores (1,73 L.h⁻¹).

Após a montagem do sistema, foram realizados testes para determinar a vazão média do gotejador e o coeficiente de uniformidade de distribuição de água (CUD) do sistema de irrigação. Para isso, foi adaptado o procedimento recomendado por Merriam e Keller (1978 citado por CABELLO, 1996), em que se escolhe uma subunidade e nela se selecionam quatro laterais: a primeira, a situada a 1/3 do início, a situada a 2/3 e a última. Em cada lateral, selecionam-se quatro emissores: o primeiro, o situado a 1/3, o situado a 2/3 e o último. São coletadas vazões desses emissores e, de acordo com a Equação 7, é calculado o coeficiente de uniformidade de distribuição.

$$CUD = \frac{q_{25}}{q_a} \quad (7)$$

em que:

q_{25} – média das 25% menores vazões coletadas ($L.h^{-1}$);

q_a – média das vazões coletadas ($L.h^{-1}$).

No caso do sistema de irrigação em questão, os tratamentos eram as subunidades. Cada tratamento possuía oito linhas laterais, entretanto, foram usadas apenas duas laterais de cada tratamento e empregados os emissores 1, 3 e 5 de cada lateral no teste.

Além do coeficiente de uniformidade, foi determinado, também, o coeficiente de variação total (CV_t) de vazão, conforme metodologia apresentada por Bralts e Kesner (1978 citado por CABELLO, 1996).

3.5 Instalação e condução do experimento

Após a semeadura, as irrigações foram realizadas por microaspersão com o tape SANTENO[®], composto por uma mangueira de polietileno linear de baixa densidade, com micro furos de 0,3 mm perfurados a raio laser e conectores para a sua instalação, funcionando com pressão máxima de 80 kPa. Após ensaio realizado em campo, o tape SANTENO[®] apresentou uma intensidade de precipitação (IP) de 20,4 mm.h⁻¹. Este sistema foi usado até 29 dias após a semeadura, período este, necessário para o pegamento e a uniformização do crescimento das plantas no campo. Após este período, a cultura foi irrigada pelo sistema de irrigação por gotejamento durante 22 dias, objetivando adaptar o sistema radicular da cultura ao sistema de irrigação localizado antes da diferenciação dos tratamentos, totalizando 51 dias após a semeadura.

Desde a semeadura (02/07/2010) até o início da diferenciação dos tratamentos (22/08/2010), foram feitas irrigações com frequência de dois dias. As lâminas aplicadas podem ser observadas na Tabela 3.

Tabela 3 Lâminas aplicadas no cultivo da cenoura desde a semeadura até o início da diferenciação dos tratamentos

Data	Sistema de irrigação	Lâmina aplicada (mm)
02/07 a 30/07/2010	Microaspersão	88,4
31/07 a 21/08/2010	Gotejamento	46,7
Total		135,1

3.6 Práticas culturais

3.6.1 Adubação

Devido aos valores de matéria orgânica, obtidos na análise de solo, e à presença de torta de mamona no fertilizante utilizado para a adubação de plantio, optou-se em não utilizar outras fontes de matéria orgânica durante a condução do experimento.

A adubação de plantio foi realizada, com base nas análises de solo (Tabela 1 e 2) e, conforme as recomendações de Trani, Filgueira e Avelar Filho (1999). Já a adubação de cobertura foi realizada via fertirrigação, em varias aplicações, de acordo com as recomendações de Trani, Filgueira e Avelar Filho (1999). A fertirrigação foi realizada por meio de uma bomba de injeção de fertilizante, ou bomba dosificadora hidráulica de pressão positiva, modelo TMB WP – 10 com capacidade máxima de injeção de 60 L.h^{-1} .

As fertirrigações foram realizadas, buscando adequar a quantidade de nutrientes fornecida de forma equilibrada e balanceada, de acordo com as necessidades nutricionais da cultura nos vários estádios do ciclo de desenvolvimento da mesma. Nos tratamentos com valores de tensão da água no solo mais elevado, a quantidade de fertirrigações realizadas foi menor em comparação aos tratamentos com valores de tensão mais baixos. Este fato, deve-se ao número de vezes que esses tratamentos foram irrigados, serem bem menores, pois a fertirrigação somente poderia ser realizada quando a leitura do sensor acusava a tensão desejada daquele tratamento (tensão crítica). Sendo assim, sempre que se irrigava algum tratamento com valor de tensão da água no solo mais elevado, também se aproveitava para realizar a fertirrigação do mesmo. Entretanto, no final do ciclo da cultura as quantidades totais de nutrientes fornecidas para as plantas foram iguais para todos os tratamentos.

O total de macronutrientes fornecidos para a cultura, ou seja, a soma da adubação de plantio com a de cobertura totalizou a quantidade em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de: 120 de N; 320 de P_2O_5 e 240 de K_2O . O total de micronutrientes fornecidos junto com a adubação de plantio foi de $2\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de boro e $2\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de zinco.

Com o objetivo de prevenir sintomas de deficiências nutricionais que poderiam vir a aparecer durante o desenvolvimento da cultura, foram feitas aplicações quinzenais de fertilizante foliar Nitrofoska A[®] que contem em sua formulação: 10% de N; 4% de P_2O_5 ; 7% de K_2O ; 0,02% de B; 0,05% de Cu e 0,02% de Mn.

Como fontes de nutrientes para a adubação de plantio foram utilizados os seguintes fertilizantes: Uréia (45% de NH_2), Cloreto de potássio (60% de K_2O), Superfosfato simples (18% de P_2O_5 , 18% de Ca e 12% de S), Ácido bórico (17% de B) e Sulfato de zinco (20% de Zn) e para a adubação de cobertura foram utilizados os seguintes fertilizantes: Nitrato de potássio (13% de NO_3^- e 44% de K_2O) e Nitrato de cálcio (14% de NO_3^- , 19% de Ca e 1,5% de Mg).

3.6.2 Controle de plantas daninhas

Durante a condução do experimento, as plantas daninhas, que eventualmente emergiam, foram eliminadas por meio de capinas manuais aos 15 e 40 dias após a semeadura. Posteriormente a este período, não houve necessidade de eventuais capinas, justificado pelo desenvolvimento da área foliar da cultura que impossibilitou a emergência do banco de sementes de plantas daninhas.

3.6.3 Controle fitossanitário

Com base em avaliações visuais, inspeções periódicas foram realizadas a fim de se detectar a presença de pragas e a ocorrência de doenças durante o cultivo, não sendo detectada a presença significativa de pragas e doenças durante o período de realização do experimento.

3.7 Variáveis meteorológicas

Visando monitorar e caracterizar as condições meteorológicas, durante o experimento, foi instalada, ao lado da área experimental, uma estação agrometeorológica automática portátil (marca DAVIS – modelo VANTAGE PRO 2), que registrou diariamente a temperatura do ar, a umidade relativa do ar e a precipitação atmosférica.

3.8 Características avaliadas

3.8.1 Avaliação da produção

Efetuiu-se a colheita de acordo com o ciclo vegetativo de cada cultivar, isto é, com base na senescência das folhas. Após a retirada das raízes do solo, foi feita a eliminação do excesso de terra e lavagem. Após o processo de lavagem, foram realizados os cortes das raízes adventíciais e da parte aérea, sendo avaliadas as seguintes características: produtividade de raízes comerciais, classificação das raízes comerciais, massa média de raízes comerciais e sólidos solúveis totais.

3.8.1.1 Produtividade de raízes comerciais

Com base nas dimensões das parcelas e, considerando o espaço entre plantas, estimou-se a população de plantas por hectare. O valor encontrado foi de 667.000 plantas.ha⁻¹. Com base nas dimensões das parcelas e, considerando o espaço entre plantas, estimou-se a população de plantas por hectare. O valor encontrado foi de 667.000 plantas.ha⁻¹. Para obtenção das raízes comerciais foram contabilizadas somente raízes que possuíam diâmetro medido na parte superior maior que 3,5 cm, comprimento maior que 10 cm e perfeitas (ausência de deformação, ombro verde, rachaduras e isenta de ataque de insetos). Tomando-se como base o valor de massa de raízes comerciais por parcela, obtido de 20 plantas, e a população de plantas por hectare, estimou-se a produtividade comercial de raízes. Os resultados foram expressos em kg.ha⁻¹.

3.8.1.2 Classificação de raízes comerciais

Efetuuou-se a classificação das raízes comerciais em classes conforme o comprimento. De acordo com o Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens implantado pela Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo – CEAGESP, a cenoura deve ser classificada em:

- a) Classe 10 = raízes com 10 a menos de 14 cm de comprimento (10 cm ≤ C10 < 14 cm);
- b) Classe 14 = raízes com 14 a menos de 18 cm de comprimento (14 cm ≤ C14 < 18 cm);
- c) Classe 18 = raízes com 18 a menos de 22 cm de comprimento; (18 cm ≤ C18 < 22 cm);

- d) Classe 22 = raízes com 22 a menos de 26 cm de comprimento ($22 \text{ cm} \leq C22 < 26 \text{ cm}$) e
- e) Classe 26 = raízes com mais de 26,5 cm de comprimento ($C26 > 26,5 \text{ cm}$).

Os defeitos que podem ocorrer nas raízes da cenoura são considerados graves se prejudicam a aparência, comprometem a qualidade ou a conservação e leves, aqueles que não prejudicam ou não comprometem tanto a aparência, a qualidade ou a conservação. Os resultados foram expressos em porcentagem.

3.8.1.3 Massa de média de raízes comerciais

A massa média de raízes comerciais foi determinada dividindo-se a massa das raízes comerciais pelo número de raízes comerciais. O resultado foi expresso em gramas.

3.8.1.4 Sólidos solúveis totais (°Brix)

O preparo das amostras foi realizado no laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças, no Departamento de Ciências dos Alimentos da UFLA. Para isso, foram retiradas 5 g de cada amostra de cenoura, homogeneizando-se em 45 mL de água destilada, utilizando-se politron. O homogenato foi filtrado em tecido organza, sendo utilizado o filtrado para determinação da concentração de sólidos solúveis totais. Os sólidos solúveis (SST) foram determinados em refratômetro digital (ATAGO PR-100) com a compensação automática de temperatura. Os resultados foram expressos em °Brix, segundo técnica da Association of Official Analytical Chemistry - AOAC (2002).

3.9 Análises estatísticas

Os dados amostrados foram submetidos à análise de variância, com a realização do teste F, comparação de médias pelo teste de Tukey e análise de regressão polinomial a 5% e 1% de probabilidade (GOMES, 2000).

As análises foram efetuadas, utilizando-se o programa computacional Sisvar para Windows, versão 4.0 para análises estatísticas (FERREIRA, 2000).

3.10 Custos de produção

Utilizou-se, para a estimativa dos custos de produção, conceituado como a soma de valores de todos os recursos (insumos) e operações (serviços) utilizados no processo produtivo de certa atividade, incluindo os respectivos custos alternativos ou de oportunidade, o procedimento que considera o cálculo da depreciação e do custo alternativo (REIS, 2007).

Para estimar o custo de produção, neste trabalho, foram utilizados valores aproximados em reais (R\$), com base nas seguintes informações: área cultivada com cenoura de 1 ha, período de uma safra e nos custos fixos e variáveis.

O custo necessário, para substituir os bens de capital, quando tornados inúteis, seja pelo desgaste físico ou econômico, foi definido como a depreciação. O método utilizado foi o linear, considerando-se o prazo de 110 dias (0,30 anos), referente ao ciclo médio de produção (período de cultivo da cultura no campo) das duas cultivares, utilizadas neste experimento, podendo ser mensurado pela Equação 8.

$$D = \left(\frac{V_a - V_r}{V_u} \right) \cdot P \quad (8)$$

em que:

D – depreciação (R\$);

Va – valor atual do recurso (R\$);

Vr – valor residual (valor de revenda ou valor final do bem, após ser utilizado de forma racional na atividade) (R\$);

Vu – vida útil (período em que determinado bem é utilizado na atividade) (anos);

P – período de análise (anos).

Para efeito da análise do custo alternativo fixo dos recursos produtivos alocados no cultivo da cenoura, considerou-se a taxa de juros real de 6% a.a. Em seu cálculo utilizou-se a Equação 9.

$$CA_{\text{fixo}} = \left(\frac{Vu - I}{Vu} \right) \cdot Va \cdot Tj \cdot P \quad (9)$$

em que:

CA_{fixo} – custo alternativo fixo (R\$);

I – idade média de uso do bem (anos);

Tj – taxa de juros (decimal).

Buscando simplificar o cálculo do CA_{fixo}, considerou-se a idade média de uso dos recursos fixos como 50% da vida útil (Vu), que resulta na metade do valor atual do recurso (Va), multiplicado pela taxa de juros (Tj) e pelo período de análise (P), conforme a Equação (10).

$$CA_{\text{fixo}} = \frac{Va}{2} \cdot Tj \cdot P \quad (10)$$

Para o cálculo do custo alternativo variável, considerou-se a taxa de juros real de 6% a.a. e utilizada a Equação 11.

$$CA_{\text{var}} = \frac{V_{\text{gasto}}}{2} \cdot Tj \quad (11)$$

em que:

CA_{var} – custo alternativo variável (R\$);

V_{gasto} – desembolso financeiro realizado pelo produtor, para adquirir insumos e serviços necessários para a produção agrícola (R\$).

3.10.1 Custo fixo

Para o cálculo de cada recurso fixo, foram somados a depreciação e o custo alternativo do fator produtivo. Os itens considerados nos custos fixos e o procedimento de operacionalização foram:

- a) Terra: não se deprecia, uma vez que, parte da hipótese de que o agricultor adota um manejo de solo adequado, repõe à terra todos os elementos químicos extraídos pelas plantas, por meio de adubações e realizando práticas conservacionistas, que mantêm as suas características. O valor considerado foi o custo alternativo, baseado no aluguel da terra explorada. O valor do aluguel foi de R\$ 80,00 para um hectare e por um mês, conforme citado nos índices de

preços agrícolas do Departamento de Administração e Economia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), referente ao mês de outubro de 2010.

