

**CULTIVO HIDROPÔNICO DE ALFACE COM SOLUÇÕES
ORGANOMINERAIS APROPRIADAS A AGRICULTURA FAMILIAR**

CARISA ROCHA DA SILVA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA

CAMPINA GRANDE – PB

ABRIL DE 2016

CULTIVO HIDROPÔNICO DE ALFACE COM SOLUÇÕES ORGANOMINERAIS APROPRIADAS A AGRICULTURA FAMILIAR

CARISA ROCHA DA SILVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba / Embrapa Algodão, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias / Área de Concentração: Agrobioenergia e Agricultura Familiar.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes

**CAMPINA GRANDE – PB
ABRIL DE 2016**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S586c Silva, Carisa Rocha da

Cultivo hidropônico de alface com soluções organominerais apropriadas a agricultura familiar [manuscrito] / Carisa da Rocha Silva. - 2016.

85 p. : il. color.

Digitado.

Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2016.

"Orientação: Prof. Drº Pedro Dantas Fernandes, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa em Ciências Agrárias".

1. Lactuca sativa. 2. Hidroponia. 3. Teor de nitrato. 4. Microbiologia. I. Título.

21. ed. CDD 635.5

**CULTIVO HIDROPÔNICO DE ALFACE COM SOLUÇÕES
ORGANOMINERAIS APROPRIADAS A AGRICULTURA FAMILIAR**

CARISA ROCHA DA SILVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba / Embrapa Algodão, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias / Área de Concentração: Agrobioenergia e Agricultura Familiar.

Aprovada em 31 de março de 2016

Banca examinadora:



Prof. Dra. Lúcia Helena Garófalo Chaves – UFCG
(Membro externo)



Prof. Dra. Élide Barbosa Corrêa - UEPB
(Membro interno)



Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes – UEPB
(Orientador)

Aos meus queridos mestres e pais Antônio José da Silva e Maria de Lourdes R. O. da Silva, pelo amor, carinho, luta e dedicação na minha formação pessoal e profissional.

Aos meus amados Victor, Danilo, Érick, Tayane e Fábio, pela oportunidade que Deus me deu de tê-los como parte do meu coração.

Dedico!

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Nessa louca jornada pela busca do conhecimento passamos por diversas pedras em nosso caminho...É nele que encontramos anjos que nos guiam, e fazem-nos lembrar que não devemos jamais desistir de lutar por nossos sonhos.

O meu muito obrigada aos queridos Doutores Pedro Dantas Fernandes, Josely Dantas Fernandes e Antônio Fernandes Monteiro Filho.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me abençoar e por sempre ter mostrado uma luz nos momentos difíceis da minha vida; à grandiosa Maria por sempre controlar as minhas emoções nos mais diversos momentos.

Aos meus pais (Antônio e Lourdes), pelo quais tenho um grande respeito, amor e gratidão por me proporcionarem todas as condições fundamentais para conseguir lutar na vida, acreditando e dando-me a oportunidade de conhecer minha força.

Aos meus amados irmãos Victor e Danilo pelas palavras de motivação, auxílio de um modo geral e muito companheirismo durante essa fase da minha vida.

Ao meu querido amado e tão esperado sobrinho Érick, a quem tenho grande carinho e que muito me motiva na busca de ser alguém melhor.

Ao meu nenego Fábio por todas as noites mal dormidas, e por aguentar tanto choro e estresse. Obrigada por todo apoio em todas as horas.

À outra metade da minha família Tayane, Vó Zefinha, Nina, Dona Rosa, Sr David, Isabela, Flávio, Fabrício e Bruna por toda companhia e bem estar que me proporcionam.

Em nome da minha família em geral que muito acredita em mim, agradeço de uma forma especial aos Jesus e ao “Trio Parada Dura” Vanderleya, Marcos e Jully.

À Tia Beth, Adely, Azuluz, Jéssica - eterna vizinha, Dani Flor e Josilda pela paciência e choro principalmente durante o período de dificuldades, pelo amor, atenção e ajuda no meu crescimento profissional e pessoal durante esse período de convivência, meu muito obrigado.

Aos docentes e discentes do Mestrado em Ciências Agrárias 2014.1, em especial as “Princesinhas das Agrárias” pelo carinho, motivação e as horas de risos que me proporcionaram.

À Universidade Estadual da Paraíba. Aos queridos Iuri e Vilma pela dedicação e paciência, muito obrigado e que Deus lhe pague. Ao curso de Pós Graduação em Ciências Agrárias pela oportunidade oferecida e a Capes pelo apoio financeiro oferecido durante esse ano.

À UFCG, em nome da Professora Dra. Lúcia Helena por ter cedido o laboratório para as análises.

Aos Funcionários da UEPB Campus Lagoa Seca, que muitos me auxiliaram em momentos estratégicos, em especial ao almoço da Dona Rejane que muitas vezes me proporcionara momentos mais sorridentes.

Às Doutoradas Élide Corrêa e Lúcia Helena, meus respeitosos agradecimentos pela contribuição e disposição de tempo para participação da banca.

Aos amigos Paulistas e Paraibanos. E a todos que de alguma forma me ajudaram a chegar até aqui. Meu muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VII
LISTA DE FIGURAS	IX
RESUMO	XI
ABSTRACT	XII
1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivos específicos	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1 Agricultura Familiar	16
3.2 A alface	18
3.3 Cultivo hidropônico	18
3.3.1 Soluções hidropônicas.....	20
3.4 Ferramenta Solver	21
3.5 Acúmulo de nitrato na alface	22
3.5.1 O nitrato e a saúde humana.....	23
3.6 Qualidade sanitária da alface	23
3.7 Importância socioeconômica	24
4. MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 Localização e instalação do experimento	26
4.2 Descrição do experimento	27
4.2.1 Produção de mudas.....	27
4.2.1 Preparo e manejo da solução nutritiva.....	28
4.3 Variáveis avaliadas da alface	32
4.3.1 Natureza Vegetativa.....	32
4.3.2 Produção.....	33
4.3.3 Análise do teor de nitrato nas folhas.....	34
4.3.4 Análise microbiológica.....	34
4.4 Variáveis avaliadas das soluções nutritivas	35
4.5 Análise estatística	36
4.6 Viabilidade econômica	36
4.6.1 Custos de operação.....	36
4.6.2 Depreciação da estufa e equipamentos	36

4.6.3 Indicadores de rentabilidade.....	37
5. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	41
5.1 Natureza Vegetativa.....	41
5.1.1 Número de Folhas (NF)	42
5.1.2 Diâmetro da Cabeça (DCC)	45
5.1.3 Diâmetro do Caule (DC)	47
5.2 Variáveis de Produção.....	50
5.2.1 Massa Verde (MVF) e Seca (MFS) Foliar	51
5.2.2 Massa Verde (MVR) e Seca (MSR) Radicular.....	56
5.3 Análise do teor de nitrato nas folhas.....	58
5.4 Análise Microbiológica.....	62
5.5 Viabilidade econômica.....	65
5.5.1 Rentabilidade da produção.....	67
6. CONCLUSÕES.....	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Composição química das soluções nutritivas mineral e modificadas, segundo as recomendações de Bernardes (1997).....	29
Tabela 2:	Composição química da água de reservatório (água de chuva).....	30
Tabela 3:	Composição química do biofertilizante para a formulação da solução Bernardes modificada (BO).....	30
Tabela 4:	Quantitativos dos fertilizantes utilizados no preparo de 360L das soluções nutritivas estoque.....	31
Tabela 5:	Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), diâmetro da cabeça (DCC) e diâmetro do caule (DC) em variedades de alface para diferentes soluções (BM = Bernardes mineral; BO = Bernardes modificada)...	41
Tabela 6:	Resumo da análise de variância para massa verde das folhas (MVF), massa seca das folhas (MSF), massa verde da raiz (MVR) e massa seca da raiz (MSR) em variedades de alface para diferentes soluções (BM = Bernardes mineral; BO = Bernardes modificada).....	50
Tabela 7:	Variação da produção das variedades de alface (Thaís, Vanda e Verônica) submetidas à solução Bernardes modificada (BO) sob diferentes níveis de salinidade em relação à testemunha (Bernardes Mineral a $1,7\text{dSm}^{-1}$).....	54
Tabela 8:	Relação das massas de matéria seca radicular e da parte aérea das variedades de alface (Thaís, Vanda e Verônica), submetidas à solução Bernardes mineral ($1,7\text{dSm}^{-1}$) e a solução Bernardes modificada (BO) sob diferentes níveis de condutividade.....	58
Tabela 9:	Resumo da análise de variância para Nitrato em massa seca foliar (NMSF) em variedades de alface para diferentes soluções (BM = Bernardes mineral; BO = Bernardes modificada).....	59
Tabela 10:	Teor de nitrato na massa verde foliar submetidas as variedades Thaís, Vanda e Verônica em função das soluções nutritivas Bernardes Mineral (BM), e variações de salinidade da solução Bernardes Modificada (BO).....	61
Tabela 11:	Análise microbiológica da água do reservatório e das soluções estoque, (BM = Bernardes mineral; BO = Bernardes modificada).....	62
Tabela 12:	Número Mais Provável (NMP) de coliformes termotolerantes e totais na alface crespa, submetidas a solução Bernardes mineral ($1,7\text{ dSm}^{-1}$) e a solução Bernardes modificada (BO) com diferentes níveis de condutividade elétrica.....	64

