

LEIRSON SALVADOR BEZERRA DE VASCONCELOS

**DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE COENTRO
(*Coriandrum sativum* L.) EM FUNÇÃO DA FORÇA IÔNICA
DA SOLUÇÃO NUTRITIVA**

**RECIFE
2008**

LEIRSON SALVADOR BEZERRA DE VASCONCELOS

**DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE COENTRO
(*Coriandrum sativum* L.) EM FUNÇÃO DA FORÇA IÔNICA
DA SOLUÇÃO NUTRITIVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia / Ciência do Solo na área de concentração em Química, Fertilidade e Microbiologia do Solo e linha de pesquisa em Dinâmica de nutrientes no sistema solo-planta e nutrição de plantas da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito à obtenção do grau de Mestre em Agronomia / Ciência do Solo.

Orientador:

Prof. PhD. Egídio Bezerra Neto

Conselheiros:

Prof. Dr. Levy Paes Barreto

Prof. Dr. Clístenes W. A. do Nascimento

**RECIFE
2008**

FICHA CATALOGRÁFICA

V331d Vasconcelos, Leirson Salvador Bezerra de
Desenvolvimento de plantas de coentro em função da força iônica da solução nutritiva / Leirson Salvador Bezerra de Vasconcelos. -- 2008.
42 f. : il.

Orientador : Egídio Bezerra Neto
Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área: Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Agronomia.

Inclui anexo, apêndice e bibliografia.

CDD 631. 585

1. *Coriandrum sativum* L.
 2. Hidroponia
 3. Produtividade
 4. Macronutrientes
 5. Clorofila
 6. Carboidratos
- I. Bezerra Neto, Egídio
II. Título

DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE COENTRO (*Coriandrum sativum* L.) EM FUNÇÃO DA FORÇA IÔNICA DA SOLUÇÃO NUTRITIVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia / Ciência do Solo na área de concentração em Química, Fertilidade e Microbiologia do Solo e linha de pesquisa em Dinâmica de nutrientes no sistema solo-planta e nutrição de plantas da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito à obtenção do grau de Mestre em Agronomia / Ciência do Solo.

Dissertação defendida em 30 de junho 2008

Orientador:

Prof. PhD. Egídio Bezerra Neto – DQ/UFRPE

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Mauro Guida dos Santos – DB/UFPE

Prof. Dr. Gustavo Pereira Duda – UAG/UFRPE

Prof. Dr. Orlando Sílvio Caires Neves – UAG/UFRPE

**RECIFE
2008**

À Deus e à minha família,
dedico.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Lenilson Bezerra de Vasconcelos e Maria Selma Gomes Salvador, as minhas irmãs Larisse (tota) e Larissa (bolinho) que conseguiram me dar apoio em todos os momentos que mais precisei e que me fizeram nunca desistir dos meus sonhos;

A minha namorada Meyre (Bê), pois só podemos conseguir alguma coisa com paixão, e, mesmo que por muitas vezes não demonstre o quanto sou apaixonado, saiba que em cada momento que precisei de paixão e superação só você preenchia as lacunas do meu peito;

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia / Ciência do Solo, principalmente à pessoa de seu Coordenador Prof. Dr. Clístenes W. A. Nascimento. A Super Help (Socorro) que deixava seus afazeres pra se preocupar com todos os alunos da pós e a todos os professores que fazem parte deste;

Ao meu Orientador Prof. PhD. Egídio Bezerra Neto, pela orientação e por me apoiar em todos os momentos dessa longa jornada. Aos meus Co-orientadores, Prof. Dr. Levy Paes Barreto e Prof. Dr. Clístenes W. A. Nascimento pela colaboração dada no desenvolvimento e conclusão da pesquisa;

Aos meus quase (quase?!?!?) orientadores, os Professores Fernando Cartaxo Rolim Neto, Sheila Bittar, Emídio Oliveira, Dimas Menezes e ao pesquisador do IPA, Dr. Antônio Raimundo, que me apoiaram no que foi possível e que possamos concretizar nossas idéias num futuro próximo.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, em especial aos Srs. Giuberto Ramos, Aluísio Ferraz, Rui Carlos e Júlio Zoe por até o final do ano de 2007 terem concedido a oportunidade de ausentar-me por dois dias em todas as semanas para contribuir com o desenvolvimento tecnológico deste estado;

Aos Srs. Rui Souza, Ivanildo Guerra, atual e anterior gerentes regionais de Caruaru do IPA, respectivamente, por todo apoio concedido nos momentos de maior necessidade;

Aos amigos de jornada do IPA, Augusto, Manoel Massena, Gilvan Joca, José Assis, Roberto Barros, Tarcísio, Ivoneide, Paulo, Jardilane, Vilma, por toda contribuição dada em momento oportuno;

Aos amigos do laboratório de Química Agrícola: André, Adiel, Abraão, Juliana, Juliana Ribeiro, Fernando, Francimar, Amanda, Benjamin, Isaías, pois sem vocês não teria chegado até aqui;

Aos membros da banca examinadora pelas valiosas sugestões;

A todos os amigos especiais da minha querida turma inicial, em especial a: Emídio (Jr.), Almeida, Rogério (Seu Inho), Daniela (Danizinha), Caroline, Edson Patto (é sobrenome mesmo...), Samuel (Samuca), Eriberto, Moacir (Moa – sambarilove a parte), Leandra, Francisco e aos novos colegas da turma de fertilidade, em especial a Carolina Malala, Edivan (laborman), Felizarda, Daniela, Rômulo e todos que contribuíram para o término desta etapa;

A todos os professores, funcionários técnico-administrativos da UFRPE, amigos e parentes não nomeados neste agradecimento que de alguma forma contribuíram para conclusão deste trabalho, pois “as pessoas entram em nossa vida por acaso, mas não é por acaso que nela permanecem.”;

Obrigado!!!

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Análise do substrato utilizado no experimento.....	22
Tabela 2. Concentração de nutrientes e condutividade elétrica nas soluções nutritivas de Castellane e Furlani.....	23
Figura 1. Biomassa fresca-PMF e biomassa seca-PMS de plantas de coentro cultivadas com diferentes níveis de condutividade elétrica (dS.m^{-1}) em duas soluções nutritivas.....	25
Figura 2. Conteúdo de clorofila <i>a</i> , <i>b</i> e <i>total</i> na parte aérea do coentro cultivado sob diferentes níveis de condutividade elétrica em duas soluções nutritivas....	28
Figura 3. Conteúdo de carboidratos solúveis totais na parte aérea do coentro cultivado sob diferentes níveis de condutividade elétrica em duas soluções nutritivas.....	30
Figura 4. Conteúdo de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte aérea de plantas de coentro cultivadas em soluções nutritivas de Castellane e Furlani com sete diferentes níveis de condutividade elétrica.....	32

Vasconcelos, Leirson Salvador Bezerra, MSc. em Ciências do Solo/Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, junho/2008. Desenvolvimento de plantas de coentro (*Coriandrum sativum* L.) em função da força iônica da solução nutritiva, PhD. Egídio Bezerra Neto, Dr. Levy Paes Barreto e Dr. Clístenes W. A. do Nascimento

RESUMO GERAL

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) é encontrado principalmente no Nordeste e Norte do Brasil, onde grande número de produtores está envolvido com sua exploração, tornando-o conseqüentemente uma cultura de grande importância socioeconômica. Seu cultivo visa à obtenção de massa verde, bastante utilizada na culinária em diversos pratos, além da produção de frutos secos para a utilização em indústrias farmacêutica e alimentícia. A concentração dos nutrientes da solução nutritiva é uma característica muito importante para o desenvolvimento das plantas, e uma das formas de mensurá-la é pela condutividade elétrica. Esta está diretamente relacionada ao teor de sais solúveis, que pode afetar o desenvolvimento das plantas. O presente trabalho foi conduzido em casa de vegetação e teve como objetivo avaliar o crescimento e metabolismo do coentro em função da concentração iônica de duas soluções nutritivas sob condições de cultivo hidropônico. Os tratamentos constaram de um arranjo fatorial (7 X 2), sendo sete níveis de condutividade elétrica (0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 dS.m⁻¹) e duas soluções nutritivas com quatro repetições totalizando 56 unidades experimentais. As soluções nutritivas utilizadas foram a de Castellane e a de Furlani com modificações para obter a condutividade elétrica desejada. As plantas foram coletadas após 60 dias do plantio. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão. A solução que produziu maior quantidade de massa verde e massa seca foi a de Furlani, apesar de nesta solução as plantas terem sido mais sensíveis ao aumento da condutividade elétrica. Os teores de clorofila e carboidratos apresentaram uma tendência de aumento destes compostos proporcional ao incremento da condutividade elétrica. Quando relacionados os teores de clorofila e carboidratos e as duas soluções nutritivas, apenas na concentração de carboidratos houve diferença entre as soluções, nas condutividades de 1,0 e 1,5 dS.m⁻¹. De modo geral, a condutividade elétrica alterou a concentração dos macronutrientes, porém não provocou distúrbios no vegetal, já que nenhum dos íons avaliados teve seus valores deficientes ou em excesso para a cultura do coentro. Assim é válido que as soluções originais podem ser utilizadas para a produção de coentro hidropônico.

Palavras-chaves: *Coriandrum sativum*, hidroponia, produtividade, macronutrientes, clorofila, carboidratos.