- b) Calagem: o gasto com calagem neste trabalho foi de R\$ 257,50.ha⁻¹ a cada 2 anos.
- c) Imposto Territorial Rural (ITR): este recurso não é alterado em curto prazo, pois, seu valor é constante no ano. O valor considerado foi de R\$ 0,11 para um hectare e por um ano, conforme citado nos índices de preços agrícolas do Departamento de Administração e Economia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), referente ao mês de outubro de 2010.
- d) Sistema de irrigação: o custo de um sistema de irrigação é muito variável, pois, depende das condições do local e dos equipamentos utilizados. Neste trabalho, considerou-se um projeto com as seguintes características: conjunto motobomba de 5 cv, chave de partida direta com contator e relé, Controlador Lógico Programável, injetor de fertilizantes tipo venturi com bomba reforço, válvulas de ar e vácuo, válvulas de comando elétrico (solenoides), válvula de alívio, adutora de aço zincado de 100 m até o cabeçal de controle, tubulação de PVC do cabeçal até os setores, tubo gotejador auto-compensante modelo NAAN PC com vazão nominal de 1,60 L.h⁻¹ e DN 16 mm (distanciados entre si a 0,30 m), 2 filtros de disco com retrolavagem automática e desnível do terreno de 40 m. A vida útil considerada foi de 15 anos.
- e) Custo alternativo: o cálculo do custo alternativo, para cada um dos recursos do custo fixo, foi feito considerando a taxa de juros real de 6% a.a., taxa essa próxima a uma remuneração mínima obtida no mercado financeiro.

3.10.2 Custo variável

O desembolso realizado para a aquisição de produtos e serviços, somado ao custo alternativo, serviu como base de cálculo para o custo de cada recurso variável. Os recursos variáveis e a forma de operacionalização utilizada foram:

- a) Insumos: corresponde ao gasto com a aquisição de sementes, fertilizantes químicos, defensivos (fungicidas, inseticida e herbicida) e espalhante adesivo. O valor unitário considerado foi aquele citado nos índices de preços agrícolas do Departamento de Administração e Economia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), referente ao mês de outubro de 2010, e a quantidade usada de cada insumo foi baseada nas quantidades utilizadas no experimento e conforme os coeficientes técnicos cedidos pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER-MG).
- b) Mão-de-obra: os custos com mão-de-obra referem-se à operação do sistema de irrigação, implantação da cultura (semeadura, preparo dos canteiros, adubação de plantio e desbaste de plantas excedentes), condução (adubações de cobertura e aplicação de defensivos), colheita, limpeza, encaixamento e transporte dentro da propriedade. O valor unitário considerado foi aquele citado nos índices de preços agrícolas do Departamento de Administração e Economia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), referente ao mês de outubro de 2010, e as quantidades usadas de cada serviço foram adotadas segundo Anuário da Agricultura Brasileira – AGRIANUAL (2010) e pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais.

- c) Máquinas e implementos: foram computados os gastos com aluguel de máquinas e implementos utilizados na preparação do terreno (aração e gradagem) e no transporte dentro da propriedade. O valor unitário considerado foi aquele citado nos índices de preços agrícolas do Departamento de Administração e Economia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), referente ao mês de outubro de 2010, e as quantidades utilizadas de cada recurso foram adotadas segundo AGRIANUAL (2010) e pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais.
- d) Despesas com administração: foram considerados os gastos com mão-de-obra administrativa, assistência técnica e impostos (2,3% da receita total), cujos valores unitários e quantidades usadas foram adotados conforme descrito em AGRIANUAL (2010).
- e) Despesas gerais: referem-se aos gastos com caixas de papelão de 20 kg para o acondicionamento e transporte da cenoura, e as quantidades utilizadas em função das produtividades médias observadas em cada tratamento do experimento.
- f) Energia: o custo com energia foi calculado, conforme a Equação 12, sugerida por Mendonça (2001).

$$CE = V_{\text{kWh}} \cdot T \cdot \frac{736 \cdot \text{Pot}}{1000 \eta} \quad (12)$$

em que:

CE – custo com energia (R\$);

V_{kWh} – valor do kWh (R\$);

T – tempo total de funcionamento do sistema de irrigação (h), variável para cada tratamento;

Pot – potência do conjunto motobomba (cv);
 η – rendimento do conjunto motobomba (decimal).

O valor do kWh utilizado foi de R\$ 0,28, conforme sugerido pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), referente ao mês de outubro de 2010.

- a) Custo alternativo: para o cálculo do custo alternativo, a cada item dos recursos variáveis, utilizados no processo produtivo da cenoura, foi considerada a taxa de juros real de 6% a.a.

3.11 Estudo econômico simplificado

O estudo econômico permite identificar se o empreendimento está operando com lucro, ou seja, como os recursos empregados no processo produtivo estão sendo remunerados, além de verificar como está a rentabilidade da atividade em questão, comparada a outras alternativas de emprego do tempo e capital.

Ao se fazer a análise da atividade produtiva, podem-se encontrar diversas condições, dependendo da posição do preço (ou receita média), em relação aos custos e cada qual sugerindo uma particular interpretação (Figura 1). Para a realização desta análise, foram consideradas as situações de análise econômica da atividade produtiva, descrita por Reis (2007).

Desta forma, este estudo apresenta-se ao empresário/produtor, como um diagnóstico do comportamento econômico-financeiro da safra, com informações a respeito da remuneração obtida, da cobertura dos recursos de curto (custos variáveis) e longo (custos fixos) prazo e comparações entre a remuneração

obtida pela atividade produtiva e aquela que seria proporcionada por outras alternativas (custos alternativos).

No presente trabalho, o critério adotado para correção de valores foi o de preço único. Desta forma, foram somadas as quantidades de recursos, utilizadas durante o ciclo da cultura da cenoura e o resultado foi multiplicado pelo preço vigente em determinada data, que neste caso, foi em outubro de 2010. Sendo assim, o preço *FOB* (despesas de transporte, seguro, taxas, etc., são por conta do comprador da mercadoria) adotado para a análise foi de R\$ 9,13 por caixa de 20 kg, conforme sugerido pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo (ESALQ/USP).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização das condições climáticas durante o período experimental

As temperaturas diárias máximas, médias e mínimas do ar, ocorridas durante a condução do experimento, estão apresentadas na Figura 5.

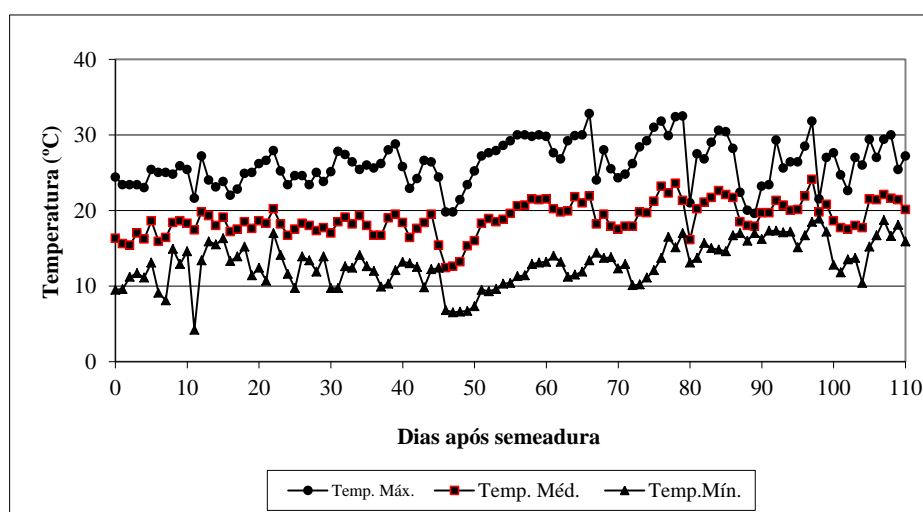


Figura 5 Temperaturas diárias máximas ($T_{máx}$), médias ($T_{méd}$) e mínimas ($T_{mín}$) do ar ocorridas no período do experimento

Neste período, a temperatura diária média do ar foi de 18,9°C, as mínimas atingidas ficaram entre 4,2°C e 18,9°C e as máximas entre 19,6°C e 32,8°C.

Na Figura 6 são apresentados os valores diários máximos, médios e mínimos da umidade relativa do ar ocorridos durante o experimento.

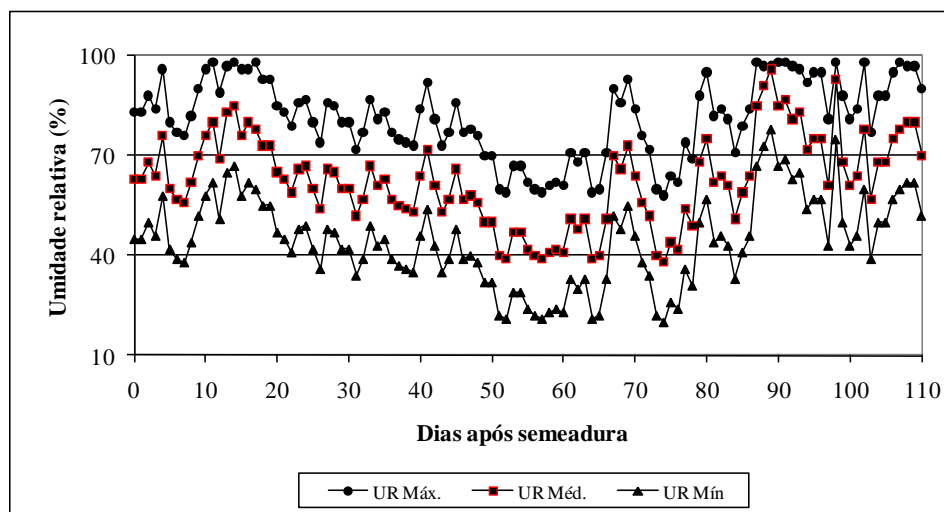


Figura 6 Umidades relativas diárias máximas (URmáx), médias (URméd) e mínimas (URmín) do ar ocorridas no período do experimento

Neste período, a umidade relativa média do ar foi de 63,5%, as mínimas atingidas ficaram entre 20% e 78% e as máximas entre 58% e 98%.

A temperatura é considerada por Vieira e Pessoa (1997) e Souza et al. (2002), como sendo o fator mais importante para produção de raízes de cenoura. Segundo estes autores, temperaturas entre 10 a 15°C contribuem para o alongamento das raízes e o desenvolvimento de coloração característica, enquanto que aquelas superiores a 21°C estimulam a formação de raízes curtas e de coloração deficiente. Acima de 30°C a cenoura tem o ciclo vegetativo reduzido, afetando o desenvolvimento das raízes e conseqüentemente a produtividade da cultura.

A umidade relativa do ar é outro fator agroclimático importante segundo Pádua, Casali e Pinto (1984), pois favorece o desenvolvimento da cenoura, principalmente na fase inicial. No entanto, se a umidade relativa elevada estiver associada a temperaturas altas, favorecerá o aparecimento de doenças fúngicas nas folhagens, principalmente a *Alternaria dauci*.

Observa-se, que durante o período experimental os valores médios de temperatura do ar, estão próximos dos relatados por Vieira e Pessoa (1997) e Souza et al. (2002), para a obtenção de uma boa produção da cultura. Verificou-se, ainda, que, apesar das altas temperaturas e umidades relativas do ar, ocorridas em alguns dias, estes valores não prejudicaram o desenvolvimento da cultura durante a realização do experimento. Os valores mensais de precipitação, ocorridos durante o período de condução do experimento, são apresentados na Figura 7.

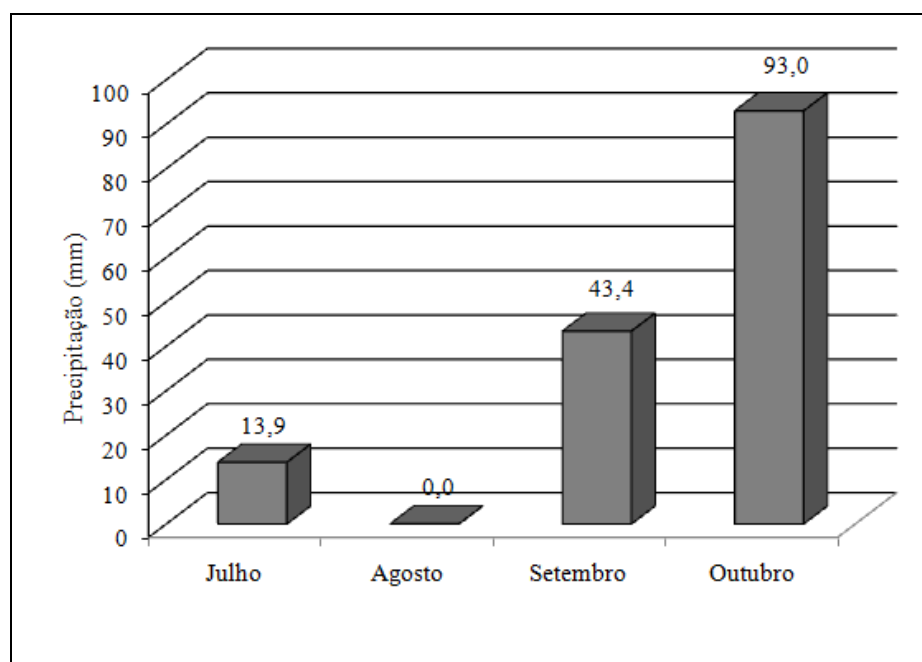


Figura 7 Precipitações mensais ocorridas durante o período de condução do experimento

4.2 Tensões e lâminas de água aplicadas

As lâminas de água aplicadas antes (Inic) e, após a diferenciação dos tratamentos (Irrig), bem como as precipitações ocorridas (Precip), os totais de água fornecidos, para a cultura (Tot), a lâmina média por irrigação (Lmpi), o turno de rega (TR) e o número de irrigações (NI) computados, durante a diferenciação dos tratamentos, são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 Tensões da água no solo à profundidade de 0,15 m, lâminas aplicadas antes da diferenciação dos tratamentos (Inic), lâminas aplicadas após a diferenciação dos tratamentos (Irrig), precipitações ocorridas (Precip), lâminas totais de água (Tot), lâmina média por irrigação (Lmpi.), turno de rega (TR) e número de irrigações (NI)

Trat	Tensão	Lâmina (mm)					TR (dia)	NI (ud)
	(kPa)	Inic	Irrig	Precip	Tot	Lmpi		
N15	15	135,1	153,72	150,3	439,12	10,98	4,07	14
N25	25	135,1	200,16	150,3	485,56	22,24	6,33	9
N35	35	135,1	224,48	150,3	509,88	28,06	7,13	8
N45	45	135,1	189,96	150,3	475,36	31,66	9,50	6
N60	60	135,1	140,44	150,3	425,84	35,11	14,25	4
N75	75	135,1	112,11	150,3	397,51	37,37	19,00	3
HN15	15	135,1	142,74	150,3	428,14	10,98	4,38	13
HN25	25	135,1	177,92	150,3	463,32	22,24	7,13	8
HN35	35	135,1	224,48	150,3	509,88	28,06	7,13	8
HN45	45	135,1	189,96	150,3	475,36	31,66	9,50	6
HN60	60	135,1	140,44	150,3	425,84	35,11	14,25	4
HN75	75	135,1	112,11	150,3	397,51	37,37	19,00	3

Nota-se, no presente trabalho, que as lâminas totais aplicadas foram superiores nos tratamentos medianos para cada cultivar, admitindo um comportamento quadrático em relação ao consumo de água, sendo assim, as maiores lâminas foram observadas nos tratamentos intermediários (N35 e HN35) e as menores nos tratamentos extremos (N15 e N75, HN15 e HN75).