Tabela13:	Valor estipulado pela feira livre e peso médio das variedades de alface crespa produzidas com as soluções nutritivas de Bernardes mineral (BM) e Bernardes modificada (BO) com sete variações de condutividade.....	65
Tabela 14:	Valores unitários de caráter anual dos itens utilizados no custo de produção da alface hidropônica em função das diferentes soluções nutritivas.....	66
Tabela 15:	Índices de rentabilidade das cultivares de alface crespa em função das diferentes soluções nutritivas.....	68
Tabela 16:	Índices de lucratividade das variedades Thaís, Vanda e Verônica, produzidas em sistema hidropônico com difertenes soluções nutritivas após o décimo ano de implantação da atividade.....	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Casa-de-vegetação utilizada para a condução do experimento.....	26
Figura 2:	Dados de temperatura máxima (T. Máx), temperatura mínima (T. Mín), temperatura média (T. Méd) e temperatura registrada às 6:00 horas da manhã (T. 6h) durante a condução do experimento.....	27
Figura 3:	Berçário utilizado para a condução do experimento.....	28
Figura 4:	(A) Solução Mineral; e (B) Solução organomineral utilizadas para a condução do experimento.....	32
Figura 5:	Número de Folhas das variedades de alface Thaís (Th), Vanda (Va) e Verônica (Ve) em função das soluções nutritivas Bernardes Mineral (BM), e variações de salinidade da solução Bernardes Modificada (BO).....	43
Figura 6:	Número de Folhas das variedades Thaís (Th), Vanda (Va) e Verônica (Ve), submetidas à solução Bernardes modificada (BO).....	44
Figura 7:	Diâmetro da Cabeça das variedades de alface Thaís (Th), Vanda (Va) e Verônica (Ve) em função das soluções nutritivas Bernardes Mineral (BM), e variações de salinidade da solução Bernardes Modificada (BO).....	46
Figura 8:	Diâmetro da Cabeça das variedades Thaís (Th), Vanda (Va) e Verônica (Ve), submetidas à solução Bernardes modificada (BO).....	47
Figura 9:	Diâmetro do Caule das variedades de alface Thaís (Th), Vanda (Va) e Verônica (Ve) em função das soluções nutritivas Bernardes Mineral (BM), e variações de salinidade da solução Bernardes Modificada (BO).....	48
Figura 10:	Diâmetro do Caule das variedades Thaís (Th), Vanda (Va) e Verônica (Ve), submetidas à solução Bernardes modificada (BO).....	49
Figura 11:	Massa Verde da parte aérea das variedades de alface Thaís (Th), Vanda (Va) e Verônica (Ve) em função das soluções nutritivas Bernardes Mineral (BM), e variações de salinidade da solução Bernardes Modificada (BO).....	52
Figura 12:	Resposta qualitativa das variedades Thaís (Th), Vanda (Va) e Verônica (Ve) submetidas às soluções Bernardes Mineral a $1,7\text{dSm}^{-1}$ e Bernardes Modificada às condutividades de 0,5; 0,9; 1,3; 1,7; 2,1; 2,5; e $2,9\text{ dSm}^{-1}$	53
Figura 13:	Massa seca foliar da parte aérea das variedades de alface Thaís (Th), Vanda (Va) e Verônica (Ve) em função das soluções nutritivas Bernardes Mineral (BM), e variações de salinidade da solução Bernardes Modificada (BO).....	55

Figura 14: Massa verde radicular das variedades de alface Thaís (Th), Vanda (Va) e Verônica (Ve) em função das soluções nutritivas Bernardes Mineral (BM), e variações de salinidade da solução Bernardes Modificada (BO).....	56
Figura 15: Massa verde radicular das variedades Thaís (Th), Vanda (Va) e Verônica (Ve), submetidas à solução Bernardes modificada (BO).....	57
Figura 16: Teor de nitrato na massa seca foliar submetidas as variedades Thaís (Th), Vanda (Va) e Verônica (Ve) em função das soluções nutritivas Bernardes mineral (BM), e variações de condutividade elétrica da solução Bernardes modificada (BO).....	60

RESUMO

SILVA, CARISA ROCHA, Msc. Universidade Estadual da Paraíba / Embrapa Algodão, Abril 2016. Cultivo hidropônico de alface com soluções organominerais apropriadas a agricultura familiar. Orientador: Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes.

A quantidade e a qualidade dos alimentos são fatores de segurança alimentar e nutricional, garantindo saúde às pessoas que os consomem. Visando desenvolver novas opções de cultivo apropriadas para a agricultura familiar, foi realizado este trabalho, testando-se o efeito de uma solução nutritiva de fácil formulação, sobre parâmetros nutricionais, produtivos e microbiológicos das variedades de alface 'Thaís', 'Vanda' e 'Verônica', com o objetivo de identificar as mais adaptáveis ao cultivo hidropônico, em área do Brejo Paraibano, e, soluções organominerais, apropriadas ao cultivo na agricultura familiar. A pesquisa foi realizada no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), adotando-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em parcela subdividida, com três repetições. A parcela foi constituída por oito soluções nutritivas (uma mineral - testemunha e sete níveis de variação da condutividade elétrica de uma solução organomineral) e nas subparcelas foram dispostas as três variedades de alface. Nas plantas foram avaliados parâmetros de natureza vegetativa (número de folhas, diâmetro da cabeça da alface e diâmetro caulinar), produtivos (massa verde e seca de folhas e raiz), teor de nitrato presentes nas plantas e análise microbiológica (coliformes totais e termófilos). Nas soluções nutritivas e na água utilizada para irrigação das plantas foram realizadas análises microbiológicas. Com o uso da estrutura física de baixo custo e a produção das variedades de alface submetidas às soluções nutritivas, avaliou-se a viabilidade econômica. Constatou-se serem viáveis as soluções para a produção em cultivos hidropônicos, principalmente nos locais onde usada água de irrigação com qualidade inferior aos padrões para produção de hortaliças. Entre os níveis de condutividade elétrica da solução organomineral, o melhor crescimento de alface foi obtido com CE 1,7 e 2,1 dS m⁻¹. Tanto as análises de microbiologia quanto as de nitrato são indicativas da viabilidade de consumo das hortaliças cultivadas nas condições estabelecidas neste experimento. O cultivo hidropônico de alface, com uso de uma estrutura alternativa e soluções modificadas, é uma atividade economicamente rentável para produção na agricultura familiar.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*; Hidroponia; Teor de Nitrato; Microbiologia.

ABSTRACT

SILVA, CARISA ROCHA, Msc. Universidade Estadual da Paraíba / Embrapa Algodão, Abril 2016. Hydroponic lettuce with organo solutions appropriate family farming. Orientador: Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes.

The quantity and quality of food are food security and nutrition factors, ensuring health for people who consume them. Aiming to develop new options cultivation suitable for family farms was carried out this work by testing the effect of a nutrient solution for easy formulation for nutrition, production and microbiological parameters of the varieties of lettuce 'Thaís' Vanda 'and' Veronica ', in order to identify the most adaptable to hydroponics in area Brejo Paraibano, and organo solutions, suitable for cultivation in family farming. The survey was conducted at the Center for Agricultural and Environmental Sciences (CAAC), State University of Paraíba (UEPB), adopting the experimental randomized block design in a split plot design with three replications. The plot consisted of eight nutrient solutions (one mineral - witness and seven levels of electrical conductivity variation of an organic-solution) and the subplots were arranged three varieties of lettuce. The plants were evaluated parameters of vegetative nature (number of leaves, diameter of the head lettuce and stem diameter), production (fresh and dry mass of leaves and root), nitrate levels present in plants and microbiological analysis (total coliforms and thermophilic) . In nutrient solutions and water used for irrigation of plants microbiological analyzes were performed. With the use of the physical structure of low-cost production of lettuce varieties under the nutrient solutions, evaluated the economic viability. It was found to be viable solutions for the production of hydroponic crops, especially where used irrigation water quality below the standards for vegetable production. Among the electrical conductivity of the organomineral solution, lettuce best growth was obtained with CE 1.7 and 2.1 dS m⁻¹. Both microbiology analysis as the nitrate are indicative of consumption viability of vegetables grown under the conditions set forth in this experiment. The hydroponic lettuce, using an alternative structure and modified solutions is a profitable activity for production in family farming.

Keywords: Lactuca sativa; hydroponics; Nitrate content; Microbiology.

1. INTRODUÇÃO

A alface é considerada a olerícola folhosa mais importante na alimentação do brasileiro, o que lhe assegura expressiva importância econômica. Em hidroponia é a mais cultivada, por sua fácil adaptação ao sistema, com alto rendimento e redução de ciclo, em comparação ao cultivo em solo (OHSE et al., 2001).

De forma geral, a produção de alface na região do Nordeste brasileiro é realizada por agricultores familiares, que utilizam, na maioria das vezes, quantidade excessiva de adubos orgânicos e minerais e acabam excedendo à necessidade da cultura, o que, além de contribuir para elevar os custos, coloca em risco a qualidade da produção (FILGUEIRA, 2008). No estado da Paraíba, a cultura da alface se destaca pela ampla distribuição nos cinturões verdes das pequenas médias e grandes cidades do Estado. Seu cultivo é, tradicionalmente, realizado por pequenos produtores em sistemas de exploração familiar o que lhe confere grande importância econômica e social, podendo ser explorada em cultivo convencional, orgânico ou hidropônico (IBGE, 2006).

Nos tempos atuais, a qualidade do alimento passou a ser fator de segurança alimentar e nutricional relacionada não só à produção em quantidade suficiente e acesso garantido, mas também, à promoção do estado de saúde daqueles que o consomem (CABRAL et al., 2014).