Vasconcelos, Leirson Salvador Bezerra, MSc. em Ciências do Solo/Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, junho/2008. Desenvolvimento de plantas de coentro (*Coriandrum sativum* L.) em função da força iônica da solução nutritiva, PhD. Egídio Bezerra Neto, Dr. Levy Paes Barreto e Dr. Clístenes W. A. do Nascimento

GENERAL ABSTRACT

The coriander (*Coriandrum sativum* L.) is found mainly in the Northeast and Northern of Brazil, where large numbers of producers are involved with their exploration, thus making it a culture of great socioeconomic importance. Your culture seeks to obtain the green mass, much used in cooking in various dishes, in addition to the production of dried fruit for use in pharmaceutical and food industries. The concentration of nutrients from the nutritive solution is a feature very important for the development of plants, and one way to measure it is the electrical conductivity. This is directly related to the content of soluble salts, which can affect the development of plants. This study aimed to evaluate in terms of a greenhouse, growth and metabolism of coriander according to the ion concentration of two nutritive solutions under conditions of hydroponic cultivation. Treatments consisted of a factorial arrangement (7 X 2), with seven levels of electrical conductivity (0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 and 3.0 dS.m⁻¹) and two nutritive solutions with four repetitions totaling 56 experimental units. The nutritive solutions used were according to Castellane and Furlani with modifications to achieve the desired conductivity. The plants were collected after 60 days of planting. The data were submitted to the analysis of variance and regression. The solution that produced greater amount of green mass and dry mass was to Furlani, although this solution the plants were more sensitive to increased electrical conductivity. The levels of chlorophyll and carbohydrates showed a trend of increasing proportion of these compounds to increase the electrical conductivity. When connected the levels of chlorophyll and carbohydrates and the two nutrient solutions, only to the concentration of carbohydrates was no difference between the solutions, in conductivities of 1.0 and 1.5 dS.m⁻¹. Generally, the electrical conductivity changed the concentration of nutrients, but did not cause disturbances in the plant, since none of the ions had evaluated their negative or overpaid for the culture of coriander. So is true that the original solutions can be used for the production of hydroponic coriander.

Key words: *Coriandrum sativum*, hydroponics, productivity, macronutrients, chlorophyll, carbohydrates.

Eu vou contá uma histora
Que eu não sei como
comece,
Pruquê meu coração chora,
A dô no meu peito cresce,
Omenta o meu sofrimento
E fico uvindo o lamento
De minha arma dilurida,
Pois é bem triste a
sentença
De quem perdeu na
isistença
O que mais amou na vida.

Já tou velho, acabrunhado,
Mas inriba dêste chão,
Fui o mais afortunado
De todos fios de Adão.
Dentro da minha pobreza,
Eu tinha grande riqueza:
Era uma querida fia,
Porém morreu muito nova.
Foi sacudida na cova
Com seis ano e doze dia.

Morreu na sua inocença
Aquêlê anjo incantadô,
Que foi na sua isistença,
A cura da minha dô
E a vida do meu vivê.
Eu bejava, com prazê,
Todo dia, demenhã,
Sua face pura e bela.
Era Ana o nome dela,
Mas, eu chamava Nanã.

Nanã tinha mais primô
De que as mais bonita jóia,
Mais linda do que as fulô
De un tá de Jardim de
Tróia
Que fala o dotô Conrado.
Seu cabelo cachiado,
Prêto da cô de viludo.
Nanã era meu tesôro,
Meu diamante, meu ôro,
Meuanjo, meu céu, meu
tudo,

Pelo terrêro corria,
Sempre sirrindo e
cantando,
Era lutrida e sadia,
Pois, mesmo se
alimentando
Com feijão, mio e farinha,
Era gorda, bem gordinha
Minha querida Nanã,
Tão gorda que reluzia.
O seu corpo parecia
Uma banana-maçã.

Todo dia, todo dia,
Quando eu vortava da
roça,
Na mais compreta alegria,
Dento da minha paioça
Minha Nanã eu achava.
Por isso, eu não invejava
Riqueza nem posição
Dos grandes dêste país,
Pois eu era o mais feliz
De todos fio de Adão.

Mas, neste mundo de
Cristo,
Pobre não pode gozá.
Eu, quando me lembro
disto,
Dá vontade de chorá.
Quando há sêca no sertão,
Ao pobre farta feijão,
Farinha, mio e arrôis.
Foi isso que aconteceu:
A minha fia morreu,
Na sêca de trinta e dois.

Vendo que não tinha
inverno,
O meu patrão, um tirano,
Sem temê Deus nem o
inferno,
Me deixou no desengano,
Sem nada mais me arranjar.
Teve que se alimentá
Minha querida Nanã,
No mais penoso matrato,
Comendo caça do mato
E goma de mucunã.

E com as braba comida,
Aquela pobre inocente
Foi mudando a sua vida,
Foi ficando deferente.
Não sirria nem brincava,
Bem pôco se alimentava
E inquanto a sua gordura
No corpo diminuía,
No meu coração crescia
A minha grande tortura.

Quando ela via o angu,
Todo dia demenhã,
Ou mesmo o rôxo beju
De goma de mucunã,
Sem a comida querê,
Oiava pro dicumê,
Depois oiava pra mim
E o meu coração doía,
Quando Nanã me dizia:
Papai, ô comida ruim!

Se passava o dia intêro
E a coitada não comia,

Não brincava no terrêro
Nem cantava de alegria,
Pois a farta de alimento
Acaba o contentamento,
Tudo destrói e consome.
Não saía da tipóia
A minha adorada jóia,
Infraquecida de fome.

Daqueles óio tão lindo
Eu via a luz se apagando
E tudo diminuindo.
Quando eu tava reparando
Os oinho da criança,
Vinha na minha lembrança
Um candiêro vazio
Com uma tochinha acesa
Representando a tristeza
Bem na ponta do pavio.

E, numa noite de agosto,
Noite escura e sem luá,
Eu vi crescê meu desgôsto,
Eu vi crescê meu pená.
Naquela noite, a criança
Se achava sem esperança
E quando vêi o rompê
Da linha e risonha orora,
Fartava bem pôcas hora
Pra minha Nanã morrê.

Por ali ninguém chegou,
Ninguém reparou nem viu
Aquela cena de horrô
Que o rico nunca assistiu,
Só eu a minha muié,
Que ainda cheia de fé
Rezava pro Pai Eterno,
Dando suspiro maguado
Com o rosto seu moiado
Das água do amô materno.

E, enquanto nós assistia
A morte da pequenina,
Na menhá daquele dia,
Veio um bando de
campina,
De canaro e sabiá
E começaram a cantá
Um hino santificado,
Na copa de um cajuêro
Que havia bem no terrêro
Do meu rancho
esburacado.

Aqueles passo cantava,
Em lovô da despedida,
Vendo que Nanã dexava
As misera desta vida.
Pois não havia ricurso,
Já tava fugindo os purso.
Naquela estado misquinhoho,

la apressando o cansaço,
Seguido pelo compasso
Da musga dos passarinho.

Na sua pequena bôca
Eu via os laibo tremendo
E, naquela afrição lôca,
Ela também conhecendo
Que a vida tava no fim,
Foi regalando pra mim
Os tristes oinho seu,
Fêz um esforço ai, ai, ai,
E disse: "Abença, papai!"
Fechô os óio e morreu.

Enquanto finalizava
Seu momento derradêro,
Lá fora os passo cantava,
Na copa do cajuêro.
Em vez de gemido e choro,
As ave cantava em coro.
Era o bendito prefeito
Da morte do meu anjinho.
Nunca mais os passarinho
Cantaro daquele jeito.

Nanã foi, naquele dia,
A Jesus mostrá seu riso
E omentá mais a quantia
Dos anjo do Paraíso.
Na minha maginação,
Caço e não acho
expressão
Pra dizê como é que fico.
Pensando naquele adeus
E a culpa não é de Deus,
A culpa é dos home rico.

Morreu no maiô matrato
Meu amô lindo e mimoso.
Meu patrão, aquele ingrato,
Foi o maior criminoso
Foi o maiô assassino.
O meu anjo pequenino
Foi sacudido no fundo
Do mais pobre cimitero
E eu hoje me considero
O mais pobre dêste mundo.

Soluçando, pensativo,
Sem consôlo e sem
assunto,
Eu sinto que inda tou vivo,
Mas meu jeito é de defunto.
Invorvido na tristeza,
No meu rancho de
pobreza,
Tôda vez que eu vou rezá,
Com meus juêio no chão,
Peço em minhas oração:
Nanã, venha me buscá

Morte de Nanã *Patativa do Assaré*

“Cada um de nós constrói a sua história, cada ser em si carrega o dom de ser capaz”.

Amir Sater

SUMÁRIO

Lista de tabelas e figuras	vii
Resumo geral.....	viii
General abstract	ix
INTRODUÇÃO.....	12
1. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
1.1. Aspectos gerais do coentro.....	14
1.2. Cultivo Hidropônico.....	17
1.2.1. Substratos na hidroponia	19
1.2.2. Concentração de nutrientes no cultivo hidropônico	20
2.METODOLOGIA	22
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

INTRODUÇÃO GERAL

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) é uma hortaliça amplamente consumida no Brasil (Trigo et al., 1997), sendo cultivada principalmente no Nordeste e Norte do país. Devido a sua exploração comercial por um grande número de produtores, a cultura apresenta grande importância socioeconômica para essas regiões (Medeiros et al., 1998; Nascimento et al., 2006).

O cultivo do coentro tem a peculiaridade de ser, quase que exclusivamente, conduzido por agricultores familiares, podendo ser uma das suas principais atividades econômicas. Seu cultivo visa à obtenção de massa verde, bastante utilizada na culinária em diversos pratos, além da produção de frutos secos para a utilização nas indústrias farmacêutica e alimentícia (Barros Junior et al., 2004).

O cultivo hidropônico tem ocupado cada vez mais espaço na produção de hortaliças devido à possibilidade de cultivo em pequenas áreas, bem como em locais onde as condições de solo são limitantes ao cultivo convencional (Junqueira et al., 1997). O conhecimento prévio sobre substratos, espécies a serem cultivadas, bem como sobre a solução nutritiva e suas condições ideais para o plantio, são essenciais para o sucesso do cultivo hidropônico. Nesta técnica, o substrato tem a função de fornecer à planta sustentação. Dentre as características desejáveis dos substratos, destacam-se: custo, disponibilidade, capacidade de troca de cátions, esterilidade biológica, aeração, retenção de umidade, boa agregação às raízes e uniformidade (Gonçalves, 1995).