Nas Figuras 8 a 11 estão representadas as tensões médias registradas pelos tensiômetros instalados nas profundidades de 0,15 e 0,30 m. Nessas figuras pode-se visualizar o número de irrigações realizadas durante o período de diferenciação dos tratamentos. Quanto menor as tensões para que fossem reiniciadas as irrigações, por exemplo, 15 e 25 kPa, mais frequentes foram as mesmas e menores foram os “picos”, sendo a tensão da água no solo mantida dentro de uma faixa mais estreita e, conseqüentemente, a umidade do solo permaneceu próxima à capacidade de campo, ao longo de todo o ciclo da cultura.

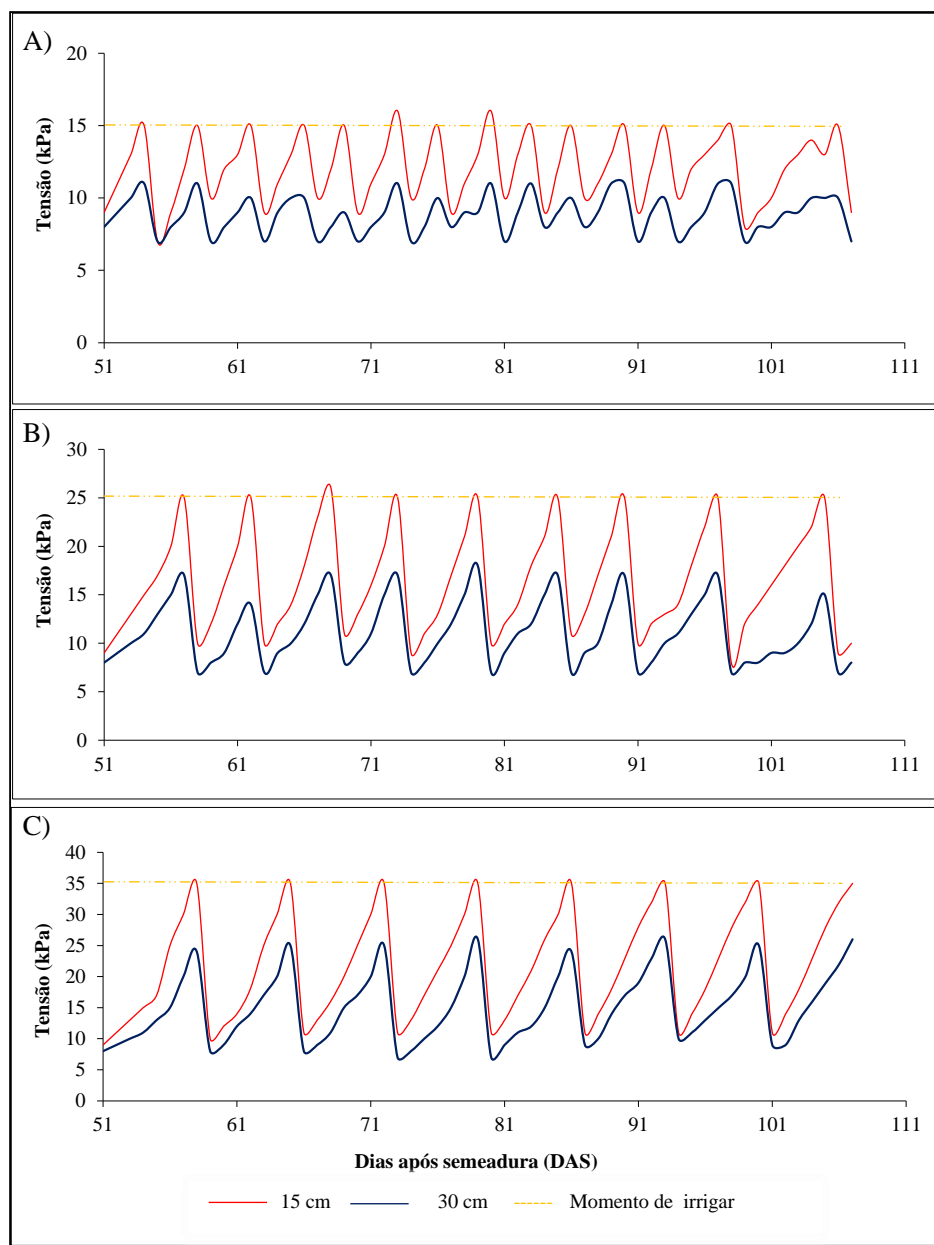


Figura 8 Variação das tensões da água no solo nos tratamentos N15 (A), N25 (B) e N35 (C) em duas profundidades ao longo do ciclo da cenoura

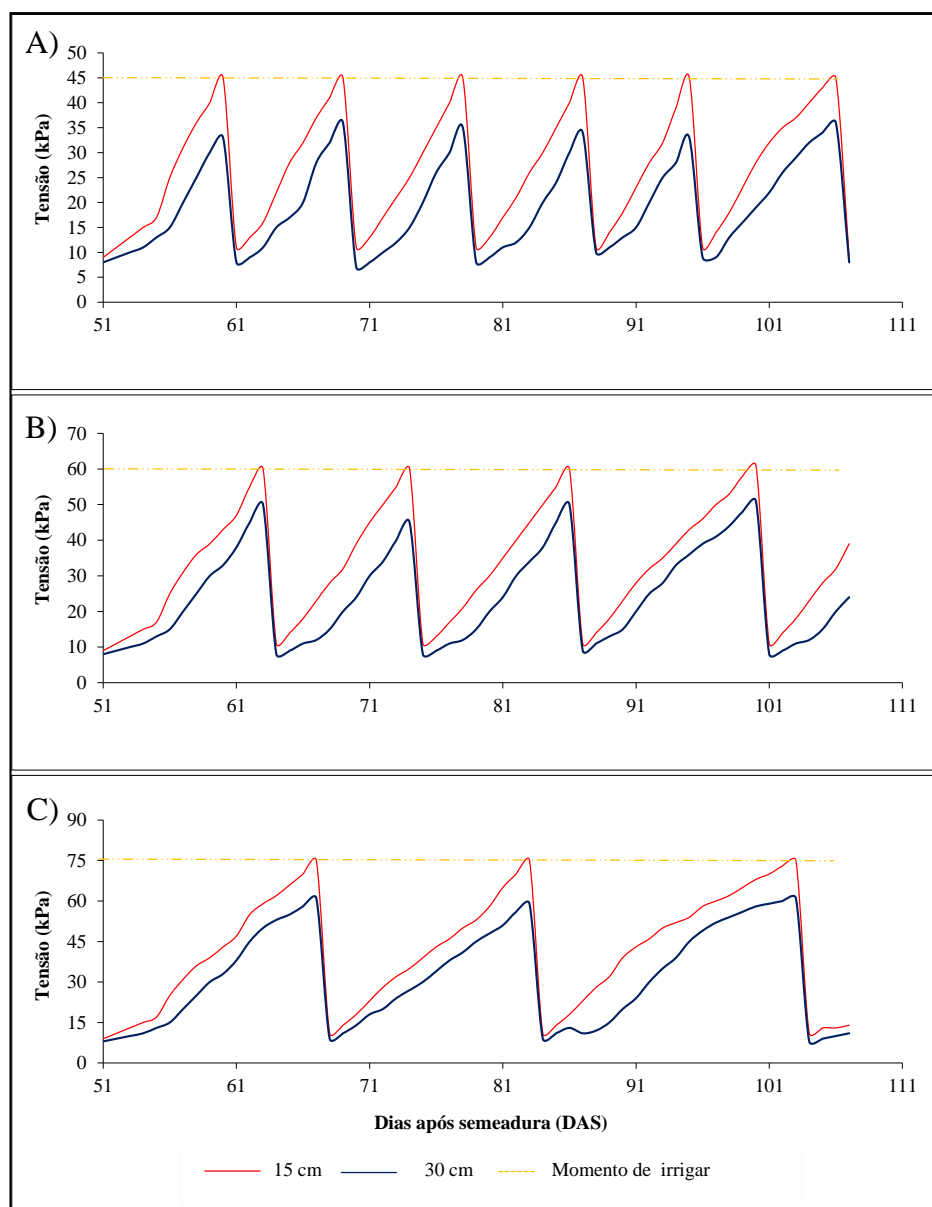


Figura 9 Variação das tensões da água no solo nos tratamentos N45 (A), N60 (B) e N75 (C) em duas profundidades ao longo do ciclo da cenoura

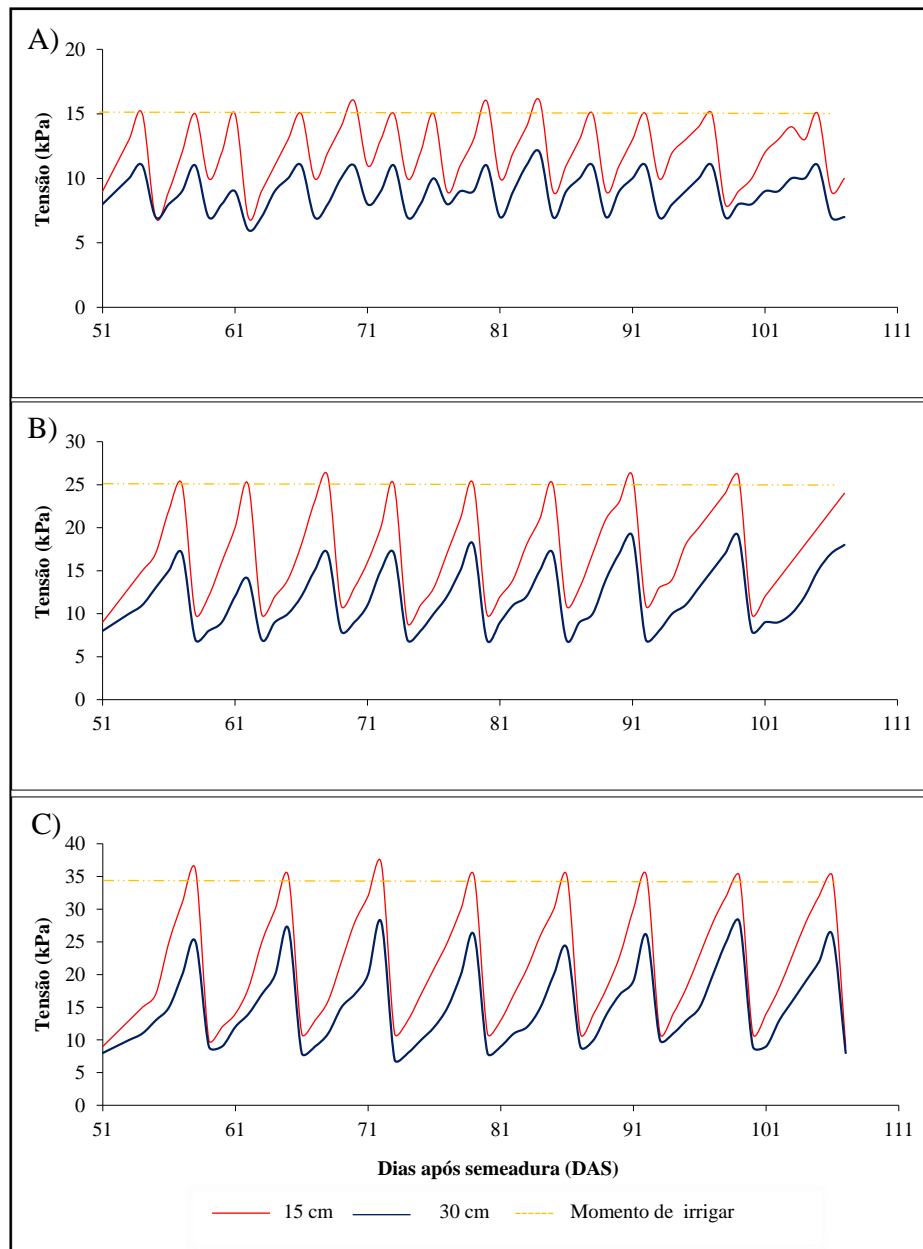


Figura 10 Variação das tensões da água no solo nos tratamentos HN45 (A), HN60 (B) e HN75 (C) em duas profundidades ao longo do ciclo da cenoura

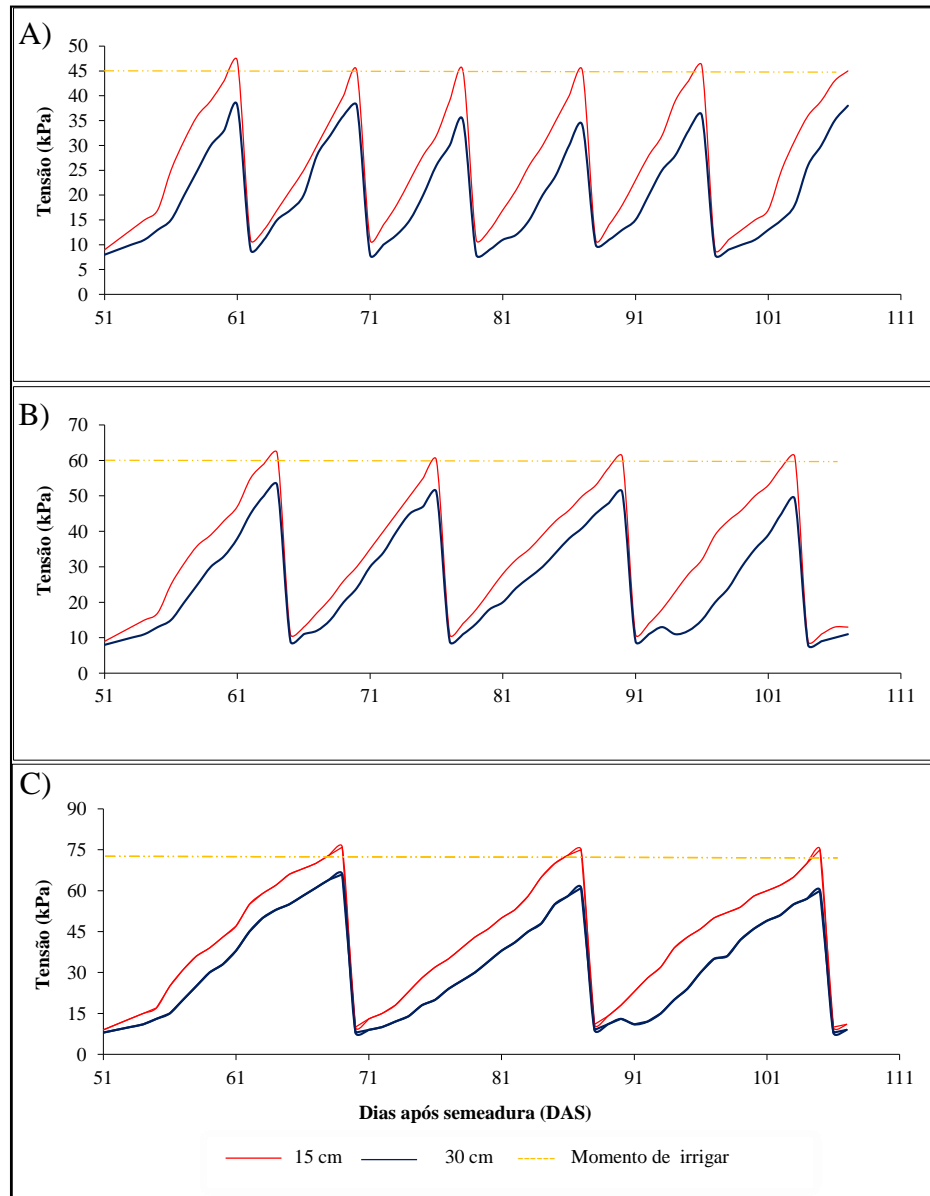


Figura 11 Variação das tensões da água no solo nos tratamentos HN45 (A), HN60 (B) e HN75 (C) em duas profundidades ao longo do ciclo da cenoura