O cultivo hidropônico é, também, uma opção dentre as técnicas de produção agrícola, garantindo um produto de alta qualidade e produtividade, com um mínimo de desperdício de água e nutrientes. Este tipo de cultivo vem crescendo, substancialmente, no Brasil, constituindo-se em uma alternativa viável, por proporcionar maior rendimento e qualidade da produção, bem como, economia de energia e redução da ocorrência de pragas e doenças, por ocorrer em ambiente protegido (FURLANI et al., 1999). As plantas hidropônicas são muito bem aceitas no comércio e a alface ocupa um lugar de destaque entre todos os produtos.

No sistema familiar, o agricultor vem buscando insumos orgânicos, evitando os minerais, por serem, também, eficazes na melhoria da fertilidade das terras e no controle de pragas e doenças. Dentre as alternativas existentes, com tais potencialidades, há os biofertilizantes,

incluídos entre os principais insumos utilizados em sistemas agroecológicos (ANDRADE et al., 2014).

A hidroponia é uma técnica rentável e o resultado surge em curto período, a partir de biofertilizantes, por ser uma alternativa para diminuir o uso de adubos minerais, contribuindo para a prática do saneamento ambiental e da sustentabilidade da propriedade agrícola.

Tal fato está se refletindo em mudanças nos sistemas de produção de hortaliças, reduzindo a aplicação de água em irrigação e a de produtos químicos, como fertilizantes e defensivos agrícolas. Devido à essa tendência do mercado olerícola, o cultivo hidropônico com o uso de soluções nutritivas orgânicas ou organominerais vem se destacando como uma alternativa viável (FERNANDES et al., 2011; REBOUÇAS et al., 2013).

Apesar de ser recente no Brasil, a hidroponia orgânica já é muito utilizada no mundo inteiro, com excelentes resultados. O reaproveitamento de nutrientes após a fermentação de resíduos orgânicos, associado à técnica do cultivo hidropônico, são alternativas para reduzir custos na agricultura, além de contribuir para o menor consumo das reservas naturais de nutrientes do planeta, podendo auxiliar na sustentabilidade ecológica, considerando-se a racionalização na utilização dos insumos (FERNANDES et al., 2011). Pela viabilidade econômica e ambiental da produção de hortaliças em sistema hidropônico, associada ao uso de nutrientes de fermentação orgânica como solução nutritiva, ter-se-á uma alternativa de agricultura mais racional, pela possibilidade de se montar sistemas ecológicos fechados, onde tudo o que se utiliza é reciclado, agredindo de forma menos impactante o meio ambiente (MARTINS, 2004).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a eficiência nutricional e produtiva de três cultivares de alface, em cultivo hidropônico com uso de solução organomineral com diferentes níveis de condutividade elétrica da água, monitorando-se a sua qualidade microbiológica e sua viabilidade para o uso em cultivo na agricultura familiar.

2.2. Objetivos específicos

- Verificar o efeito de diferentes concentrações de nutrientes na solução organomineral para a produção de alface em sistema hidropônico.

- Averiguar a concentração de nitrato nas variedades de alface e a sua viabilidade para o consumo humano, em função da solução mineral e solução organomineral submetida aos níveis de condutividade elétrica.

- Analisar a qualidade de variedades de alface para comercialização e consumo humano, em termos microbiológicos, em função da solução organomineral e níveis de concentração de nutricional.

- Realizar a viabilidade econômica do cultivo hidropônico de três variedades alface crespa, em função da solução mineral e solução organomineral submetida aos níveis de condutividade elétrica.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Agricultura Familiar

Nem sempre a nomenclatura “Agricultura Familiar” foi usual, antes dos anos 90, muitos termos eram empregados para referir ao sujeito, como camponês, pequeno produtor, lavrador, entre outros. Os anos 90 trouxeram à tona questões como a Reforma Agrária e a agricultura familiar que alguns analistas acreditavam superadas pelo próprio decorrer da modernização da agricultura e pela urbanização da sociedade brasileira (WANDERLEY, 2001).

Uma pesquisa realizada pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) obtiveram diretrizes entre o sistema agrário, dividindo-o em dois modelos: “patronal” (agricultura convencional) e “familiar” (agricultura familiar), conforme estão dispostos no Quadro 1.

Quadro 1: Características das agriculturas patronal e familiar

MODELO PATRONAL	MODELO FAMILIAR
Completa separação entre gestão e trabalho	Trabalho e gestão intimamente relacionados
Organização centralizada	Direção no processo produtivo assegurada diretamente pelos proprietários
Ênfase em práticas agrícolas padronizáveis	Ênfase na durabilidade dos recursos naturais e na qualidade de vida
Trabalho assalariado predominante	Trabalho assalariado complementar
Tecnologias dirigidas à eliminação das decisões “de terreno” e “de momento”	Decisões imediatas, adequadas ao alto grau de imprevisibilidade do processo produtivo
Tecnologias voltadas principalmente à redução das necessidades de mão de obra	Tomada de decisões “in loco”, condicionadas pelas especialidades do processo produtivo
Pesada dependência de insumos comprados	Ênfase no uso de insumos internos

Fonte: Pesquisa FAO/INCRA (1996).

A agricultura familiar é diferenciada da agricultura convencional pela sua forma de produção, por sua vez a família, é proprietária dos meios de produção, e assume também o trabalho no estabelecimento produtivo (WANDERLEY, 2001). Embora a agricultura patronal com características empresariais ocupe uma posição considerável no contexto do agro brasileiro, a agricultura familiar jamais será extinta, uma vez que é a principal responsável pela produção de diferentes gêneros alimentícios que abastecem os grandes centros urbanos brasileiro, principalmente no setor de hortícolas (BONINI, 2004).

O interesse pela agricultura familiar se materializou em políticas públicas, como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) e na criação do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), além do revigoramento da Reforma Agrária (DELGADO & CARDOSO Jr. 1999).

O PRONAF foi criado pelo Decreto Presidencial 1.946, de 28 de junho de 1996, com o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável do segmento rural composto pelos agricultores familiares, de modo a propiciar-lhes o aumento da capacidade produtiva, a geração de empregos e a melhoria de renda (TOSINI et al., 2008).

O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar é destinado para o financiamento de projetos individuais ou coletivos, que gerem efeitos multiplicadores para os agricultores familiares beneficiados e estimule o desenvolvimento regional (SILVA, 2011). Existem várias políticas para a agricultura brasileira, mas de modo geral o PRONAF ganha destaque, por possuir as mais baixas taxas de juros dos financiamentos rurais e diversificação das linhas de crédito, onde busca atender às especificidades do público a que é dirigida em suas sublinhas (TOSINI et al., 2008).

Tanto a agricultura familiar quanto a Reforma Agrária, através de programas como o PRONAF, podem possibilitar a aplicação de modelos tecnológicos que permitam um convívio mais harmonioso com a natureza, práticas comerciais que favoreçam a inclusão social e uma distribuição mais equilibrada da população (SILVA, 2011).

Atualmente há uma nova realidade no campo brasileiro, esta pode ser observada pela importância do segmento familiar, que tem na renda previdenciária fonte complementar à produção de subsistência para garantir uma melhoria na qualidade de vida, ou fonte de financiamento dos investimentos na produção agrícola (DELGADO & CARDOSO Jr., 1999).

3.2 A alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta herbácea, pertencente à família *Asteraceae* e subfamília *Cichoriaceae*, com ciclo anual e origem na Índia ou Ásia Central. Conhecida no Egito desde 4500 a.C., chegou ao Brasil no século XVI, trazida pelos portugueses (WHITAKER, 1974).

Nos últimos anos, segundo Sala & Costa (2012), a alface vem sendo considerada a hortaliça folhosa mais importante na alimentação dos brasileiros, devido à facilidade que tem em ser servida *in natura*, na forma de salada crua, sendo as regiões Sul e Sudeste as de maior consumo (SILVA et al., 2011).

No ano de 2013, segundo o Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças da EMBRAPA, a alface foi produzida, comercialmente, em 66.301 propriedades rurais no Brasil, sendo 30% na região Sudeste, 30% na região Sul, 26% no Nordeste, 7% no Centro-oeste e 6% na região Norte.

Conforme destaca Borcioni (2008), a alface tem grande importância na alimentação e na saúde humana, destacando-se, principalmente, como fonte de vitaminas e sais minerais; é a hortaliça mais popular, pelo sabor e qualidade nutritiva e, sobretudo, pela facilidade de aquisição e produção durante o ano todo e seu baixo custo (OLIVEIRA et al., 2004; COMETTI et al., 2004).

Até o início da década de 80, o cultivo de alface no Brasil era restrito às regiões de clima ameno, próximas aos grandes centros urbanos, as quais possibilitavam o cultivo durante todo o ano (BRANCO et al., 2001). Novas tecnologias, como o cultivo protegido e o desenvolvimento de cultivares resistentes ao calor têm permitido aumentar a produção na época chuvosa e regularizar a oferta ao longo do ano (FILGUEIRA, 2003).

Atualmente, há grandes índices de produção orgânica de alface, visando à melhor saúde do consumidor. Na produção orgânica de hortaliças, o agricultor não utiliza agrotóxico e/ou fertilizante químico de alta concentração e solubilidade e utilizar tecnologias (princípios e processos) conservacionistas (BRASIL, 2003).

3.3 Cultivo hidropônico

O cultivo hidropônico é uma alternativa ao cultivo convencional, beneficiando o consumidor, o produtor e o meio ambiente, com a obtenção de produtos de alta qualidade, com ciclo curto, maior produtividade, menor gasto de água, de insumos agrícolas e de mão-de-obra (CUPPINI et al., 2010).

