UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

MESTRADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA / IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

OLAVO DA COSTA MOREIRA

INDICADORES TÉCNICOS E ECONÔMICOS DA CENOURA AOS FATORES DE PRODUÇÃO ÁGUA E COMPOSTO ORGÂNICO

FORTALEZA - CE

2014

OLAVO DA COSTA MOREIRA

INDICADORES TÉCNICOS E ECONÔMICOS DA CENOURA AOS FATORES DE PRODUÇÃO ÁGUA E COMPOSTO ORGÂNICO

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola.

Área de concentração: Irrigação e Drenagem

Orientador: Dr. Raimundo Nonato Távora Costa

FORTALEZA - CE

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

M836i Moreira, Olavo da Costa.
Indicadores técnicos e econômicos da cenoura aos fatores de produção água e composto orgânico / Olavo da Costa Moreira. – 2014.
61 f. : il. color., enc. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola/ Irrigação e Drenagem, Fortaleza, 2014.
Área de Concentração: Irrigação e Drenagem.
Orientação: Prof. Dr. Raimundo Nonato Távora Costa.
Coorientação: Prof. Dr. José Aglodualdo Holanda Cavalcante Júnior.

1. *Daucuscarota* L. 2. Agricultura orgânica. 3. Irrigação. I. Título.

CDD 630

OLAVO DA COSTA MOREIRA

INDICADORES TÉCNICOS E ECONÔMICOS DA CENOURA AOS FATORES DE PRODUÇÃO ÁGUA E COMPOSTO ORGÂNICO

Aprovada em: 17/01/2014

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Raimundo Nonato Távora Costa
(Orientador)
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. José Aglodualdo Holanda Cavalcante Júnior
(Co-Orientador)
Instituto Federal de Educação do Ceará – Campus de Crateús

Dr. Almiro Tavares Medeiros

(Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará

Dr. Carlos Henrique Carvalho de Sousa

(Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará

Dedico.

Aos meus pais, José Gonçalves Moreira e Maria Erieci da Costa Moreira, a minha irmã Erislavia da Costa Moreira, aos meus sobrinhos Johan Vitor, Juan Vitor e Ana Larissa, à minha esposa e mãe do meu filho, Silvia Karla de Souza Bessa; aos meus colegas de turma a qual minha vida acadêmica foi compartilha durante todo o curso e em especial a Deus pela força que me deste nessa minha caminhada tão árdua e desafiadora e a todos aqueles que de alguma forma contribuíram na conquista de mais uma vitória em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que me concedeu a vida e todas as oportunidades de crescimento profissional e pessoal.

A minha família que me apoiou em todas minhas decisões e me concedeu as condições necessárias para a realização deste curso;

A minha querida e amada esposa e mãe do meu filho, Silvia Karla de Souza Bessa, pelo apoio e companheirismo nos momentos mais difíceis.

Aos meus Pais José Gonçalves e Maria Erieci pelo amor, apoio incondicional e confiança que tem sido desprendida a mim, por toda minha trajetória.

A minha irmã Erislavia e sobrinhos Johan Victor e Juan Vitor pelo carinho e apoio incondicional.

Ao meu primo Paulo Jardel e amigos Adil Junior, Jansen Custodio, Gerardo e Ewerton pelo companheirismo e apoio imprescindível.

A Universidade Federal do Ceará, em especial ao Departamento de Engenharia Agrícola onde passei momentos difíceis e prazerosos durante a minha vida acadêmica;

Ao Prof. Raimundo Nonato Távora Costa, por sua contribuição no enriquecimento dos meus conhecimentos, bem como a sua dedicação, seu profissionalismo e sua amizade.

Aos Professores Dr. Raimundo Nonato, Dr. José Aglodualdo Holanda; Dr. Almiro Tavares e ao Dr. Carlos Henrique Carvalho; pela valiosa contribuição neste trabalho.

Ao CNPq e UFC pela contribuição das bolsas de estudo;

Ao CT - Hidro e CNPq pelo auxílio financeiro durante toda a pesquisa

Ao Grupo de pesquisa GPEAS-Semiárido pelo apoio logístico possibilitando a realização deste trabalho.

Aos Amigos Haroldo, Ana Paula, Márcio Davi, Lourenço, Kelly, Eveline, Danielle, Bruna, Thiago e Aglodualdo.

Aos amigos de graduação Segundo Custódio, Perpetuo Aélio, José Vladimir, Rafael Marques, André Melo, João Neto, Paulo George, Rodrigo Lima, Marcelo Lage e Ítalo, pelo companheirismo e amizade.

“Cabe ao homem compreender que o solo fértil, onde tudo que se planta dá, pode secar; que o chão que dá frutos e flores pode dar ervas daninhas, que a caça se dispersa e a terra da fartura pode se transformar na terra da penúria e da destruição. O homem precisa entender, que de sua boa convivência com a natureza, depende sua subsistência e que a destruição da natureza é sua própria destruição, pois a sua essência é a natureza; a suão origem e o seu fim.”.

(Elizabeth Jhin – Amor Eterno Amor)

RESUMO

Estudar o efeito das lâminas de água, níveis de composto orgânico sobre a produtividade e rentabilidade da cultura da cenoura (*Daucuscarota*L), foi o principal objetivo desse trabalho, o qual foi realizado no município de Guaraciaba do Norte-CE, no período de agosto a novembro de 2011.O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, no esquema de parcelas subdivididas e quatro repetições, sendo as lâminas de irrigação localizadas nas parcelas e as doses de composto orgânico dispostos nas subparcelas. As lâminas de irrigação (L_1, L_2, L_3, L_4 e L_5), tratamento primário, corresponderam a 50, 75, 100, 125 e 150% da evaporação diária do Tanque Classe "A" (ECA, mm), e as doses de composto (C_1, C_2, C_3e C4), tratamento secundário, corresponderam a 0, 20, 40 e80 tha^{-1}.As variáveis analisadas foram:Rendimento comercial, produtividade da água, eficiência de uso do composto orgânico, indicadores de rentabilidade e produto físico marginal. O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, sendo a cultura da cenoura (*Daucuscarota*L.),cultivar Brasília, sendo a mais cultivada em todas as áreas produtoras da região Norte e Nordeste do Brasil. A colheita foi realizada aos 100 dias após a semeadura, cuja produtividade máxima comercial de 24.273,40 kg ha^{-1}foi obtida no tratamento equivalente a reposição da evaporação do tanque classe A e 40 tha^{-1}de composto orgânico. O modelo quadrático apresentou efeito altamente significativo tanto para o fator de produção água, quanto para o fator de produção composto orgânico. Quanto à produtividade da água (PA) observa-se um incremento nos valores médios de produtividade da água com o aumento das doses de composto orgânico, até 40 t ha^{-1}, ocorrendo um decréscimo com valores acima deste. Os valores de eficiência de uso do composto orgânico para os tratamentos C_2, C_3e C_4 são respectivamente de 135,12; 100,84 e 19,27 kg de cenoura por Tonelada de composto aplicado. Ao analisarmos os indicadores de rentabilidade observamos para o fator de produção água uma maior rentabilidade ao utilizarmos uma lamina de irrigação correspondendo ao 100% da ECA, onde observamos uma TIR de 84,32% e uma relação B/C de 1,843; ao analisarmos os indicadores para o fator de produção composto orgânico observamos uma maior rentabilidade para o tratamento testemunha, , fato este relacionado ao elevado custo do composto orgânico que foi adquirido pelo valor de R$100,00 a tonelada, reduzindo consideravelmente o custo de produção neste tratamento.

Palavras-Chave: *Daucuscarota*L.; Agricultura orgânica; Irrigação.

ABSTRACT

Study the effect of water depths, levels of organic compost on productivity and profitability of a carrot crop (Daucus carota L), was the main objective of this study, which was conducted between August and November 2011, in the municipality of Guaraciaba do Norte-Ce. The experimental design was randomized blocks with split plots and four replications, with blades of localized irrigation in the plots and the doses of the subplot organic compost. The irrigation levels (L1, L2,L3,L4 and L5), primary treatment , corresponded to 50, 75 , 100 , 125 and 150 % of the daily pan evaporation Class "A" (ECA, mm) , and the doses of compost (C1,C2,C4 e C3),secondary treatment,corresponded to 0, 20, 40 e 80t.ha^{-1}. Variables analyzed: Commercial Yield, productivity of water use efficiency of the organic compost, and product profitability indicators marginal physical.The irrigation system was used drip , and the culture of carrot (DaucuscarotaL.) cultivar Brasilia, the most cultivated in all producing areas of the North and Northeast of Brazil .Plants were harvested at 100 days after sowing, with a maximum commercial yield of 24,273.40 kg ha^{-1}, was obtained in equivalent treatment replacement of the evaporation of class A and 40 tha^{-1} of organic compound. The quadratic model showed highly significant effect for both the factor of production water, and for the factor of production organic compost. Regarding water productivity observed an increase in mean productivity of water with increasing doses of organic compost, up to 40 t ha^{-1}, a decrease occurring with values above this. Values of the efficiency of use of organic compost for C2, C4 e C3 treatments are 135.12, 100.84 and 19.27 kilograms, respectively, of carrots per tonne of compost applied. Analyzing the profitability ratios observed for the factor of production water greater profitability when we use a blade irrigation corresponding to 100 % of ECA, where we observe an IRR of 84.32 % and a B / C of 1.843 ; when analyzing the indicators for the factor of production organic compost observed a higher profitability for the control treatment, a fact related to the high cost of organic compound which was acquired for R$100.00 per tonne, considerably reducing the cost of producing this treatment.

Keywords: *Daucus carota* L.; Organic Agriculture; Irrigation.

LISTA DE FIGURAS

Figura1 - Área experimental localizada no Sitio carcará 20
Figura2 - Semeadura manual da Cenoura..... 22
Figura3 - Croqui da área experimental 24
Figura4 - Preparo do solo e adubação orgânica..... 24
Figura5 - Colheita manual e transporte. 25
Figura6 - Curva da produtividade média em função dos Níveis de irrigação 33
Figura7 - Curva da produtividade média em função do composto orgânico 34
Figura 8 - Curva da produtividade média da água em função do volume de água aplicado em kg m^{-3} 35
Figura9 - Curva da eficiência do uso do composto orgânico em função dos níveis de composto orgânico em t ha^{-1} 35
Figura10 - Volume de água economicamente ótimos em função da relação entre o preço da água e o preço da cenoura. 36
Figura11 - Composto orgânico economicamente ótimo em função da relação entre o preço do composto e o preço da cenoura. 47
Figura 12 - Composto orgânico economicamente ótimo em função da relação entre o preço do composto e o preço da cenoura..... 49

LISTA DE TABELAS

Tabela1 - Atributos físicos e químicos do solo na camada arável (0-0,2 m), Guaraciaba do Norte, Ceará, 2011 21
Tabela2 - Características químicas do composto orgânico utilizado na cultura da cenoura, Guaraciaba do Norte, Ceará, 2011 22
Tabela3 - Características químicas da água usada na irrigação da cenoura, Guaraciaba do Norte, Ceará, 2011 23
Tabela4 - Produtividade média da cenoura, em kg ha^{-1} 31
Tabela5 - Análise de variância do rendimento comercial da cenoura em função da água e composto orgânico 32
Tabela6 - Valores médios de produtividade da água (kg m^{-3}) em função do volume total de água aplicado e dos níveis de Composto orgânico 35
Tabela7 - Dados para o cálculo dos indicadores de rentabilidade 37
Tabela8 - Relação benefício/custo em função dos níveis de irrigação 40
Tabela9 - Relação benefício/custo em função dos níveis de composto orgânico 41
Tabela10 - Valor presente líquido em função dos níveis de irrigação. 42
Tabela11 - Valor presente líquido em função dos níveis de composto orgânico 42
Tabela12 - Taxa interna de retorno em função dos níveis de irrigação. 43
Tabela13 - Taxa interna de retorno em função dos níveis de composto 43
Tabela14 - Análise de sensibilidade dos indicadores de rentabilidade em função de taxas de desconto alternativas para os níveis de irrigação 44
Tabela15 - Análise de sensibilidade dos indicadores de rentabilidade em função de taxas de desconto alternativas para os níveis de composto orgânico. 45
Tabela16 - Produto físico marginal do fator de produção água para as diferentes doses de nitrogênio, correspondentes cada volume total de água 46
Tabela 17 - Produto físico marginal do fator de produção composto orgânico para os diferentes níveis de irrigação 48

SUMÁRIO

1 **INTRODUÇÃO** 11
2 **REVISÃO DE LITERATURA** 13
2.1 **A cultura da cenoura** 13
2.2 **Cultivo orgânico** 15
2.3 **Necessidades hídricas das culturas** 17
2.4 **Indicadores de rentabilidade** 18
3 **MATERIAL E MÉTODOS** 20
3.1 **Caracterização da área experimental** 20
3.2 **Cultura** 21
3.3 **Adubação orgânica** 22
3.4 **Irrigação** 22
3.5 **Delineamento experimental** 23
3.6 **Condução do experimento** 24
3.7 **Produtividade da água** 25
3.8 **Eficiência do uso do composto orgânico** 26
3.9 **Indicadores de rentabilidade** 27
3.10 **Custo de produção** 28
3.11 **Produto físico marginal da água e do adubo orgânico** 29
4 **RESULTADOS E DISCUSSÃO** 31
4.1 **Rendimento comercial da cenoura em função dos níveis de irrigação e adubação orgânica** 31
4.2 **Produtividade da água (PA)** 34
4.3 **Eficiência de uso do composto orgânico** 36
4.4 **Indicadores de rentabilidade** 36
4.4.1 **Relação beneficio/custo** 40
4.4.2 **Valor presente liquido (VPL)** 41
4.4.3 **Taxa interna de retorno (TIR)** 42
4.4.4 **Análise de sensibilidade dos indicadores de rentabilidade** 43
4.5 **Volume de água economicamente ótimo** 45
4.6 **Dose de composto orgânico economicamente ótima** 47
5 **CONCLUSÕES** 50
6 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS** 51

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a horticultura vem apresentando um papel de fundamental importância, ganhando assim um espaço na agricultura brasileira bastante significativo, principalmente nas regiões serranas do nordeste brasileiro. A cultura da cenoura (*Daucus carota*L.), é a principal hortaliça de raiz comestível (NADAL *et al.*,1986) e a de maior valor econômico (FERREIRA,1991). Produz uma raiz aromática e comestível, caracterizando-se como uma das mais importantes olerícolas, pelo seu grande consumo em todo o mundo, pela extensão da área plantada e pelo grande envolvimento socioeconômico dos produtores rurais (ALVESET AL., 2010).