4.3 Avaliação do sistema de irrigação

Submeteu-se o sistema de irrigação ao teste de uniformidade de vazão e encontrou-se uma vazão média dos gotejadores de $1,73 \text{ L.h}^{-1}$, um pouco acima do valor indicado pelo catálogo do fabricante ($1,6 \text{ L.h}^{-1}$).

O coeficiente de uniformidade de distribuição de água (CUD) encontrado foi de 98%, significando que a água foi, uniformemente, distribuída nas parcelas, em qualquer nível de irrigação, não se constituindo em uma fonte de variação adicional ao ensaio.

Calculou-se, também, o coeficiente de variação total de vazão (CVt). O valor encontrado para o mesmo foi de 0,06, indicando uma excelente uniformidade de vazão nos tratamentos, de acordo com Cabello (1996). O CVt é um dos parâmetros usados para diagnosticar problemas de uniformidade em campo.

4.4 Produtividade de raízes comerciais

De acordo com a análise de variância (Tabela 5), verifica-se efeito significativo a 5% e 1% de probabilidade, para a produtividade de raízes comerciais, com relação aos fatores cultivar e tensões da água no solo. Já a interação entre os fatores não apresentou diferença significativa.

Tabela 5 Resumo das análises de variância e de regressão para produtividade de raízes comerciais (PRC) de duas cultivares de cenoura sob diferentes tensões da água no solo

Fonte de Variação	G.L.	Q.M.
		PRC (kg ha ⁻¹)
Bloco	3	12130461,44 ^{ns}
Cultivares	1	424808580,27 [*]
Tensões	5	2,67594159E9 ^{**}
Cultivares x Tensões	5	72137150,67 ^{ns}
Resíduo	33	73175974,84
Média	-	42346,83
C.V. (%)	-	20,20
Tensões	5	2,67594159E9 ^{**}
Linear	1	13035586963,09 ^{**}
Quadrática	1	175548503,66 ^{ns}
Desvios	3	56190831,99 ^{ns}

Em que: ^{ns} – não significativo pelo teste F, ^{*} e ^{**} – significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

De acordo com o teste de médias (Tabela 6), a melhor produção comercial foi obtido pelo híbrido Nayarit F1, apresentando uma produtividade média de raízes comerciais de 45.321,7 kg.ha⁻¹. A cultivar híbrida apresentou incremento médio na produtividade comercial da ordem de 13,1% acima da cultivar não híbrida.

Tabela 6 Médias de produtividade de raízes comerciais (PRC) de duas cultivares de cenoura sob diferentes tensões da água no solo

Cultivares	PRC (kg ha ⁻¹)
Nantes	39371,9 b
Híbrido Nayarit F1	45321,7 a

¹Médias seguidas por letras diferentes diferem, estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Luz et al. (2009) estudaram o desempenho de diferentes cultivares de cenoura na região de Uberlândia-MG, obtiveram para a cultivar Nantes produtividade comercial máxima de 20.500 kg.ha⁻¹, enquanto Pessoa e Cordeiro (1997) verificaram valor máximo para a cultivar Brasília de 76.700 kg.ha⁻¹ nas condições do Distrito Federal, valores extremos encontrados por estes autores quando comparados com os obtidos neste trabalho. Na mesma linha de pesquisa Oliveira, Braz e Banzatto (2008) testando varias cultivares no município de São José do Rio Pardo-SP obtiveram para as cultivares Alvorada, Nova Brasília, Brazlândia, Brasília'[1], 'Brasília'[2], 'Brasília-RL', 'Carandaí', 'Tropical' e 'HT-2000' produtividades médias de 28.580; 27.360; 32.010; 26.510; 26.290; 26.000; 25.410; 25.130 e 23.390 kg.ha⁻¹ de raízes comerciais, respectivamente, resultados inferiores ao apresentado neste trabalho. As variações de resultados de produtividades apresentados pelos autores em comparação ao apresentado neste trabalho podem ser explicadas em parte pelo potencial genético que cada cultivar apresenta e as condições edafoclimáticas diferentes que as mesmas foram cultivadas.

Segundo Maluf (2001), os híbridos podem apresentar vantagens em relação às cultivares não híbridas, tais como: heterose (maior produtividade), maior uniformidade, homeostase genética, precocidade e maior resistência a pragas e doenças.

No caso da produtividade de raízes comerciais, as variações ocorridas, em função das tensões da água no solo, podem ser explicadas pela regressão linear, a 1% de probabilidade (Tabela 5). O valor médio encontrado para produtividade de raízes comerciais foi de 42.346,8 kg.ha⁻¹.

De acordo com a equação apresentada na Figura 12, o aumento de uma unidade (kPa) na tensão da água no solo reduz em 809,3 kg.ha⁻¹ a produtividade de raízes comerciais. Observa-se que 97,43% das variações, ocorridas na produtividade de raízes comerciais, em função das tensões, são explicadas pela

regressão linear. O valor máximo encontrado para a produtividade de raízes comerciais ocorreu à tensão de 15 kPa, resultando em uma produtividade para este parâmetro de 64.604,5 kg.ha⁻¹.

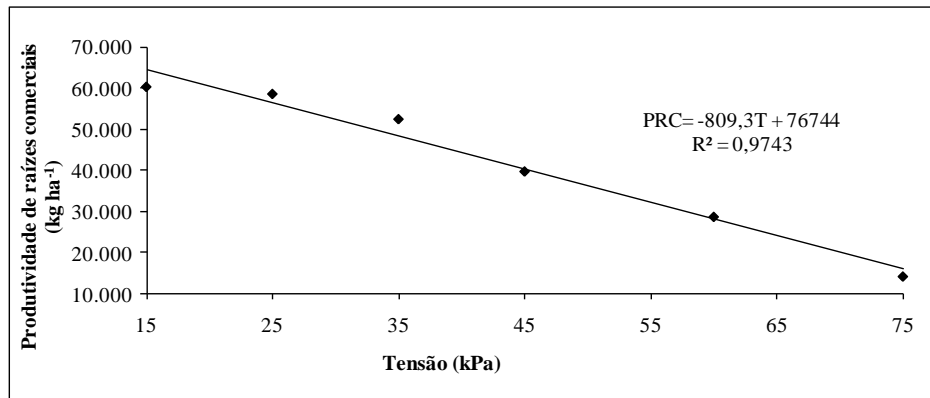


Figura 12 Produtividade de raízes comerciais (PRC) de cenoura em função das diferentes tensões da água no solo

Comportamento semelhante foi obtido por Silva, Vieira e Carrijo (1982) com a cultivar Nantes irrigada por aspersão, quando aumentaram os valores de tensão da água no solo. Esses autores, estudaram quatro valores de tensões (19, 24, 29 e 33 kPa) e encontraram redução na produtividade comercial de raízes, com o aumento da tensão, sendo que não houve diferença significativa entre as tensões de 19, 24 e 29 kPa, apresentando valores de produtividades comerciais 37.790, 30.880 e 26.550 kg.ha⁻¹, respectivamente, já com a tensão de 33 kPa a produtividade foi de 17.312 kg.ha⁻¹.

O mesmo comportamento foi encontrado por Vilas Boas et al. (2011) que, visando definir critérios para o manejo da irrigação por gotejamento na cultura da cebola, avaliaram seis tensões da água no solo (15, 25, 35, 45, 60 e 75 kPa), medidas a 0,15 m de profundidade, e constataram que a produtividade de

bulbos comerciais apresentou resposta linear decrescente com o aumento da tensão, alcançando o valor máximo de $47.729,9 \text{ kg.ha}^{-1}$, com a tensão de 15 kPa.

Objetivando maximizar a produtividade de raízes de cenoura Marouelli et al. (2007) recomendam que as irrigações via gotejo devam ser reiniciadas quando a tensão-limite atingir de 7 a 20 kPa. Verifica-se que o valor da tensão correspondente a máxima produtividade encontrada neste trabalho, esta dentro do intervalo de tensão sugerido para maximização da produtividade recomendado por estes autores.

Comparando os métodos de irrigação por gotejamento e aspersão na cultura da cenoura, Demattê et al. (1981), testaram a cultivar "Kuroda", e chegaram as seguintes conclusões: a produção total, mistura de raízes comerciáveis das classes curta, média e longa, obtida por gotejamento foi de 1,52 vezes maior que a obtida por aspersão. A quantidade média de água adicionada diariamente pelo sistema de gotejamento foi de 3,52 mm para uma produtividade média de raízes comerciáveis de $33.590 \text{ kg.ha}^{-1}$. Com relação ao sistema por aspersão a produtividade máxima obtida foi de 22.090 kg.h^{-1} .

Teodoro et al. (2002), estudando a aplicação de lâminas de irrigação (20 a 120% da evaporação do tanque Classe A) com aplicação de água via aspersão e frequência de irrigação alternada para a cultivar Nantes, observaram aumento crescente da produtividade com a reposição da lâmina aplicada, sendo o valor máximo de $69.751 \text{ kg.ha}^{-1}$.

Oliveira Neto (2009) avaliando o cultivo orgânico da beterraba (*Beta vulgaris* 'Early Wonder Tall Top') sob diferentes lâminas de irrigação, em Seropédica – RJ, obteve produtividade máxima de $33.000 \text{ kg.ha}^{-1}$ com lâmina de 184,9 mm. Moura et al. (1994), utilizando a metodologia do balanço hídrico de água no solo, obtiveram um consumo de 365,03 mm de água para a cultura da cenoura cv Nantes nas condições de Piracicaba-SP no intervalo de 101 dias de ciclo vegetativo. Este valor de lâmina consumida esta acima somente do

tratamento N75 que corresponde a cultivar Nantes versus a tensão de 75 kPa, vale ressaltar que o ciclo da cultura neste experimento foi de 110 dias.

4.5 Classificação de raízes comerciais

A classificação de raízes comerciais em classes 10, 14 e 18 foram significativamente afetados pelos fatores cultivares e tensões da água no solo, a 1% de probabilidade, pelo teste F (Tabela 7), sendo que, a classe 14 apenas foi afetada pelo fator tensão. Houve efeito significativo sobre a interação cultivares versus tensões da água no solo para esta variável. Vale ressaltar que a classificação somente foi realizada para essas três classes, pois as dimensões longitudinais e transversais das raízes analisadas apenas se enquadraram nas classes 10,14 e 18.

Tabela 7 Resumo das análises de variância e de regressão para classificação de raízes comerciais nas classe 10 (C10), classe 14 (C14) e classe 18 (C18) de duas cultivares de cenoura sob diferentes tensões da água no solo

Fonte de Variação	G.L.	Q.M.		
		C10 (%)	C14 (%)	C18 (%)
Bloco	3	11,83 ^{ns}	26,24 ^{ns}	2,53 ^{ns}
Cultivares	1	1853,81 ^{**}	23,52 ^{ns}	1655,57 ^{**}
Tensões	5	438,35 ^{**}	928,36 ^{**}	505,11 ^{**}
Cultivares x Tensões	5	69,05 ^{**}	342,99 ^{**}	449,67 ^{**}
Resíduo	33	7,53	24,70	10,31
Média	-	13,18	24,96	25,02
C.V. (%)	-	20,83	19,91	12,83
Tensões	5	438,35 ^{**}	928,36 ^{**}	505,11 ^{**}
Linear	1	78,04 ^{**}	4214,06 ^{**}	1448,68 ^{**}
Quadrática	1	148,82 ^{**}	159,23 [*]	397,50 ^{**}

“Tabela 7, conclusão”

Fonte de Variação	G.L.	Q.M.		
		C10 (%)	C14 (%)	C18 (%)
Desvios	3	43,93 **	89,51 ^{ns}	226,46 **
Tensões: Nantes	5	323,70 **	539,75 **	183,70 **
Linear	1	7,47 *	2308,82 **	335,10 **
Quadrática	1	165,89 **	53,18 ^{ns}	355,76 **
Desvios	3	13,84 **	112,26 *	82,55 **
Tensões: Híbrido	5	183,70 **	731,59 **	771,08 **
Linear	1	24,92 ^{ns}	1914,46 **	1261,77 **
Quadrática	1	143,98 **	111,37 *	97,45 **
Desvios	3	249,87 **	544,05 **	832,06 **

Em que: ^{ns} – não significativo pelo teste F, * e ** – significativos a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

De acordo com a Tabela 8, verifica-se que a classe 14 ($14 \geq C14 \leq 18$ cm) concentra os maiores valores percentuais, quando comparado com as demais classes analisadas, não sendo verificada diferença estatística entre as cultivares para esta classe. A cultivar Nantes mostrou-se superior estatisticamente dentro do intervalo de comprimento referente a classe 10 ($10 \geq C10 \leq 14$ cm), no entanto, para intervalos de comprimentos maiores, a mesma foi inferior, ou seja, dentro da classe 18 ($14 \geq C10 \leq 18$ cm) a cultivar híbrida foi superior, demonstrando maior potencial produtivo para obtenção de cenouras maiores.