A concentração e balanceamento dos nutrientes na solução nutritiva é uma característica muito importante para o desenvolvimento das plantas, e a

condutividade elétrica é uma forma de mensurá-los, assim esta medida se faz muito importante no cultivo hidropônico. A condutividade elétrica está diretamente relacionada ao teor de sais solúveis, que estando em valores inadequados pode afetar negativamente o desenvolvimento das plantas (Kämpf & Fermino, 2000). Para o cultivo hidropônico de coentro ainda são inexistentes as informações referentes à concentração ideal de nutrientes na solução. Deste modo fazem-se necessários estudos sobre o balanço nutricional, bem como sobre a condutividade elétrica da solução nutritiva, visando um melhor desempenho na produção desta hortaliça.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar, em condições de casa de vegetação, o desenvolvimento do coentro em função da força iônica de duas soluções nutritivas.

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Aspectos gerais da cultura do coentro

Pertencente a família Apiaceae, o coentro é uma hortaliça folhosa herbácea, anual, aromática, de raiz superficial, com folhas verdes brilhantes, alternadas e entrecortadas até a inserção do pecíolo. O diaquênio do coentro é um fruto-semente constituído de dois aquênios, geralmente comercializado inteiro. No entanto, em algumas regiões, os produtores dividem os frutos, obtendo sementes partidas, para maior rendimento de semeadura e, em alguns casos, para obter melhoria na germinação (Nascimento, 2004). É uma cultura de clima quente, intolerante a baixas temperaturas, podendo ser semeada ao longo do ano em baixa altitude. É pouco exigente em relação ao solo e tolerante à acidez (Filgueira, 2002).

O coentro é uma espécie originária dos continentes Europeu e Africano, sendo cultivado há mais de três mil anos, em especial na região do Mar Mediterrâneo, Sul da Europa, Ásia Menor e Cáucaso. Nos dias de hoje, os principais produtores mundiais de coentro incluem membros da antiga União Soviética, Hungria, Polônia, Romênia, República Tcheca, Eslováquia, Marrocos, Canadá, Índia, Paquistão, Iran, Turquia, Guatemala, México e Argentina (López et al., 2008). A planta tem um aroma especial que combina muito bem com pratos de frutos do mar. Nos países europeus, os frutos secos do coentro são muito utilizados na indústria de bebidas, como por exemplo, na produção de gin e de produtos alimentares, como o molho *Curry* (Emamghoreishi et al., 2005; Coskuner & Karababa, 2007; Eikani et al., 2007;

Zheljazkov et al., 2008). O coentro possui uma enorme lista de usos medicinais. Quando em infusão é recomendado como moderador de apetite, no combate a insônia e ansiedade, antioxidante e para o controle de convulsões (Msaada et al., 2007). Pode ser utilizado como diurético, calmante, estimulante e afrodisíaco (Rudra et al., 2008). Os frutos do coentro podem ser também utilizados como: anti-séptico, expectorante e analgésico em caso de gastrites e úlceras. Podem entrar em composições para chás laxantes (Oganesyán et al., 2007). No Brasil, é comum o consumo das folhas frescas, principalmente, como tempero de peixes, carnes, saladas e molhos. As populações das regiões Norte e Nordeste são as maiores consumidoras dessa hortaliça condimentar (Filgueira, 1982; Pedrosa et al., 1984, Léo & Sousa, 1997).

O cultivo do coentro é predominante nas zonas periféricas das cidades, em hortas comunitárias, exclusivamente para a produção de massa verde, sendo comercializado em molhos, constituindo uma boa fonte de vitamina C, pró-vitamina A, cálcio e ferro (Haag & Minami, 1998).

Segundo Haag e Minami (1998), por ser uma cultura de ciclo curto (45-60 dias) garante retorno rápido do capital investido, aumenta a renda das famílias envolvidas na exploração, possibilita a utilização da mão-de-obra familiar, sendo uma espécie voltada para agricultura de base familiar.

Em vários estados do Nordeste, o cultivo do coentro é uma atividade de notável alcance social, chegando a se constituir na principal fonte de renda de várias comunidades rurais. O município de Vitória de Santo Antão-PE é considerado o maior produtor de coentro do Brasil (Kaneco, 2006).

O coentro é uma olerícola consumida em diversas regiões do Brasil, porém poucos cultivares estão disponíveis aos produtores e, em algumas

regiões, cultivam-se materiais locais de procedência desconhecida cujas sementes são produzidas pelos próprios agricultores, com baixo nível tecnológico (Pereira & Nascimento, 2003). Por ser uma cultura rústica, o coentro apresenta poucas doenças de importância econômica (Pedrosa et al., 1984). Entretanto, nos últimos anos, principalmente na época chuvosa tem-se observado alta incidência e severidade da queima das folhas, causada por *Alternaria dauci* (Reis et al., 2003), patógeno que pode ser transmitido por sementes (Trigo et al., 1997; Togni et al., 2005).

As sementes de coentro têm grande valor e importância comercial, por tratar-se de planta condimentar largamente utilizada no Brasil (Pereira et al., 2005). A produção de sementes de coentro encontra-se em plena expansão no Brasil (Trigo et al., 1997). Em 2001, cerca de 270 toneladas de sementes desta espécie foram comercializadas no país, com valor aproximado de 2,7 milhões de reais (Virgílio, 2001).

O coentro é pouco exigente em relação a solo (Oliveira et al., 2003). Apenas com a adubação orgânica pode-se obter uma produtividade razoável, no entanto, a aplicação de fósforo e potássio no plantio e nitrogênio em cobertura nos primeiros 20 dias após a semeadura, favorece o rápido crescimento vegetativo das plantas e aumento do volume de folhas produzidas (Figueira, 2002). Entre os macronutrientes, o potássio se destaca como o mais exigido, seguido de nitrogênio e cálcio (Castellane & Araújo, 1994). Diversos autores relatam aumento significativo na produção de folhas com a adubação nitrogenada (Tomar et al., 1994; Singh & Rao, 1994; Baboo & Rana, 1995; Sharma & Israel, 1991).

Devido às condições climáticas da região Nordeste, o coentro é freqüentemente cultivado com o uso da irrigação que, muitas vezes, é proveniente de pequenas fontes (poços e açudes) que podem ter níveis elevados de sais (Medeiros et al., 1998). A qualidade da água utilizada, juntamente com excesso de fertilizantes, freqüentemente causa problemas na produção desta hortaliça, a qual é considerada uma cultura moderadamente sensível a altos valores de salinidade na solução, salinidade esta que pode ser mensurada pela condutividade elétrica (CE) (Ayers & Westcot, 1999). Entretanto, a CE pode ser aumentada tanto pelo acréscimo de NaCl, bem como por fertilizantes e seus efeitos variam entre as espécies vegetais devido ao maior ou menor grau de tolerância à salinidade.

1.2 Cultivo Hidropônico

A hidroponia é uma técnica de cultivo de plantas, sem a utilização de solos, de forma que os nutrientes minerais são disponibilizados às plantas através de uma solução nutritiva balanceada (Bezerra Neto & Barreto, 2000; Martinez, 2002). Esta técnica de cultivo de plantas é muito empregada em pesquisa científica, principalmente por apresentar vantagens no controle das condições de cultivo, como disponibilidade dos nutrientes, água, pH do meio de cultivo, entre outros. O cultivo hidropônico utilizando sais de alta pureza é instrumento fundamental para estabelecer uma correta correlação entre um conjunto de sintomas e o nutriente pesquisado (Cabraia, 2005).

Analisando o crescimento do cultivo hidropônico no mundo, Resh (1996) comenta a crescente expansão desta técnica, que tem permitido o cultivo em

locais onde os solos são improdutivos, tornando estes locais em verdadeiros mananciais de alimentos hortícolas. Em vários países como Estados Unidos, Canadá, Rússia, Austrália, Holanda, Inglaterra e Brasil esta técnica tem sido usada com bastante sucesso, e tem apresentado inclusive, um crescimento relativamente rápido.

Esta grande expansão deve-se as grandes vantagens que a hidroponia apresenta, proporcionando aumentos consideráveis na produtividade, maior precocidade, melhor qualidade do produto, economia de insumos, além de permitir o cultivo durante todo o ano (Castellane & Araújo, 1994; Junqueira et al., 1997).

Todavia, é necessário conhecimento sobre as características do substrato e principalmente da solução nutritiva a se empregar. Para a escolha do tipo de sistema de cultivo a ser utilizado, é necessário saber das propriedades físicas e químicas do substrato, da espécie a ser cultivada e do recipiente que será utilizado (Verdonk et al., 1983; Miner, 1994; Kämpf, 2001; Martinez & Barbosa, 2001). Deve-se considerar também o preço, disponibilidade e a possibilidade de reutilização do substrato (Morgan, 1998; Rober, 2000).

Outro aspecto importante a considerar no cultivo hidropônico é a solução nutritiva, que deverá possuir todos os nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas em quantidades suficientes e equilibradas, visto que o excesso de um determinado nutriente além de causar danos diretos à planta poderá inibir a absorção de outros, causando desta forma distúrbios fisiológicos e prejudicando as características comerciais da planta (Resh, 1996; Martinez, 2002).

1.2.1 Substratos na hidroponia

Substrato é todo material sólido, natural, sintético ou residual, mineral ou orgânico, puro ou em mistura, que proporciona condições favoráveis para o desenvolvimento do sistema radicular (Abad & Nogueira, 1998). O substrato fornece à planta sustentação (Bezerra, 2003). Os substratos podem ter diversas origens, animal (esterco, húmus), vegetal (tortas, bagaços, xaxim, serragem, pó de coco), mineral (vermiculita, perlita, areia) e artificial (espuma fenólica, isopor) (Luz et al., 2000). Dentre as características desejáveis dos substratos, destacam-se: custo, disponibilidade, teor de nutrientes, capacidade de troca de cátions, esterilidade biológica, aeração, retenção de umidade, boa agregação às raízes (torrão) e uniformidade (Gonçalves, 1995).

Normalmente, os substratos em geral são formulados pelos próprios produtores, utilizando diversos materiais, puros ou em misturas, disponíveis nas suas regiões (Backes & Kämpf, 1991). Os materiais mais usados na formulação de substratos são casca de arroz carbonizada/natural, casca de árvores, vermiculita, fibra/pó de coco maduro, húmus de minhoca, composto orgânico, lã de rocha, entre outros. Várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas no sentido de se caracterizar e testar esses materiais e outros com potencial para serem usados como substratos, de maneira criteriosa (Cañizares et al., 2000; Nunes, 2000; Carrijo et al., 2001).