A produção mundial em 2004 foi de 23,6 milhões de toneladas, cultivadas em uma área de 1,08 milhões de hectares, o que proporcionou uma produtividade média de 21,9 t ha^{-1}(FAO, 2005). No Brasil, a estimativa de área plantada em 2004 foi da ordem de 27,0 mil hectares com produção de 785 mil toneladas propiciando, produtividade média de 29,1 t ha^{-1} (CNPH, 2012).

A cultivar Brasília é produzida em todas as áreas da região Norte e Nordeste e, respectivamente,em 80, 79 e 95% das regiões Sudeste, Sul e Cento-Oeste. Estas três últimas regiões representam 76% da área total de cenoura cultivada no Brasil, enquanto a região Nordeste representa 23% (PIRES *et al.*, 2004).

Vale ressaltar que apesar da elevada produção brasileira, o perfil dos consumidores vem se modificando, aumentando a exigência por produtos de melhor qualidade e em especial por produtos com baixo nível de resíduos de defensivos agrícolas, ou seja, produzidos de maneira menos agressiva ao meio ambiente. Com isso a agricultura orgânica e suas derivações tem tido um crescimento acelerado em todo o mundo, apesar da inexistência de dados consolidados sobre o volume e o valor de produtos orgânicos comercializados no mundo até o início de 2002 (ORMOND*et al.*, 2002).

Um dos maiores entraves para uma produção em escala da agricultura orgânica se deve basicamente ao fato de ser um modelo que apresenta uma menor produtividade comparativamente ao sistema convencional, no entanto, com o passar do tempo essa diferença tende a diminuir, até o sistema orgânico entrar em equilíbrio. A reduzida disponibilidade de informações tecnológicas sobre os sistemas de produção orgânica e a carência de informações com base científica que possibilitem aumentar a

compreensão desses, entre outros fatores, dificultam o desenvolvimento de um sistema orgânico realmente sustentável e competitivo (PEREIRA, 2001).

No entanto, contradizendo os pressupostos sobre a baixa produtividade de cultivos orgânicos, a cultura da cenoura de acordo com Souza e Resende (2003), apresentou uma produtividade média de 23,5 t ha^{-1} no sistema orgânico, que está compatível com a produtividade no sistema convencional, que varia de 20 a 30 t ha^{-1}; demonstrando ser uma cultura altamente atrativa para produção sob modelo orgânico.

Sustentabilidade do sistema e regularidade na produção são alguns dos desafios que precisam ser vencidos, mesmo levando em consideração as dificuldades em processos que extrapolam os limites das propriedades e das comunidades rurais como a necessidade da comercialização e do intercâmbio, que sempre estão presentes nas atividades agrícolas, e talvez esses tenham sido e continuem sendo alguns dos maiores entraves para o desenvolvimento e a expansão da agricultura familiar (TEDESCO, 2006).

A agricultura orgânica precisa disputar o mercado real, sem ficar apenas na expectativa de que basta produzir bens sem resíduos químicos e de melhor qualidade, utilizando sistemas e processos que respeitam ao meio ambiente. A produção orgânica necessita atingir lucratividade para ser competitiva e sobreviver no atual mercado (MAZZOLENI, 2010).

Atividades que combinem rentabilidade em pequenas propriedades como é o caso do modelo orgânico devido ao grande valor agregado ao produto, representam aquelas mais apropriadas. De fato, esta situação vem ocorrendo, uma vez que um número considerável de agricultores familiares tem explorado o modelo orgânico como alternativa de diversificação da produção e incremento de renda em suas propriedades.

Segundo o cadastro nacional de Produtores orgânicos (2014), no Brasil estão cadastrados 7.949 produtores certificados, no estado do Ceara foram encontrados 233 cadastros onde 77 cadastros são oriundos da serra da Ibiapaba representando 33,05% dos produtores orgânicos certificados no estado (MAPA, 2014).

Assim, o objetivo da pesquisa foi quantificar indicadores técnicos e econômicos do cultivo da cenoura variedade Brasília submetida a diferentes lâminas de irrigação e níveis de composto orgânico nas condições edafoclimáticas de Guaraciaba do Norte-CE.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Acultura da cenoura

De acordo com Rodrigues (2007), a cenoura (*Daucuscarota*L.) pertence à família Apiaceae, é originária da região onde hoje se localiza o Afeganistão, sendo entretanto, a cenoura de coloração alaranjada selecionada a partir de material asiático trabalhado na França e na Holanda durante o século XVII.Segundo Camargo Filho e Alves (2005), a produção mundial em 2003 foi de 21,8 milhões de toneladas e produtividade média de 21,4 t ha^{-1}. A produção no Brasil é de cerca de 750 mil toneladas, o equivalente a 4,27% do total de hortaliças produzidas no país, com produtividade em torno de 29,36 t ha^{-1} e sendo responsável pela geração de 229 mil empregos no meio rural (EMBRAPA, 2008).

Na região da Serra de Ibiapaba os cultivos hortícolas são bastante difundidos, tanto em nível de agricultura familiar quanto em nível empresarial. A cenoura ocupa lugar de destaque apresentando grande importância econômica e social.

A parte utilizável é uma raiz pivotante, tuberosa, carnuda, lisa reta e sem ramificações, de formato cilíndrico ou cônico e de coloração alaranjada sendo, muito utilizada na culinária por ser rica em nutrientes e prestar-se a decoração dos pratos. Além disso, têm um sabor levemente adocicado, combinando perfeitamente com inúmeros outros alimentos. Destaca-se pelo seu valor nutritivo por ser uma das principais fontes vegetais de vitaminas e minerais apresentando elevado teor de cálcio e betacaroteno, precursor da vitamina A, sendo a cenoura considerada a melhor fonte vegetal dessa vitamina.Quanto mais intensa for a coloração, mais elevado é o teor de betacaroteno e maior o valor nutricional. A raiz deve encontrar ótimas condições no solo para se desenvolver sem deformações (VIEIRA; MAKISHIMA, 2000; FILGUEIRA, 2003) apud (Rodrigues, 2007).

A cenoura é uma planta de regiões temperadas, sendo o clima temperado marítimo bastante favorável à sua produção. É relativamente exigente à umidade e, em caso de seca, a raiz adquire um aspecto menos cilíndrico, formando-se no seu interior um reticulado fibroso que deprecia o valor comercial.

Segundo Almeida (2006); A cenoura, possui alto teor nutritivo, sendo uma das melhores fontes de vitamina A. Contém também carboidratos, cálcio, sódio, Vitamina B1, B2, C, Potássio e o Betacaroteno, responsável pela cor laranja- avermelhada; este é

bom para a pele e mantém a saúde dos olhos, por ser fonte de vitamina A , a cenoura reduz o risco de câncer e retarda o envelhecimento, por ser antioxidante.

A temperatura é o fator climático mais importante para a produção de raízes. Temperaturas entre 10 e 15 ºC favorecem o alongamento e o desenvolvimento de coloração característica, enquanto temperaturas superiores a 21 ºC estimulam a formação de raízes curtas e de coloração deficiente. Existem cultivares que formam boas raízes sob temperaturas de 18 a 25 ºC. Em temperaturas acima de 30ºC, a planta tem o ciclo vegetativo reduzido, o que afeta o desenvolvimento das raízes e a produtividade. Temperaturas baixas associadas com dias longos induzem o florescimento precoce, principalmente de cultivares que foram desenvolvidas para plantio em épocas quentes do ano (EMBRAPA, 2008).

O ciclo fenológico da cenoura, da semeadura até a colheita varia de 85 a 125 dias, dependendo da cultivar, do clima e da época de colheita. Cultivada em larga escala nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, destacam-se como maiores produtores os municípios de São Gotardo e Rio Paranaíba - MG. Como praticamente todas as hortaliças, a cenoura tem desenvolvimento (produtividade e qualidade das raízes) intensamente influenciado pelas condições de umidade do solo (BEIRIGO, 2009). O ponto de colheita e a maneira de colher e de manusear as raízes influem na aparência final do produto. O amarelecimento, secamento das folhas mais velhas e o arqueamento para baixo das folhas mais novas são indicativos do ponto de colheita (FILGUEIRA 2008).

No verão recomenda-se o plantio de cultivares do grupo Brasília que resultou de um programa de melhoramento de desenvolvido pelo Centro Nacional de Pesquisas de Hortaliças – Embrapa -Hortaliças e Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Esalq. As cultivares são resistentes ao calor, apresentando baixos níveis de florescimento prematuro em condições de dias longos. Têm alta resistência de campo à queima das folhas, produzindo em média 30-35 t ha^{-1} nas condições de verão (VIEIRA; MAKISHIMA, 2000).

As cultivares dos grupos Nantes e Kuroda comportam-se como insensíveis ao fotoperíodo, florescendo sob o efeito de baixas temperaturas. A variedade tropical é muito sensível ao comprimento do dia, florescendo sobre dias longos.

Apesar de sua grande importância econômica e elevada tecnologia para o cultivo, verificam-se poucos trabalhos científicos relatando qual ou quais das cultivares

de cenoura apresentam melhor desempenho produtivo para a região, sendo a maioria dos dados de produção existentes a partir de relatos empíricos de produtores.

Segundo Filgueira (2008) Por ser uma hortaliça tuberosa, a cenoura é exigente em solo apresentando ótimas condições físicas (Textura, estrutura e permeabilidade). São mais favoráveis os solos de textura média, leves, soltos e arejados, que não apresentam obstáculos ao bom desenvolvimento da raiz. Solos argilosos, pesados são adequados. As propriedades físicas do solo podem ser melhoradas pela adubação orgânica.

2.2 Cultivo Orgânico

De acordo com a Instrução Normativa 07 do Ministério de Agricultura e do Abastecimento: Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente (ALMEIDA et al., 2000).

Pouco se sabe sobre a origem da agricultura orgânica, sendo que alguns autores afirmam que a agricultura orgânica surgiu na Índia, no período de 1925 a 1930, a partir de trabalhos realizados sobre compostagem e adubação orgânica, como uma alternativa de agricultura mais sustentável (EHLERS,1999).

No entanto, segundo Mayer (2009),a agricultura orgânica originou-se na Inglaterra, tendo como base as teorias desenvolvidas por Albert Howard em seu livro “Um Testamento Agrícola” datado de 1940. Nesta obra, o autor afirma que a base da sustentabilidade da agricultura é a conversão da fertilidade do solo, chamando a atenção para o papel fundamental da matéria orgânica, dos microrganismos do solo e para a necessidade de integração entre a produção vegetal e animal.

A aplicação dos princípios agroecológicos se baseia no uso dos recursos naturais próprios, sem defensivos químicos (ALTIERI, 2002). Para as hortaliças é um

caminho essencial a ser seguido haja vista a necessidade de consumo de alimentos frescos, crus e saudáveis sem resíduos de defensivos.

Até meados do século XIX todos os insumos utilizados na produção agrícola eram de origem orgânica, no entanto, com a introdução da teoria mineralista de Justus Von Liebig (1803-1873), surgiram os primeiros fertilizantes minerais. Segundo a teoria mineralista, as plantas utilizariam exclusivamente, compostos minerais, não necessitando de matéria orgânica para sua subsistência (MAYER, 2009).

Segundo Vilela (2004), a agricultura orgânica surgiu no Brasil, após o lançamento do "Manifesto ecológico brasileiro: fim do futuro?" por Lutzemberger em 1976, cujo conteúdo sugeria uma agricultura mais ecológica, profissionais e pesquisadores das ciências agrárias, produtores e a opinião pública em geral acabaram sendo influenciados de alguma forma pelo documento.

Em uma visão mais ampla, a agricultura orgânica extrapola o simples objetivo de produzir sem agrotóxicos, passando à agir positivamente no meio ambiente, nas relações trabalhistas, na cadeia produtiva e na saúde do homem do campo, buscando atingir um padrão sustentável de produção (ALENCAR, 2013).

A cenoura é uma das culturas mais contaminadas com resíduos de agrotóxicos. Segundo dados apresentados pela Anvisa (2008), através do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos, em 2007, 9,93% das amostras analisadas estavam insatisfatórios e em 2008, 30,39%. A contaminação se dá principalmente, por produtos não autorizados para a cultura, pondo em risco a saúde de trabalhadores e consumidores.

O cultivo comercial de hortaliças é altamente exigente em fertilidade, tanto em termos biológico, quanto físico e químico, e por ser quase nula a produção de palhadas estas plantas contribuem muito pouco para a construção da fertilidade e da matéria orgânica do solo, sendo necessária a constante reposição de materiais fertilizantes oriundos de outras áreas (KHATOUNIAN, 2001).

Souza e Resende (2005) obtiveram produtividade média da cenoura de 23,5 t ha^{-1} no sistema orgânico, portanto compatível com a produtividade no sistema convencional, que varia de 20 a 30 t ha^{-1}.

2.3 Necessidades hídricas das culturas

O manejo da água em culturas irrigadas tem como princípio fundamental decidir como, quanto e quando irrigar. Conhecer a quantidade de água requerida pelas culturas é de grande importância para realização de um adequado programa de manejo de irrigação, normalmente determinada pela necessidade hídrica da cultura, podendo ser estimada por meio da evapotranspiração ou pela tensão de água no solo (KOETZ, 2006).

A determinação de uma correta lâmina de irrigação é um dos principais parâmetros para o correto planejamento, dimensionamento e manejo de qualquer sistema de irrigação (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2009), tornando-se decisivo para o sucesso da produtividade das culturas (SOUZA; ANDRADE, 2010).