Tabela 8 Médias percentuais do número de raízes comerciais classificadas nas classes 10,14 e 18 de duas cultivares de cenoura sob diferentes tensões da água no solo

Cultivares	C 10 (%)	C 14 (%)	C 18 (%)
Nantes	19,59 a	24,26 a	6,96 b
Híbrido Nayarit F1	6,96 b	25,66 a	18,71 a

¹Médias seguidas por letras diferentes diferem, estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Lopes et al. (2008) ao trabalharem com cultivares de cenoura e espaçamentos diferenciados obtiveram maiores percentagens de raízes médias para a cultivar Alvorada e Brasília que, segundo Lana e Vieira (2000) esta classe enquadra cenouras com 12 a 17 cm de comprimento e diâmetro maior que 2,5 cm. Observa-se que, a classe 14 obteve valores percentuais maiores neste trabalho, sendo semelhante a classe média dos autores em questão. Na mesma linha de pesquisa Bernardi et al. (2004) testaram os híbridos AF 750 e AF 845 em diferentes espaçamentos e obtiveram comprimentos médios de 14,5 e 20,8 cm, respectivamente. Esses resultados estão dentro do intervalo referente a classe 14 e superior ao intervalo da classe 18.

Em experimento avaliando a aplicação de nitrogênio, potássio e cálcio em cobertura na produção comercial de cenoura, Luz et al. (2009) obtiveram melhores resultados de produtividade e número de raízes comerciais referente a classe 18. Segundo esses autores, a classe 18 é a mais valorizada para consumo in natura.

Em relação à classificação das raízes comerciais, as variações ocorridas, em função das tensões da água no solo, podem ser explicadas pela regressão quadrática (Classe 10), linear (Classe 14) e quadrática (Classe 18), a 1% de probabilidade (Tabela 7). O valor médio percentual encontrado nas diferentes classes foram de 13,18, 24,96 e 25,02%, respectivamente.

Comportamentos diferenciados foram verificados para ambas as classes (Figura 13), sendo representado na classe 10 valor máximo de 18,77 % (43 kPa), na classe 14 de 37,61 % (15 kPa) e na classe 18 de 24,14 % (15 kPa).

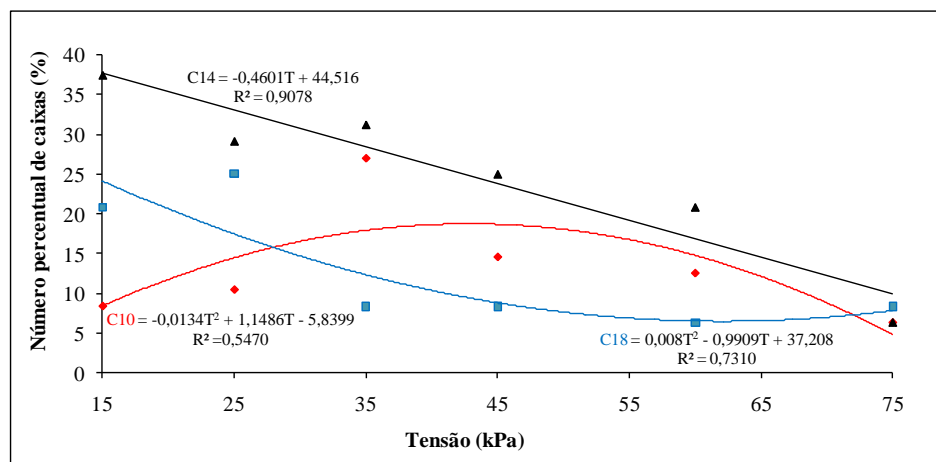


Figura 13 Número percentual de raízes de cenoura classificadas na classe 10 (C10), classe 14 (C14) e classe 18 (C18) em função das diferentes tensões da água no solo

As maiores porcentagens de raízes obtidas nas classes 14 e 18, bem como a menor porcentagem de raízes da classe 10, foram obtidas nas parcelas submetidas ao tratamento mais úmido, ou seja, tensão de 15 kPa. Segundo Santa Olalla, Valero e Cortes (1994), estudando diferentes períodos de irrigação na cultura da cebola, concluíram que o comprimento e o diâmetro de bulbos estão diretamente relacionados com a quantidade de água aplicada. A disponibilidade de água no solo é fundamental para o aumento no tamanho das raízes de cenoura, pois o déficit influencia diretamente a distribuição dos fotossimilados oriundos do processo fotossintético.

Em estudo sobre o desenvolvimento do sistema radicular do rabanete em condição de estresse hídrico, Bregonci et al. (2008) concluíram que a restrição

percentual da quantidade de água disponível ocasionou redução no diâmetro das raízes de rabanete nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura, quando comparado com a testemunha que não teve restrição hídrica.

Comportamento semelhante foi encontrado por Scaloppi e Klar (1971) que obtiveram elevação na produção de tubérculos de batata, quando o reinício das irrigações aconteceram nos tratamentos com maior reposição de água no solo referente aos níveis de 60, 70 e 90% da capacidade de campo e nos tratamentos onde o restabelecimento foi de 35 e 10%, prevaleceu a presença de tubérculos médios.

Analisando-se a interação entre os fatores (cultivares versus tensões da água no solo) (Figura 14), observa-se que, as duas cultivares tiveram comportamento quadrático para as classes 10 e 18 (Figura 14A e 14C), sendo linear para a classe 14 (Figura 14B). Os valores máximos encontrados foram obtidos com as tensões de 15 kPa para as classes 14 e 18, já na classe 10 o valor máximo foi verificado com a tensão de 43 kPa, observa-se também, que a cultivar Nayarit F1 apresentou-se superior para as classes 14 e 18, sendo que na classe 10 a cultivar Nantes se sobressaiu em relação a cultivar híbrida, demonstrando que, a utilização da cultivar híbrida torna-se vantajosa para obtenção de raízes de cenoura com padrão comercial superior.

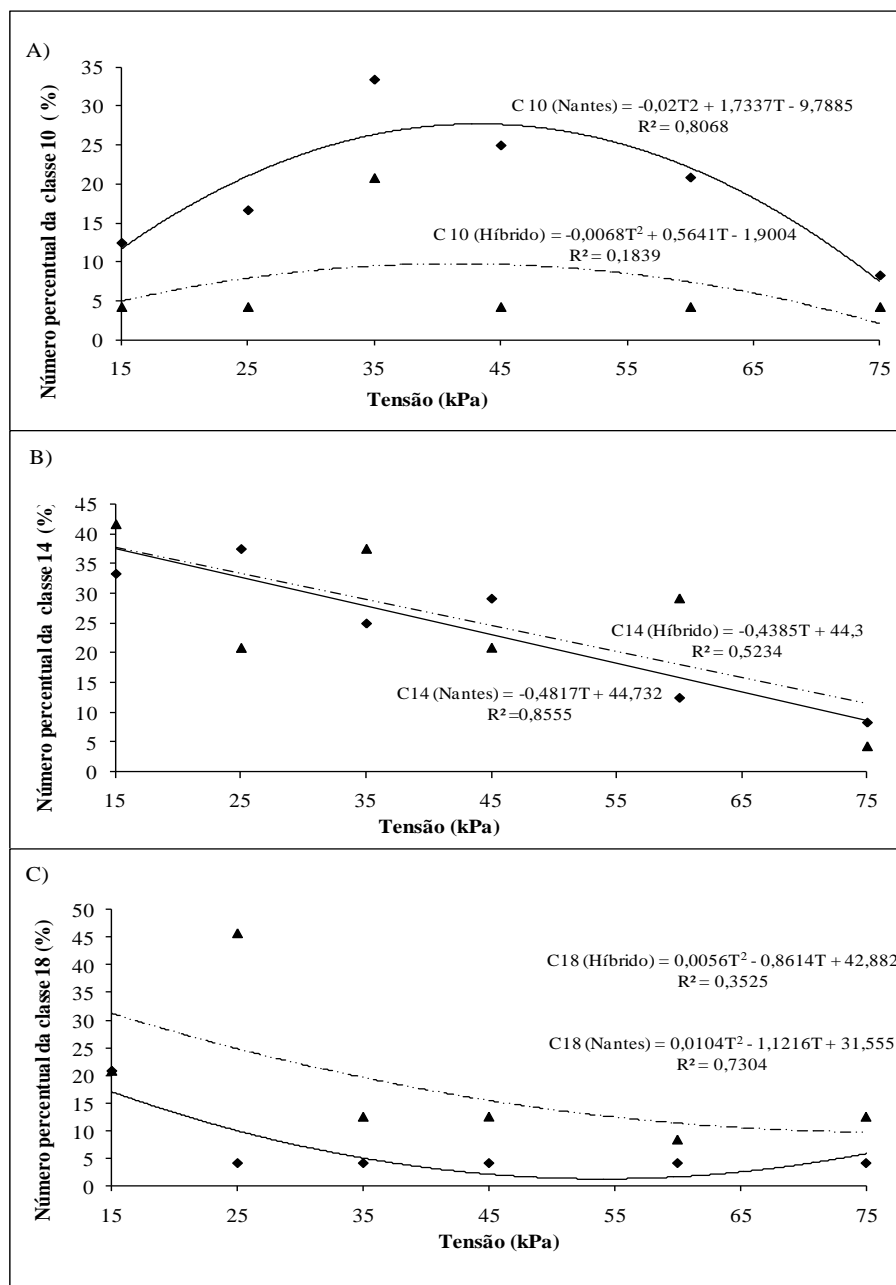


Figura 14 Número percentual de raízes de cenoura classificadas na classe 10 (C10), classe 14 (C14) e classe 18 (C18) de duas cultivares de cenoura em função das diferentes tensões da água no solo

4.6 Massa média de raízes comerciais

De acordo com a análise de variância (Tabela 9), verifica-se efeito significativo a 5% e 1% de probabilidade, para a massa média de raízes comerciais, com relação aos fatores cultivar e tensões da água no solo, respectivamente. Já a interação entre os fatores não apresentou diferença significativa.

Tabela 9 Resumo das análises de variância e de regressão para massa média de raízes comerciais (MMRC) de duas cultivares de cenoura sob diferentes tensões da água no solo

Fonte de Variação	G.L.	Q.M.
		MMRC (g)
Bloco	3	29,38 ^{ns}
Cultivares	1	954,08 [*]
Tensões	5	6017,70 ^{**}
Cultivares x Tensões	5	158,68 ^{ns}
Resíduo	33	165,93
Média	-	63,5
C.V. (%)	-	20,29
Tensões	5	6017,70 ^{**}
Linear	1	29307,66 ^{**}
Quadrática	1	394,18 ^{ns}
Desvios	3	128,88 ^{ns}

Em que: ^{ns} – não significativo pelo teste F e ^{**} – significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

De acordo com o teste de médias (Tabela 10), o melhor comportamento observado foi obtido pelo híbrido Nayarit F1, apresentando o valor de 67,95 g, este valor representa um incremento médio de 13,1% na massa média de raízes comerciais, quando comparado com a cultivar Nantes.

Tabela 10 Massa médias das raízes comerciais (MMRC) de duas cultivares de cenoura sob diferentes tensões da água no solo

Cultivares	MMRC (g)
Nantes	59,04 b
Híbrido Nayarit F1	67,95 a

¹Médias seguidas por letras diferentes diferem, estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Avaliando diferentes espaçamentos em duas cultivares de cenoura Bernardi et al. (2004) obtiveram 81,5 e 49,7 g planta⁻¹ quando utilizaram as cultivares AF845 e AF750, respectivamente. Luz et al. (2009) estudaram diferentes níveis de salinidade na cultura da cenoura, cv. Brasília, sendo obtido neste estudo, o valor máximo de 80,9 g planta⁻¹ quando as plantas foram submetidas ao tratamento com água a 0,1 dS/m. Os valores máximos encontrados por estes autores, estão acima dos valores encontrados neste trabalho, sendo interessante frisar que, tanto o ambiente e as cultivares utilizadas em ambos os experimentos são distintos, isso demonstra a importância em se realizar esses tipos de trabalhos para cada local específico, com o intuito de maximizar a produtividade da região.

As variações ocorridas na massa média de raízes comerciais, em função das tensões da água no solo, podem ser explicadas pela regressão linear, a 1% de probabilidade (Tabela 9). O valor médio encontrado para esta variável foi de 63,50 g.

De acordo com a equação apresentada na Figura 15, o aumento de uma unidade (kPa) na tensão da água no solo reduz em 1,21 g a massa média de raízes comerciais. Observa-se que 97,49 % das variações, ocorridas na massa média de raízes comerciais, em função das tensões, são explicadas pela regressão linear. O valor máximo encontrado para a variável estudada ocorreu à tensão de 15 kPa, resultando em 96,86 g.

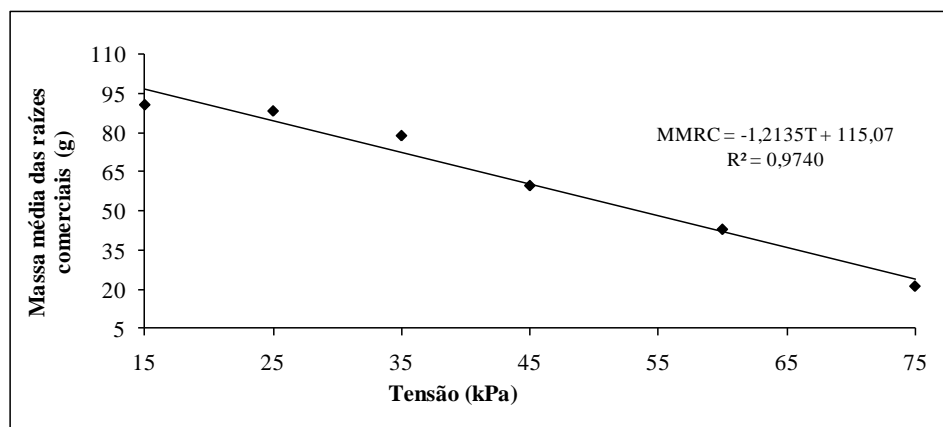


Figura 15 Massa média de raízes comerciais (MMRC) de cenoura em função das diferentes tensões da água no solo

Comportamento quadrático foi encontrado por Beirigo, Santana e Vieira (2009) ao avaliarem a cultura da cenoura sob diferentes lâminas de água no solo. Esses autores obtiveram valor máximo de massa média de raízes comerciais de 86,72 g com uma lâmina de 112,37 mm.