O termo hidroponia é derivado de duas palavras de origem grega: *hydro*, água, e *ponos*, trabalho; ou seja, cultivo de plantas em meio líquido. Constitui-se na substituição da solução do solo por uma solução composta de macro e micronutrientes, formulada de acordo com as exigências de cada espécie vegetal, podendo utilizar ou não substratos orgânicos ou inorgânicos (MEDEIROS et al., 2002).

A produção de forma hidropônica teve início em 1940, em escala comercial e, desde então, vem crescendo por todo o mundo (FURLANI, 2008). Em razão dessa tendência do mercado olerícola, o cultivo hidropônico vem aumentando em importância a cada ano, o que tem contribuído para modificar, parcial ou totalmente, os sistemas de cultivo tradicionais (GUALBERTO et al., 2009).

As vantagens do cultivo hidropônico, em relação ao cultivo com o uso de solo, são a maior eficiência na regulação da nutrição das plantas, a sua utilização em diferentes regiões do planeta com deficiência de terras adequadas para cultivo, uso mais eficiente e adequado da água e dos fertilizantes e maior densidade de plantio, o que resulta em maior produtividade (PAULUS et al., 2010).

Essas vantagens são, em grande parte, decorrentes da utilização de solução nutritiva que fornece os nutrientes necessários, mantendo junto às raízes a composição e a concentração adequada de íons essenciais, além de controlar o pH da solução, mantendo-o em faixas adequadas para a absorção de nutrientes (FERNANDES et al., 2002).

Desde a sua criação, os sistemas hidropônicos vêm sendo modificados para a melhor adaptação às condições ambientais e sócio econômicas de cada região, visando ao aumento da qualidade e da produtividade das culturas (SANTOS et al., 2010a; SOARES et al., 2010). Atualmente, os principais sistemas hidropônicos empregados são o NutrientFilmTechnique (NFT), o DeepFilmTechnique (DFT) ou floating, o cultivo em substrato e a aeroponia (LABHIDRO, 2014; FURLANI, 2009).

Dentro do cultivo protegido, a hidroponia é um sistema de produção intensificado e muito adotado para a produção de alface, devido ao curto ciclo de produção da espécie (45-60 dias) e à sua fácil aceitação no mercado (LUZ et al., 2006). O sistema NFT é a técnica mais empregada no Brasil para o cultivo de hortaliças de folhas, na qual a solução nutritiva é bombeada para os canais e escoada por gravidade, formando uma fina lâmina de solução que irriga as raízes (PAULUS et al., 2012).

A vantagem de se plantar alface em cultivo protegido, em especial na hidroponia, está na redução de mão-de-obra, precocidade, custo de produção e na qualidade do produto final, com padronização adequada e limpeza, agregando mais valor ao produto (AGRIANUAL, 2009).

3.3.1 Soluções hidropônicas

A solução nutritiva para o cultivo hidropônico é de fundamental importância, pois o crescimento e desenvolvimento da cultura dependerão de uma formulação adequada (OLIVEIRA et al., 2014). Conforme Carmello (2009), a condutividade elétrica é um dos fatores determinantes da qualidade da água, devendo ser considerada na preparação das soluções, por estar relacionada à quantidade total de sais presentes, sem entretanto, identificar quais nutrientes estão em falta ou excesso na solução nutritiva.

Na formulação devem ser considerados os custos dos insumos e de sua preparação; pode-se utilizar qualquer sal solúvel, desde que forneça o nutriente requerido e não contenha elemento químico que possa prejudicar a nutrição e o desenvolvimento das plantas (TEIXEIRA, 2014).

A absorção pelo vegetal é proporcional à concentração de nutrientes na região próxima às raízes, muito influenciada pelos fatores do ambiente, tais como: salinidade, oxigenação, temperatura, pH da solução nutritiva, intensidade de luz, fotoperíodo, temperatura e umidade do ar (SANTOS, 1999). Após ciclos sucessivos de uso da solução nutritiva, ocorrem alterações no pH, por variar a absorção de cátions e ânions pelas plantas (DOUGLAS, 1987). Por essa razão, recomenda-se o fornecimento de parte do nitrogênio na forma nítrica e parte, também, na forma amoniacal, tornando a solução mais tamponada (OLIVEIRA et al., 2014).

O ajuste químico adequado da solução nutritiva depende da cultivar, do ambiente de crescimento, da época do ano e, principalmente, da qualidade da água usada no cultivo hidropônico (FURLANI et al., 2009). Deve-se considerar que ao se adicionar água à solução, para repor as perdas por evapotranspiração, acrescentam-se, também, nutrientes nela dissolvidos variando, portanto, em função da qualidade da fonte hídrica.

Segundo Philippi Jr. & Malheiros (2005), o uso indiscriminado de fertilizantes e adubos químicos em produções agrícolas pode causar grandes danos ao meio ambiente e à saúde humana. Segundo a ANDA (Associação Nacional para Difusão de Adubos), em 2010 o consumo de fertilizantes entregues ao consumidor final, ultrapassou a casa das 24.516.186 toneladas em todo território brasileiro, destacando ainda que deste total, mais de 60% são importados. Como alternativa, há o uso de insumos de origem orgânica, como biofertilizantes, tanto em sistemas de cultivos com ou sem solo (MENEZES Jr. et al., 2004).

Nos compostos orgânicos, de maneira geral, variam as quantidades de nutrientes, em função de sua procedência e composição, sendo um ponto chave para a recomendação da quantidade correta a ser aplicada (EMBRAPA, 1999).

A decomposição tem importante função na parte nutricional, na contribuição da ciclagem de nutrientes e formação da matéria orgânica, dependendo de alguns fatores, como composição dos organismos decompositores, ambiente, microclima do solo e qualidade dos resíduos acumulados; todos eles afetam os processos de decomposição, em termos quali-quantitativos. E esses fatores, em conjunto, determinarão o tempo de permanência dos resíduos adicionados, bem como, a taxa de liberação de nutrientes (MENEZES Jr. et al., 2004).

A velocidade de decomposição do material orgânico depende da facilidade com que esse material pode ser decomposto, de suas características químicas e do pH do meio onde se encontra (COELHO & FRANÇA, 2012). Essa diferença na decomposição da matéria orgânica, no tempo, assegura um fluxo contínuo de nutrientes.

Os adubos orgânicos são considerados de baixa concentração em nutrientes, porém, possuem uma variedade nutricional, podendo se tornar excelentes fornecedores de todos os nutrientes necessários às plantas, como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes (SANTOS & CAMARGO, 1999). O uso de fertilizantes orgânicos na solução nutritiva pode ser viável desde que seja complementada com solução mineral convencional, para complementação nutritiva (FERNANDES et al., 2011).

3.4 Ferramenta Solver

A utilização de sistemas computacionais vem se tornando indispensável. Santos et al. (2008) recomendam, avaliando os aspectos econômicos da alface hidropônica, o uso de ferramentas computacionais para a otimização da produção. A Pesquisa Operacional (PO) é um método matemático, utilizado no processo de tomada de decisão, desenvolvido por pesquisadores ingleses, durante a Segunda Guerra Mundial, com o objetivo de serem utilizados, de forma eficaz, os recursos militares (CORRAR & GARCIA, 2001).

Segundo Lachtermacer (2004), a PO pode ser utilizada para a solução de problemas de otimização de recursos, localização, roteirização, carteiras de investimento, alocação de pessoas e de previsão e planejamento. No contexto da pesquisa operacional há a Programação Linear (PL) que tem sido aplicada em diferentes áreas. Segundo Bodanese et al., (2005), dentre as aplicações que se tornaram clássicas está a formulação de rações e adubos.

A Programação Linear resolve os problemas em que exista um objetivo a ser atingido, geralmente, consistindo em maximizar ou minimizar uma variável dependente, que é função linear de diferentes variáveis independentes, sujeita a muitas restrições (JOÃO & GARCIA, 2001). A restrição é aquilo que impede um desempenho melhor de um sistema e, normalmente,

representa limitações de recursos disponíveis (capital, mão-de-obra, recursos minerais ou fatores de produção) ou exigências e condições que devem ser cumpridas no problema. A melhor dessas soluções, ou seja, aquela que maximiza ou minimiza a função-objetivo, é chamada solução ótima (BIM et al., 2006).

Para a resolução de problemas de PL podem ser utilizadas diversas ferramentas computacionais, como é o caso do Lindo, Lingo, Mesek, MathLab e Solver (ferramenta do SoftwareMicrosoft Excel[®]). Devido à disponibilidade e ao conhecimento empírico do Excel, o Solver é bastante utilizado (CEZARINO et al., 2008). Fernandes et al., (2011) formularam, com auxílio do SOLVER, um biofertilizante capaz de atender as necessidades nutricionais da cultura do milho.

3.5. Acúmulo de nitrato na alface

O nitrogênio (N) é um elemento essencial para o desenvolvimento de um vegetal, e assim como no solo, no sistema hidropônico, o nitrogênio também é fornecido, em sua maioria, em forma de nitrato, uma vez que o amônio fornecido acima de 15% (FAQUIN et al., 2004) e/ou 30% (ZITO et al., 1994) do nitrogênio total da solução pode ser fitotóxico, causando reduções no rendimento e na qualidade das plantas.

Dentre os problemas que afetam os cultivos hidropônicos convencionais das olerícolas, em geral, a alface, em particular, destaca-se o elevado teor de nitrato (NO_3^-) que se acumula nas folhas durante o processo de produção, geralmente associado à utilização de adubos químicos nitrogenados e seus efeitos sobre o ambiente, além de fatores genéticos e o manejo adotado (FAQUIN & ANDRADE, 2004).