Bilibio *et al.* (2010) reforçam que na agricultura irrigada, deve-se atribuir uma atenção especial ao manejo da água, estimando de forma precisa as necessidades hídricas das culturas, de forma que não ocorra déficit ou excesso, assim como a hora mais adequada para proceder à irrigação, visando, desta forma, maximizar a eficiência do uso da água. Com isso é de fundamental importância um controle diário do teor de água no solo e/ou da evapotranspiração, durante todo o ciclo da cultura.

Conhecer a quantidade de água requerida pelas culturas é de grande importância para a realização de um adequado programa de manejo da irrigação (LOPES et al., 2008). Para se determinar o momento de irrigar, podem-se utilizar medidas de avaliação de água no solo, como o turno de irrigação ou considerar os sintomas de deficiência de água nas plantas (SOUSA; MELETTI, 1997).

A aplicação de uma lâmina de água adequada no processo de irrigação possibilita à planta manter um fluxo contínuo de água e nutrientes no solo para as folhas, favorecendo os processos de crescimento, floração e frutificação da planta, o que acarretará em aumento da produtividade (COELHO, 2003). No entanto,a maioria dos agricultores irrigantes não tem adotado qualquer método no manejo da irrigação em suas propriedades agrícolas.

Salienta Almeida (2006), que o estresse hídrico na produtividade da cultura da cenoura é muito prejudicial tanto á produtividade como a qualidade do tubérculo, provocando o desenvolvimento de aromas desagradáveis aumento da fibrosidade e deformação do aspecto cilíndrico das raízes. As necessidades de água estimam-se em 30 a 50 mm por semana ou 600 a 900 mm durante o ciclo cultural.

Para Dardengo et al. (2009), a umidade do solo é um dos fatores limitantes da produtividade agrícola e, segundo Santos et. al (2009), o sucesso da utilização da água para fins de irrigação depende, entre outros requisitos, do conhecimento preciso da demanda hídrica da cultura

2.4 Indicadores de rentabilidade

A maioria dos trabalhos científicos não avalia a viabilidade financeira das tecnologias estudadas, havendo com isso, pouca informação sobre seus benefícios na lucratividade nos sistemas de produção. Os principais fatores de decisão na adoção criteriosa de uma dada tecnologia para uma melhor alternativa de investimento são as receitas, despesas, custo inicial, valor residual, relação benéfico/custo, taxa interna de retorno e valor presente liquido.

Segundo Frizzone (1999), os critérios de análise econômica, em geral, podem ser classificados em dois grupos:

– os que não consideram a variação que o capital sofre com o tempo: tempo de retorno do capital investido e razão receita/custo; e

– os que levam em consideração a variação que o capital sofre com o tempo: valor presente líquido, taxa interna de retorno, relação benefício/custo, custo anual uniforme.

O controle dos custos somados com a estrutura de receitas é fundamental para se obter o resultado econômico, o que propicia a análise econômica da atividade produtiva e o processo decisório estratégico e, fundamentalmente, para a escolha e construção de sistemas de determinação de custos de referência para a fixação de preços de vendas para os produtos (PONCIANO *et al*., 2003). Ainda de acordo com os autores deve-se entender a estrutura de custos e o demonstrativo de receitas, como instrumentos “ionte” para decisões estratégicas e “ex-post” para revisões corretivo-estratégicas dos resultados das atividades produtivas analisadas.

Ao se efetuar um investimento, é de suma importância analisar a rentabilidade do mesmo no longo prazo, visto que os retornos advindos deste investimento ocorrerão durante vários anos (COSTA *et al*., 2010).

Azevedo Filho (1988) discute as limitações e restrições sobre os principais critérios (indicadores) de avaliação de projetos relacionados comumente na literatura.

Os critérios avaliados no trabalho foram: relação benefício/custo, valor atual dos fluxos líquidos do projeto e taxa interna de retorno.

Conforme Hoffman et al. (1992), a relação benefício/custo (B/C) é definida como o quociente entre o valor presente das receitas (benefícios) a serem obtidos e o valor presente dos custos (inclusive os investimentos). O critério de decisão é que o investimento será considerado viável se a relação benefício/custo (B/C) > 1.

Peres e Mattos (1990) utilizando a simulação como auxílio à decisão, adotaram a taxa interna de retorno (TIR) como um critério (indicador) de análise econômica de projeto. Takitane (1988) e Brunelli (1990) trabalhando, respectivamente, com simulação do custo de produção optaram pela utilização da taxa interna de retorno e a relação benefício/custo como critério de análise econômica em seus trabalhos.

A taxa interna de retorno (TIR) é a taxa necessária para igualar o valor de um investimento (valor presente) com os seus respectivos retornos futuros ou saldos de caixa, ou seja, é a taxa de atualização do projeto que dá o valor presente liquido(VPL) nulo. Se a TIR for maior do que a taxa mínima de atratividade, significa que o investimento é economicamente atrativo, se igual o investimento está economicamente numa situação de indiferença, mas se for menor o investimento não é economicamente atrativo, pois seu retorno é superado pelo retorno de um investimento com o mínimo de retorno.

De acordo com Sousa (2003), “considera-se o valor presente líquido (VPL) como subsídio ao processo decisório, porque esse indicador é extremamente importante no processo de análise de projetos de investimentos de capital”. Gitman e Madura (2010) dizem que o VPL “é uma técnica sofisticada de orçamento de capital, que considera o valor do dinheiro no tempo”. Constitui-se em subtrair o investimento inicial de um projeto do valor presente dos fluxos de caixa, sendo descontados a uma taxa igual ao custo de capital da organização. Assim, o projeto será aceito caso o valor presente líquido (VPL) seja positivo, considerando determinada taxa de juros, e será rejeitado se o (VPL) for negativo.

Frizzone (1999) comenta que, independentemente do critério de avaliação adotado, tem-se sempre que considerar as seguintes dificuldades que resultam de diferenças nas características do projeto: volumes dos investimentos, horizontes diferentes, períodos de implantação e níveis de risco.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterizações da área experimental

O experimento foi conduzido no sítio Carcará, município de Guaraciaba do Norte, Ceará, no período de agosto a novembro de 2011 (Figura 1). A área experimental está localizada geograficamente a 04°10’52’’ de latitude sul, 40°49’41’’W de longitude oeste, a uma altitude de 885 m. De acordo com a classificação climática de Köppen (1948), o clima da região é do tipo Aw’, caracterizado como clima tropical chuvoso, característico de áreas elevadas. O solo da área é classificado como Neossolo Quartzarênico de textura arenosa (EMBRAPA, 2008).

Figura 1 – Área experimental no Sítio Carcará, Guaraciaba do Norte, CE

Os atributos físicos e químicos (Tabela 1) da área do experimento foram determinados no Laboratório de Solos e Água do Departamento de Ciências do Solo, pertencente ao Centro de Ciência Agrárias da Universidade Federal do Ceará, a partir de amostras coletadas na camada de 0- 0,2 m.

A matéria orgânica tem sido o ponto culminante de apoio a agricultura como fator condicionador de primeira grandeza e de imprescindibilidade. Em ecossistemas naturais o teor de matéria orgânica do horizonte A pode alcançar de 15 a 20% ou mais. Porém, na maioria dos solos encontra-se em média de 1 a 5% (GLIESSMAN, 2001).

A cultura é pouco tolerante à acidez, sendo a faixa de pH 5,7 a 6,8 é a mais favorável.A elevação exagerada do pH pode causar reduções na produção, por diminuir a disponibilidade de micronutrientes, tais como: Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn).

Tabela 1 – Atributos físicos e químicos do solo na camada arável (0-0,2 m), Guaraciaba do Norte, Ceará, 2011

Análise Química	(0 - 20 cm)	Análise Física	(0 - 20 cm)
PO_4^{3-} ($mg.dm^{-3}$)	36	Areia fina (gkg^{-1})	396
K^+ ($cmol_c.dm^{-3}$)	0,09	Areia grossa (gkg^{-1})	474
Ca^{2+}+Mg^{2+} ($cmol_c.dm^{-3}$)	2,70	Silte (gkg^{-1})	83
Na^- ($cmol_c.dm^{-3}$)	0,04	Argila (gkg^{-1})	47
Ca^{2+} ($cmol_c.dm^{-3}$)	1,40	Argila natural (gkg^{-1})	32
Mg^{2+} ($cmol_c.dm^{-3}$)	1,30	Densidade solo (kg m^{-3})	1440
Al^{3+} ($cmol_c.dm^{-3}$)	0,2	Densidade partícula (kgm^{-3})	2610
M.O ($g.kg^{-1}$)	9,72	Floculação ($g100g^{-1}$)	32
C/N	11	Água útil ($g100g^{-1}$)	2,08
pH	5,8	Classe textural	Areia franca
CE (dSm^{-1})	0,23		

Fonte: Laboratório de Solo e Água da Universidade Federal do Ceará.

3.2 Cultura

Utilizou-se a cultura da cenoura, cultivar Brasília,com semeadura direta e manual no dia 18/08/2011, sendo espaçadas no canteiro em 0,30 m entre linhas e 0,05 m entre plantas (Figura 2). Os canteiros possuíam 1,0 m de largura por 30 m de comprimento, espaçados entre si de 0,2 m e contendo três fileiras de plantas.

Figura 2 – Semeadura manual da cenoura.

3.3 Adubação Orgânica

O composto orgânico utilizado no experimento foi adquirido na Fazenda Amway Nutrilite do Brasil, obtido a partir da mistura de bagaço de cana, resíduo de acerola, esterco de gado, esterco de galinha, MB4, fosfato e água. As características químicas do composto podem ser observadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Características químicas do composto orgânico utilizado na cultura da cenoura, Guaraciaba do Norte, Ceará, 2011.

(gkg^{-1})								($mgkg^{-1}$)			
N	P	P_20_5	K	K_20	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	Mn
14,8	3,6	8,2	7,4	9,0	7,6	4,0	-	1.697	23,6	81,9	228,2

Fonte: Laboratório de Solo e Água da Universidade Federal do Ceará.

3.4 Irrigação

O sistema de irrigação utilizado foi o localizado do tipo gotejamento. As linhas laterais foram constituídas por fitas gotejadoras,com vazão dos emissores de1,7 L h^{-1}a uma pressão de serviço de 100kPa (Figura1). Cada canteiro era constituído por duas fitas gotejadoras com diâmetro nominal de 16 mm, gotejadores espaçados em 0,30 m. A fonte hídrica que abastecia o sistema era oriunda de um riacho situado próximo à área do experimento, cuja água foi classificada como C_1S_1 (Tabela 3), ou seja, não oferecendo risco de salinização (C_1) nem tampouco de sodificação (S_1).

Tabela 3 – Características químicas da água usada na irrigação da cenoura, Guaraciaba do Norte, Ceará, 2011.

Cátions ($mmol_c.L^{-1}$)					Ânions ($mmol_c.L^{-1}$)					pH	RAS	CE ($dS.m^{-1}$)	Classificação
Ca^+	Mg^+	Na^+	K^+	Σ	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	CO_3^{2-}	Σ	6,2	0,30	0,13	C_1S_1
0,4	0,8	0,2	0,1	1,5	1,0	-	0,40	-	1,40				

Fonte: Laboratório de Solo e Água da Universidade Federal do Ceará.

O manejo da irrigação foi realizado com base na reposição da lâmina de água evapotranspirada durante um dia.O tempo de irrigação utilizado em cada tratamento foi determinado conforme a equação 02.

$$Ti = \frac{ECA.Kt.Kc.KrAp}{N.qe} \qquad (01)$$

Sendo:

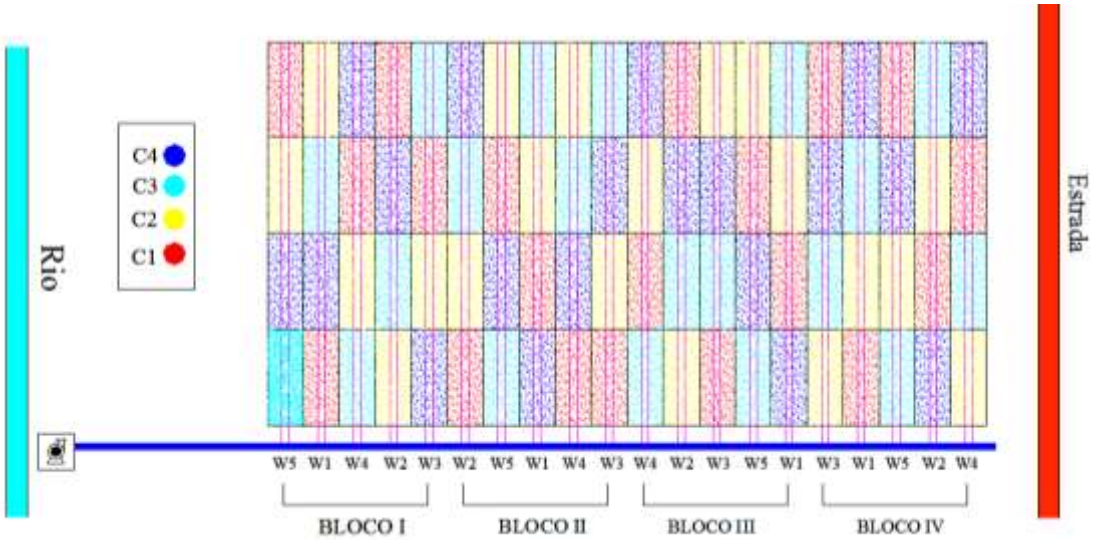
Ti: tempo de irrigação (h); ECA: evaporação do tanque classe A (mm); Kt: coeficiente do tanque; Kc: coeficiente de cultivo da cultura; Kr: coeficiente de redução; Ap: área útil por planta; qe: vazão do emissor ($L.h^{-1}$) e N: número de emissores.

3.5 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas e quatro repetições, sendo as lâminas de irrigação localizadas nas parcelas e as doses de composto orgânico dispostos nas subparcelas (Figura3). Foi considerada uma área de 6,0 m² de plantas centrais por parcela, sendo 1,0 m² de área de plantas úteis por subparcela, constituindo-se 20 parcelas com 1,0 m de largura por 30,0 m de comprimento (30,0 m^2) e de 80 subparcelas, medindo 1,0 m de largura por 7,5 m de comprimento (7,5 m^2).