Moura et al. (1994), utilizando a metodologia do balanço hídrico de água no solo, obtiveram um consumo de 365,03 mm de água para a cultura da cenoura cv Nantes nas condições de Piracicaba-SP no intervalo de 101 dias de ciclo vegetativo. Para Guimarães (1988 citado por SANTANA, 2004), tanto o excesso (por asfixia de raízes), quanto à falta de água (menor absorção de nutrientes), prejudicam a produção das culturas submetidas a regimes de irrigação intensivo.

4.7 Sólidos solúveis totais

Os sólidos solúveis totais de raízes foram, significativamente, afetados pelos fatores cultivares e tensões da água no solo, a 1% de probabilidade, pelo

teste F (Tabela 11). Houve efeito significativo sobre a interação cultivares versus tensões da água no solo.

Tabela 11 Resumo das análises de variância e de regressão para sólidos solúveis totais (SST) de raízes de duas cultivares de cenoura sob diferentes tensões da água no solo

Fonte de Variação	G.L.	Q.M.
		SST (% de °Brix)
Bloco	3	0,0016 ^{ns}
Cultivares	1	9,4785 ^{**}
Tensões	5	3,8000 ^{**}
Cultivares x Tensões	5	2,3614 ^{**}
Resíduo	33	0,0018
Média	-	3,09
C.V. (%)	-	1,38
Tensões	5	3,8000 ^{**}
Linear	1	14,8944 ^{**}
Quadrática	1	1,4579 ^{**}
Desvios	3	0,8838 ^{**}
Tensões: Nantes	5	6,0715 ^{**}
Linear	1	23,5446 ^{**}
Quadrática	1	2,1758 ^{**}
Desvios	3	1,5324 ^{**}
Tensões: Híbrido	5	0,0906 ^{**}
Linear	1	0,3618 ^{**}
Quadrática	1	0,0540 ^{**}
Desvios	3	0,0124 ^{**}

Em que: ^{ns} – não significativo pelo teste F e ^{**} – significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

De acordo com o teste de médias (Tabela 12), a maior concentração de sólidos solúveis totais de raízes foi obtida pelo híbrido Nayarit F1 (3,54% de °Brix), quando comparada com a cultivar Nantes (2,65% de °Brix), apresentando incremento médio da ordem de 25,14% no teor de °Brix.

Tabela 12 Médias de sólidos solúveis totais (SST) de raízes de duas cultivares de cenoura sob diferentes tensões da água no solo

Cultivares	SST (% de °Brix)
Nantes	2,65 b
Híbrido Nayarit F1	3,54 a

¹Médias seguidas por letras diferentes diferem, estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), os sólidos solúveis correspondem a todas as substâncias que se encontram dissolvidas em um determinado solvente, o qual, no caso dos alimentos, é a água. São constituídos, principalmente, por açúcares e variáveis com a espécie, a cultivar, o estágio de maturação e o clima, com valores médios entre 8 a 14 °Brix (faixa de variação entre 2 a 25 °Brix). O valor médio de sólidos solúveis verificado no presente trabalho encontra-se abaixo dos valores obtidos por Pinto (2007), que encontrou valores médios de 6,12 a 6,29 °Brix avaliando cenouras minimamente processadas, em diferentes estações do ano. No entanto, Machado et al. (2003), avaliando a influência do espaçamento na quantidade de açúcares e sólidos solúveis totais em cenoura solteira, utilizando as densidades de plantio de 14, 16, 18 e 20 plantas por metro de fileira, verificaram que a concentração de açúcares totais variou entre 3,2% e 3,6% para a cultivar Nantes e de 3,5% a 3,9% para a cultivar Alvorada, resultados próximos do encontrado neste trabalho.

No caso da concentração de sólidos solúveis totais em função das tensões de água no solo, as variações ocorridas podem ser explicadas pela

regressão quadrática, a 1% de probabilidade (Tabela 11). O valor médio encontrado para o teor de sólidos solúveis totais foi de 3,09% de °Brix.

Nota-se, pela a Figura 16, que houve um acréscimo no conteúdo de sólidos solúveis totais, à medida que se aumentaram as tensões da água no solo, até o valor de 16,5 kPa, em que se obteve o máximo de sólidos solúveis de 3,61% de °Brix. Observa-se que 86,05% das variações, ocorridas no teor de sólidos solúveis totais, em função das tensões, são explicadas pela regressão quadrática.

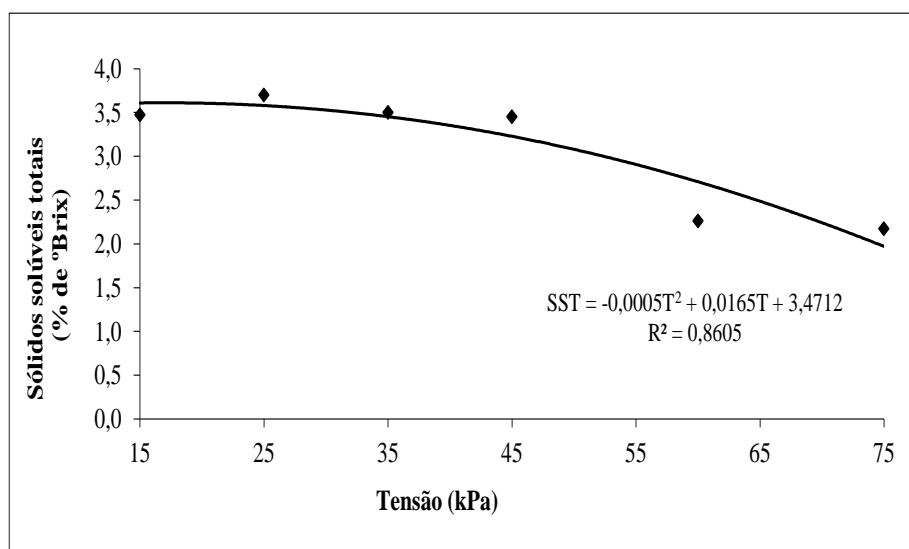


Figura 16 Sólidos solúveis totais (SST) de raízes de cenoura em função das diferentes tensões da água no solo

A análise dos sólidos solúveis, para a agroindústria, é importante, pois, o teor de sólidos solúveis totais está ligado à pungência (combinação entre sabor e odor). Segundo Moretti e Durigan (2002), a pungência conferida pelo ácido pirúvico é maior quanto maior o teor de sólidos solúveis totais.

Comportamento semelhante foi encontrado por Kumar et al. (2007) na cultura da cebola. Estes autores descrevem que os teores de sólidos solúveis totais aumentaram com o incremento das lâminas de irrigação no ano de 2004. Porém, Oliveira Neto (2009) avaliou a resposta de diferentes lâminas de irrigação e coberturas do solo em sistema orgânico de cultivo na qualidade da cultura da beterraba (*Beta vulgaris* L.), não sendo observado diferenças significativas dos tratamentos na variação de teor de sólidos solúveis.

Segundo Giordano, Silva e Barbosa (2000) afirmam que o excesso de chuvas ou aplicação excessivas de irrigações afetam a qualidade dos frutos reduzindo o teor de sólidos solúveis na poupa de frutos de tomateiro. No entanto, essa afirmação pode ser extrapolada para a maioria das hortaliças, pois todas as plantas requerem condições ideais de umidade para realizarem suas funções vitais, assim como a retirada de nutrientes do solo que pode alterar de forma definitiva a qualidade das raízes de cenoura.

Analisando-se a interação entre os fatores (cultivares versus tensões da água no solo) (Figura 17), observa-se que, as duas cultivares obtiveram comportamento quadrático, sendo os valores máximos de sólidos solúveis encontrados quando se reiniciavam as irrigações com as tensão de 17 kPa para a cultivar Nantes e 29 kPa para a híbrida Nayarit F1. Observa-se, comportamento diferenciado de cada cultivar em relação a tensão de água no solo, o mesmo deve estar ligado diretamente a genética de cada cultivar testada neste trabalho, em relação ao estresse hídrico versus a concentração de sólidos solúveis.

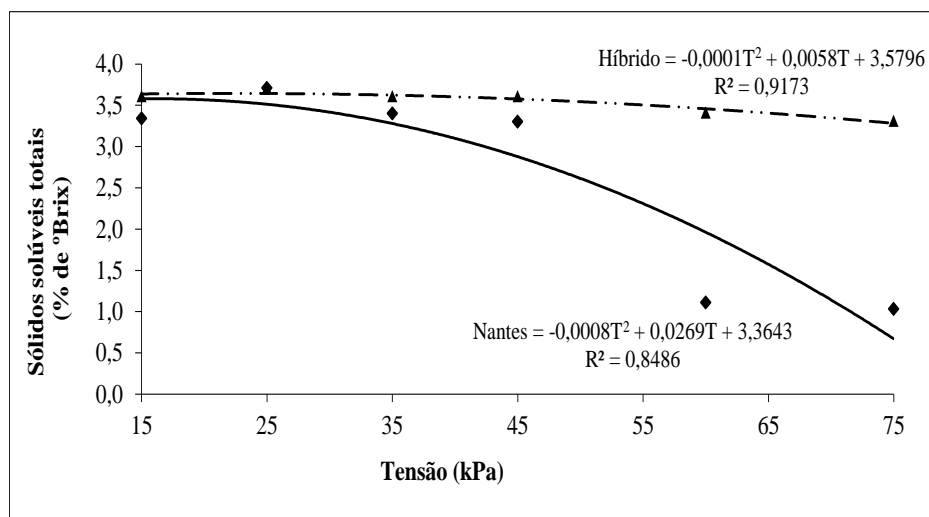


Figura 17 Sólidos solúveis totais (SST) de raízes de duas cultivares de cenoura em função das diferentes tensões da água no solo

4.8 Custo total de produção

Na Tabela 13 são apresentados os percentuais de participação dos itens que compõem os custos totais de produção de cenoura para os tratamentos N15 (cultivar Nantes e tensão de 15 kPa), N25 (cultivar Nantes e tensão de 25 kPa), N35 (cultivar Nantes e tensão de 35 kPa), N45 (cultivar Nantes e tensão de 45 kPa), N60 (cultivar Nantes e tensão de 60 kPa), N75 (cultivar Nantes e tensão de 75 kPa), HN15 (híbrido Nayarit F1 e tensão de 15 kPa), HN25 (híbrido Nayarit F1 e tensão de 25 kPa), HN35 (híbrido Nayarit F1 e tensão de 35 kPa), HN45 (híbrido Nayarit F1 e tensão de 45 kPa), HN60 (híbrido Nayarit F1 e tensão de 60 kPa) e HN75 (híbrido Nayarit F1 e tensão de 75 kPa).

Nota-se, para ambas as cultivares estudadas, que os tratamentos de irrigação apresentaram uma diminuição da participação percentual dos custos fixos e um aumento da participação percentual dos custos variáveis, em função da diminuição da tensão da água no solo (redução do intervalo entre irrigações),

as quais apresentaram valores crescentes de produtividades médias de raízes comerciais (Tabelas 13 e 14).

Observa-se na Tabela 13, que o item que teve maior participação no custo fixo foi o aluguel da terra para ambas as cultivares estudadas, enquanto que os gastos com os itens insumos e mão-de-obra foram os que apresentaram maior participação na formação do custo variável para a cultivar Nantes, no entanto, o comportamento do custo variável para a cultivar híbrida Nayarit F1 foi diferenciado, com destaque para os insumos, mão-de-obra e despesas gerais na participação dos custos variáveis. O aumento dos custos com despesas gerais esta relacionada diretamente com o acréscimo de produtividade, sendo necessária maior quantidade de caixas de papelão para o condicionamento.

Ressalta-se que a participação do item insumo na formação do custo variável da cultivar híbrida foi superior a cultivar Nantes. Essa diferença está diretamente relacionada ao custo da aquisição das sementes, cuja a diferença de preço foi de R\$ 1840,00 por quilo de sementes.

Tabela 13 Percentagem dos custos fixos e variáveis da produção de duas cultivares de cenoura, em diferentes tratamentos de tensão da água no solo

Custo fixos e variáveis totais ¹	% Custo total											
	N15	N25	N35	N45	N60	N75	HN15	HN25	HN35	HN45	HN60	HN75
Terra	2,15	2,19	2,22	2,29	2,41	2,52	1,54	1,51	1,53	1,60	1,64	1,72
Calagem	0,21	0,22	0,22	0,22	0,24	0,25	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17
ITR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sistema de irrigação	1,26	1,28	1,30	1,34	1,41	1,48	0,90	0,89	0,90	0,93	0,96	1,00
CFT	3,62	3,69	3,73	3,85	4,05	4,24	2,59	2,55	2,57	2,69	2,76	2,89
Insumos	41,21	41,96	42,44	43,80	46,09	48,28	57,77	56,88	57,42	59,92	61,62	64,41
Mão-de-obra	16,67	16,98	17,17	17,72	18,65	19,53	11,92	11,74	11,85	12,36	12,72	13,29
Maquinas e implementos	12,01	12,23	12,37	12,76	13,43	14,07	8,59	8,45	8,53	8,90	9,16	9,57
Despesas com administração	6,27	5,89	5,66	5,36	4,85	4,30	4,50	4,64	4,40	3,85	3,56	2,94
Despesas gerais	16,65	14,81	13,70	12,10	9,32	6,42	11,96	12,66	11,56	8,92	7,43	4,45
Energia	2,71	3,58	4,06	3,55	2,76	2,31	1,80	2,20	2,80	2,48	1,88	1,57
Custo alternativo	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
CVT	96,38	96,31	96,27	96,15	95,95	95,76	97,41	97,45	97,43	97,31	97,24	97,11
CT	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

¹CFT – custo fixo total (já incluído o custo alternativo); CVT – custo variável total e CT – custo total.

Tabela 14 Valores médios observados de produtividade de raízes comerciais de duas cultivares de cenoura, em função das diferentes tensões da água no solo

Tratamentos	Produtividade média de raízes comerciais (cx.ha⁻¹)
N15	3008
N25	2574
N35	2318
N45	1920
N60	1290
N75	701
HN15	3024
HN25	3285
HN35	2929
HN45	2055
HN60	1582
HN75	722

Os gastos com energia elétrica representaram 4,06% e 2,80% do custo total médio de cada caixa de cenoura produzida nos tratamentos N35 e HN35, respectivamente. Estes tratamentos foram aqueles que receberam as maiores quantidades de água e, por consequência, maior foi o número de horas de funcionamento do sistema de irrigação.