A busca de materiais alternativos para serem usados como substrato tem como objetivo, também, reduzir os efeitos nocivos da retirada de material da natureza. No hemisfério norte, por exemplo, o *sphagnum peat* e o *sedge peat* e a palhada de coníferas (*coniferous forest litter*) são os substratos

preferidos pelos agricultores em virtude de suas excelentes características. Entretanto, a intensa exploração desses materiais tem sido questionada por ecologistas, em virtude dos efeitos danosos para os respectivos ecossistemas de onde são coletados (Barber, 1993).

1.2.2 Concentração de nutrientes no cultivo hidropônico

Para cultivos hidropônicos é usual estimar o teor de nutrientes na solução de forma indireta, medindo sua condutividade elétrica (Verdonck et al., 1981). Segundo Bliska Júnior & Honório (1996), a avaliação da condutividade elétrica tem sido recomendada para a reposição de nutrientes na solução nutritiva, mas não identifica a faixa crítica de nutrientes e quais estão em falta ou em excesso. Como a solução é composta em grande parte por íons minerais, o nível estimado da concentração desses nutrientes pode ser obtido medindo-se a capacidade da solução nutritiva de conduzir corrente elétrica, ou seja, quanto maior a concentração dos íons, maior será a capacidade da solução nutritiva de conduzir corrente elétrica (Staff, 1998).

A condutividade elétrica (CE) é proporcional ao conteúdo total de íons, assim uma queda na CE é acompanhada por uma queda proporcional na quantidade total de íons disponíveis para absorção por parte das raízes (Martinez, 1997). A absorção de água pelas plantas é influenciada pelo potencial osmótico do meio nutritivo (Marengo & Lopes, 2005). Huett (1994) afirma que a condutividade elétrica da solução nutritiva não influencia somente a absorção de água, mas também a absorção de nutrientes, estando ambas intimamente ligadas.

A absorção dos nutrientes é geralmente proporcional a sua concentração na solução próxima às raízes. Portanto, a solução nutritiva deverá conter uma relação entre os nutrientes que permita a absorção de cada um dos nutrientes pela planta, sem detrimento da absorção dos demais (Furlani et al., 1999). Segundo Costa et al. (2001), as mudanças na absorção de água e nutrientes, proporcionadas pela variação da condutividade do meio nutritivo, levam a alterações na fisiologia das plantas. Essas alterações relacionam-se, dentre outros fatores, à abertura estomática e ao aumento ou diminuição da área foliar, estando esses fatores intimamente ligados à eficiência fotossintética, e conseqüentemente, à produção de biomassa pelas plantas.

A troca da solução nutritiva evita o acúmulo de certos nutrientes não absorvidos na mesma proporção que os demais, os quais poderiam interagir negativamente na absorção ou causar toxidez (Bezerra Neto & Barreto, 2000). O problema é mais sério para os micronutrientes, pois o limite entre carência e toxidez muitas vezes é estreito (Martinez, 1997). Existe muita controvérsia com relação ao melhor valor de condutividade elétrica a ser adotado para o cultivo de hortaliças em hidroponia. Esses valores devem variar de acordo com a cultivar adotada, bem como as condições climáticas (Costa et al., 2001).

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no período compreendido entre 28 de outubro de 2007 e 29 de dezembro de 2007 com temperatura média de 28° C e umidade relativa do ar de 85 %. A espécie em estudo foi o coentro, variedade verdão.

O experimento foi conduzido em vasos com volume de 10 dm³, contendo 8 dm³ de substrato. O substrato utilizado foi uma mistura na proporção de 3:1 de pó-de-coco e um substrato comercial (formado por três partes iguais: moinha de carvão vegetal, casca de pinho desestabilizada e vermiculita). O substrato, antes do cultivo, foi submetido a análises químicas, conforme a tabela 1. Para a determinação do pH, utilizou-se água na relação de 1:2,5; do Ca, Mg e Al, extrator KCl 1 mol/L; do P, Na e K, Mehlich 1 e H + Al, extrator acetato de cálcio 0,5 molcL – pH 7,0 (EMBRAPA, 1999).

Tabela 1. Análise do substrato utilizado no experimento.

ph (água - 1:2,5)	P (mg/dm ³)	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H ⁺ + Al ⁺³
-----cmol _c .dm ⁻³ -----							
6,3	22	0,44	0,19	0,00	0,06	0,00	1,57

No fundo dos vasos foi adicionado cerca de um cm de brita de espessura fina, para drenagem através de um orifício de 0,5 cm de diâmetro, localizado na porção inferior dos vasos. Os tratamentos constaram de um arranjo fatorial (7 x 2), sendo sete níveis de condutividade elétrica (0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 dS.m⁻¹) e duas soluções nutritivas (Castellane & Araújo, 1994; Furlani, 1998) com quatro repetições totalizando 56 unidades experimentais.

O preparo das soluções nutritivas se deu da seguinte forma, foi inicialmente preparadas a soluções de maior condutividade elétrica. Após foram realizadas diluições, nas proporções as quais o resultado final era a condutividade desejada. Para confirmar a CE das soluções, foi averiguado utilizando condutivimetro digital. Para identificar a concentração dos nutrientes foram realizados cálculos utilizado os dados iniciais da solução de maior condutividade elétrica e as proporções de diluição (Tabela 2).

Tabela 2. Concentração de nutrientes e condutividade elétrica nas soluções nutritivas de Castellane e Furlani.

Solução Nutritiva de Castellane e Araújo (1994)													
C.E.	N- NO ₃	N- NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	B	Mo	Cu	Zn	Fe	Mn
	mg . L ⁻¹							µg.L ⁻¹					
0,0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,5	46,14	-	12,02	82,58	31,21	4,65	6,20	58,15	9,69	9,69	58,15	969,23	77,54
1,0	87,08	-	22,68	155,86	58,91	8,78	11,71	109,76	18,29	18,29	109,76	1829,37	146,35
1,5	148,87	-	38,78	266,46	100,73	15,01	20,02	187,65	31,27	31,27	187,65	3127,44	250,19
2,0	188,79	-	49,18	337,91	127,71	19,04	25,38	237,97	39,66	39,66	237,97	3966,08	317,29
2,5	243,53	-	63,44	435,91	164,74	24,56	32,74	306,98	51,16	51,16	306,98	5116,25	409,30
3,0	288,06	-	75,04	515,60	194,86	29,05	38,73	363,10	60,52	60,52	363,10	6051,63	484,13
Concentração da Solução Nutritiva Original e sua CE original													
2,48	238	-	62	426	161	24	32	300	50	50	300	5000	400
Solução Nutritiva de Furlani (1998)													
C.E.	N- NO ₃	N- NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	B	Mo	Cu	Zn	Fe	Mn
	mg . L ⁻¹							µg.L ⁻¹					
0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,5	35,02	4,83	7,85	36,83	28,58	7,65	10,47	60,37	12,07	4,03	12,07	402,49	80,49
1,0	82,04	11,32	18,39	86,28	66,95	17,92	24,52	141,44	28,29	9,42	28,29	942,96	188,59
1,5	129,05	17,80	28,93	135,73	105,32	28,18	38,57	222,50	44,50	14,83	44,50	1483,34	296,67
2,0	176,06	24,28	39,46	185,17	143,68	38,45	52,62	303,56	60,71	20,23	60,71	2023,73	404,75
2,5	223,08	30,77	50,00	234,62	182,05	48,72	66,67	384,62	76,92	25,64	76,92	2564,11	512,82
3,0	270,09	37,26	60,54	284,06	220,42	58,99	80,72	465,67	93,14	31,05	93,14	3104,50	620,90
Concentração da Solução Nutritiva Original e sua CE original													
1,84	174	24	39	183	142	38	52	300	60	20	60	2000	400

A semeadura foi realizada diretamente nos vasos, sendo que em cada vaso foram colocadas 32 sementes, em oito orifícios com cerca de 1,0 cm de profundidade, sendo todos os orifícios equidistantes. Após a emissão da segunda folha definitiva foi efetuado um desbaste deixando-se 16 plantas por

vaso. Durante este período as plantas foram irrigadas com água destilada. Após o desbaste, foram iniciados os tratamentos. As plantas foram irrigadas com solução nutritiva, até o início da drenagem. O líquido drenado foi desprezado.

Aos 60 dias após o plantio foi realizada a coleta das plantas as quais foram pesadas, acondicionadas em sacos de papel e em seguida colocadas para secar em estufa com circulação de ar, a uma temperatura de 65 °C até atingir peso constante. Em seguida procedeu-se à determinação da biomassa total.

Para a análise de clorofilas *a* e *b* (Arnon, 1949) foi preparado um extrato da parte aérea fresca com etanol a 80%. Com uma alíquota do extrato etanólico foi realizada a cromatografia de partição visando evitar a interferência dos pigmentos na análise de carboidratos. No extrato aquoso foi realizada a análise de carboidratos solúveis totais (Bezerra Neto & Barreto, 2004).