As lâminas de irrigação (W_1, W_2, W_3, W_4 e W_5), tratamento primário, corresponderam a 50; 75; 100; 125 e 150% da evaporação diária no tanque Classe “A” (ECA, mm), e as doses de composto (C_1, C_2, C_3, C_4), tratamento secundário, corresponderam a 0; 20; 40 e 80 t ha^{-1}. Os tratamentos primários foram controlados por meio de registros localizados no início das linhas laterais. As doses de composto orgânico foram aplicado a lanço, sobre o canteiro, levemente incorporado.

Figura 3 – Croqui da área experimental.



3.6 Condução do experimento

O preparo do solo consistiu de aração e gradagem, procedendo-se em seguida o levantamento dos canteiros e o coveamento. A adubação de cobertura foi realizada em duas parcelas aos 30 e 60 dias após a germinação, divididas em partes iguais (Figura 4).

Figura 4 – Preparo do solo e adubação orgânica.

O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente através de capinas manuais. No controle de pragas utilizou-se de práticas agroecológicas como barreiras de ventos e faixas homeostáticas.O desbaste foi realizado conforme orientação de Andriolo (2002), que recomenda que o desbaste do excesso de plantas nas linhas deve ser feito cerca de 30 dias após o plantio. Deve-se escolher as plantas mais vigorosas, eliminando as mais fracas; aos 100 dias, procedeu-se a colheita (Figura 5).

As variáveis foram analisadas estatisticamente através de análise de variância. Quando significativas em nível de 5% de probabilidade pelo teste F, realizaram-se análises de regressão, buscando-se ajustar as equações, através do software Sanest, sendo selecionado o modelo de melhor nível de significância e o coeficiente de determinação (R^2).

Figura 5 – Colheita manual e transporte.

3.7 Produtividade da água (PA)

A eficiência de uso da água ou produtividade da água (PA) pode ser definida como a produtividade agrícola por unidade de volume de água aplicado, podendo ser expressa em termos de kg m^{-3} ou alternativamente, em termos de R$ m^{-3} (PLAYÁN E

MATEOS, 2006). Segundo Sousa *et al*. (2000), a PA relaciona a acumulação de biomassa ou produção comercial com a quantidade de água aplicada ou evapotranspirada pela cultura.

A produtividade da água (PA) foi obtida pela relação entre a produtividade comercial da cultura e a quantidade de água aplicada, conforme equação 02.

$$PA = \frac{Y}{I} \qquad (02)$$

Sendo:

PA: Produtividade da água (kg m^{-3}) ou (R$ m^{-3}).

Y: Produtividade (kg ha^{-1}).

I: Volume de água aplicado via irrigação por unidade de área (m^3 ha^{-1}).

3.8 Eficiência do uso do composto orgânico

O índice de eficiência do uso do composto orgânico foi calculado através da divisão do incremento da produção pela quantidade de composto orgânico aplicado em um determinado tratamento, conforme a equação 03:

$$EUC = \frac{Y_t - Y_0}{C_t} \qquad (03)$$

em que:

EUC:é a eficiência do uso do composto orgânico, em quilogramas de cenoura produzida por quilograma de composto aplicado (kg. kg_{ap}^{-1});

Y_t: é a produção de cenoura no tratamento “t”, em kg.ha^{-1};

Y_0 : é a produção de cenoura no tratamento testemunha, em kg.ha^{-1};

C_t:é a quantidade de composto orgânico aplicado no tratamento “t”, em kg.ha^{-1}.

3.9 Indicadores de rentabilidade

Os indicadores de rentabilidade da análise de investimento estudados foram relação benefício/custo, valor presente líquido e taxa interna de retorno para um horizonte de oito anos. No estudo foi considerado que o agricultor obteve financiamento para investimento junto ao Pronaf – Agroecologia,que tem como finalidade propiciar crédito de investimento para o financiamento dos sistemas de produção agroecológica ou orgânicos, incluindo-se os custos relativos à implantação e à manutenção na fase pré-produtiva do empreendimento.

Esta linha de financiamento tem prazo de até dez anos para pagamento e carência de até três anos a uma taxa de juros que varia de 1% à 2% ao ano dependendo do valor do financiamento(BNB, 2012).

Todos os preços utilizados na análise econômica sejam de produtos ou de insumos foram coletados na própria região, para refletir o real potencial econômico das alternativas testadas.

A relação benefício custo (B/C) é uma relação entre o valor presente das receitas a serem obtidas e o valor presente dos custos (inclusive os investimentos). Para o experimento a relação B/C foi calculada pela equação 04.

$$B/C = \left(\sum_{i=0}^{n} Ri/(1+r)^{i} / \sum_{i=0}^{n} Ci/(1+r)^{i} \right) \qquad (04)$$

sendo:

Ri: Receita obtida no ano.
r: Taxa real anual de juros (decimal).
i: Número de anos para quitar o investimento ou vida útil dos equipamentos.
Ci: Custos no ano.

O valor presente líquido (VPL) consiste em transferir para o instante atual todas as variações de caixa esperada, descontá-las a uma determinada taxa de juros, e somá-las algebricamente, sendo representado pelo valor presente dos Benefícios Líquidos (Benefícios / Custos), conforme equação 05.

$$\mathrm{VPL} = \sum_{i=0}^{n} (\mathrm{Ri} - \mathrm{Ci}) / (1 + \mathrm{r})^{i} = \sum_{i=0}^{n} \mathrm{Ri} / (1 + \mathrm{r})^{i} - \sum_{i=0}^{n} \mathrm{Ci} / (1 + \mathrm{r})^{i} \qquad (05)$$

sendo:

Ri: Receita obtida no ano.

r: Taxa real anual de juros (decimal).

i: Número de anos para quitar o investimento ou vida útil dos equipamentos.

Ci: Custos no ano.

A taxa interna de retorno (TIR) é uma variável que expressa a percentagem de rentabilidade anual média do capital alocado durante todo o horizonte de análise, sendo, portanto uma taxa que torna nula o VPL do fluxo de caixa de investimento, caracterizando, assim, a taxa de remuneração do capital investido, conforme equação 06.

$$\mathrm{VPL} = \sum_{i=0}^{n} (Ri - Ci) / (1 + r)^{i} = 0 \qquad (06)$$

Sendo:

Ri: Receita obtida no ano.

r: Taxa real anual de juros (decimal).

i: Número de anos para quitar o investimento ou vida útil dos equipamentos.

Ci: Custos no ano.

A VPL e a TIR têm como vantagem o fato de considerarem o efeito da dimensão tempo dos valores monetários.

3.10 Custo de Produção

Os custos foram calculados e analisados ao final do processo produtivo, procedendo-se assim, a análise de custo do tipo *ex-post*. A modalidade de custos analisada neste trabalho corresponde aos gastos totais(custo total) por hectare de área cultivada, o qual abrange os custos fixos e variáveis do processo produtivo levando em

consideração os valores praticados na serra de Ibiapaba; Dentre eles podemos destacar à aquisição do material de irrigação, composto orgânico, sementes, defensivos naturais,

O valor da tarifa de energia elétrica é formado pela soma do custo do consumo efetivo da energia e do custo de demanda da potência elétrica. De acordo com as normas da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), só existe tarifa de demanda quando a potência instalada é superior a 75 KVA. Tendo em vista que para as condições da pesquisa o sistema operou com uma potência instalada bem inferior, utilizando um motor elétrico de 4,0cv para irrigar um hectare. O custo de demanda foi nulo, sendo a tarifa de energia composta apenas pelo custo do consumo.

O custo do consumo de energia elétrica foi estimado com base a equação 07; (FRIZZONE et al., 1994).

$$CE = 0{,}7457 \times Pot \times Tf \times Pkwh \qquad (07)$$

sendo:

CE: custo da energia elétrica durante o ciclo da cultura, em R$.

0,7457: fator de conversão de cv para kw.

Pot: potência do motor, em cv.

Tf: tempo de funcionamento do sistema necessário, em horas, durante uma ano e considerando uma área irrigada de 1,0 ha que foi de 335,59 horas ano.

Pkwh: preço do kwh, em R$.

Segundo Frizzone et al. (1994), o custo da água (R$ mm^{-1}), tendo em vista que os custos de aplicação estão incluídos nos custos de produção da cultura, considera-se como igual ao valor da tarifa de energia elétrica.

3.11 Produto físico marginal da água e do adubo orgânico

O produto físico marginal de um determinado fator representa o incremento no rendimento ao se adicionar uma unidade a mais do fator considerado. O mesmo é obtido através da derivada primeira da função de produção, em relação ao fator considerado, sendo representado pela equação geral:

$$PMg(f) = \frac{\partial Y}{\partial f} \tag{08}$$

sendo:

PMg(f): produto físico marginal do fator considerado;

$\frac{\partial \mathrm{Y}}{\partial f}$: derivada da função em relação ao fator considerado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Rendimento comercial da cenoura em função dos níveis de irrigação e doses de composto orgânico

Os dados de produtividade comercial foram submetidos a um teste de homocedasticidade com vistas à verificação da normalidade dos dados. O teste não paramétrico de Kolmogorov-Smirnov demonstrou que os dados se ajustam a uma distribuição normal (Anexo1).

Os valores médios de produtividade da cenoura em função dos tratamentos lâminas de água e adubo orgânico, obtidos a partir do Anexo 2, são apresentados na Tabela 4.

A máxima produtividade comercial da cenoura, 24.273,40 kg ha^{-1} foi obtida no tratamento W_3C_2, equivalente à aplicação de 100 % da ECA e 40t ha^{-1} de composto orgânico. Souza e Resende (2003), estudando a cultura da cenoura sob cultivo orgânico observaram uma produtividade média de 23,5 t ha^{-1}.Já Bezerra Neto *et al*.(2003) e Oliveira *et al*. (2004), obtiveram 29,0 e 45,5 t/ha, respectivamente, em condições de semeadura de verão, enquanto Bezerra Neto *et al*. (2005) obtiveram 37,3 t ha^{-1} em semeadura de inverno; ambos sob cultivo convencional. Mayer (2009) avaliando diferentes vermicompostos sob a cultura da cenoura observou uma máxima produtividade total de 46,23 t ha^{-1}, corroborando também com os resultados obtidos por Clemente *et al*. (2006); Pedrosa (2006); Sediyama *et al*. (2006); Braga *et al*. (2008).

Tabela 4 – Produtividade média da cenoura em kg ha^{-1} em função dos níveis de irrigação e adubação orgânica.

Níveis de Irrigação		Doses de composto orgânico (t ha^{-1})				Médias
		C_1 0,0	C_2 20,0	C_3 40,0	C_4 80,0	
W_1	50,0	10818,04	13579,00	16358,90	16239,32	14248,81
W_2	75,0	16373,36	19589,50	21585,74	18186,27	18933,72
W_3	100,0	17719,11	19365,80	**24273,40**	16273,88	19408,05
W_4	125,0	18351,76	17925,98	17231,80	17385,17	17723,68
W_5	150,0	12815,88	19129,82	16796,31	15700,37	16110,59
Médias		15215,63	17918,02	19249,23	16757,00	

As variações de produtividade encontradas por diferentes autores, comparadas com as obtidas neste trabalho, podem ser explicadas, pelo potencial genético de cada cultivar, pelas variações nos teores de água solo durante a realização dos experimentos e pelas condições climáticas das regiões nas quais foram cultivadas.

O resumo da análise de variância da produtividade comercial da cenoura é apresentado na Tabela 05. A análise mostrou que a água e o composto orgânico influenciaram, respectivamente, em nível de 0,084% e 2,366 % significativamente, a produtividade da cenoura. Já a interação entre os dois fatores, não apresentou resultado significativo em nível de 5%. O valor da probabilidade de erro, ao se afirmar que a interação entre os dois fatores influenciou a produtividade da cultura, é de 50,20%. Quando estes fatores são analisados individualmente verifica-se que o efeito da água sobre o rendimento da cultura foi muito mais pronunciado do que a influência do composto orgânico. A não interação entre os fatores água e nitrogênio pode sugerir a suposição de independência destes fatores.

Tabela 05 – Análise de variância do rendimento comercial da cenoura em função da água e composto orgânico.

Causas da Variação	GL	Teste F	Prob. > F
Lâminas de água	4	109,335	0,00084
Regressão linear	1	1,533	0,23798
Regressão quadrática	1	37,748	0,00014
Composto orgânico	3	3,456	0,02366
Regressão linear	1	0,806	0,62250
Regressão quadrática	1	9,549	0,00371
Água x composto orgânico	12	0,957	0,50208
CV% (Água)	7,42		
CV% (Composto orgânico)	23,86		

Analisando o efeito dos fatores de produção água e composto orgânico sobre a produtividade da cenoura, através da análise de regressão, constatou-se que o modelo quadrático apresentou efeito altamente significativo tanto para o fator de produção água (Prob.>F=0,00014) quanto para o fator de produção composto orgânico (Prob.>F=0,00371), bem como um elevado coeficiente de determinação, 0,8982 e 0,9659, respectivamente.

A literatura apresenta resultados semelhantes quanto ao comportamento quadrático para estudos envolvendo lâminas de irrigação. Santos(2006), estudando a produtividade total média de cenoura em função de lâminas de irrigação observou o mesmo comportamento bem como uma máxima produtividade com a aplicação de 100% da ETc.

Resende et al. (2005) avaliaram a influência de coberturas mortas vegetais sobre o controle de ervas daninhas e a produtividade da cultura da cenoura, obtendo produtividades entre 64 e 112 t ha^{-1}, e efeito significativo sobre todas as variáveis de produção, exceto comprimento de raiz. Teodoro et al. (2002), em experimento com aplicação de lâminas de irrigação variando de 20 a 120% da evaporação do tanque classe A, com sistema de aspersão e frequência de irrigação alternada, observaram aumento crescente da produtividade com o aumento da lâmina aplicada.