Entre os tratamentos estudados da cultivar Nantes, o N15 apresentou a maior participação dos custos variáveis no custo total de produção, destacando-se: despesas com administração (6,27%) e despesas gerais (16,65%). Este tratamento foi o que apresentou a maior produtividade média de raízes comerciais de cenoura (Tabela 13) e, por consequência, maiores foram os custos com colheita, administração e impostos. Analisando a cultivar híbrida Nayarit F1, o tratamento HN25 foi o que apresentou a maior participação dos custos

variáveis no custo total de produção com destaque para os itens despesas com administração (4,64%) e despesas gerais (12,66). Este tratamento foi o que apresentou a maior produtividade de cenouras por hectare (Tabela 14).

No Anexo encontram-se as estimativas dos custos fixos totais, dos custos variáveis totais (Tabelas 1A e 2A), dos custos operacionais fixos totais e dos custos operacionais variáveis totais (Tabelas 3A e 4A), em R\$.ha⁻¹, da produção das duas cultivares de cenoura (Nantes e Nayarit F1), em diferentes tratamentos de tensão da água no solo.

Os resultados dos custos médios de produção da cenoura, em relação aos diferentes tratamentos experimentais, são apresentados na Tabela 15. De acordo com esta tabela, pode-se notar que os custos totais médios para a cultivar Nantes, apresentaram um aumento de valor, à medida que se aumentou o intervalo entre irrigações (aumento da tensão da água no solo). A cultivar híbrida Nayarit F1 apresentou comportamento diferenciado em relação aos custos, tanto econômicos quanto operacionais, sendo menor no tratamento HN25, já que este tratamento apresentou maior produtividade de caixas por hectare. No entanto, esta cultivar apresentou custo médio por caixa de cenoura produzida superior a cultivar Nantes diminuindo assim a lucratividade por hectare.

Tabela 15 Custos econômicos e operacionais médios¹ da produção de duas cultivares de cenoura, em R\$.cx⁻¹ de 20 kg, em diferentes tratamentos de tensão da água no solo

Tratamentos	CFMe	CVMe	CTMe	CopFMe	CopVMe	CopTMe
N15	0,22	5,96	6,18	0,07	5,90	5,98
N25	0,26	6,83	7,09	0,08	6,77	6,86
N35	0,29	7,50	7,79	0,09	7,43	7,53
N45	0,35	8,76	9,11	0,11	8,68	8,80
N60	0,52	12,37	12,89	0,17	12,25	12,42
N75	0,96	21,68	22,64	0,31	21,49	21,80
HN15	0,22	8,38	8,60	0,07	8,30	8,37
HN25	0,21	7,83	8,04	0,07	7,76	7,83
HN35	0,23	8,70	8,93	0,07	8,62	8,70
HN45	0,33	11,87	12,20	0,11	11,77	11,87
HN60	0,43	14,98	15,41	0,14	14,85	14,99
HN75	0,93	31,37	32,30	0,30	31,09	31,39

¹CFMe – custo fixo médio; CVMe – custo variável médio; CTMe – custo total médio; CopFMe – custo operacional fixo médio; CopVMe – custo operacional variável médio; CopTMe – custo operacional total médio.

Observa-se ainda na Tabela 15, que os custos fixos e variáveis médios para produzirem uma caixa de cenoura da cultivar Nantes diminuíram à medida que a produtividade aumentava, sendo os menores valores apresentados pelo tratamento N15, cujos custos fixos e variáveis médios foram de R\$ 0,22.cx⁻¹ e R\$ 5,96.cx⁻¹, respectivamente. Esse mesmo comportamento pode ser observado pela cultivar híbrida até o tratamento HN25, cujo os custos fixos e variáveis médios foram de R\$ 0,21.cx⁻¹ e R\$ 7,83.cx⁻¹, respectivamente.

4.9 Estudo econômico simplificado

Para a realização do estudo econômico simplificado, foram utilizados os dados contidos na Tabela 15, considerando como preço médio da caixa de 20 kg de cenoura o valor de R\$ 9,13, correspondente ao período de outubro de 2010.

No estudo econômico efetuado, observa-se que as cultivares testadas obtiveram comportamentos distintos. Analisando a cultivar Nantes, os tratamentos N15, N25 e N35 apresentaram receita média (RMe) superior aos custos totais médios (CTMe), indicando haver situações de lucro supernormal ($RMe > CTMe$). Esta é uma situação em que o investimento paga todos os recursos aplicados na atividade econômica e proporciona um lucro adicional, superior ao de outras alternativas de mercado. A tendência em médio e longo prazo é de expansão do agronegócio da cenoura e entrada de novas empresas para a atividade, atraindo investimentos competitivos.

O tratamento N45 apresentou CTMe praticamente igual a RMe da caixa de cenoura, indicando nesta situação um lucro normal ($CTMe = RMe$), ou seja, paga todos os recursos aplicados na atividade em questão e a remuneração é igual à de outras alternativas de investimentos de capital. Nesta situação a atividade produtiva da cenoura permanece sem expansão, mas também sem retração, e a tendência em curto e longo prazo é de equilíbrio. Os Tratamentos N60 e N75 apresentaram uma situação de resíduo negativo, sem cobrir os recursos variáveis ou capital de giro ($RMe < CopVMe$) efetuados durante o cultivo da cenoura, ocorrendo a necessidade de subsidiar os recursos variáveis. A melhor alternativa, neste caso, seria a saída da atividade para reduzir os prejuízos.

Dentre os tratamentos estudados da cultivar híbrida Nayarit F1, destacam-se HN15, HN25 e HN35, que apresentaram a situação de lucro supernormal para a atividade produtiva da cenoura, enquanto os demais

tratamentos (HN45, HN60 e HN75) apresentaram uma situação de resíduo negativo, sem cobrir os recursos variáveis.

5 CONCLUSÃO

Diante das condições em que o experimento foi desenvolvido e dos resultados obtidos para a cultura da cenoura, pode-se concluir que:

- a) A cultivar híbrida Nayarit F1 apresentou melhores respostas com relação às seguintes características analisadas: produtividade de raízes comerciais, massa média de raízes comerciais e sólidos solúveis totais;
- b) Em ambas as cultivares, para obtenção de maior produtividade de raízes comerciais, maior porcentagem de raízes das classes 14 e 18 e maior massa média de raízes comerciais, deve-se irrigar no momento em que a tensão da água no solo estiver em torno de 15 kPa à profundidade de 0,15 m;
- c) Os custos totais médios foram, inversamente, proporcionais às produtividades dos tratamentos de tensão da água no solo, indicando uma resposta à escala de produção;
- d) A irrigação por gotejamento na cultura da cenoura, adotando-se a tensão da água no solo de 15 a 35 kPa e as cultivares estudadas neste trabalho, é economicamente viável.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, V. H. et al. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 25-32.

ALVAREZ, V. H.; RIBEIRO, A. C. Calagem. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: UFV, 1999. cap. 2, p. 44-57.

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 12th ed. Washington, 2002. 1015 p.

BEIRIGO, J. D. C.; SANTANA, M. J.; VIEIRA, T. A. Função de produção da cultura da cenoura para diferentes lâminas de irrigação. In: SEMINÁRIO INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO, 2., 2009, Uberaba. **Anais...** Uberaba: IFTM, 2009, p. 12-13.

BEJO SEMENTES DO BRASIL LTDA. **Cultivares**. Disponível em: <http://www.bejo.com/web/pages/bejo_br/home.aspx?id=370&menuitemid=244&menuid=244horticiencia.com.br/anais>. Acesso em: 28 jan. 2011.

BERNARDI, W. F. et al. Avaliação de espaçamentos de cenoura para os híbridos AF845 e AF750. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 125-130, 2004.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 7. ed. atual. ampl. Viçosa, MG: UFV, 2005. 611 p.

BRASIL. Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm>. Acesso em: 23 out. 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Normas climatológicas 1965-1990**. Brasília, 1992. 84 p.

BRASIL. Ministério da Irrigação. Programa Nacional de Irrigação. **Tempo de irrigar**: manual do irrigante. São Paulo: Mater, 1987. 160 p.

BREGONCI, I. S. et al. Desenvolvimento do sistema radicular do rabanete em condição de estresse hídrico. **Idesia**, Arica, v. 26, n. 1, p. 33-38, abr. 2008.

CABELLO, F. P. **Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF) goteo, microaspersión, exudación**. 3. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1996. 511 p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças**: fisiologia e manuseio. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. 785 p.

COSTA, E. L. da et al. Irrigação da cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 218, p. 57-66, 2002.

DAKER, A. **Hidráulica aplicada à agricultura**: a água na agricultura. 6. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1983. 316 p.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendência climática em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

DEMATTÊ, J. B. I. et al. Influência de irrigação por gotejamento e aspersão sobre desenvolvimento, produção e custos da cultura de cenoura (*Daucus carota* L.) Cv. "Kuroda". **Científica**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 53-59, 1981.

DEMATTE, J. B. I.; MORETTI FILHO, J.; PERECIN, O. Irrigação subterrânea por tubos porosos de Stauch e irrigação por aspersão com diferentes níveis de água disponível no solo 2: influência sobre o desenvolvimento e a produção da cultura da cenoura (*Daucus carota* L.). **Científica**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 63-71, 1982.

DOURADO NETO, D. et al. Programa para confecção da curva de retenção de água no solo utilizando o modelo Genuchten. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 1, n. 2, p. 92-102, jul. 1990.

DUDA, C.; REGHIN, M.Y. Efeito da época de semeadura em cultivares de cenoura. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 4., 2000, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba, 2000. p. 47.

ELLIS, J. E. et al. A comparison of five irrigation methods on onions. **HortScience**, Alexandria, v. 21, n. 6, p. 1349-1351, Dec. 1986.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Sociedade Internacional de Biometria, 2000. p. 255-258.

FIGUERÊDO, S. F. **Estabelecimento do momento de irrigação com base na tensão de água no solo para a cultura do feijoeiro**. 1998. 94 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1998.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2003. 412 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Agricultural production, primary crops**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 28 out. 2010.

FRANCISCO, W. **Matemática financeira**. São Paulo: Atlas, 1981. 351 p.

GENUCHTEN, M. van. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science American Journal Society**, Madison, v. 44, n. 5, p. 892-898, Sept./Oct. 1980.

GIORDANO, L. B.; SILVA, J. B. C.; BARBOSA, V. Escolha de cultivares e plantio. In: SILVA, J. B.; GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: EMBRAPA, 2000. cap. 5, p. 36-56.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000. 477 p.

GOMIDE, R. L. Automação de sistemas de irrigação em fruticultura irrigada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza. **Palestra...** Fortaleza: SBF, 2000. p. 156-181.

GONDIM, R. S.; AGUIAR, J. V. de; COSTA, R. N. T. Estratégias de manejo de água em caupi irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 14-18, jan./abr. 2000.

GUERRA, A. F.; SILVA, E. M. da; AZEVEDO, J. A. de. Tensão de água no solo: um critério viável para a irrigação do trigo na região do cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 631-636, abr. 1994.

GUERRA, A. F. Tensão de água no solo: efeito sobre a produtividade e qualidade dos grãos de cevada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 245-254, fev. 1995.

KRAMER, P. J. **Plant and soil water relationship**: a modern synthesis. New York: Mc-Graw Hill, 1969. 482 p.

KUMAR, S. et al. Response of onion (*Allium cepa* L.) to different levels of irrigation water. **Agricultural Water Management**, Columbus, v. 89, n. 1/2, p. 161-166, Apr. 2007.

LANA, M. M.; VIEIRA, J. V. **Fisiologia e manuseio pós-colheita de cenoura**. Brasília: EMBRAPA Hortaliças, 2000. 15 p.

LOPES, W. A. R. et al. Produtividade de cultivares de cenoura sob diferentes densidades de plantio. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 55, n. 5, p. 482-487, set./out. 2008.

LUZ, J. M. Q. et al. Desempenho de cultivares de cenoura no verão e outono-inverno em Uberlândia-MG. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 96-99, jan./mar. 2009.

MACHADO, C. M. M. et al. Influência do espaçamento na quantidade de açúcares e sólidos solúveis totais em cenoura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, 2003. Disponível em: < <http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/olpc4059c.pdf>>. Acesso em: 25 dez. 2010.

MAKISHIMA, N. **O cultivo de hortaliças**. Brasília: EMBRAPA-CNPH, 1993. 110 p. (Coleção plantar).

MALUF, W. R. **Produção de hortaliças I**. Lavras: UFLA, 2001. 70 p. Apostila.

MARQUELLI, W. A.; CARRIJO, O. A. Irrigação na cultura da cenoura e da mandioquinha-salsa. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 15, n. 10, p. 32-36, 1984.

MARQUELLI, W. A. et al. **Irrigação da cultura da cenoura**. Brasília: EMBRAPA Hortaliças, 2007. 14 p. (Circula técnica, 48).

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. da. **Irrigação por aspersão em hortaliças**: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo. Brasília: EMBRAPA Hortaliças, 2001. 111 p.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. da. **Manejo da irrigação em hortaliças**. 5. ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 72 p.

MARQUELLI, W. A.; VIEIRA, J. V. A irrigação na produção de raízes e sementes de cenoura. **ITEM-Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, v. 6, n. 42, p. 29-31, jul. 1990.

MELO, J. F. **Custos da irrigação por aspersão em Minas Gerais**. 1993. 147 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1993.

MENDONÇA, F. C. Evolução dos custos e avaliação econômica de sistemas de irrigação utilizados na cafeicultura. In: SANTOS, C. M. et al. **Irrigação da cafeicultura no cerrado**. Uberlândia: UFU, 2001. cap. 3, p. 45-78.

MORETTI, C. L.; DURIGAN, J. F. Processamento de cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 218, p. 94-104, jun. 2002.

MORGAN, K. T.; PARSONS, L. R.; WHEATON, T. A. Comparison of laboratory – and field – derived soil water retention curves for a fine sand soil using tensiometric resistance and capacitance methods. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 234, n. 2, p. 153-157, July 2001.

MOURA, M. V. T. et al. Estimativa do consumo de água na cultura da cenoura (*daucus carota*, l.) v. nantes superior, para a região de piracicaba, através do método do balanço hídrico. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 51, n. 2, p. 284-291, maio/ago. 1994.

NOGUEIRA, L. C.; NOGUEIRA, L. R. Q.; MIRANDA, F. R. Irrigação do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. (Ed.). **A cultura do coqueiro no Brasil**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília: EMBRAPA-SPI; Aracaju: EMBRAPA-CPATC, 1998. cap. 3, p. 159-187.

OLIVEIRA, C. D.; BRAZ, L. T.; BANZATTO, D. A. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de cenoura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 88-92, jan./mar. 2008.