Em soluções orgânicas, a formação de nitrogênio amoniacal (NH_4^+) ocorre com maior facilidade devido à presença de bactérias saprófitas contidas no adubo orgânico. Portanto, para maximizar a eficiência da hidroponia organomineral é desejável criar um ecossistema microbiano que possa mineralizar o nitrogênio na forma de nitrato (NO_3^-), disponibilizando-o para a cultura, de forma lenta e gradual, haja vista que a amônia em excesso na solução é fitotóxica (LUZ et al., 2008).

É possível, sem dúvida, promover acréscimos de nitrato na solução orgânica, após mineralização da matéria orgânica, com a utilização de bactérias nitrificadoras. Shinohara et al. (2011) afirmam que inoculando biofertilizantes, preparado com diferentes substratos orgânicos, ricos em microorganismos (terra de campo, composto orgânico, solo de mangue e de viveiro), ocorre nitrificação da amônia em torno de 97,6%.

3.5.1. O nitrato e a saúde humana

A toxidez do nitrato em humanos, por si é baixa, mas pode ser tornar bastante prejudicial a saúde humana (PIGNATELLI et al., 1993; JOOSSENS et al., 1996; CHUN-YUH et al., 2000). De 5 a 10 % do nitrato ingerido na alimentação pode ser reduzido a nitrito (NO_2^-) no trato digestivo e ao chegar à corrente sanguínea oxida o ferro (Fe^{2+} em Fe^{3+}) da hemoglobina, produzindo a metahemoglobina. A metahemoglobina é incapaz de transportar oxigênio para a respiração celular, o que leva à doença conhecida como metahemoglobinemia, ou doença do "sangue azul" (WRIGHT & DAVISON, 1964; BOINK & SPEIJERS, 2001).

Existe também a possibilidade do nitrito combinar-se com aminas formando "nitrosaminas", substâncias caracterizadas como carcinogênicas e mutagênicas. Como o íon nitrato é transformado a nitrito já na saliva, por meio de diversos complexos de redução, presentes na boca, esse nitrito poderia formar nitrosaminas a partir de aminas secundárias, causando câncer gastrointestinal, como foi detectado em animais experimentais recebendo dieta rica em compostos Nnitrosos (MAYNARD et al., 1976).

Um outro efeito do nitrito na saúde humana é a diminuição da pressão sanguínea, devido sua conhecida propriedade vaso-dilatador (BOINK & SPEIJERS, 2001). Esses autores sugerem que nessas condições (pressão baixa), a hipertrofia (aumento do tamanho das células) observada na glândula supra-renal, é uma resposta fisiológica do organismo à queda da pressão e não devido a um efeito tóxico do nitrito. Citam, também, que a atribuição de um papel importante do nitrito na indução de tumores cancerígenos é um equívoco.

No Brasil, não há legislação vigente limitante ao consumo máximo de nitrato. Enquanto para FAO, para os humanos, o Índice de Máxima Ingestão Diária Admissível para o nitrato e nitrito é de $3,65 \text{ mg kg}^{-1}$ e de $0,2 \text{ mg kg}^{-1}$ de peso corporal, respectivamente. Enquanto no Brasil, não há legislação vigente para tal consumo (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1973).

3.6 Qualidade sanitária da alface

As práticas inadequadas de higiene durante a produção, colheita, bem como no armazenamento, podem provocar a contaminação de alimentos. Doenças de origem alimentar são causadas com a ingestão de alimentos contaminados por agentes físicos, químicos ou biológicos (ALMEIDA, 2006). A causa mais comum é a contaminação microbiana, sendo as bactérias as grandes responsáveis, a consequência disso é a ocorrência de surtos que repassem danos, algumas vezes irreversíveis ao consumidor (BADARO et al., 2007).

Bakalar (2013) estima que 1451 pessoas faleceram entre 1998 e 2008 em surtos de doenças transmitidas por alimentos. Carnes e aves representaram 28,7% das causas, laticínios e ovos 14,5% e legumes 16,4%. Porém, mais da metade de todas as doenças de origem alimentar foram causadas por alimentos de origem vegetal, o que deixou mais de 4,9 milhões de pessoas doentes.

A contaminação microbiológica da alface pode ocorrer antes e após a colheita, através do contato com o solo, irrigação com água contaminada, transporte e pelas mãos dos manipuladores (CONSTANTIN et al.,2013).

Embora este problema de saúde pública seja bastante relevante, poucos são os dados obtidos na literatura avaliando a qualidade sanitária da alface produzida em sistema hidropônico. Souza et al. (2006), concluíram realizando avaliação higiênico-sanitária de alfaces cultivadas pelos processos convencional e hidropônico, que as alfaces provenientes de cultivo convencional apresentaram maior grau de contaminação que as hidropônicas.

A vigilância sanitária é o órgão público que garante que os produtos disponibilizados para a população não ofereçam riscos à saúde, adotando o Manual de Boas Práticas de Fabricação e Prestação de Serviços como instrumento de controle e segurança sanitária, que se baseia nas recomendações da Organização Mundial do Comércio (OMC). Os requisitos básicos para que o alimento tenha um ótimo padrão de qualidade são baseados em ações de higiene em todas as etapas da produção, sejam elas realizadas em uma Unidade de alimentação e nutrição (UAN) ou em residências (BADARO et al., 2007). Para isso, a melhor ferramenta para assegurar a qualidade dos alimentos é a educação e treinamento dos manipuladores de alimentos (ANVISA, 2014).

3.7 Importância socioeconômica

No Nordeste brasileiro a maioria da população vive da prática de agricultura familiar em que as hortaliças são os produtos mais produzidos e irrigados, em muitos casos, com água de qualidade inferior. Dentre as olerícolas produzidas na região se destacam alface, coentro, cebolinha, tomate e pimentão. Os produtores enfrentam dois sérios problemas no cultivo dessas hortaliças relacionados à saúde pública: uso de água de qualidade inferior na irrigação (devido à escassez de água na região) e utilização indiscriminada e em níveis elevados de agroquímicos, em razão, principalmente, do baixo nível de escolaridade e da falta de assistência técnica adequada (PHILIPPI Jr. & MALHEIROS, 2005).

Produzir hortaliças com menor consumo de água e livre de agrotóxicos pode ser uma

alternativa capaz de aumentar a receita dos produtores da agricultura familiar do Brejo Paraibano, possível com uso da hidroponia. Os agricultores que fazem uso de sistemas hidropônicos de produção obtêm produtos de melhor qualidade, por serem mais saudáveis, devido à redução ou mesmo não utilização de agrotóxicos, além de significativa economia de água (CICEK & KARTALKANAT, 2010).

No Semiárido, tanto nos grandes centros da região quanto no interior, o sistema de hidroponia é, muitas vezes, inviabilizado pela carência de comercialização de fertilizantes solúveis, levando o produtor a importar insumos de outras regiões, aumentando, significativamente, os custos. Uma prática que pode resultar em redução dos custos de produção do sistema hidropônico é a substituição ou diminuição do uso de fertilizantes minerais por fontes alternativas e mais econômicas, como a utilização de produtos orgânicos (soro de leite, melão, esterco, urina de vaca, etc.) disponíveis na propriedade, na formulação e preparação de biofertilizantes, caracterizando, assim, um sistema hidropônico organomineral (FERNANDES et al., 2011).

O interesse na utilização de resíduos orgânicos gerados no meio rural se justifica não apenas pelos aspectos de reciclagem de nutrientes no próprio meio e pelo aumento no rendimento das culturas, mas também, pela diminuição dos custos com o preparo das soluções nutritivas (FERNANDES et al., 2011).

A produção de olerícolas é uma atividade agrícola vantajosa quando praticada em condições ambientais e em mercados adequados para sua comercialização, sendo imprescindível a busca de novas alternativas de cultivo e tecnologias que contribuam para o aumento da produtividade (ARAÚJO et al., 2009).

Nesse sentido, a utilização de nutrientes a partir de biofertilizantes, associada à técnica de cultivo hidropônico, é mais uma alternativa para diminuir a extração das reservas naturais de nutrientes do planeta, contribuindo para a prática do saneamento ambiental e da sustentabilidade da propriedade agrícola (RIBEIRO et al., 2007).

A utilização da hidroponia orgânica pode ser uma opção para melhorar as condições de produção de pequenos e médios produtores de olerícolas que, muitas vezes, não dispõem de produção suficiente para atender à demanda do mercado consumidor durante todo o ano, diminuindo sua perspectiva de renda. Esta técnica não tenta competir com sistemas tradicionais de produção de olerícolas, mas surge como alternativa de produção de alimentos de melhor qualidade nutricional e microbiológica, potencializando sua aceitação por parte do consumidor. Uma das tendências do ramo alimentício, atualmente, é a produção de alimentos orgânicos (CICEK & KARTALKANAT, 2010).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e instalação do experimento

O trabalho foi desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação), em área experimental pertencente ao Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) – Campus II, situado na cidade de Lagoa Seca – PB, nas coordenadas geográficas: 7° 10' 15" S, 35° 51' 14" W, clima caracterizado como tropical úmido (As'), e temperatura média anual em torno de 22°C, com mínima de 18°C e máxima de 33°C (AESA, 2011).

O ambiente protegido no teto por telha transparente de polipropileno de baixa densidade com 1,1 mm de espessura, permitindo a incidência de até 70% da luz, e nas laterais por telas de sombreamento “sombrite” 50% (Figura 1). O experimento se baseou no cultivo de alface em sistema hidropônico, utilizando-se da técnica do Fluxo Laminar de Nutrientes (NFT). As calhas foram feitas com cano de PVC de 4” com corte transversal e posteriormente coberto com forro rígido de PVC perfurado a cada 30 cm para realizar os orifícios de entradas das plantas.