De acordo com o supracitado modelo estimou-se o máximo rendimento tecnicamente ótimo para o fator de produção água em 19.407,9 kg ha^{-1}, que seria obtido com a aplicação em torno da ECA (Figura 6). Já para o fator de produção composto orgânico, verificou-se uma produtividade de19.240,7 kg ha^{-1}, que seria obtido com a aplicação de 44,91 ton ha^{-1} (Figura 7).

Santos(2006), estudando o comportamento da cenoura sob cultivo orgânico em função das lâminas de irrigação também observou comportamento polinomial de segundo grau, obtendo a máxima produtividade da cultura com uma lâmina equivalente a 89,9% da ETc e com 92% da variação dos dados podendo ser explicada pelo modelo. SILVA et al. (2011) também estudando a produtividade da cultura da cenoura sobre lâminas de irrigação observaram comportamento quadrático com um maior rendimento total de 67,4 t ha^{-1} com uma lâmina de irrigação, de 180% da ECA.

Figura 6 - Curva da produtividade média em função dos níveis de irrigação.

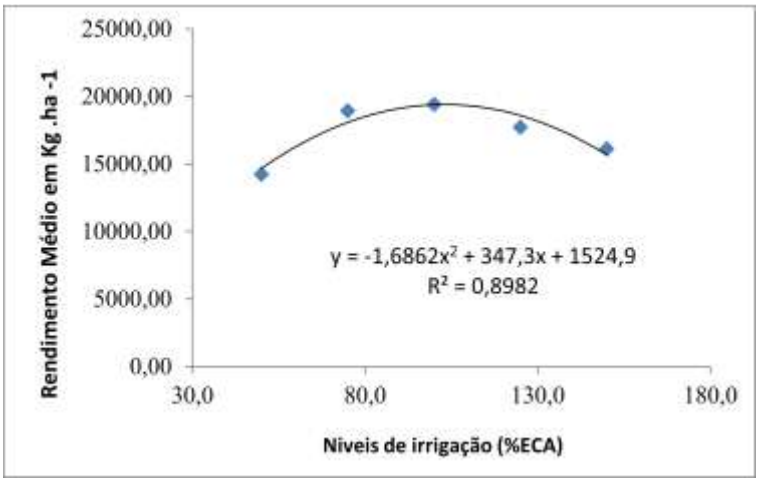
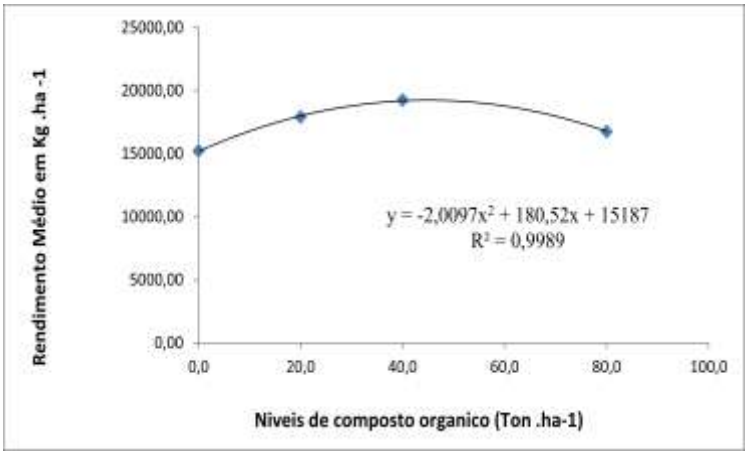


Figura 7 - Curva da produtividade média em função dos níveis de composto orgânico.



4.2 Produtividade da água (PA)

Na Tabela 06apresentam-se os valores médios de produtividade da água ou eficiência de uso da água relacionada à cultura da cenoura em função do volume de água aplicado e dos níveis de composto orgânico, expressos em kg m^{-3}. Observa-se um incremento nos valores médios de produtividade da água com o aumento das doses de composto orgânico, até 40 t ha^{-1}, ocorrendo um decréscimo com valores acima deste; fato esse observado por Monteiro (2004), Salgado (2008) e Moreira (2010). Lopes (1989) constatou que a eficiência do uso da água aumenta com a prática da adubação, desde que a produtividade também aumente.

A máxima produtividade da água observada em kgm^{-3} foi de 6,62, compreendendo o menor volume de água aplicado e o segundo maior nível de composto orgânico.Observa-se ainda que a menor produtividade da água é observada na maior lâmina de irrigação e menor nível de composto orgânico. Santos (2006) evidenciou comportamento semelhante para as lâminas de irrigação observando uma menor eficiência do uso da água ou produtividade da água no tratamento de maior lâmina de irrigação. De acordo com o autor esta redução pode estar associada à redução de trocas gasosas, o que limita a disponibilidade de oxigênio necessário à respiração radicular.

Estes valores obtidos traduzem a importância da adoção criteriosa do sistema e manejo de irrigação, pois os mesmos mostram perda na eficiência ao se aumentar o volume de água aplicado, como se observa na Figura 9.

Tabela 06 - Valores médios de produtividade da água (kg m^{-3}) em função do volume total de água aplicado e dos níveis de composto orgânico.

Volume (m³)		Doses de composto orgânico (t ha^{-1})				Médias
		C_1 0,0	C_2 20,0	C_3 40,0	C_4 80,0	
W_1	2469,85	4,38	5,50	6,62	6,58	5,77
W_2	3704,77	4,42	5,29	5,83	4,91	5,11
W_3	4939,69	3,59	3,92	4,91	3,29	3,93
W_4	6174,61	2,97	2,90	2,79	2,82	2,87
W_5	7409,54	1,73	2,58	2,27	2,12	2,17
Médias		3,42	4,04	4,48	3,94	

Figura8 - Curva da produtividade média da água em função do volume de água aplicado em kg m^{-3}.

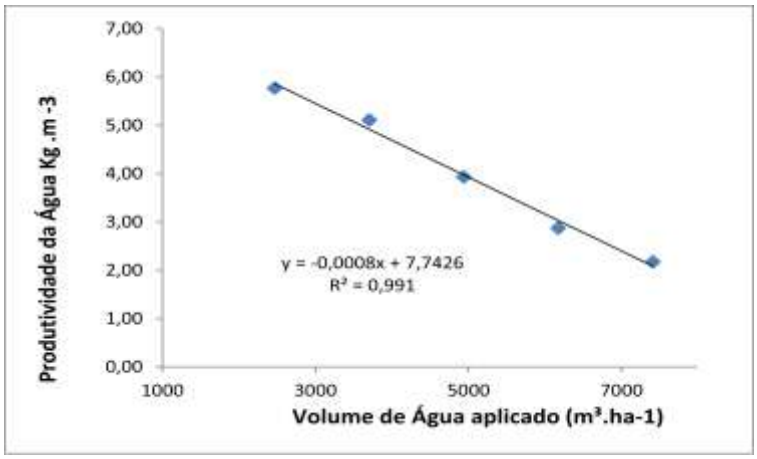
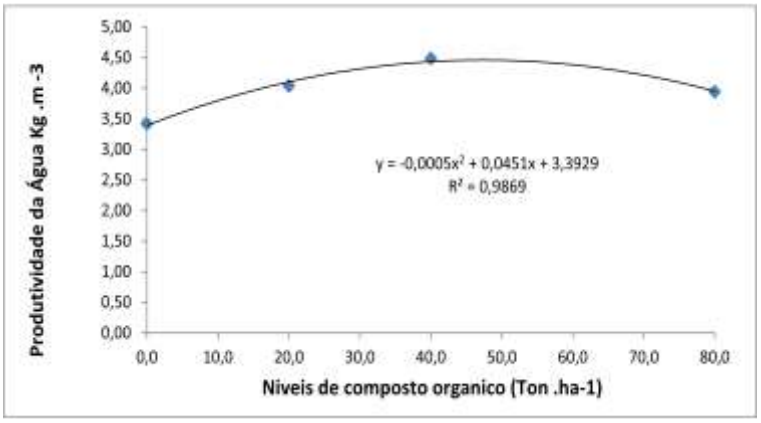


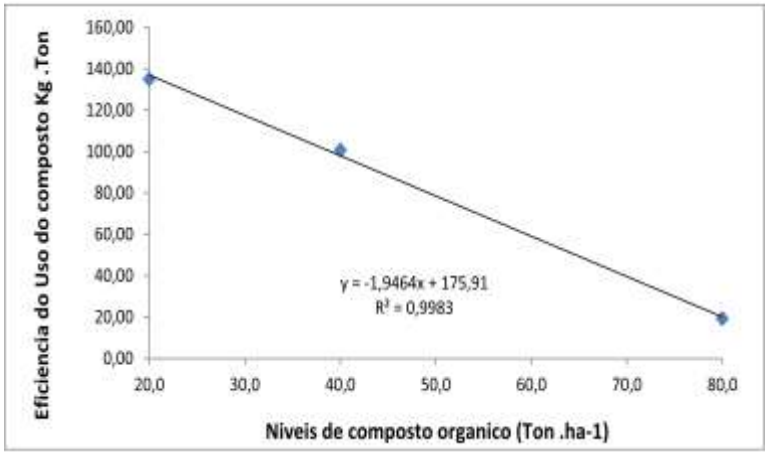
Figura 9 - Curva da produtividade média da água em função dos níveis de composto orgânico em t ha^{-1}.



4.3 Eficiência de uso do composto orgânico

Os valores de eficiência de uso do composto orgânico para os tratamentos C_2, C_3e C_4 são respectivamente de 135,12; 100,84 e 19,27kg de cenoura por tonelada de composto aplicado. Os valores decrescentes demonstram que a eficiência de uso do composto orgânico diminui consideravelmente com os acréscimos dos níveis de adubação,sugerindo grande estabilidade da cultura em resposta aos acréscimos de adubação orgânica e, portanto, demonstrando que a adubação orgânica é bastante limitante ao desenvolvimento da cultura.

Figura 10 - Curva da eficiência do uso do composto orgânico em função dos níveis de composto orgânico



.

4.4 Indicadores de rentabilidade

Na Tabela 07apresentam-se os dados econômicos utilizados para o cálculo dos indicadores de rentabilidade para cada um dos tratamentos, considerando-se um horizonte de oito anos. As receitas foram compostas pelo valor bruto da produção (VBP) levando em conta um único ciclo anual da cultura, sendo considerados para fins de análise, os mesmos valores para os demais anos.

Quanto aos custos operacionais, no primeiro ano foi considerando apenas o juro do serviço da dívida. A partir do segundo ano, além dos custos operacionais, as amortizações da dívida. Tendo em vista se tratar de agricultura familiar, utilizou-se a taxa de juros do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) que para investimentos acima de R$10.000,00 prevê juros de 2% a.a.

Tabela 07 - Dados para o cálculo dos indicadores de rentabilidade.

Tratamento W_1

	Valores Nominas (reais)			Valores Atualizados (reais)	
ano	C. oper + S. dívida	Receitas	F D (r=2%)	C. Totais	Receitas
1	320,61	13536,37	1,000	320,61	13536,37
2	11577,34	13536,37	0,980	11350,34	13270,95
3	11531,54	13536,37	0,961	11083,76	13010,74
4	11485,74	13536,37	0,942	10823,27	12755,63
5	11439,94	13536,37	0,924	10568,74	12505,52
6	11394,14	13536,37	0,906	10320,02	12260,31
7	11348,34	13536,37	0,888	10077,00	12019,91
8	11302,54	13536,37	0,871	9839,54	11784,23
Total	80400,18	108290,97		74383,27	101143,65

Tratamento W_2

	Valores Nominas (reais)			Valores Atualizados (reais)	
ano	C. oper + S. dívida	Receitas	F D (r=2%)	C. Totais	Receitas
1	321,99	17987,03	1,000	321,99	17987,03
2	11657,62	17987,03	0,980	11429,04	17634,35
3	11611,63	17987,03	0,961	11160,73	17288,57
4	11565,63	17987,03	0,942	10898,55	16949,58
5	11519,63	17987,03	0,924	10642,36	16617,24
6	11473,63	17987,03	0,906	10392,02	16291,41
7	11427,63	17987,03	0,888	10147,41	15971,97
8	11381,63	17987,03	0,871	9908,40	15658,79
Total	80959,39	143896,26		74900,50	134398,95

Tratamento W_3

	Valores Nominas (reais)			Valores Atualizados (reais)	
ano	C. oper + S. dívida	Receitas	F D (r=2%)	C. Totais	Receitas
1	321,57	18437,65	1,000	321,57	18437,65
2	11633,25	18437,65	0,980	11405,15	18076,12
3	11587,31	18437,65	0,961	11137,36	17721,69
4	11541,37	18437,65	0,942	10875,69	17374,21
5	11495,43	18437,65	0,924	10620,00	17033,53
6	11449,49	18437,65	0,906	10370,16	16699,54
7	11403,56	18437,65	0,888	10126,03	16372,10
8	11357,62	18437,65	0,871	9887,49	16051,08
Total	80789,60	147501,16		74743,46	137765,92

F D: Fator de desconto

Tratamento W_4

	Valores Nominas (reais)			Valores Atualizados (reais)	
ano	C. oper + S. dívida	Receitas	F D (r=2%)	C. Totais	Receitas
1	322,96	16837,49	1,000	322,96	16837,49
2	11714,11	16837,49	0,980	11484,42	16507,35
3	11667,98	16837,49	0,961	11214,89	16183,67
4	11621,84	16837,49	0,942	10951,52	15866,35
5	11575,70	16837,49	0,924	10694,16	15555,24
6	11529,56	16837,49	0,906	10442,68	15250,24
7	11483,43	16837,49	0,888	10196,95	14951,21
8	11437,29	16837,49	0,871	9956,85	14658,05
Total	81352,87	134699,96		75264,44	125809,61