OLIVEIRA NETO, D. H. **Necessidade hídrica, função de resposta e qualidade da beterraba (*Beta vulgaris* L.), sob diferentes lâminas de irrigação e coberturas do solo em sistema orgânico de cultivo.** 2009. 120 p. Dissertação (Dissertação em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

PÁDUA, J. G. de; CASALI, V. W. D.; PINTO, C. M. F. Efeitos climáticos sobre a cenoura. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 10, p. 11-13, 1984.

PESSOA, H. B. S. V.; CORDEIRO, C. M. T. Avaliação de cultivares de cenoura no outono-inverno no Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 72-74, jun. 1997.

PINTO, D. M. **Qualidade de produtos minimamente processados comercializados em diferentes épocas do ano.** 2007. 116 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, panta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações.** 1. ed. Piracicaba: ESALQ, 2004. 478 p.

REIS, R. P. **Fundamentos de economia aplicada.** 2. ed. rev. ampl. Lavras: UFLA/FAEPE, 2007. 95 p.

REIS, R. P.; MEDEIROS, A. L.; MONTEIRO, L. A. **Custos de produção da atividade leiteira na região sul de Minas Gerais.** Lavras: UFLA/DAE, 2001. 23 p.

RUBATZKY, V. E.; SIMON, P. W. **Carrots and related vegetable umbiliferae.** Bristol: [s.n.], 1999. 294 p.

SÁ, N. S. A. de. Comportamento da cultura do tomateiro sob diferentes tensões de água no solo em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 3, p. 341-347, jul./set. 2005.

SANTANA, M. J. **Produção do pimentão (*Capsicum annuum* L.) em ambiente protegido, irrigado com diferentes lâminas de água salina.** 2004. 90 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

SANTA OLALLA, F. M.; VALERO, J. A. J.; CORTES, C. F. Growth and production of onion crop (*Allium cepa* L.) under different irrigation scheduling. **European Journal of Agronomy**, Córdoba, v. 3, n. 1, p. 85-92, Sept. 1994.

SANTOS, F. X. et al. Determinação do consumo hídrico da cenoura utilizando lisímetros de drenagem, no agreste pernambucano. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, Recife, v. 4, n. 3, p. 304-310, 2009.

SANTOS, S. R. dos; PEREIRA, G. M. Comportamento da alface tipo americana sob diferentes tensões de água no solo, em ambiente protegido. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 569-577, set./dez. 2004.

SAUNDERS, C.; RAMALHO, R. A.; LEAL, M. C. Estudo nutricional de vitamina A no grupo materno-infantil. **Revista Brasileira de Saúde Materno-Infantil**, Recife, v. 1, n. 1, p. 9-12 jan./abr. 2001.

SCALOPPI, E. J. Exigências de energia para irrigação. **ITEM-Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 13-17, mar. 1985.

SCALOPI, E. J.; KLAR, A. E. A influência da irrigação e adubação no rendimento e tamanho de tubérculos de batata (*Solanum tuberosum* L.). **Revista de Olericultura**, Campinas, v. 11, p. 38, jul. 1971.

SHOCK, C. C. et al. Western region Project W-128: microirrigation: management practices to sustain water quality and agricultural productivity. **Progress Report on Microirrigation in Oregon**, Oregon, oct. 2002. Disponível em: < http://www.cropinfo.net/W-128/StateReports/2002Reports/_2002OregonReport.html>. Acesso em: 15 dez. 2010.

SHOCK, C. C.; FEIBERT, E. B. G.; SAUNDERS, L. D. Irrigation criteria for drip-irrigated onions. **HortScience**, Alexandria, v. 35, n. 1, p. 63-66, Feb. 2000.

SILVA, A. L. da. **Estudo técnico e econômico do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2002. 68 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

SILVA, L. C.; VIEIRA, J. V.; CARRIJO, O. A. Efeito de diferentes tensões de umidade do solo sobre a cultura da cenoura em fase de desenvolvimento ativo do sistema radicular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 211-214, jun. 1982.

SOUZA, R. J. et al. **Cultura da cenoura**. Lavras: UFLA, 2002. 68 p.

TEODORO, R. E. F. et al. Produção de cenoura sob diferentes lâminas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 25-28, dez. 2002. Suplemento 2.

THOMPSON, G. T.; SPIESS, L. B.; KRIDER, J. N. Farm resources and system selection. In: JENSEN, M. E. (Ed.). **Design and operation of farm irrigation systems**. St. Joseph: ASAE, 1983. chap. 2, p. 45-76. (Monograf, 3).

TRANI, P. E.; FILGUEIRA, F. A. R.; AVELAR FILHO, J. A. Cenoura. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 167.

VERMEIREN, G. A.; JOBLING, G. A. **Irrigação localizada**. Tradução de H. R. Gheyi et al. Campina Grande: UFPB, 1997. 184 p. (FAO. Irrigação e Drenagem, 36).

VIEIRA J. V. **Desenvolvimento de cultivares e populações de cenoura com resistência às principais doenças da cultura e melhor qualidade da raiz: Projeto MP2 – 440/02**. Brasília: EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças, 2003. 63 p.

VIEIRA, J. V. et al. O cultivo da cenoura. **Embrapa Hortaliças Sistemas de Produção**, Brasília, n. 2, 2000. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa/sistprod/cenoura/autores.htm>>. Acesso em: 20 out. 2009.

VIEIRA, J. V.; PESSOA, H. S. V. Cenoura (*Daucus carota*). **Embrapa Hortaliças Sistemas de Produção**, Brasília, n. 5, jun. 2008. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cenoura/Cenoura_Daucus_Carota/cultivares.html>. Acesso em: 20 fev. 2011.

VIEIRA, J. V.; PESSOA, H. S. V. Cultivo da cenoura: clima. **Instruções Técnicas da Embrapa Hortaliças**, Brasília, v. 13, p. 1, dez. 1997.

VILAS BOAS, R. C. et al. Desempenho de cultivares de cebola em função do manejo da irrigação por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 2, p.117-124, fev. 2011.

VILELA, M. S. **Estimativa de parâmetros genéticos para caracteres de cenoura em sistema de cultivo agroecológico**. 2008. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

VILELA, N. J. Cenoura: um alimento nobre na mesa popular. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, p. 35-48, 2004. Cover article.

WHITE, J. M. Carrot yield grown under three soil water concentration. **HortScience**, Illinois, v. 27, n. 2, p. 105-106, Feb. 1992.

ANEXOS

ANEXO A - TABELAS		Página
TABELA 1A	Custos fixos e variáveis totais, em R\$.ha ⁻¹ , da produção de cenoura, cultivar Nantes, em diferentes tratamentos de tensão da água no solo.....	110
TABELA 2A	Custos fixos e variáveis totais, em R\$.ha ⁻¹ , da produção de cenoura, híbrido Nayarit F1, em diferentes tratamentos de tensão da água no solo.....	111
TABELA 3A	Custos operacionais fixos e variáveis totais, em R\$.ha ⁻¹ , da produção de cenoura, cultivar Nantes, em diferentes tratamentos de tensão da água no solo.....	112
TABELA 4A	Custos operacionais fixos e variáveis totais, em R\$.ha ⁻¹ , da produção de cenoura, híbrido Nayarit F1, em diferentes tratamentos de tensão da água no solo.....	113

TABELA 1A Custos fixos e variáveis totais, em R\$.ha⁻¹, da produção de cenoura, cultivar Nantes, em diferentes tratamentos de tensão da água no solo

Custo Fixos e Variáveis Totais	Custos (R\$.ha ⁻¹)					
	N15	N25	N35	N45	N60	N75
Terra	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00
Calagem	39,32	39,32	39,32	39,32	39,32	39,32
ITR	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Sistema de irrigação	234,25	234,25	234,25	234,25	234,25	234,25
Custo Fixo Total¹	673,68	673,68	673,68	673,68	673,68	673,68
Insumos	7662,46	7662,46	7662,46	7662,46	7662,46	7662,46
Mão-de-obra	3100,00	3100,00	3100,00	3100,00	3100,00	3100,00
Máquinas e implementos	2232,50	2232,50	2232,50	2232,50	2232,50	2232,50
Despesas com administração	1166,65	1075,51	1021,76	938,18	805,89	682,20
Despesas gerais	3095,20	2704,60	2474,20	2116,00	1549,00	1018,90
Energia	503,16	652,86	733,32	621,21	458,98	366,00
Custo alternativo	160,57	157,57	155,73	150,72	142,93	136,18
Custo Variável Total	17920,54	17585,50	17379,96	16821,07	15951,76	15198,24
Custo Total	18594,2	18259,2	18053,6	17494,7	16625,4	15871,9
Custo Total (R\$.cx⁻¹)	6,18	7,09	7,79	9,11	12,89	22,64
Receita Total (R\$.ha⁻¹)	27463,0	23500,6	21163,3	17529,6	11777,7	6400,1
Lucro (R\$.ha⁻¹)	8868,81	5241,43	3109,70	34,85	-4847,74	-9471,79

¹Já incluído o custo alternativo.

OBS.: N15 – Nantes e tensão de 15 kPa; N25 – Nantes e tensão de 25 kPa; N35 – Nantes e tensão de 35 kPa; N45 – Nantes e tensão de 45 kPa; N60 – Nantes e tensão de 60 kPa; N75 – Nantes e tensão de 75 kPa.

TABELA 2 A Custos fixos e variáveis totais, em R\$.ha⁻¹, da produção de cenoura, cultivar híbrido Nayarit F1, em diferentes tratamentos de tensão da água no solo

Custo Fixos e Variáveis Totais	Custos (R\$.ha ⁻¹)					
	HN15	HN25	HN35	HN45	HN60	HN75
Terra	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00
Calagem	39,32	39,32	39,32	39,32	39,32	39,32
ITR	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Sistema de irrigação	234,25	234,25	234,25	234,25	234,25	234,25
Custo Fixo Total¹	673,68	673,68	673,68	673,68	673,68	673,68
Insumos	15022,46	15022,46	15022,46	15022,46	15022,46	15022,46
Mão-de-obra	3100,00	3100,00	3100,00	3100,00	3100,00	3100,00
Máquinas e implementos	2232,50	2232,50	2232,50	2232,50	2232,50	2232,50
Despesas com administração	1170,01	1224,82	1150,06	966,53	867,20	686,61
Despesas gerais	3109,60	3344,50	3024,10	2237,50	1811,80	1037,80
Energia	467,22	580,32	733,32	621,21	458,98	366,00
Custo alternativo	226,95	230,59	228,40	218,62	212,40	202,93
Custo Variável Total	25328,74	25735,19	25490,84	24398,81	23705,35	22648,30
Custo Total	26002,4	26408,9	26164,5	25072,5	24379,0	23322,0
Custo Total (R\$.cx⁻¹)	8,60	8,04	8,93	12,20	15,41	32,30
Receita Total (R\$.ha⁻¹)	27609,1	29992,1	26741,8	18762,2	14443,7	6591,9
Lucro (R\$.ha⁻¹)	1606,70	3583,18	577,25	-6310,34	-9935,37	-16730,12

¹Já incluído o custo alternativo.

OBS.: HN15 – Nayarit F1 e tensão de 15 kPa; HN25 – Nayarit F1 e tensão de 25 kPa; HN35 – Nayarit F1 e tensão de 35 kPa; HN45 – Nayarit F1 e tensão de 45 kPa; HN60 – Nayarit F1 e tensão de 60 kPa; HN75 – Nayarit F1 e tensão de 75 kPa.

TABELA 3A Custos operacionais fixos e variáveis totais, em R\$.ha⁻¹, da produção de cenoura, cultivar Nantes, em diferentes tratamentos de tensão da água no solo

Custos Operacionais Fixos e Variáveis Totais	Custos (R\$.ha ⁻¹)					
	N15	N25	N35	N45	N60	N75
Terra	-	-	-	-	-	-
Calagem	38,63	38,63	38,63	38,63	38,63	38,63
ITR	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Sistema de irrigação	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00
Custo Operacional Fixo Total	218,74	218,74	218,74	218,74	218,74	218,74
Insumos	7662,46	7662,46	7662,46	7662,46	7662,46	7662,46
Mão-de-obra	3100,00	3100,00	3100,00	3100,00	3100,00	3100,00
Máquinas e implementos	2232,50	2232,50	2232,50	2232,50	2232,50	2232,50
Despesas com administração	1166,65	1075,51	1021,76	938,18	805,89	682,20
Despesas gerais	3095,20	2704,60	2474,20	2116,00	1549,00	1018,90
Energia	503,16	652,86	733,32	621,21	458,98	366,00
Custo Operacional Variável Total	17759,97	17427,94	17224,23	16670,35	15808,83	15062,06
Custo Operacional Total	17978,71	17646,67	17442,97	16889,08	16027,56	15280,80

OBS.: N15 – Nantes e tensão de 15 kPa; N25 – Nantes e tensão de 25 kPa; N35 – Nantes e tensão de 35 kPa; N45 – Nantes e tensão de 45 kPa; N60 – Nantes e tensão de 60 kPa; N75 – Nantes e tensão de 75 kPa.

TABELA 4A Custos operacionais fixos e variáveis totais, em R\$.ha⁻¹, da produção de cenoura, híbrido Nayarit F1, em diferentes tratamentos de tensão da água no solo

Custos Operacionais Fixos e Variáveis Totais	Custos (R\$.ha ⁻¹)					
	HN15	HN25	HN35	HN45	HN60	HN75
Terra	-	-	-	-	-	-
Calagem	38,63	38,63	38,63	38,63	38,63	38,63
ITR	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Sistema de irrigação	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00
Custo Operacional Fixo Total	218,74	218,74	218,74	218,74	218,74	218,74
Insumos	15022,46	15022,46	15022,46	15022,46	15022,46	15022,46
Mão-de-obra	3100,00	3100,00	3100,00	3100,00	3100,00	3100,00
Máquinas e implementos	2232,50	2232,50	2232,50	2232,50	2232,50	2232,50
Despesas com administração	1170,01	1224,82	1150,06	966,53	867,20	686,61
Despesas gerais	3109,60	3344,50	3024,10	2237,50	1811,80	1037,80
Energia	467,22	580,32	733,32	621,21	458,98	366,00
Custo Operacional Variável Total	25101,79	25504,60	25262,44	24180,20	23492,95	22445,37
Custo Operacional Total	25320,53	25723,33	25481,17	24398,93	23711,68	22664,11

OBS.: HN15 – Nayarit F1 e tensão de 15 kPa; HN25 – Nayarit F1 e tensão de 25 kPa; HN35 – Nayarit F1 e tensão de 35 kPa; HN45 – Nayarit F1 e tensão de 45 kPa; HN60 – Nayarit F1 e tensão de 60 kPa; HN75 – Nayarit F1 e tensão de 75 kPa.