Fonte: Própria (Carisa Rocha da Silva)



Figura 1: Casa-de-vegetação utilizada para a condução do experimento.

Os dados climáticos foram registrados diariamente às 6:00 horas da manhã através de um termômetro instalado na área interna durante a condução do experimento, após o transplântio para a casa de vegetação definitiva, tais dados estão expostos na Figura 2.

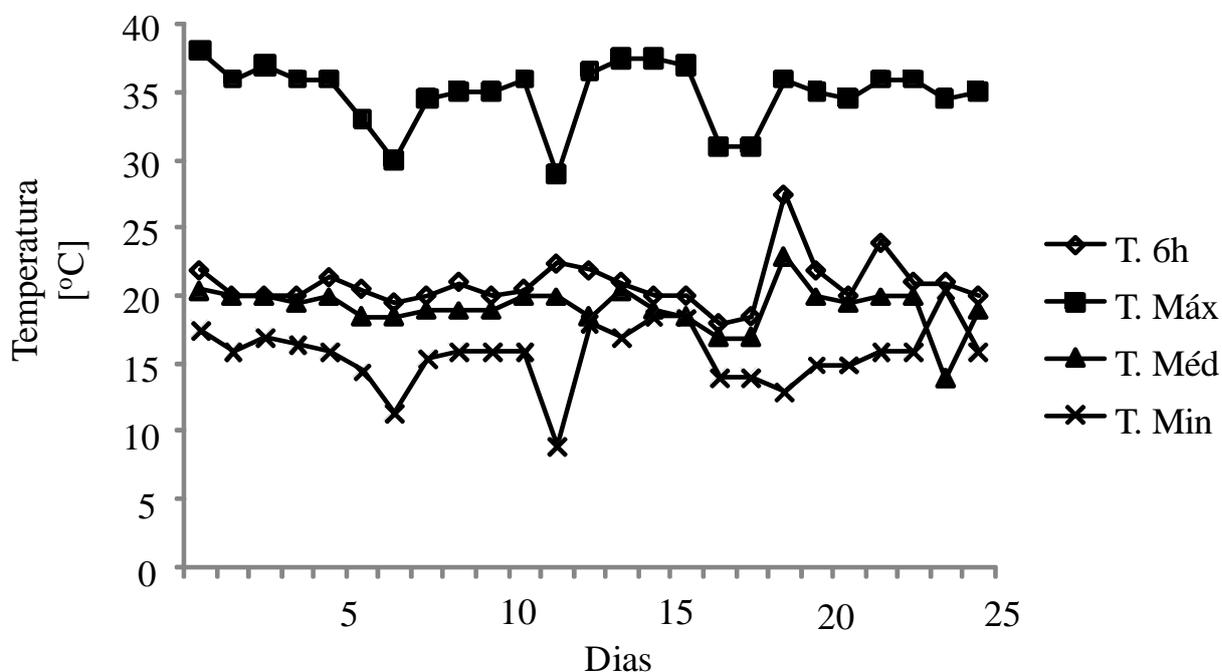


Figura 2: Dados de temperatura máxima (T. Máx.), temperatura mínima (T. Min.), temperatura média (T. Méd.) e temperatura registrada as 6:00 horas da manhã (T. 6h.) durante a condução do experimento.

4.2 Descrição do experimento

Os fatores em estudo foram oito soluções hidropônicas: BM a $1,7\text{dS m}^{-1}$ e BO: com sete variações de condutividades elétricas (0,5; 0,9; 1,3; 1,7; 2,1; 2,5; 2,9) e três cultivares de alface Thaís, Vanda e Verônica (Th, Va e Ve, respectivamente), resultando em 24 tratamentos. No delineamento experimental em parcela subdividida, com três repetições, com soluções nas unidades principais e variedades de alface nas subparcelas. Cada subparcela foi composta por seis plantas de cada variedade com espaçamento de $0,30 \times 0,30 \text{ m}$.

4.2.1 Produção de mudas

As mudas foram produzidas em espumas fenólicas, semeando-se uma semente peletizada por cavidade. Após a emergência da plântula (10 a 15 dias), as mudas foram levadas ao berçário

(Figura 3) onde a água de irrigação foi substituída, gradativamente, pelas soluções nutritivas (33,3%; 50%; e 100%), com transplante das mudas para a casa-de-vegetação após 35 dias, ambiente onde as plantas completaram o ciclo vegetativo.

Fonte: Própria (Carisa Rocha da Silva)



Figura 3: Berçário utilizado para a condução do experimento.

4.2.2 Preparo e manejo das soluções nutritivas

Utilizaram-se duas soluções bases com as recomendações de Bernardes (1997): 1) Bernardes Mineral (BM), formulada de acordo com as recomendações para a cultura e empregada como testemunha neste experimento; e 2) Bernardes Modificada (BO), que foi utilizada em sua composição biofertilizante e a quantidade mínima necessária de fertilizantes minerais para complementar a sua composição.

Com base na composição química da solução mineral, conforme recomendações de Bernardes (Tabela 1), a solução organomineral foi formulada através da ferramenta SOLVER, com a composição química dos ingredientes orgânicos (esterco bovino, leite bovino, sangue de aves de corte e melão) e após essa formulação, os ingredientes foram misturados e submetidos a um processo de fermentação aeróbica, com auxílio de um compressor de ar.

Tabela 1: Composição química das soluções nutritivas mineral e modificada, segundo as recomendações de Bernardes (1997).

Nutrientes	Soluções				
	BM	BO			
		Esterco Bovino	Leite	Melaço	Sangue de ave
	---mg L ⁻¹ ---	-----%-----			
Amônio (NH₄)	18,00	0,820	5,370	0,490	2,550
Boro (Bo)	0,50	0,000	0,000	0,000	0,000
Cálcio (Ca)	201,60	1,050	1,170	0,820	0,047
Cobre (Cu)	0,03	0,001	0,002	0,002	0,000
Enxofre (S)	65,00	0,045	0,000	0,350	0,000
Ferro (Fe)	2,23	0,380	0,001	0,000	0,000
Fósforo (P)	71,37	0,270	0,680	0,080	0,047
Magnésio (Mg)	49,30	0,380	0,000	0,350	0,068
Manganês (Mn)	0,49	0,016	0,000	0,000	0,000
Molibdênio(Mo)	0,01	0,000	0,000	0,000	0,000
Nitrato (NO₃)	178,00	0,000	0,000	0,000	0,000
Potássio (K)	269,67	1,190	1,470	2,380	0,060
Zinco (Zn)	0,000	0,004	0,011	0,034	0,035

BM = Bernardes Mineral; BO = Bernardes Modificada

Para a formulação do biofertilizante a ser usado como solução organomineral, foi utilizado: 0,100 Kg L⁻¹ de água de Esterco Bovino; 0,010 Kg L⁻¹ de água de Leite; 0,020 Kg L⁻¹ de água de Melaço; e 0,003 Kg L⁻¹ de água de Sangue de aves de corte. Após o processo de fermentação as soluções foram diluídas em 30 L de água de reservatório (água da chuva), cuja análise realizada no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual da Paraíba – Campus Lagoa Seca, encontra-se na Tabela 2. Visando a promover a ação dos microorganismos aeróbicos, injetou-se ar comprimido nos biofertilizantes com o auxílio de um compressor de ar durante o período de 30 dias.

Tabela 2: Composição química da água de reservatório (água de chuva).

Composição Química	Valor
dS	0,239 m ⁻¹
pH	7,30
Dureza em Ca ²⁺	48,4 mg L ⁻¹
Dureza em Mg ²⁺	6,40mg L ⁻¹
Dureza Total (CaCO ₃)	147,5 mg L ⁻¹
Potássio (K ⁺)	21,7 mg L ⁻¹
Cloro(Cl ⁻)	33,4 mg L ⁻¹
Sódio (Na ⁺)	4,70mg L ⁻¹
Ferro(Fe) total	0,01 mg L ⁻¹
Sulfato (SO ₄ ⁻²)	3,30mg L ⁻¹
Fósforo (P)	0,00 mg L ⁻¹
Nitrato (NO ₃ ⁻)	0,75 mg L ⁻¹
Amônio(NH ₄ ⁺)	0,15 mg L ⁻¹

Após a maturação do biofertilizante, realizou-se análise química com base na matéria seca, no laboratório de análises de solo, água e planta, pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), cujo resultado está exposto na Tabela 3.

Tabela 3: Composição química do biofertilizante para formulação da solução Bernardes Modificada (BO).

Nutrientes	BO
	-----mg L ⁻¹ -----
Amônio (NH ₄)	14,144
Boro (Bo)	0,000
Cálcio (Ca)	14,807
Cobre (Cu)	0,016
Enxofre (S)	0,000
Ferro (Fe)	0,884
Fósforo (P)	56,350
Magnésio (Mg)	181,844
Manganês (Mn)	0,197
Molibdênio(Mo)	0,000
Nitrato (NO ₃)	0,004
Potássio (K)	14,807
Zinco (Zn)	0,158

Prevendo-se que os dados obtidos através da formulação do biofertilizante não se equivaleriam à concentração química da solução mineral recomendada por Bernardes (Tabela 1), realizou-se a complementação nutricional com fertilizantes minerais, preparando assim a solução organomineral estoque (Tabela 4).

Tabela 4: Quantitativos dos fertilizantes utilizados no preparo de 360L das soluções nutritivas estoque.