F D: Fator de desconto

Tratamento W_5

	Valores Nominas (reais)			Valores Atualizados (reais)	
ano	C. oper + S. dívida	Receitas	F D (r=2%)	C. Totais	Receitas
1	324,34	15305,06	1,000	324,34	15305,06
2	11794,39	15305,06	0,980	11563,13	15004,97
3	11748,06	15305,06	0,961	11291,87	14710,75
4	11701,73	15305,06	0,942	11026,80	14422,30
5	11655,39	15305,06	0,924	10767,78	14139,51
6	11609,06	15305,06	0,906	10514,68	13862,27
7	11562,72	15305,06	0,888	10267,37	13590,46
8	11516,39	15305,06	0,871	10025,71	13323,98
Total	81912,08	122440,52		75781,67	114359,31

F D: Fator de desconto

Tratamento C_1

	Valores Nominas (reais)			Valores Atualizados (reais)	
ano	C. oper + S. dívida	Receitas	F D (r=2%)	C. Totais	Receitas
1	241,57	14454,85	1,000	241,57	14454,85
2	6981,82	14454,85	0,980	6844,92	14171,42
3	6947,31	14454,85	0,961	6677,54	13893,55
4	6912,80	14454,85	0,942	6514,09	13621,13
5	6878,29	14454,85	0,924	6354,48	13354,05
6	6843,78	14454,85	0,906	6198,62	13092,20
7	6809,27	14454,85	0,888	6046,44	12835,49
8	6774,76	14454,85	0,871	5897,84	12583,82
Total	48389,60	115638,79		44775,49186	108006,4968

F D: Fator de desconto

Tratamento C_2

	Valores Nominas (reais)			Valores Atualizados (reais)	
ano	C. oper + S. dívida	Receitas	F D (r=2%)	C. Totais	Receitas
1	281,57	17022,12	1,000	281,57	17022,12
2	9307,54	17022,12	0,980	9125,03	16688,35
3	9267,31	17022,12	0,961	8907,45	16361,13
4	9227,09	17022,12	0,942	8694,89	16040,32
5	9186,86	17022,12	0,924	8487,24	15725,81
6	9146,64	17022,12	0,906	8284,39	15417,46
7	9106,41	17022,12	0,888	8086,23	15115,15
8	9066,19	17022,12	0,871	7892,66	14818,78
Total	64589,60	136176,94		59759,47	127189,11

F D: Fator de desconto

Tratamento C_3

	Valores Nominas (reais)			Valores Atualizados (reais)	
ano	C. oper + S. dívida	Receitas	F D (r=2%)	C. Totais	Receitas
1	321,57	18286,77	1,000	321,57	18286,77
2	11633,25	18286,77	0,980	11405,15	17928,21
3	11587,31	18286,77	0,961	11137,36	17576,67
4	11541,37	18286,77	0,942	10875,69	17232,03
5	11495,43	18286,77	0,924	10620,00	16894,15
6	11449,49	18286,77	0,906	10370,16	16562,89
7	11403,56	18286,77	0,888	10126,03	16238,13
8	11357,62	18286,77	0,871	9887,49	15919,73
Total	80789,60	146294,17		74743,46	136638,59

F D: Fator de desconto

Tratamento C_4

	Valores Nominas (reais)			Valores Atualizados (reais)	
ano	C. oper + S. dívida	Receitas	F D (r=2%)	C. Totais	Receitas
1	401,57	16837,49	1,000	401,57	16837,49
2	16284,68	16837,49	0,980	15965,37	16507,35
3	16227,31	16837,49	0,961	15597,18	16183,67
4	16169,94	16837,49	0,942	15237,30	15866,35
5	16112,58	16837,49	0,924	14885,53	15555,24
6	16055,21	16837,49	0,906	14541,70	15250,24
7	15997,84	16837,49	0,888	14205,63	14951,21
8	15940,47	16837,49	0,871	13877,14	14658,05
Total	113189,60	134699,96		104711,42	125809,61

F D: Fator de desconto

4.4.1 - Relação benefício/custo (B/C)

O resumo da relação beneficio/custo para uma taxa de juros de 2% a.a., tanto para os níveis de irrigação quanto para os níveis de composto. Os resultados demonstram de acordo com os critérios de decisão, ou seja, relação beneficio/custo acima de 1,00; que o investimento demonstrou viabilidade para todos os tratamentos, com destaque para o nível de irrigação W_3 que corresponde à aplicação de 100% da ECA e para nível de composto orgânico C_1 que corresponde ao tratamento testemunha orgânico podem ser observados nas Tabelas 08 e 09.

A maior relação benefício/custo para o fator de produção água foi de 1,843; verificada no tratamento W_3, que está relacionada à maior produtividade observada neste tratamento, visto que os custos de produção mantiveram-se praticamente inalterados para todos os tratamentos deste fator de produção. A relação benefício/custo associada ao tratamento W_3 indica que para cada R$ 1,00 investido na cultura é gerado um benefício líquido de R$ 0,843.

Tabela 08 - Relação benefício/custo em função dos níveis de irrigação

Tratamentos	**B/C**
W_1	1,360
W_2	1,794
W_3	1,843
W_4	1,672
W_5	1,509
Média	1,636

Na análise do fator de produção composto orgânico, a maior relação beneficio/custo foi de 2,412, verificada no tratamento C_1, fato este relacionado ao elevado custo do composto orgânico que foi adquirido pelo valor de R$100,00 a tonelada, reduzindo consideravelmente o custo de produção neste tratamento. A maior relação beneficio/custo associado ao tratamento sem aplicação de composto orgânico, indica que para cada R$1,00 investido na cultura é gerado um benefício líquido de R$1,412 (Tabela 09).

Tabela 09- Relação benefício/custo em função dos níveis de composto orgânico.

Tratamentos	B/C
C_1	2,412
C_2	2,128
C_3	1,828
C_4	1,201
Média	1,893

O elevado retorno nos dois casos pode ser justificado em razão da baixa taxa de juros destinada aos agricultores familiares através do Pronaf , à elevada produtividade da cultura analisada e o grande valor agregado ao produto orgânico.

No entanto, apesar da elevada viabilidade econômica observado no presente estudo, a sazonalidade de mercado afeta diretamente o grau de incerteza de uma propriedade rural, pois no contexto econômico em que está inserida a atividade, na maioria das vezes os produtores são tomadores de preço resultante da lei da oferta e demanda. Miceli (2008) demonstra mecanismos criados dentre outros objetivos para que se possa saber, com antecedência, se o produto terá preço que garanta a rentabilidade do empreendimento na ocasião da venda, como: o mercado de contratos futuros, o referido mecanismo só contempla as *comodities*, deixando de fora o setor hortifrutigranjeiro, além estes instrumentos regularizadores nem sempre estão alcance de pequenos produtores rurais e só permitem o controle dos preços em um horizonte próximo de 1 ano, porém os projetos de investimento no agronegócio demandam um prazo maior que este para o planejamento devido ao alto investimento inicial.

4.4.2 - Valor presente liquido (VPL)

Nas Tabelas 10 e 11 são apresentados os resultados de valor presente líquido em função dos fatores de produção água e composto orgânico na cultura da cenoura. Os resultados demonstram viabilidade econômica em todos os tratamentos, tendo em vista o valor de VPL maior que zero. O maior valor de VPL foi de R$63.022,46, que corresponde ao tratamento W_3 que representa um nível de reposição de 100% da ECA; valor bem superior ao observado por Bieger (2012) que foi de R$17.739,86.

Tabela 10 - Valor presente líquido em função dos níveis de irrigação.

Tratamentos	VPL (R$)
W1	26.760,38
W2	59.498,44
W3	63.022,46
W4	50.545,17
W5	38.577,63
Média	47680,82

Já para o fator de produção composto orgânico o maior valor de VPL foi de R$67.429,63, que corresponde à aplicação de 20 t ha^{-1} de composto.

Tabela 11 - Valor presente líquido em função dos níveis de composto orgânico.

Tratamentos	VPL (R$)
C1	63.231,00
C2	67.429,63
C3	61.895,13
C4	21.098,19
Média	53.413,49

4.4.3 - Taxa interna de retorno (TIR)

Nas Tabelas12 e 13 são apresentados os valores da TIR em função dos tratamentos, os quais demonstram viabilidade econômica em todos os níveis dos fatores de produção estudados. As maiores taxas, no entanto, correspondem aos tratamentos W_3 e C_1demonstrando uma maior atratividade no investimento devido ao menor risco. Em outras palavras, a TIR igual a 84,32% e 141,22% significa que o capital alocado no projeto suporta uma elevação da taxa de desconto de até 84,32 e 141,22 ao ano para cada ano do horizonte de análise do projeto; corroborando com Bieger (2012) que analisando diferentes cenários e culturas olericolas, observou para cultura da cenoura uma TIR de 93%. O referido investimento só será inviável se a taxa média de juros de mercado atingir valores superiores às referidas taxas internas de retorno.

As propriedades orgânicas diferenciam-se em vários pontos da propriedade convencional, tais como: o planejamento da propriedade; a diversificação e rotação das culturas; o manejo do solo; a interação com o meio ambiente (conhecimento holístico

do meio); o baixo custo energético dos produtos cultivados e a qualidade de vida dos agricultores devido à não utilização de agrotóxicos. Com isso às elevadas taxas de retornos observadas condizem com o produto diferenciado e com elevado valor agregado, ofertado por este modelo de produção.

Tabela 12 - Taxa interna de retorno em função dos níveis de irrigação.

Tratamentos	TIR (%)
W_1	35,98
W_2	79,44
W_3	84,32
W_4	67,16
W_5	50,91
Média	63,56

Tabela 13 - Taxa interna de retorno em função dos níveis de composto orgânico.

Tratamentos	TIR (%)
C_1	141,22
C_2	112,84
C_3	82,81
C_4	20,15
Média	89,25

4.4.4 - Análise de sensibilidade dos indicadores de rentabilidade

No sentido de verificar o comportamento dos indicadores de rentabilidade para outras taxas de desconto existentes no mercado, realizou-se uma análise de sensibilidade. As simulações levaram em consideração as diversas linhas de crédito rural existentes no mercado financeiro.

Os resultados discriminados nas Tabelas14 e 15demonstram viabilidade econômica do cultivo orgânico da cenoura, a qual se apresenta como alternativa para agricultura familiar. O tratamento associado à maior dose de composto orgânico se apresentou não viável economicamente para uma taxa de desconto de 15%.

Apesar do elevado retorno econômico, mesmo com à elevação da taxa de descontos, o lucro pode enriquecer o produtor (quando a cotação do produto está em alta) ou ser muito pequeno, pois prejuízos ocasionados por pragas e doenças ou preços

baixos podem acontecer, deixando-o endividado. Normalmente no município de Guaraciaba do norte o destino da produção do agricultor tem sido a venda diretamente na Central de Abastecimento (Ceasa) (quando os agricultores possuem recursos financeiros para o transporte) ou a venda para atravessadores que adquirem os produtos diretamente na propriedade, praticando normalmente preços baixos e geralmente após a venda do produto, situação esta muitas vezes acompanhada pelo calote do atravessador. Com isso pode-se afirmar que o mercado e as condições ambientais ditam o futuro do agricultor.

Tabela 14 - Análise de sensibilidade dos indicadores de rentabilidade em função de taxas de desconto alternativas para os níveis de irrigação.

Taxa de juros	W1			W2		
a.a (%)	**B/C**	**VPL (R$)**	**TIR (%)**	**B/C**	**VPL (R$)**	**TIR (%)**
2	1,360	26760,38	35,98%	1,794	59498,45	79,44%
3,5	1,348	24886,50	34,85%	1,780	56057,33	77,95%
4,12	1,344	24151,85	34,37%	1,773	54713,14	77,33%
5	1,337	23126,04	33,71%	1,765	52816,81	76,46%
5,5	1,333	22591,75	33,29%	1,759	51866,21	75,91%
10	1,296	18150,10	29,61%	1,711	43856,39	71,08%
15	1,253	14113,23	25,32%	1,654	36713,89	65,44%
Médias	1,331	22909,21	33,07%	1,756	52508,63	75,62%

Continuação Tabela 14.

W3			W4			W5		
B/C	**VPL (R$)**	**TIR (%)**	**B/C**	**VPL (R$)**	**TIR (%)**	**B/C**	**VPL (R$)**	**TIR (%)**
1,843	63022,47	84,32%	1,672	50545,17	67,16%	1,509	38577,64	50,91%
1,828	59413,10	82,79%	1,658	47531,59	65,78%	1,497	36135,46	49,67%
1,821	58003,48	82,15%	1,652	46353,65	65,20%	1,491	35179,72	49,15%
1,813	56013,67	81,25%	1,644	44694,86	64,39%	1,484	33838,41	48,42%
1,807	55018,44	80,69%	1,639	43857,67	63,88%	1,480	33152,79	47,97%
1,757	46625,89	75,72%	1,594	36820,50	59,40%	1,439	27415,51	43,93%
1,699	39150,56	69,92%	1,542	30523,83	54,15%	1,392	22249,22	39,22%
1,804	55695,88	80,39%	1,636	44411,15	63,61%	1,477	33587,36	47,72%

Tabela 15 - Análise de sensibilidade dos indicadores de rentabilidade em função de taxas de desconto alternativas para os níveis de composto orgânico.

Taxa de juros	C1			C2		
a.a (%)	**B/C**	**VPL (R$)**	**TIR (%)**	**B/C**	**VPL (R$)**	**TIR (%)**
2	2,412	63231,00	141,22%	2,128	67429,64	112,84%
3,5	2,383	59675,49	138,25%	2,108	63641,35	110,75%
4,12	2,370	58288,28	137,01%	2,099	62162,88	109,88%
5	2,353	56324,61	135,28%	2,087	60071,80	108,66%
5,5	2,342	55352,84	134,24%	2,079	59033,64	107,90%
10	2,250	47126,84	125,00%	2,012	50255,81	101,25%
15	2,146	39839,33	114,63%	1,936	42466,68	93,59%
Médias	2,338	56036,93	133,84%	2,075	59757,12	107,55%

Continuação Tabela 15.