As amostras secas foram trituradas em moinhos de facas tipo Wiley e analisadas, quanto aos teores de potássio, cálcio, enxofre, fósforo e magnésio, após digestão nitro-perclórica. A determinação de potássio foi feita por fotometria de emissão de chamas (FEC), as de cálcio e magnésio, por espectrofotometria de absorção atômica (EAA) e as fósforo por espectrofotometria de luz visível e enxofre, por turbidimetria, conforme descrito por Malavolta *et al.* (1989) e Miyazawa *et al.* (1984). Para a determinação de nitrogênio utilizou-se o método de Kjeldahl, segundo Malavolta *et al.* (1989). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o software SAEG (UFV, 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de matéria fresca e seca

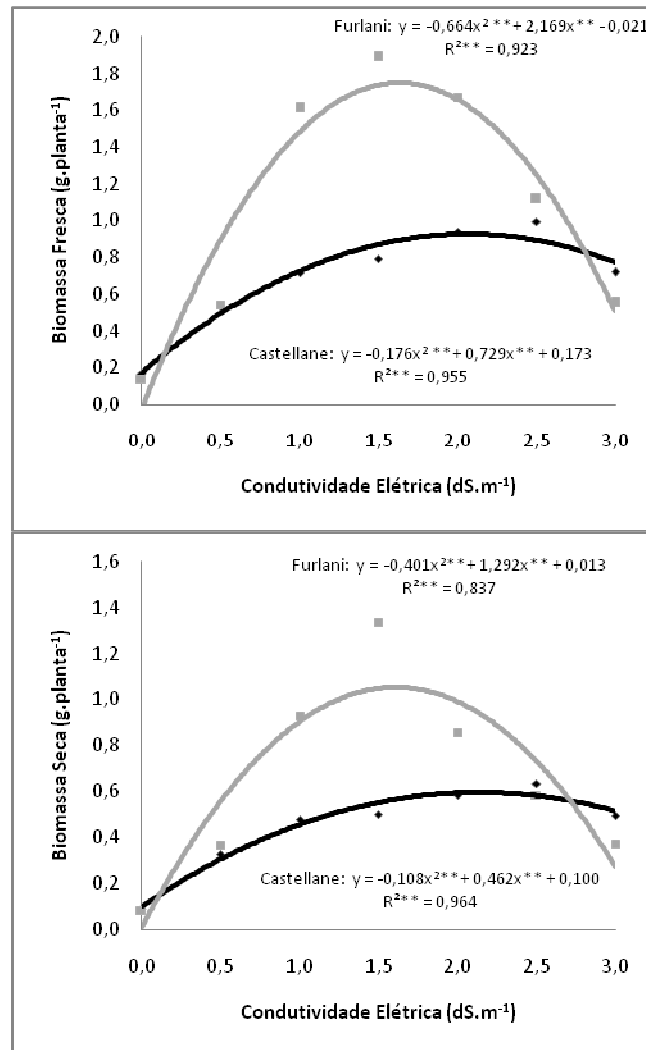


Figura 1. Biomassa fresca-PMF e biomassa seca-PMS de plantas de coentro cultivadas com diferentes níveis de condutividade elétrica (dS.m⁻¹) em duas soluções nutritivas

A produção de matéria fresca apresentou resposta quadrática com o aumento da condutividade elétrica nas soluções nutritivas trabalhadas (Figura 1). Os valores para a produção de matéria fresca na solução de Castellane foram de 0,531; 0,717; 0,791; 0,938; 0,992 e 0,718 g planta⁻¹ para as CE de

0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, respectivamente; sendo a produção máxima estimada na CE na solução nutritiva de 2,07 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, condutividade esta bem próxima da original na solução nutritiva de Castellane, mostrando assim que esta solução se adéqua ao cultivo desta hortaliça, sem necessidade de diluição. Em relação a solução nutritiva de Furlani foram encontrados os seguintes valores para a produção de matéria fresca de 0,367; 0,930; 1,335; 0,855; 0,584; 0,552 g planta^{-1} para as CE de 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, respectivamente. A produção máxima estimada de matéria fresca foi quando a CE da solução nutritiva foi de 1,63 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ (Figura 1). A condutividade original da solução nutritiva de Furlani é de 1,84 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, logo encontra-se elevada para a produção máxima de coentro.

Savvas & Lenz (2000) e Souza *et al.* (2005) trabalhando com berinjela, encontraram maior estimativa de produtividade da parte vegetativa na solução com condutividade elétrica de 2,10 e 2,36 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, respectivamente. Estes resultados mostram que os tratamentos aplicados foram suficientes para a averiguação de nível crítico na produção de biomassa fresca do coentro, que neste trabalho foi de 1,86 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ para a solução de Castellane.

Para a produção de matéria seca das plantas cultivadas na solução de Castellane foram encontrados os seguintes valores: 0,089; 0,326; 0,479; 0,498; 0,633 e 0,493 g planta^{-1} para as CE de 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, respectivamente; sendo a produção máxima estimada de matéria seca, na CE da solução nutritiva de 2,14 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ (Figura 1). Para as plantas cultivados na solução de Furlani, os valores encontrados para matéria seca variaram de 0,082 a 1,335 g planta^{-1} (Figura 1). As plantas cultivadas na solução de Furlani mostraram-se mais sensíveis ao aumento da condutividade elétrica, pois desde

a condutividade de $2,0 \text{ dS.m}^{-1}$ notou-se uma redução na produção de matéria seca, enquanto que na solução de Castellane esta redução foi notada apenas na última condutividade trabalhada. Andriolo *et al.* (2005) trabalhando com alface concluíram que acima de $2,6 \text{ dS.m}^{-1}$ a massa fresca é reduzida, este valor elevado pode ser explicado pela formulação da solução nutritiva e pela variedade vegetal trabalhada.

Grangeiro *et al.* (2003) trabalhando com rúcula em sistema hidropônico encontraram maior peso seco em valores próximos de condutividade ($2,3$ e $2,6 \text{ dS.m}^{-1}$) analisados neste trabalho. Costa *et al.* (2001) encontraram maior produção de matéria fresca em alface quando a condutividade elétrica da solução era de $2,46 \text{ dS.m}^{-1}$, valor próximo ao encontrado no presente trabalho. Os valores encontrados para a maior produção de biomassa, utilizando a solução nutritiva de Castellane, neste trabalho foram de $2,07$ e $2,14 \text{ dS.m}^{-1}$ para biomassa fresca e seca, respectivamente. Todos estes resultados levam a concluir que a maior produção de biomassa fresca e seca de hortaliças folhosas se encontra na faixa de $1,5$ a $2,5 \text{ dS.m}^{-1}$.

Os tratamentos $0,0$ e $3,0 \text{ dS.m}^{-1}$ foram os que menos produziram matéria fresca e seca. Resultado semelhante foi encontrado por Souza *et al.* (2005) quando trabalharam com alfavaca e observaram uma redução na produção de biomassa fresca e seca nos tratamentos de menor e maior força iônica na solução nutritiva. Pode-se observar que o emprego de soluções nutritivas com condutividades baixas ou muito elevadas provocou uma redução significativa na produção de matéria fresca e seca. Tal fato encontra-se relacionado à interferência na nutrição oriunda de uma menor disponibilidade

de nutrientes ou pelo elevado potencial osmótico, o qual acarreta menor absorção de água e, conseqüentemente de nutrientes.

Quando comparadas as duas soluções nutritivas as produções de matéria fresca e seca foram maiores para a solução de Furlani quando sua condutividade elétrica chegou a $1,5 \text{ dS.m}^{-1}$.

Concentração de clorofilas

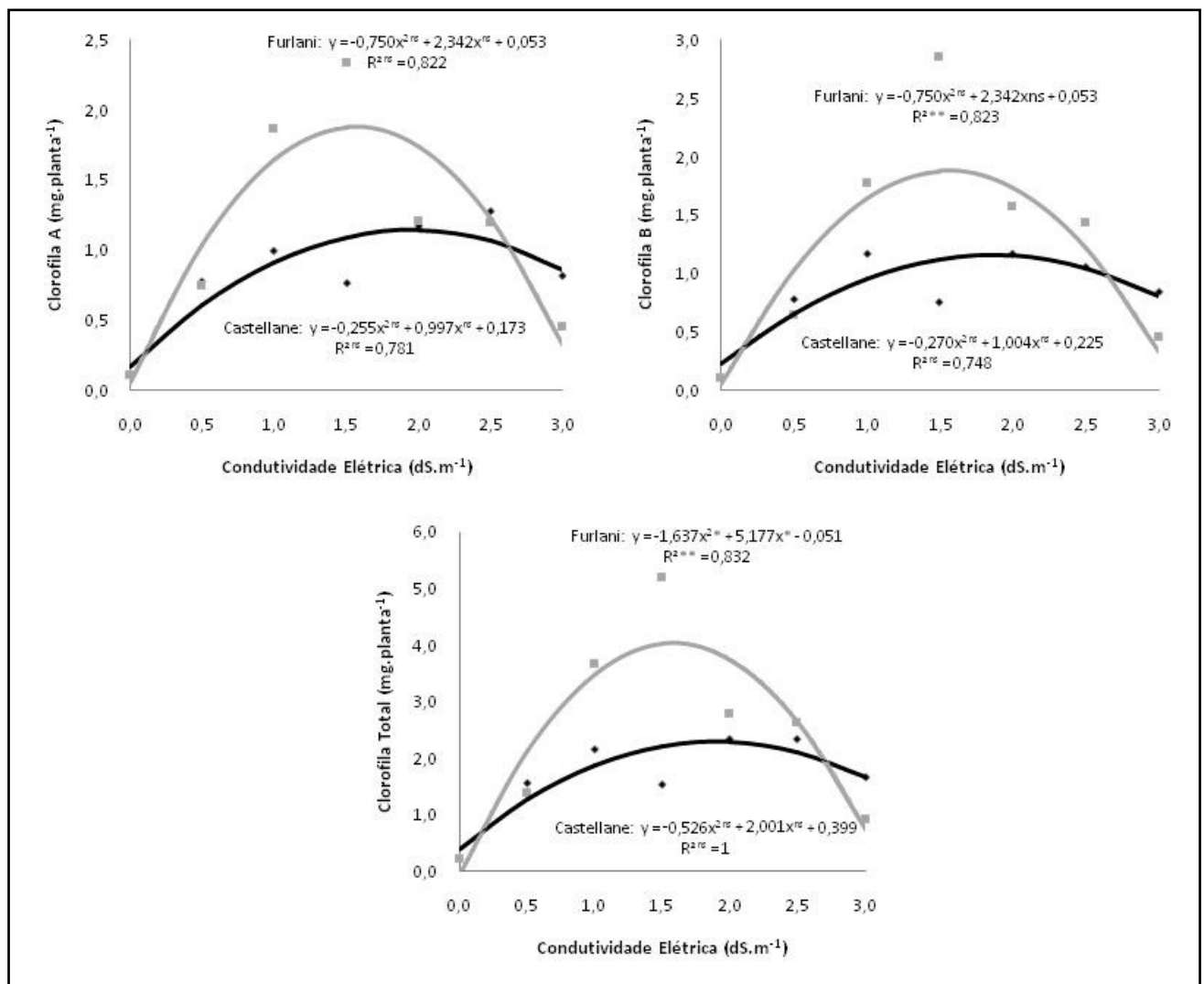


Figura 2. Conteúdo de clorofila *a*, *b* e *total* na parte aérea do coentro cultivado sob diferentes níveis de condutividade elétrica em duas soluções nutritivas.