Fertilizantes	Soluções nutritivas	
	BM	BO
Biofertilizante [L]	0,00	359,30
Sulfato de amônio (NH ₄) ₂ SO ₄ [g]	27,39	3,83
Nitrato de Cálcio (Ca(NO ₃) ₂ .6H ₂ O) [g]	426,91	395,62
Nitrato de Potássio (KNO ₃) [g]	25,80	52,25
Cloreto de Potássio (KCl) [g]	173,29	106,68
Sulfato de Cobre (CuSO ₄ .5H ₂ O) [g]	0,03	0,01
Sulfato de Zinco (ZnSO ₄ .7H ₂ O) [g]	0,05	0,03
Sulfato de Manganês (MnSO ₄ .H ₂ O) [g]	0,48	0,29
Sulfato de Magnésio (MgSO ₄ .7H ₂ O)	133,26	64,67
Água de reservatório [L]	359,16	0,00
Molibdato de Amônio ((NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ .4H ₂ O) [g]	0,01	0,01
Ácido Bórico (H ₃ BO ₃) [g]	1,05	1,01
Mono fosfato de amônio (MAP) [g]	48,82	38,61

BM = Bernardes Mineral; BO = Bernardes Modificada.

Visando ao uso durante período completo do experimento, formulou-se 1000 litros da solução estoque e a concentrou em com 360 L, obtendo 3,0 dS m⁻¹ de forma que para a condução do experimento fez-se a diluição necessária com a água do reservatório para obtenção das setes condutividades elétricas desejadas.

As soluções obtidas através das formulações bases foram diluídas com diferentes níveis de condutividades elétricas para avaliação, onde BM, utilizada como testemunha, com nível de 1,7 dS m⁻¹; e BO com sete níveis de condutividade elétrica (CE: 0,5; 0,9; 1,3; 1,7; 2,1; 2,5 e 2,9 dS m⁻¹), no intuito de se testar valores limitantes de CE à produção hidropônica de alface com o uso de solução organomineral a baixo custo, e comparada à solução mineral (testemunha).

Durante a realização do experimento, o manejo das soluções nutritivas foi realizado diariamente através da reposição da solução consumida, com a utilização da ferramenta Solver houve controle periódico da condutividade elétrica (CE) desejada, e o pH foi mantido entre 6,3 a 6,9, com uso de um pHmetro portátil (HI 9811-5). Para o fornecimento da solução ao sistema

utilizou-se bomba para aquário com capacidade de 900 litros/hora. Com objetivo de redução da temperatura os baldes foram revestidos externamente por emborrachado de Ethil Vinil Acetat (EVA) e independentemente dos tratamentos, as soluções nutritivas (Figura 4 a e b) foram trocadas a cada 7 dias, para evitar que a solução tenha proliferação de algas (CASTELANE & ARAÚJO, 1994).

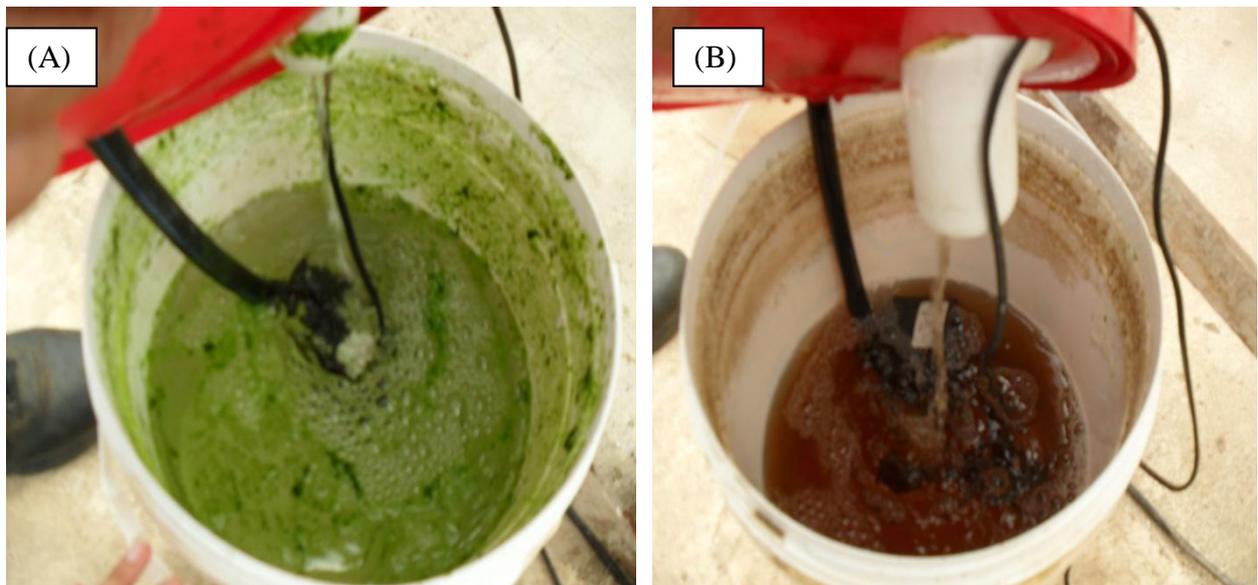


Figura 4: (A) Solução Mineral; e (B) Solução Organomineral utilizadas para a condução do experimento.

4.3 Variáveis avaliadas da alface

As plantas foram colhidas aos 60 dias após a semeadura (DAS), quando atingiram o máximo desenvolvimento vegetativo, antes de iniciarem o processo de pendoamento. Foram coletadas três plantas centrais da parcela de cada variedade, onde foram avaliadas variáveis de natureza vegetativa, produção e fisiológicas.

4.3.1 Natureza vegetativa

- Número de folhas (NF): por contagem, partindo-se das folhas basais até a última folha aberta com no mínimo 5 cm de comprimento na nervura principal;
- Diâmetro da cabeça (DCC): avaliação realizada com régua graduada de uma extremidade a outra da planta, correspondendo ao diâmetro de uma circunferência;
- Diâmetro caulinar (DC): mensuração realizada com auxílio de paquímetro digital a uma altura de dois centímetros da base da estrutura hidropônica.

4.3.2 Produção

No período correspondente ao da colheita, as plantas foram separadas em parte aérea e raízes, obtendo-se os dados médios (por parcela) de:

- Massa verde das folhas (MVF) e da raiz (MVR): pesadas em balança semi-analítica, no momento da coleta das plantas, na própria casa de vegetação;
- Massa seca das folhas (MSF) e da raiz (MSR): após secagem das partes da planta, em estufa com ventilação forçada de ar a 50 °C, até fornecer peso constante, foram obtidos os valores da matéria seca, em balança com divisão mínima de 0,001 g (BORGES et al., 2011).
- Teor de água nas folhas e a razão entre as massas de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular foram determinados utilizando-se as equações propostas por Soares (2007).

$$U = \left(\frac{MVF - MSF}{MVF} \right) \times 100$$

Onde: U= teor de água na parte aérea [%];
MVF= massa verde das folhas [g];
MSF= massa seca das folhas [g].

- Relação das massas de matéria seca da raiz e da parte aérea, adimensional:

$$\frac{MSR}{MSF}$$

Onde: MSR = Massa seca da raiz [g];
MSF = Massa seca das folhas [g].

- Produtividade percentual da alface em função da salinidade em cada tratamento foi calculada em relação à produtividade obtida com o tratamento testemunha.

$$PR = \left(\frac{MVF \text{ Tratamento}}{MVF \text{ Testemunha}} \right) \times 100$$

Onde: PR = produtividade relativa [%];
MVF tratamento = massa verde das folhas de um tratamento [g];
MVF testemunha = massa verde das folhas da testemunha [g].

4.3.3 Análise do teor de nitrato nas folhas

O método de análise empregado foi o proposto por Cataldo et al. (1975), baseado na complexação do ácido salicílico pelo íon nitrato, com algumas modificações: a secagem das amostras foi efetuada em estufa a 50 °C, até obtenção de peso constante. O material seco foi moído em moinho tipo Willey.

Colocou-se 0,1 g da amostra em um tubo de ensaio e se adicionou 10 ml de água destilada, levando-se à estufa por 1 hora a 50 °C; centrifugação a 500 rpm, durante 15 minutos, após este procedimento foram adicionados 5g de carvão mineral, agitando-se manualmente, e aguardou-se 10 minutos. Os extratos foram filtrados em filtro de papel e colhidos para análise.

Para as análises do sobrenadante foi pipetado 0,2 ml do extrato para um erlenmeyer de 125 ml, adicionando-se 2 ml de ácido salicílico 5% em ácido sulfúrico (H₂SO₄) de concentrado, foi aguardado o tempo de 20 minutos, e posteriormente adicionado 47,5 ml de NaOH 2N, esperando-se esfriar, em seguida, à temperatura ambiente. A leitura foi feita em absorbância no espectrofotômetro, no comprimento de onda de 410nm.

Para obtenção da equação, valeu-se de uma curva padrão que foi preparada com NaNO₃ nas concentrações de 0 (Branco), 20, 40, 80, 160 e 320 ppm de nitrato. Em seguida, colocou-se 0,5 mL da solução padrão (para cada concentração) em erlenmeyer, adicionou-se 2mL de ácido salicílico a 5% em H₂SO₄, esperou-se esfriar à temperatura ambiente e foram adicionados 47,5 mL de NaOH 2N e a leitura realizada a 410nm.

4.3.4 Análise microbiológica

Foram coletadas folhas de forma aleatória de quatro pés da mesma variedade e solução. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas ao Laboratório de Controle de Qualidade Alimentar do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual da Paraíba – Campus Lagoa Seca, onde foram realizadas as análises.