C3			C4		
B/C	**VPL (R$)**	**TIR (%)**	**B/C**	**VPL (R$)**	**TIR (%)**
1,828	61895,13	82,81%	1,201	21098,19	20,15%
1,813	58339,70	81,30%	1,194	19430,58	19,36%
1,807	56951,05	80,66%	1,190	18774,67	19,03%
1,798	54991,20	79,77%	1,186	17867,27	18,57%
1,792	54010,29	79,21%	1,183	17378,48	18,27%
1,743	45740,49	74,29%	1,156	13361,86	15,64%
1,685	38371,98	68,53%	1,125	9651,43	12,50%
1,789	54676,53	78,91%	1,181	17635,09	18,08%

4.5 Volumes de água economicamente ótimo

As equações apresentadas no Anexo 3expressam o comportamento da produtividade da cenoura em função do volume de água aplicado, para cada dose de composto orgânico. As referidas equações foram obtidas através de uma análise de regressão e têm como variável independente o volume de água aplicado (W)e como variável dependente a produtividade da cenoura (Y).

As equações dos produtos físicos marginais do fator de produção água para os níveis de composto orgânico de 0, 20,40 e 80 t ha^{-1} respectivamente, foram obtidas derivando-se as equações produtividade (Y) em função do volume de água(W) para cada nível desse fator,conforme as equações 09, 10, 11 e 12, abaixo relacionadas:

$$\frac{dY}{dW} = -0{,}0022W + 11{,}07 = \frac{PW}{PY} \quad (09)$$

$$\frac{dY}{dW} = -0{,}001W + 5{,}7753 = \frac{PW}{PY} \quad (10)$$

$$\frac{dY}{dW} = -0{,}002W + 9{,}4604 = \frac{PW}{PY} \quad (11)$$

$$\frac{dY}{dW} = -0{,}0004W + 1{,}8097 = \frac{PW}{PY} \quad (12)$$

A partir destas equações obtiveram-se os produtos físicos marginais (Tabela 16). Observa-se que os produtos marginais foram maiores para as menores lâminas de água, diminuindo com o incremento deste fator até atingir o valor zero, onde ocorre o máximo rendimento. A partir daí os produtos marginais tornaram-se negativos, indicando ser antieconômico o uso dos níveis de irrigação acima de 100% da evaporação diária no tanque classe A (ECA).

A variação do produto marginal da água mostra que a produtividade da cenoura aumenta a taxas decrescentes com o aumento do volume de água aplicado até chegar um ponto de não variar com esse aumento e decrescer com a contínua aplicação deste fator de produção.

Tabela 16 – Produto físico marginal do fator de produção água para as diferentes doses de composto orgânico, correspondentes cada volume total de água

Volume (m³)		Doses de composto orgânico (t ha^{-1})			
		C_1 0,0	C_2 20,0	C_3 40,0	C_4 80,0
W_1	2469,85	5,64	3,31	4,52	0,82
W_2	3704,77	2,92	2,07	2,05	0,33
W_3	4939,69	0,20	0,84	-0,42	-0,17
W_4	6174,61	-2,51	-0,40	-2,89	-0,66
W_5	7409,54	-5,23	-1,63	-5,36	-1,15

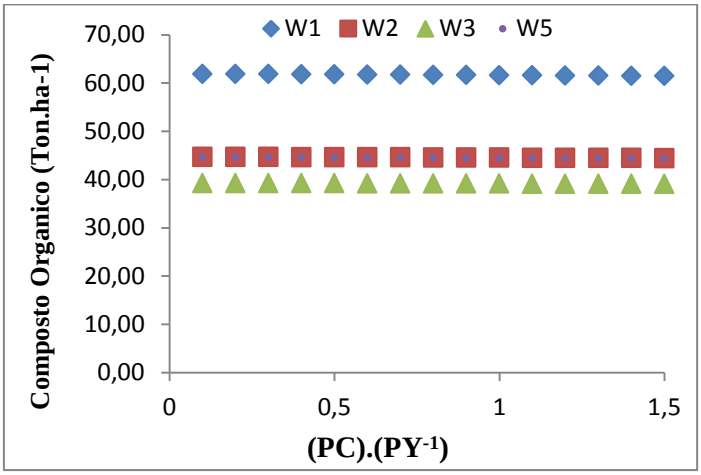
O volume de água ótimo do ponto de vista econômico é aquele que conduziu à uma produtividade que proporcionou a máxima receita líquida para cada lâmina total de água aplicada, e que satisfaz à condição do produto físico marginal da água se igualar ao quociente entre o preço da água (Pw) e o preço do produto (Py).

Devido à grande variação do valor desta relação, em função principalmente da variação do preço da cenoura, foram determinadas os volumes de água economicamente ótimos considerando diferentes valores de Pw/Py, conforme Anexo 4.

Observa-se na Figura 11 que praticamente não houve variação no volume de água economicamente ótimo, com a variação da relação Pw/Py,com exceção aos volumes referentes à maior dose de composto orgânico indicando que, para esse nível de composto,a relação entre o preço do insumo e o preço do produto deve ser observada com cuidado, neste caso não se deve visar sempre o máximo rendimento.

Os menores volumes de água aplicados ocorreram para a dose de composto orgânico de 80 t ha^{-1}. Já os maiores volumes de água ocorreram para a aplicação de uma dose de composto orgânico equivalente a 20 t ha^{-1}, nível que proporcionou um rendimento médio de 17.918,02 kg ha^{-1}.

Figura 11 – Volume de água economicamente ótimo em função da relação entre o preço da água e o preço da cenoura.



4.6 Dose de composto orgânico economicamente ótima

No anexo 5 são apresentadas as equações que expressam o comportamento da cenoura em função do composto orgânico aplicado, para cada nível de irrigação. As equações dos produtos físicos marginais foram obtidas derivando-se as equações da produtividade (Y) em função dos níveis de composto orgânico (C), para cada nível desse fator, conforme as equações 13,14,15 e 16, abaixo relacionadas:

$$\frac{dY}{dC} = -3{,}2118C + 198{,}85 = \frac{PC}{PY} \quad (13)$$

$$\frac{dY}{dC} = -5{,}170C + 231{,}170 = \frac{PC}{PY} \quad (14)$$

$$\frac{dY}{dC} = -7{,}528C + 295{,}60 = \frac{PC}{PY} \quad (15)$$

$$\frac{dY}{dC} = -4{,}849C + 216{,}63 = \frac{PC}{PY} \quad (16)$$

A partir destas equações obtiveram-se os produtos físicos marginais (Tabela 17).Observa-se que os produtos marginais são maiores para as menores doses de composto orgânico,decrescendo com o incremento de composto aplicado até chegar a zero, onde ocorre a máxima produtividade. A partir daí os produtos marginais tornam-se negativos, indicando ser antieconômico o uso dos níveis de composto acima de 40 tha^{-1} para os níveis de irrigação analisados.

Tabela 17 – Produto físico marginal do fator de produção composto orgânico para os diferentes níveis de irrigação.

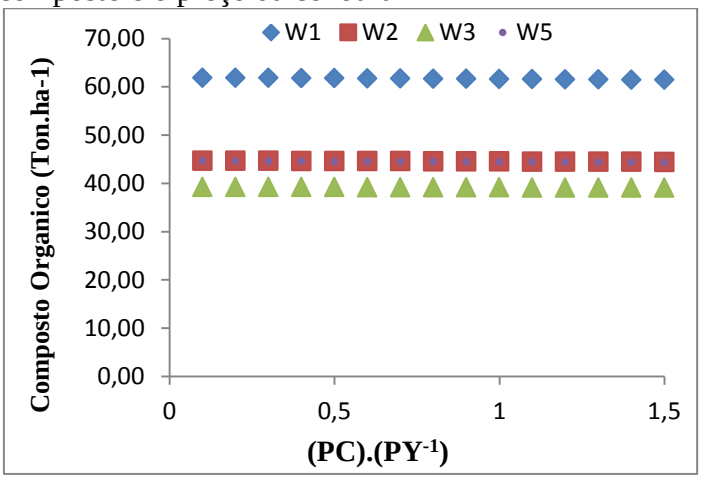
Doses de composto orgânico (t ha^{-1})		Volume (m³)			
		W_1	W_2	W_3	W_5
		2469,85	3704,77	4939,69	7409,54
C_1	0	198,85	231,17	295,60	216,63
C_2	20	134,61	127,76	145,04	119,64
C_3	40	70,38	24,35	-5,52	22,65
C_4	80	-58,09	-182,46	-306,64	-171,34

Do ponto de vista econômico a dose de composto orgânico ótimo é aquela que conduz a uma produtividade que proporciona a máxima receita liquida e satisfaz a condição de que o produto físico marginal do composto orgânico se iguale ao quociente entre o preço do composto (PC) e o preço do produto (PY). Devido a grande variação do valor desta relação, em função principalmente da variação do preço da cenoura, foram determinadas os níveis de composto economicamente ótimos considerando diferentes valores de PC/PY, conforme Anexo 6.

Observa-se na Figura 12 que para um determinado nível de irrigação, praticamente não houve variação no valor do composto orgânico economicamente ótimo com a variação da relação PC/PY. No entanto, para uma determinada relação PC/PY verifica-se uma redução nos valores do composto orgânico economicamente

ótimo com o incremento nos níveis de irrigação à exceção da menor lâmina de água aplicada.

Figura 12 – Composto orgânico economicamente ótimo em função da relação entre o preço do composto e o preço da cenoura



5 CONCLUSÕES

Os fatores de produção água e composto orgânico foram limitantes para a produtividade da cenoura, sendo a água, porém, o fator mais limitante.

No cultivo desta variedade de cenoura para as condições edafoclimáticas de Guaraciaba do Norte, sugere-se um manejo da irrigação correspondente à reposição da lâmina evaporada do tanque classe A e a aplicação de40 t ha^{-1}de composto orgânico com vistas à obtenção de uma produtividade física máxima.

Do ponto de vista econômico, o custo do composto orgânico, adquirido pelo valor de R$100,00/t limita consideravelmente a viabilidade da aplicação deste insumo. A idéia é que se tenha em nível de propriedade uma integração com a pecuária visando a obtenção do composto na própria propriedade.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANVISA. **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos** –PARA. 2008. Disponível em: www.anvisa.gov.br/divulga/noticias/2009/150409.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C**. Manual de irrigação**. 8 ed. Viçosa: Ed. UFV, 2009. 625p.

BEZERRA NETO, F.; et al.Desempenho agroeconômico do consórcio cenoura x alface lisa em dois sistemas de cultivo em faixa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n. 4, p. 635-641, 2003.

BRAGA, D. O.; et al..; **Produção orgânica de cenoura em função de arranjos e espaçamentos de plantas e doses de composto orgânico**. In: 48 Congresso Brasileiro de Olericultura(CD – ROM). 2008.

BILIBIO, C. et al.. Desenvolvimento vegetativo e produtivo da berinjela submetida a diferentes tensões de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**,v. 14, n. 07, p.730-735, 2010.

BEIRIGO, J.D.C.; **Função de produção da cultura da cenoura para diferentes lâminas de irrigação**. II Seminário Iniciação Científica – IFTM, Campus Uberaba, MG. 20 de outubro de 2009.

BEZERRA NETO, F. et al. Sombreamento para produção de mudas de alface em alta temperatura e ampla luminosidade. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 133-137, 2005.

BIEGER, M. ; SEIBERT, ROSANE Maria ; ZAN, F. R. . Análise de investimentos: tomada de decisão na diversificação da produção rural. **Revista razão contábil & finanças**, v. v3, p. 2012, 2012.

BNB, Banco do Nordeste do Brasil (**MANUAL BÁSICO-OPERAÇÕES DE CRÉDITO, Titulo -5 Capt-27)**, www.bnb.gov.br; acessado: dia 09 de agosto de 2012.

BRUNELLI, G.M. **Simulação do custo de produção de laranja no Estado de São Paulo**. Piracicaba, 1990. 99p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

CAMARGO Filho, W. P.; ALVES, H. S**.** Mercado de cenoura no Brasil:contribuições da pesquisa, alterações na produção e na estacionalidade. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, 2005. (CD-ROM).

CNPH. **Dados socioeconômicos**. Disponível em: < http://www.cnph.embrapa.br>. Acesso em: 07agosto. 2012.

CLEMENTE, F. M. V. T.; RESENDE, F. V.; VIEIRA, J. V. **Desempenho de cultivares e populações de cenoura em cultivo orgânico no Distrito Federal**. In: 46 Congresso Brasileiro de Olericultura(CD-ROM) 2006.

COELHO, A. M. **Fertirrigação em culturas anuais produtoras de grãos** In:Revista Trimestral da Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem – ABID. n. 58, p 44-54, 2003.

DARDENGO, M. C. J. D.; REIS, E. F.; PASSOS, R. R. Influência da disponibilidade hídrica no crescimento inicial do cafeeiro conilon. **BiocienceJournal, Uberlandia**, v. 25, n. 6, p. 1-14, 2009.

EHLERS, E. M. A**gricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. São Paulo: Livros da Terra, 1999. 178p.

EMBRAPA. **Cenoura (*Daucuscarota*).** Sistema de produção, 5. Versão Digital. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br. Acessado em: 17/07/2008.

FAO. **Agriculturalproduction, primarycrops**.Disponível em <http://www.fao.org>. Acesso em:11 abr. 2005

FERREIRA, M.D., CASTELLANE, P.D.; TRANI, P. E. **Cultura da cenoura: recomendações gerais**. Guaxupé: COOXUPÉ, 1991. 20p. (COOXUPÉ. Boletim Técnico Olericultura, 3).

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

FILGUEIRA, Fernando Antônio Reis. **Novo Manual de Olericultura**, agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3 ed .Viçosa:UPV, 2008,421p.

FRIZZONE, J. A.; BOTREL, T. A.; FREITAS, H. A. C. Análise comparativa dos custos de irrigação por pivô-central, em cultura de feijão, utilizando energia elétrica e óleo diesel. **Engenharia Rural, Piracicaba**, v. 5, n. 1, p. 34-53, Jul. 1994.

FRIZZONE, J.A. **Planejamento da irrigação**: uma abordagem às decisões deinvestimento. Piracicaba: ESALQ/Depto. Engenharia Rural, 1999. 110p.

GITMAN, Lawrence J., MADURA, Jeff. **Administração Financeira: Uma abordagem gerencial**. Tradução [de] Maria Lúcia G.L. Rosa. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010.