Quanto à concentração de clorofila, o tratamento com condutividade zero obteve os menores valores para a concentração de clorofila, resultado já esperado, pois aquele era desprovido de qualquer nutriente (Figura 2). Com relação às soluções trabalhadas não houve diferença significativa entre elas. Porém a concentração de clorofila foi mais sensível na solução Castellane, quando esta aumentou a condutividade elétrica, reduzindo a produção deste pigmento a partir da condutividade elétrica de $1,5 \text{ dS.m}^{-1}$, resultado que é ressaltado com a menor produção de biomassa verde utilizando esta solução com condutividade de $3,0 \text{ dS.m}^{-1}$. Os níveis de condutividade trabalhados interferiram na produção deste pigmento, já que a literatura relata: quanto maior a concentração de magnésio, maior é a produção de clorofila.

As plantas sem adubação apresentaram menores teores de clorofila mostrando-se até mesmo com clorose, assim como Lima *et al.* (2001) constataram em plantas de feijão deficientes em nitrogênio. Esse resultado pode ser esperado em vista de que clorofila e nitrogênio se correlacionam positivamente (Malavolta *et al.*, 1997).

Concentração de carboidratos

O teor de carboidratos seguiu a mesma tendência do teor de clorofila no tratamento sem a presença de nutrientes, pois obtive a menor concentração deste soluto orgânico (Figura 2), contudo entre as soluções houve diferenças significativas nos tratamentos intermediários: $1,0$, $1,5$ e $2,0 \text{ dS.m}^{-1}$. Diferentemente do teor de clorofila as plantas cultivadas na solução nutritiva de Furlani foram mais sensíveis quanto ao aumento de carboidratos, sendo o valor

máximo obtido no tratamento 1,5 dS.m⁻¹, enquanto que na solução de Castellane o maior acúmulo foi encontrado no tratamento 2,5 dS.m⁻¹.

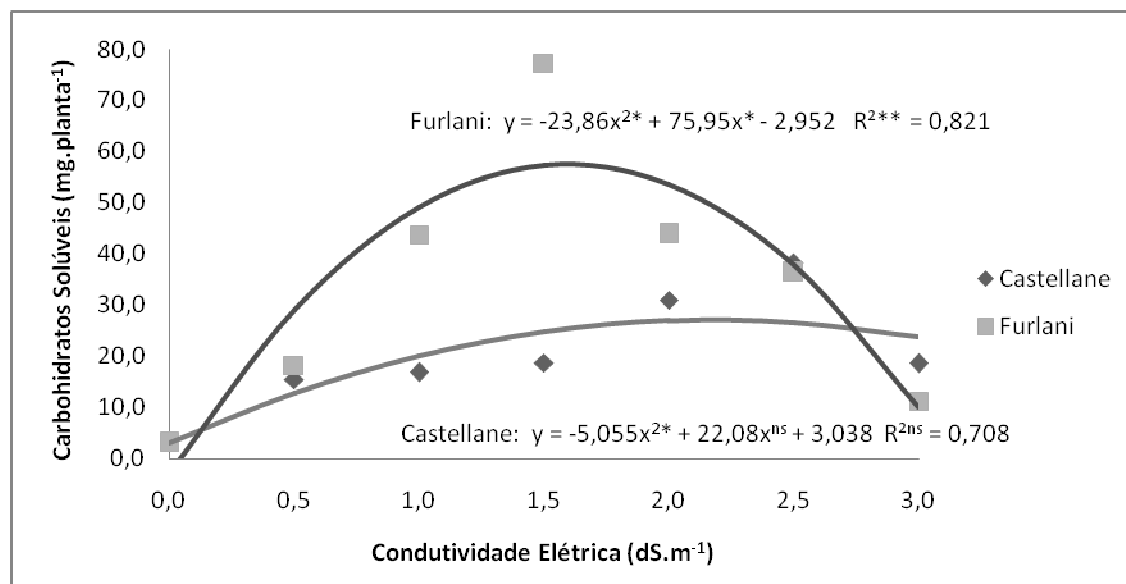


Figura 3. Conteúdo de carboidratos solúveis totais na parte aérea do coentro cultivado sob diferentes níveis de condutividade elétrica em duas soluções nutritivas.

Uma das formas das plantas tolerarem as altas concentrações de nutrientes é o acúmulo de solutos orgânicos, pois auxiliam no ajustamento osmótico, entre eles estão os carboidratos solúveis totais (Garcia *et al.*, 1997). Apesar de não conclusivo, a quantificação deste soluto auxilia no estudo sobre o crescimento do vegetal. Quando relacionados o teor de carboidratos e a produção de matéria fresca e seca percebeu-se que os maiores valores destas variáveis se encontram no mesmo tratamento e que existe um teor limítrofe de condutividade elétrica a partir do qual se desencadeia o acúmulo deste composto. Porém, possivelmente não ocorreu ajustamento osmótico, pois apesar do aumento no teor de carboidratos, a produção de biomassa fresca e

seca foi inversamente proporcional ao aumento da concentração de nutrientes na solução nutritiva.

Concentração de nutrientes

As maiores concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio e cálcio nas plantas de coentro cultivadas na solução nutritiva de Castellane foram na CE 2,0. Para enxofre as plantas acumularam mais na CE de 2,5 da solução de Castellane. Já as maiores concentrações de potássio, fósforo, nitrogênio e cálcio nas plantas cultivadas na solução nutritiva de Furlani foram encontrados na CE de 1,5.

Possivelmente a quantidade de nitrogênio fornecida não foi suficiente para promover modificações nas suas concentrações, pois a cultura responde mais ao fornecimento de nitrogênio. Sua deficiência retarda o crescimento da planta, as folhas mais velhas ficam totalmente amarelas. Todavia, o excesso de nitrogênio é altamente prejudicial, podendo torna-se tóxico, além de dificultar a absorção de outros nutrientes (Garcia *et al.*, 1982; Katayama, 1993; Filgueira, 2002) e nenhum dos dois casos foram encontrados no neste trabalho.

Quanto ao fósforo especificamente, as quantidades exigidas são geralmente baixas, principalmente quando comparadas com o nitrogênio e o potássio. Entretanto, apesar dessa baixa exigência, a resposta às doses de fertilizantes é geralmente alta (Novais & Smyth, 1999).

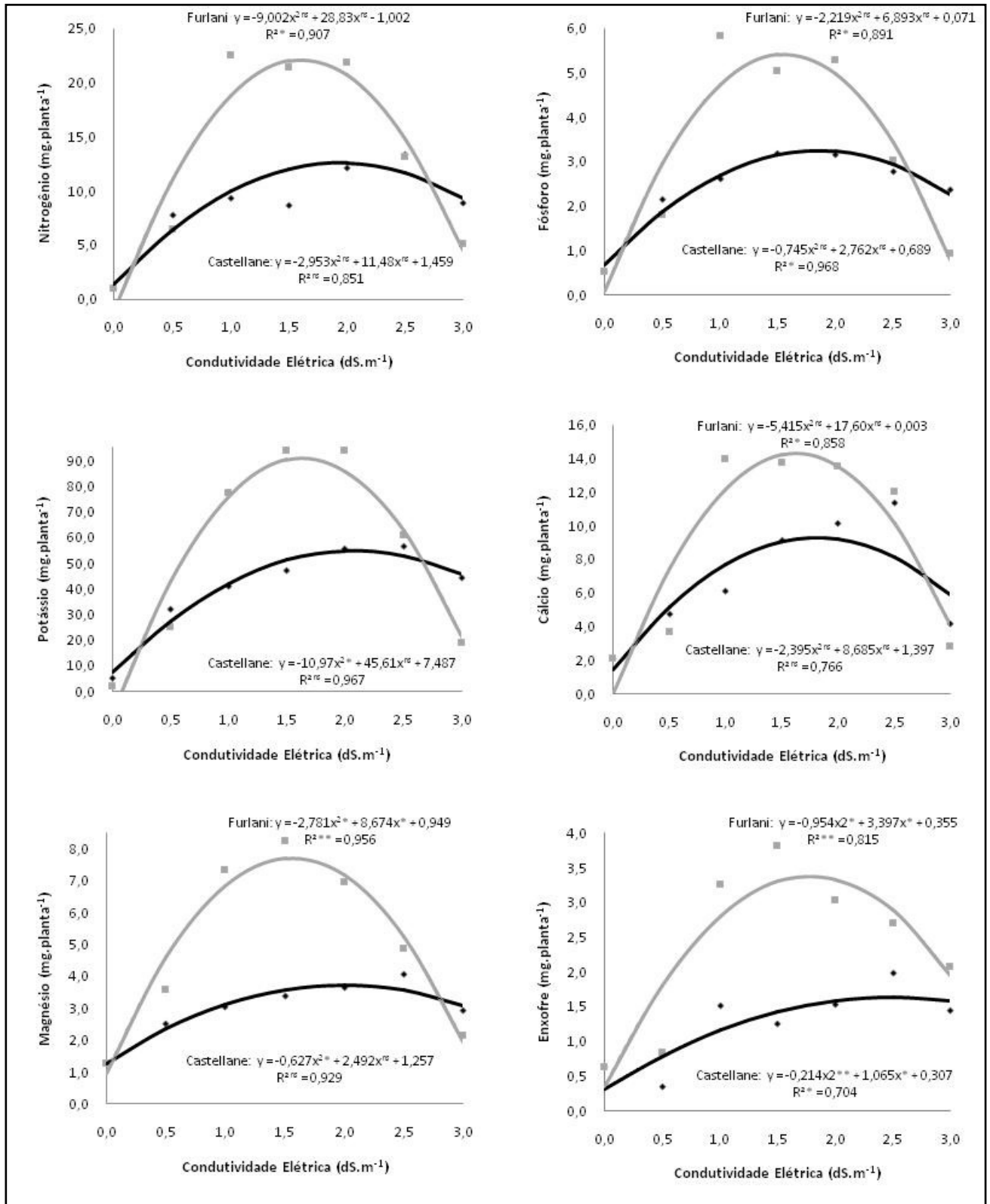


Figura 4. Conteúdo de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte aérea de plantas de coentro cultivadas em soluções nutritivas de Castellane e Furlani com sete diferentes níveis de condutividade elétrica.