GLIESSMAN, S. R. AGROECOLOGIA: **Processos ecológicos em agricultura sustentável.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul - FRGS, 2001. 653p.

HOFFMANN, R. et al. **Administração da empresa agrícola**. São Paulo: 7. ed. São Paulo: Pioneira,1992. 325 p.

KHATOUNIAN, C.A. **A Reconstrução Ecológica da Agricultura**. Botucatu:Agroecológica, 2001. 348p.

KOETZ, M**. Maracujazeiro-amarelo: cultivo protegido e natural, irrigação e adubação potássica.** 2006. 130 f. Tese (Doutorado em Engenharia agrícola) - Centro de Ciências e Tecnologias da Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2006.

LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 153p.

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

MAPA, Ministerio da Agricultura Pecuária e Abastecimento, **Cadastro Nacional de Produtores Organicos.** 2014 Disponível em:http://www.agricultura.gov.br/.*Acesso em: 23 Março 2014.*

MAYER, F.A. **Manejo da cultura do gergelim submetida a diferentes lâminas de irrigação, doses de nitrogênio e de potássio aplicadas pelo método convencional e por fertirrigação**. 2010. 82 f. Dissertação Universidade Federal de Pelotas, 2009.

MAZZOLENI, Eduardo Mello and OLIVEIRA, Luiz Guilherme de. Inovação tecnológica na agricultura orgânica: estudo de caso da certificação do processamento pós-colheita. ***Rev. Econ. Sociol. Rural*** [online]. 2010, vol.48, n.3, pp. 567-586.

MICELLI, W. M. **Derivativos de agronegócios: Gestão de riscos de mercado**. 1 ed. São Paulo: Saint Paul, 2008. 220 p.

MONTEIRO, R.O.C**.; Função de resposta da cultura do meloeiro aos níveis de água e adubação nitrogenada no vale do Curu, *CE*.** UFC Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem), Fortaleza. 2004. 76p.

MOREIRA, O.C**.; Resposta da Cultura da Abóbora aos Fatores de produção água e adubo Nitrogenado com reuso de água da Irrigação ppor sulcos em sistema de irrigação localizada.** UFC Monografia (Graduação em Agronomia), Fortaleza. 2010.

NADAL, R. de; ET all. **Olericultura em Santa Catarina: aspectos técnicos e econômicos**. Florianópolis: EMPASC, 1986. 187p.

NAIVERTH, J. A.; FARIA, C. M. D. R. **Cultivo de plantas medicinais como alternativa de renda para agricultores familiares do município de Candói-PR**. Revista Eletrônica Lato Sensu, v. 2, p. 338-365, 2007.

OLIVEIRA, E. Q.; et al.Desempenho agroeconômico do bicultivo de alface em sistemas solteiro e consorciado com cenoura. **Horticultura Brasileira, Brasília**, v. 22, n. 4, p. 712-717, 2004.

ORMOND, J. G. Pet al.**Agricultura orgânica: quando o passado é futuro**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 15, p. 3-34, mar. 2002.

PEDROSA, M. W.; et al.**Avaliação de cultivares de cenoura adubadas com composto orgânico**. In: 46 Congresso Brasileiro de Olericultura (CD-ROM). 2006.

PEREIRA, W. Relatório. In: **1° workshop de Olericultura Orgânica na região agroeconômica do Distrito Federal**, 2001, Brasília, DF. Anais...Brasília,Embrapa Hortaliças: Emater-DF, 2001. 171 p.

PERES, F.C.; MATTOS, Z.P. de B. **Simulação como auxílio à decisão de confinar bovinos de corte**. In: simpósio da sociedade brasileira de Zootecnia: bovino cultura de corte, Campinas, 1990. **Anais**.Piracicaba: FEALQ, 1990. p.59-70.

PIRES, A.M.M.; VIEIRA, J.V.; SILVA, L.H.G. **Estimativa do impacto ambiental gerado pelo cultivo da cenoura "Brasília" no Distrito Federal**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44, Campo Grande, MS, 2004. Horticultura Brasileira, Brasília, v.22, n.2, julho 2004, Suplemento CD-ROM.

PLAYÁN, E.; MATEOS, L**. Modernization and optimization of irrigation systems to increase water productivity Agricultural Water Management, Amsterdam**, v. 80,p. 100–116, 2006.

PONCIANO, N. J. et al. **Análise dos indicadores de rentabilidade da produção de maracujá na região norte do estado do rio de janeiro, 2003**. Disponível em: http://www.sober.org.br/palestra/12/02P150.pdf>. Acesso em: 17 Set. 2013.

RESENDE, F.V. et al.. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.29, n.1, p. 100-105, 2005.

RODRIGUES, W. L. **Adubação de cobertura com nitrogênio, Potássio e cálcio na produção de cenoura**. 2007. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia.

SALGADO, E. V.; **Análise técnico-economica da cunha em função de lâminas de água e adubação fosfatada no vale do Curu, Ceará.** . (Dissertação de Mestrado em Irrigação e Drenagem, UFC, Fortaleza, Ceará). 2008.

SANTOS, M. R. dos; NOBRE, M. C. R. **Desempenho de cultivares de cenoura adubadas com esterco de suínos.** In: **46** Congresso Brasileiro de Olericultura, CD-ROM). 2006.

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

SEDIYAMA, M. A. N.; et al.**Desempenho de cultivares de cenoura adubadas com esterco de suínos**. In: 46 Congresso Brasileiro de Olericultura, CD-ROM). 2006.

SILVA, V. J. et al. (2011) Resposta da cenoura à aplicação de diferentes lâminas de irrigação. **Biosci.** J.,Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 954-963, Nov./Dec. 2011.

SOUSA, V. F.; et al.Eficiência do uso da água pelo meloeiro sob diferentes freqüências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.2, p.183-188, 2000.

SOUZA, J. L. de. **Desenvolvimento de tecnologias para a olericultura orgânica brasileira.** INCAPER, Domingos Martins – ES, mar. 2001. 109p.(Monografia).

SOUZA, J. S. I.; MELETTI, L. M. M. **Maracujá**: espécies, variedades e cultivo. Piracicaba: FEALQ, 1997. 179 p.

SOUZA, I. H.; ANDRADE, E. M. **Manejo da irrigação**. In:Andrade, E. M.; Pereira, O, J.; Dantas, F. E. R. (Eds). Semiárido e manejo dos recursos naturais: uma proposta de uso adequado do capital natural. Fortaleza, p. 239-260, 2010.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564 p.

TAKITANE, I.C. **Custo de produção da borracha e análise de rentabilidade em condições de risco no Planalto Paulista, SP e no Triângulo Mineiro, MG**. Piracicaba, 1988. 119p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

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

VIEIRA, J. V.; MAKISHIMA, N. **Cultivo da Cenoura.** Brasília: CNPH, 2000.

VILELA, N.J. Cenoura: um alimento nobre na mesa popular. **Horticultura Brasileira** 22: cover article.2004.

ANEXOS

Anexo 1 –Teste de homocedasticidade dos dados de produtividade da cenoura submetida à diferentes níveis de irrigação e doses de composto orgânico.

==========

ASSISTAT - NORMALIDADE E ESTATÍSTICA DESCRITIVA

http://www.assistat.com

==========

NORMALIDADE (a = 5%)

Teste (Estatística)	Valor	Vcrit	p-valor	Normal
Kolmogorov-Smirnov (D)	0.07213	0.09912	p > .15	Sim
Cramér-von Mises (W2)	0.05105	0.12522	p > .15	Sim
Anderson-Darling (A2)	0.36757	0.75232	p > .15	Sim
Kuiper (V)	0.11124	0.16388	p > .15	Sim
Watson (U2)	0.04487	0.11528	p > .15	Sim
Lilliefors (D)	0.07213	0.09906	p > .15	Sim
Shapiro-Wilk (W)	0.98416	-	0.42739	Sim

ESTATÍSTICA DESCRITIVA

Número de dados = 80
Soma dos dados = 2833033.37
Menor valor (min) = 13688.89
Maior valor (max) = 57688.89
Aplitude (max - min) = 44000
Ponto médio = 35688.89000
Média aritmética(M) = 35412.91713
Lim.conf.inf.da M(95%) = 33406.27547
Lim.conf.sup.da M(95%) = 37419.55878
Mediana = 35002.225
Moda = 26911.11
Moda = 29577.78
Moda = 38511.11
Moda = 44666.67
Desvio médio = 7409.51755
Desvio padrão(para N-1) = 9157.11665
Desvio padrão(para N) = 9099.70469
Variância(para N-1) = 83852785.30635
Variância(para N) = 82804625.49002
Coef.Variação(para N-1) = 25.85813
Coef.Variação(para N) = 25.69600
Coef.de assimetria = .31939
Coef.de curtose = -.06648

(para N-1)=Amostra (para N)=População

Anexo 2a – Rendimento da cenoura, em kgha^{-1}, em função das lâminas de água, em mm, e das doses de composto orgânico, em t ha^{-1}

Irrigação (w)	Composto orgânico (C)	Blocos I	II	III	IV
W1	C1	9408,90	10776,71	15546,69	7539,84
	C2	17961,10	14141,88	13576,20	8636,80
	C3	11026,86	19895,93	19832,39	14680,41
	C4	17929,69	9764,58	9277,78	27985,23
W2	C1	16350,22	19806,55	15767,85	13568,82
	C2	18700,66	21926,21	19036,79	18694,34
	C3	21028,32	23584,90	21337,91	20391,84
	C4	23894,11	13185,00	17148,59	18517,37
W3	C1	17263,36	16646,40	18995,29	17971,38
	C2	11853,52	18791,84	24808,03	22009,80
	C3	23342,55	26162,40	26576,67	21012,00
	C4	18097,14	11020,37	18564,00	17414,03
W4	C1	17825,51	16723,84	19723,73	19133,96
	C2	16320,00	17832,15	20051,91	17499,85
	C3	18756,67	19016,47	19525,71	11628,36
	C4	17581,09	18968,88	20066,75	12923,97
W5	C1	14473,55	14213,36	9063,67	13512,96
	C2	15901,81	16969,09	19942,76	23705,61
	C3	18404,49	21569,18	16894,22	10317,35
	C4	16498,16	11878,68	21808,69	12615,94

Anexo 2b – Descrição dos custos de Produção da Cultura da Cenoura.

Descrição	**Und.**	**R$/Und.**
Sistema de Irrigação	Verba	7161,87
Energia Elétrica	kwh	4,00
Composto Orgânico	T	100,00
Sementes	Kg	270,00
Defensivos Naturais	L	8,00
Preparo do Solo	H/M	70,00
Plantio	Dia	30,00
Manejo da Irrigação	h	3,75
Tratos Culturais	Dia	30,00
Desbaste	Dia	30,00
Colheita	Dia	30,00
Lavagem e Seleção	Dia	30,00
Embalagens	VERBA	250,00
Transporte	VERBA	550,00
Manutenção do Material de Irrigação	VERBA	237,60

Anexo 3 – Equações ajustadas do rendimento em função do volume de água, para cada dose de composto orgânico.

Doses de Composto orgânico (Ton .ha-1)	Equação Ajustada	Coeficiente de determinação (r^2)
0	$Y= -0,0011W^2+11,078W-10070$	0,9641
20	$Y=-0,0005W^2+5,7753W+3313,3$	0,6863
40	$Y= -0,001W^2+9,4604W-413,05$	0,6689
80	$Y=-0,0002W^2+1,8097W+13269$	0,4037

Anexo 4 – Volume de água economicamente ótimos em função da relação entre o preço da água (P_W) e o preço da cenoura (P_Y).

	Doses de Composto orgânico (t ha^{-1})			
Pw/Py	0,00	20,00	40,00	80,00
0,1	4986,36	5675,30	4680,20	4274,25
0,2	4940,91	5575,30	4630,20	4024,25
0,3	4895,45	5475,30	4580,20	3774,25
0,4	4850,00	5375,30	4530,20	3524,25
0,5	4804,55	5275,30	4480,20	3274,25
0,6	4759,09	5175,30	4430,20	3024,25
0,7	4713,64	5075,30	4380,20	2774,25
0,8	4668,18	4975,30	4330,20	2524,25
0,9	4622,73	4875,30	4280,20	2274,25
1,0	4577,27	4775,30	4230,20	2024,25
1,1	4531,82	4675,30	4180,20	1774,25
1,2	4486,36	4575,30	4130,20	1524,25
1,3	4440,91	4475,30	4080,20	1274,25
1,4	4395,45	4375,30	4030,20	1024,25
1,5	4350,00	4275,30	3980,20	774,25

Anexo 5 – Equações ajustadas do rendimento em função do composto orgânico, para cada nível de irrigação.

Volume de água aplicado (Litros)	Equação Ajustada	Coeficiente de determinação (r^2)
246985	$Y= -1,6059C^2+198,85C+10662$	0,9855
3704,77	$Y=-2,5852C^2+231,17C+16272$	0,9913
4939,69	$Y= -3,764C^2+295,6C+16966$	0,8095
7409,54	$Y=-2,4248C^2+216,63C+13621$	0,6158

Anexo 6 – Composto orgânico economicamente ótimo em função da relação entre o preço do composto (PC) e o preço da cenoura (PY).

	Volume (L)			
PC/PY	2469,85	3704,77	4939,69	7409,54
0,1	61,88	44,69	39,25	44,65
0,2	61,85	44,67	39,24	44,63
0,3	61,82	44,65	39,23	44,61
0,4	61,79	44,63	39,21	44,59
0,5	61,76	44,61	39,20	44,57
0,6	61,73	44,59	39,19	44,55
0,7	61,69	44,57	39,17	44,53
0,8	61,66	44,56	39,16	44,50
0,9	61,63	44,54	39,15	44,48
1,0	61,60	44,52	39,13	44,46
1,1	61,57	44,50	39,12	44,44
1,2	61,54	44,48	39,11	44,42
1,3	61,51	44,46	39,09	44,40
1,4	61,48	44,44	39,08	44,38
1,5	61,45	44,42	39,07	44,36