Filgueiras *et al.* (2002) trabalhando com alface encontraram os menores valores de nitrogênio, potássio e enxofre na solução com condutividade $1,0 \text{ dS.m}^{-1}$, resultado igual ao encontrado neste trabalho, já que os menores valores para nitrogênio e potássio foram encontrados no tratamento $0,0 \text{ dS.m}^{-1}$ e, para enxofre no tratamento $0,5 \text{ dS.m}^{-1}$, ou seja nos tratamentos com as menores concentrações de nutrientes, assim os dois trabalhos podem afirmar que os menores valores destes nutrientes encontraram-se nos tratamentos onde a condutividade elétrica da solução nutritiva foi menor.

Pierre & Bower (1943 apud Filgueiras *et al.*, 2002) após revisar vários trabalhos referentes ao antagonismo entre íons, verificaram que na maioria das vezes o potássio possui uma maior habilidade competitiva que os outros cátions, e o decréscimo no teor de potássio devido a alta concentração de outros cátions não é tão pronunciado como é o efeito de potássio sobre a absorção de cálcio ou magnésio.

Souza *et al.* (2005) trabalhando com berinjela e diferentes níveis de condutividade elétrica, encontraram a mesma tendência de aumento para o íon potássio e de redução para o magnésio concomitantemente ao aumento da condutividade elétrica. Reafirmando, portanto, que estes íons são antagônicos (Malavolta, 2006).

De modo geral, a condutividade elétrica alterou a concentração dos macronutrientes, porém não provocou distúrbios no vegetal, já que nenhum dos íons avaliados teve seus valores negativos ou em excesso para a cultura do coentro. Assim é válido que as soluções originais podem ser utilizadas para a produção de coentro hidropônico.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo das respostas bioquímicas e nutricionais de hortaliças, bem como os dados de seu crescimento quando submetido a diferentes concentrações de nutrientes, ainda é escasso, principalmente quando se trata de uma espécie com grande variabilidade quanto às características de interesse agrônomo. As repostas do coentro às diferentes soluções nutritivas encontradas nesta pesquisa comprovam a necessidade de mais estudos nesta área.

De um modo geral, a solução de Furlani proporcionou maior produção de biomassa fresca e seca, porém as plantas foram mais sensíveis ao aumento da condutividade elétrica na solução nutritiva de Furlani do que na solução nutritiva de Castellane.

O acúmulo de açúcares, tão amplamente relatado na literatura por colaborar com mais de 50% dos solutos envolvidos no ajustamento osmótico de várias espécies, não foi observado no coentro. Apenas observou-se uma tendência de aumento nos açúcares em níveis de condutividade superior a $1,5 \text{ dS.m}^{-1}$ na solução nutritiva de Furlani, enquanto que na solução nutritiva de Castellane não houve diferenças significativas.

O potencial osmótico das soluções nutritivas, estimado em termos de condutividade elétrica alterou a concentração dos macronutrientes, porém não provocou distúrbios no vegetal, já que nenhum dos íons avaliados teve seus valores deficientes ou em excesso para a cultura do coentro. Assim é válido que as soluções originais podem ser utilizadas para a produção de coentro hidropônico.

Portanto, é recomendável o uso de soluções de concentração iônica original para o cultivo de coentro em sistema hidropônico NFT, nas condições climáticas em que foi desenvolvido este trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD, M; NOGUEIRA, P. Substratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. In: CADAHÍA, C. (Coord.) **Fertirrigation: cultivos hortícolas y ornamentales**. Ediciones. 1998. 328p.

ANDRIOLO, JL; LUZ, GL; WITTER, MH; GODOI, RS; BARROS, GT; BORTOLOTTO, OC. Growth and yield of lettuce plants under salinity. **Horticultura Brasileira**, 23: 931-934. 2005.

ARNON, DI. Cooper enzymes in isolated chloroplasts: polyphrenol oxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, 24: 1-15. 1949.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB. 1999. 153p.

BABOO, R.; RANA, N.S. Effect of cutting management, nitrogen and phosphorus on growth and yield of coriander (*Coriandrum sativum*). **Indian Journal of Agronomy**, v. 40, n. 2, p. 253- 255, 1995.

BACKES, M.A.; KÄMPF, A.N. Substratos à base de composto de lixo urbano para a produção de plantas ornamentais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.4/5, p.753-758, 1991.

BARBER, K.E. Peatlands as scientific archives of past biodiversity. **Biodiversity Conservation**, London, v.2, p.474-489, 1993.

BARROS JUNIOR, A.P.; BEZERRA NETO, S.; NEGREIROS, M.Z.; OLIVEIRA, E.Q.; SILVEIRA, L.M.; CÂMARA, M.J.T. Desempenho agrônômico de cultivares comerciais de coentro em cultivo solteiro sob condições de temperatura elevada e ampla luminosidade. **Caatinga**, v.17, n.2, p.82 – 86, 2004.

BENINCASA, MMP. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP. 42 p. 2003.

BENOIT, F; CEUSTERMANS, N. Recommendations for the commercial production of butterhead lettuce in NFT. **Soiless Culture**, 5: 12. 1989.

BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L.P. **Técnicas de cultivo hidropônico**. Recife: UFRPE. 2000. 48p.

BEZERRA NETO, E; BARRETO, LP. **Métodos de análises químicas em plantas**. Recife: UFRPE. 149 p. 2004.

BEZERRA, F.C. Produção de Mudanças de Hortaliças em Ambiente Protegido. **Documentos 72** , 22p. 2003.

BLISKA JUNIOR, A.; HONÓRIO, S.L. **Cartilha Tecnológica de Hidroponia**. Campinas: Unicamp, 1996. 43p.

CAMBRAIA, J. Aspectos bioquímicos, celulares e fisiológicos dos estresses nutricionais em plantas. In: NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAUJO. E.L.; WILLADINO, L.G.; CAVALCANTE, U.M.T **Estresses ambientais danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE, 2005. p.127-137.

CAÑIZARES, K.A.L.; COSTA, P.C.; GOTO, R.; VIEIRA, A.R.M. Produção de mudas de pepino em diferentes substratos e solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, v. 18, suplemento, p.778-779, 2000.

CARRIJO, O.A.; REIS, N.V.B.; MAKISHIMA, N.; MOITA, A.W. Avaliação e modelos de casa de vegetação para o cultivo de tomateiro na região de Brasília. **Horticultura Brasileira**, v.19, suplemento, 2001.

CASTELLANE, P.D.; ARAÚJO, J.A.C. **Cultivo sem solo: Hidroponia**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 43p.

COSKUNER, Y.; KARABABA, E. Physical properties of coriander seeds (*Coriandrum sativum* L.). **Journal of Food Engineering**, v.80, p.408-416, 2007.

COSTA, P.C.; DIDONE, E.B.; SESSO, T.M.; CAÑIZARES, K.A.L.; GOTO, R. Condutividade elétrica da solução nutritiva e produção de alface em hidroponia. **Scientia Agricola**, v.58, n.3, p.595-597. 2001.

COSTA, PC; DIDONE, EB; SESSO, TM; CAÑIZARES, KAL; GOTO, R. Condutividade elétrica da solução nutritiva e produção de alface em hidroponia. **Scientia Agricola**, 58: 595-597. 2001.

EIKANI, M.H.; GOLMOHAMMAD, F.; ROWSHANZAMI, S.; Subcritical water extraction of essential oils from coriander seeds (*Coriandrum sativum* L.). **Journal of Food Engineering**, v.80, p.735-740, 2007.

EMAMGHOREISHI, M., KHASAKI, M., AAZAM, M.F. *Coriandrum sativum*: Evaluation of its anxiolytic effect in the elevated plus-maze. **Journal of Ethnopharmacology**, v.96, p.365–370, 2005.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; **Manual de análises químicas de solos**, plantas e fertilizantes, 1999, 370p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de Olericultura**: cultura e comercialização de hortaliças, v.2. São Paulo: Agronomica Ceres, 1982, 357p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2002. 402p.

FILGUEIRAS, RC; TAKAHASHI, H W; BENINNI, ERY. Produção de alface hidropônico em diferentes condutividades elétricas. **Semina: Ciências Agrárias**, 23: 157-164. 2002.

FURLANI, P.R.; BOLONHEZI, D.; SILVEIRA, L.C.P.; FAQUIM, V. Nutrição mineral de hortaliças, preparo e manejo de soluções nutritivas. **Revista Informe Agropecuário**, v.20, n.200/201, p.90-98, 1999.

FURLANI, PR; BOLONHEZI, D; SILVEIRA, LCP; FAQUIM, V. Nutrição mineral de hortaliças, preparo e manejo de soluções nutritivas. **Revista Informe Agropecuário**, 20:90-98. 1999.

GARCIA, AB; ENGLER, JDA; IYER, S; GERATS, T; VAN MONTANGU, M; CAPLAN, AB. Effects of osmoprotectants upon NaCl stress in rice. **Plant Physiology**, 115: 159-169. 1997.

GARCIA, LLC; MINAMI, K; DECHEN, AR. Nutrição mineral de hortaliças, XLIX. Concentração e acúmulo de macronutrientes em alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Brasil 48 e Clause's Aurélia. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, 39: 455-484. 1982.

GONÇALVES, A.L. Recipientes, embalagens e acondicionamentos de mudas de plantas ornamentais. In: MINAMI, K. (Ed.) **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T.A. Queiroz, 1995. 128p.

GRANGEIRO, LC; COSTA, CC; CECÍLIO FILHO, AB; GRILLI, GVG; COELHO, RL; BERGAMIN, LG. Produção de rúcula em hidroponia com diferentes concentrações de cobre. **Horticultura Brasileira**, 21: 69-72. 2003.

HAAG, H.P.; MINAMI, K. **Nutrição mineral de hortaliças**. Campinas: Fundação Cargill, 1998, 29p.

HUETT, D.O. Growth, nutrient uptake and tipburn severity of hidroponic lettuce in response to electrical conductivity and K:Ca ratio in solution. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.45, p.251-267, 1994.

JUNQUEIRA, A.M.R.; LIMA, J.A.; PEIXOTO, J.R. **Hidroponia: cultivo sem solo**. Brasília: UnB. Curso de Extensão da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. 1997. 31p.

KÄMPF, A.N. Análise física de substratos para plantas. In: BOLETIM INFORMATIVO-SBCS. **Substratos para plantas: um desafio para a ciência do solo**. Viçosa: SBCS - Boletim Informativo, v.26, n.1, p.5-7, 2001.

KÄMPF. A.N.; FERMINO, H.H. (Ed.) **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, 2000. 312p.

KANECO, M.G. Produção de coentro e cebolinha em substratos regionais da Amazônia à base de madeira em decomposição (Paú). **Dissertação de mestrado** (Universidade de Brasília) 58 f. 2006.

KATAYAMA, M. Nutrição e adubação da alface, chicória e almeirão. In: FERREIRA, M E; CASTELLANE, P D; CRUZ, MCP. **Nutrição de hortaliças**.

Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p.141-148. 1993.

LÉDO F.J.S.; SOUSA J.A. Coentro (*Coriandrum sativum* L.). In: CARDOSO MO; **Hortaliças não convencionais da Amazônia**. Brasília, Embrapa, p. 127-132. 1997.

LIMA, EV; ARAGÃO, CA; MORAIS, OM; TANAKA, R; GRASSI FILHO, H. Adubação NK no desenvolvimento e na concentração de macronutrientes no florescimento do feijoeiro. **Scientia Agricola**, 58: 125-129. 2001.

LÓPEZ, P.A.; WIDRLECHNER, M.P.; SIMON, P.W.; RAI, S.; BOYLSTON, T.D.; ISBELL, T.A.; BAILEY, T.B.; GARDNER, C.A.; WILSON, L.A. Assessing phenotypic, biochemical, and molecular diversity in coriander (*Coriandrum sativum* L.) germplasm. **Genet Resour Crop Evol.**, v.55, p.247-245, 2008.

LUZ, J.M.Q.; PAULA, E.C.; GUIMARÃES, T.G. Produção de mudas de alface, tomateiro e couve-flor em diferentes substratos comerciais. **Horticultura Brasileira**, v.18, p.579-581, 2000.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres. 638 p. 2006.

MALAVOLTA, E; VITTI, GC; OLIVEIRA, SA. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. POTAFOS, 201 p. 1989.

MALAVOLTA, E; VITTI, GC; OLIVEIRA, SA. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós. 308 p. 1997.

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia Vegetal: Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa: Ed.UFV, 2005. 451p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 867 p. 1995.

MARTINEZ, H.E.P. **Formulação de soluções nutritivas para cultivos hidropônicos comerciais**. Jaboticabal: Funep, 1997.

MARTINEZ, H.E.P. **O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa.** Viçosa: UFV Editora, 2002. 61p.

MARTINEZ, H.E.P.; BARBOSA, J.G. **O uso de substratos em cultivos hidropônicos.** Viçosa: UFV, 2001. 49p. (UFV. Cadernos Didáticos, 42)

MEDEIROS, J.F.; MEDEIROS, D.S.; PORTO FILHO, F.Q.; NOGUEIRA, I.C.C. Efeitos da qualidade da água de irrigação sobre o coentro cultivado em substrato inicialmente salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, n.2, p.22-26, 1998.

MINER, J. A. **Substratos: propiedades y caracterización.** Madrid: Mundi-Prensa. 1994. 172p.

MIYAZAWA, M; PAVAN, MA; BLOCH, MFM. 1984. Avaliação de métodos com e sem digestão para a extração de elementos em tecidos de plantas. **Ciência e Cultura**, 36: 1953-1958.

MORGAN, L. **Hydroponic substrates:** practical hydroponics and greenhouses. Narrabeen: casp, p.20-31. 1998.

MSAADA, K.; HOSNI, K.; TAARIT, M. B.; CHAHED, T.; KCHOUK, M.E.; MARZOUK, B. Changes on essential oil composition of coriander (*Coriandrum sativum* L.) fruits during three stages of maturity. **Food Chemistry**, v.102, p1131–1134, 2007.

NASCIMENTO, W.M. Cresce o consumo de sementes de coentro. **Seed News**, v.8, p.14, 2004.

NASCIMENTO, W.M.; PEREIRA, R.S.; FREITAS, R.A.; BLUMER, L.; MUNIZ, M.F.B. Colheita e armazenamento de sementes de coentro. **Pesq. agropec. bras.**, v.41, n.12, p.1793-1801, 2006.

NOVAIS, RF; SMYTH, TJ. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais.** Viçosa-MG, 399 p. 1999.

NUNES, M.U.C. Produção de mudas de hortaliças com o uso da plasticultura e do pó de coco. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2000. 29p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. **Circular Técnica**.

OGANESYAN, E.T.; NERSESYAN, Z.M.; PARKHOMENKO, A.Y.; Chemical composition of the above-ground part of *Coriandrum sativum*. **Pharmaceutical Chemistry Journal**, v.41, n.3, p.149-153, 2007.

OLIVEIRA, A.P.; PAIVA SOBRINHO, S.; BARBOSA, J.K.A.; RAMALHO, C.I.; OLIVEIRA, A.L.P. Rendimento de coentro cultivado com doses crescentes de N. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 1, p. 81-83, 2003.

PAIVA, R. **Fisiologia de plantas ornamentais**. Lavras: UFLA/FAECPE. 88 p. 2000.

PEDROSA J.F.; NEGREIROS M.Z.; NOGUEIRA I.C.C. Aspectos gerais da cultura do coentro. **Informe Agropecuário**, v.10, n. 120, p.75-78. 1984.

PEREIRA, R.S.; MUNIZ, M.F.B.; NASCIMENTO, W.M. Aspectos relacionados à qualidade de sementes de coentro. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.3, p.703-706, 2005.

PEREIRA, R.S.; NASCIMENTO, W.M. Avaliação da qualidade física e fisiológica de sementes de coentro. **Horticultura Brasileira**, v.21, suplemento CD-Rom, 2003.

REIS A.; BOITEUX L.S.; SILVA P.P.; CÂMARA M.P.S. *Alternaria dauci*, agente de manchas foliares em salsa e coentro no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v.28, p.202-203. 2003

RESH, H.M. **Hydroponic food production**. Califórnia: Woodbridge Press, 1996. 527p.

RESH, HM. **Cultivos hidropônicos**. Madrid: Ediciones Mundi Prensa. 318 p. 1992.

ROBER, R. Gärtnerische substrates: möglichkeiten und grenzen ihrer herstellung. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. **Substrato para plantas**: a

base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Gênese, 2000. p.105-121.

RUDRA, S.G.; SAKAR, B.C.; SHIVHARE, U.S. Thermal degradation kinetics of chlorophyll in pureed coriander leaves. **Food Bioprocess Technol.**, v.1, p.91-99, 2008.

SAGE, RF. The evolution of C4 photosynthesis. **New Phytologist**, 161: 341–370. 2004.

SAVVAS, D; LENZ, F. Influence and NaCl concentration in the nutrient solutions on mineral composition of eggplants grown in sand culture. **Angewandte Botany**, 70: 124-127. 1996.

SHARMA, R.N.; ISRAEL, S. Effect of date of sowing and level of nitrogen and phosphorus on growth and seed yield of coriander (*Coriandrum sativum L.*). **Indian Journal of Agronomy**, v. 36, n. 2, p. 180 -184, 1991.

SINGH, S.D.; RAO, J.S. Yield-water-nitrogen response analysis in coriander. **Annals of Arid Zone**, v. 33, n. 3, p. 239-243, 1994.

SOUZA, VS; SOARES, I; CRISÓSTOMO, LA; SILVA, LA; HERNANDEZ, FFF. Influência da condutividade elétrica da solução nutritiva na acumulação de matéria seca e teores de nutrientes em berinjela cultivada em pó de coco. **Revista Ciência Agronômica**, 36: 123 – 128. 2005.

STAFF, H. **Hidroponia**. Cuiabá: SEBRAE/MT, 1998.

TOGNI D.A.J.; FRARE V.C.; MORAES M.H.D.; MELO P.C.T.; MENTEN J.O.M. Incidência e transmissão de patógenos em sementes de coentro (*Coriandrum sativum L.*). **Summa Phytopathologica**, v. 31, n.76, suplemento, 2005.

TOMAR, S.S.; GUPTA, K.P.; ABBAS, M.; NIGAM, K.B. Effect of irrigation and fertility levels on growth and yield of coriander (*Coriandrum sativum*). **Indian Journal of Agronomy**, v. 39, n. 3, p. 442-447, 1994.

TRIGO M.F.O.O.; TRIGO L.F.N.; PIEROBOM C.R. Fungos associados às sementes de coentro (*Coriandrum sativum* L.) no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, n.19, p.214-218, 1997.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. SAEG - **Sistema de análises estatísticas e genéticas (Versão 9.0)**. Viçosa: UFV 150 p. (Manual do usuário). 2000.

VERDONCK, O.; PENNINGCK, R.; DE BOOT, M. The physical properties of different horticulture substrates. **Acta Horticulture**, v.150, p.155-160, 1983.

VERDONCK, O.; VLEESCHAUWER, D.; BOODT, M. The influence of the substrate to plant growth. **Acta Horticulturae**, v.126, p.251-258, 1981.

VIRGÍLIO, I.G.F. Sementes da mudança. **Agroanalysis**, p.13-15, 2001.

ZHELJAZKOV, V.D.; PICKETT, K.M.; CALDWELL, C.D.; PINCOCK, J.A.; ROBERTS, J.C.; MAPPLEBECK, L. Cultivar and sowing date effects on seed yield oil composition of coriander in Atlantic Canada. **Industrial crops and products**, *In press*, 2008.