Pesaram-se 25 g das folhas de cada amostra, as quais foram homogeneizadas com 225 mL de solução salina (0,85%) estéril, sendo esta a diluição 10⁻¹. Em seguida, 1mL da diluição foi dissolvido em 9 mL de solução salina, constituindo a diluição 10⁻², procedendo assim até a diluição 10⁻³. Este procedimento foi feito em todas as amostras submetidas às análises microbiológicas.

O Número Mais Provável (NMP) de Coliformes Totais (CT) e Coliformes Termotolerantes (CTT) foi determinado através da técnica dos tubos múltiplos (BLODGETT,

2003). O teste foi realizado em três etapas distintas: prova presuntiva, prova para determinação de coliformes totais e termotolerantes e prova bioquímica (FENG et al., 2002).

Para o teste presuntivo, foi usado o Caldo Lactosado com tubos de Durham invertidos, sendo utilizadas três diluições das amostras com repetições de cinco tubos para cada diluição. Na primeira série de tubos, foi inoculado 1mL da diluição 10^{-1} em 10 mL de Caldo Lactosado. A segunda série de cinco tubos foi inoculada com 1mL da diluição 10^{-2} e a terceira série com 1 mL da diluição 10^{-3} . Em seguida, os tubos foram incubados em estufa bacteriológica a 35°C por 48 horas. Foram considerados positivos os tubos de Caldo Lactosado que apresentaram produção de gás com formação de bolhas no Durham e turvação do meio (JAKABI & FRANCO, 1991).

Para a identificação de Coliformes Totais foram retiradas alíquotas dos tubos positivos de lactosado e inoculados em Caldo Bile Verde Brilhante (BVB) que foram incubados em estufa a 35°C por 48 horas. A quantificação de Coliformes Termotolerantes foi feita retirando-se alíquotas com auxílio de uma alça de níquel cromo dos tubos de lactosado positivos e inoculando-se em tubos com Caldo Escherichia coli (EC) e tubos de Durham invertidos e posterior incubação em banho-maria a 45°C por 48 horas.

Para isolamento e identificação de Escherichia coli, foram retiradas alíquotas dos tubos positivos de EC e semeadas com alça de níquel cromo em placas contendo meio Eosin Methylene Blue Ágar (EMB) e incubados em estufa a 35°C por 24 horas. As colônias com características positivas para E. coli, de coloração verde brilhante, foram isoladas em TrypticSoy Ágar (TSA) e identificados através do teste do ImVic (KONEMAN et al., 2008).

Procedeu-se, também, a contagem padrão em placas utilizadas para quantificar as bactérias aeróbias mesófilas, através da técnica do “Pour Plate”, sendo retirado 1mL de cada uma das 3 diluições das amostras e adicionadas a 15 mL de Plate Count Ágar (PCA). O inóculo foi misturado ao meio de cultura, movimentando-se suavemente as placas numa superfície plana, com movimentos em forma de oito. Após a completa solidificação do meio de cultura as placas foram incubadas em estufa a 35°C, por 24 horas. O procedimento foi realizado em duplicata para todas as diluições (SILVA et al., 2001).

4.4. Variáveis avaliadas das soluções nutritivas

Uma vez preparadas as soluções (minerais e organominerais) foram submetidas às seguintes análises:

1 – Química: Analisados os teores de amônio, nitrato, nitrito, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cloro, sulfatos, zinco, ferro, cobre, manganês e molibdênio medidos com

um Fotômetro Multiparâmetros de bancada HI-83099-01.

2 – Microbiológica: A metodologia utilizada foi a mesma descrita no sub-item 4.4.5.

4.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e posteriormente à análise de variância pelo teste F a 1 e a 5% de probabilidade. Sendo verificados efeitos significativos, as médias obtidas nos diferentes tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey (para variedades) e Regressão (para o nível de salinidade da solução organomineral) até 5% de probabilidade, utilizando-se do software estatístico SISVAR[®] (FERREIRA, 2000).

4.6 Viabilidade econômica

A viabilidade econômica do cultivo hidropônico da alface crespa foi realizada através de simulação com a produção para a agricultura familiar, tomando-se por base o estudo da produção da cultura com o uso de diferentes soluções organominerais (sete níveis de condutividade da solução Bernardes Modificada) e da testemunha (Bernardes Mineral).

4.6.1 Custos de produção

A análise de custo de produção foi realizada conforme metodologia sugerida por Martin et al. (1998), na qual se procura reunir os componentes de custos, agregando-os de tal forma a permitir uma análise detalhada dos mesmos e da análise de rentabilidade.

Consideraram-se os seguintes custos:

- Custo operacional efetivo (COE): corresponde ao somatório entre os custos fixos (estufa e sua depreciação) e variáveis (sementes, energia elétrica, manutenção, mão de obra e solução nutritiva). A estufa corresponde a uma área de 147 m² e a uma produção estimada de 30.100 plantas/ano; contudo, considerou-se, para efeito de cálculo, uma produção comercial (plantas bem conformadas sem sinais de queima e pendoamento) de 30.000 plantas/ano.

4.6.2 Depreciação da estufa e equipamentos

Pelo método linear a taxa anual de depreciação foi calculada dividindo-se o custo inicial (preço de aquisição ou preço de reposição) menos um valor final presumido de sucata pelo

número de anos de duração provável.

Em qualquer ano, depreciação é:

$$D = \frac{Vi - Vf}{N}$$

Onde:

D = valor da depreciação ao ano [R\$];

Vi= valor inicial [R\$];

Vf= valor final [R\$];

N= vida útil [anos].

Para a simulação do financiamento utilizou-se a fonte do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), e devido a localização do experimento optou-se pela linha do PRONAF – Semiárido. Considerou-se o valor de financiamento bancário de R\$ 18.000,00 (valor máximo da linha PRONAF – Semiárido) em 120 meses, para aquisição de estufa e equipamentos necessários para o seu funcionamento. O valor final da estrutura foi estipulado em 10% do valor inicial e se considerou a vida útil do sistema em 10 anos.

Além da depreciação também foi levada em consideração a manutenção necessária para manter os equipamentos e as instalações em plena condição de uso. Para cobrir os gastos estipulou-se um percentual de 4% sobre o valor total investido.

- Custo operacional total (COT): é o custo operacional efetivo acrescido dos encargos sociais (36% sobre o valor da despesa com mão de obra), contribuição à seguridade social rural, CSSR (2,2% do valor da renda bruta)

Neste item também foi considerada uma remuneração empresarial, necessária para cobrir as despesas básicas do agricultor durante cada ano. Esta remuneração foi de R\$ 24.000,00/ano.

- Custo total de produção (CTP): é o custo operacional total acrescido dos gastos com o arrendamento da terra, no entanto, como a simulação do projeto é para agricultura familiar não haverá este gasto, visto que será implantado o projeto na própria propriedade do agricultor.

4.6.3 Indicadores de rentabilidade

Os indicadores de análise de resultados utilizados no trabalho foram os seguintes:

a) Receita Bruta (RB): é a receita esperada para determinada produção, visando a um preço de venda pré-definido ou efetivamente recebido, ou seja:

$$RB = P * Pu$$

Onde:

RB = receita bruta [R\$];

P= produção da atividade [R\$];

Pu= preço unitário do produto da atividade [R\$].

b) Margem Bruta (MBCOE): é a margem em relação ao custo operacional efetivo (COE), isto é, o resultado ocorrido após o produtor arcar com o custo operacional efetivo, considerando determinado preço unitário de venda e o rendimento do sistema de produção para a atividade.

Formalizando, tem-se:

$$MBCOE (\%) = ((RB - COE) / COE) * 100$$

Onde:

MBCOE= margem bruta em relação ao custo operacional efetivo [%]

RB = receita bruta [R\$];

COE = custo operacional efetivo [R\$].

c) Margem Bruta (MBCOT): é definida de forma análoga à margem bruta (COE) para o custo operacional total (COT). É estimada por:

$$MBCOT (\%) = ((RB - COT) / COT) * 100$$

Onde:

MBCOT = margem bruta em relação ao custo operacional total [%];

RB = receita bruta [R\$];

COT = custo operacional total [R\$].

Assim esta margem indica qual a disponibilidade para cobrir além dos custos efetivos os encargos sociais e a remuneração empresarial (proprietário).

d) Margem Bruta (MBCTP): é a margem em relação ao custo total de produção (CTP), isto é, o resultado ocorrido após o produtor arcar com o custo com todos os custos, considerando determinado preço unitário de venda e o rendimento do sistema de produção para a atividade. É calculada por:

$$\text{MBCTP (\%)} = ((\text{RB} - \text{COT}) / \text{COT}) * 100$$

Onde:

MBCTP = margem bruta em relação ao custo total de produção [%];

RB = receita bruta [R\$];

COT = custo operacional total [R\$].

Além desses conceitos, utilizaram-se também os indicadores de custo em relação às unidades de produto, denominados ponto de equilíbrio, que determina qual a produção mínima necessária para cobrir o custo, dado o preço de venda unitário para o produto. Assim, foram considerados os seguintes pontos de equilíbrio:

d) Ponto de Equilíbrio (COE):

$$\text{COE/Pu}$$

Onde:

COE = custo operacional efetivo [R\$];

Pu = preço unitário do produto da atividade [R\$].

e) Ponto de Equilíbrio (COT):

$$\text{COT/Pu}$$

Onde:

COT = custo operacional total [R\$].

Pu = preço unitário do produto da atividade [R\$].

f) Ponto de Equilíbrio (CTP):

$$\text{CTP/Pu}$$

Onde:

CTP = custo total de produção [R\$];

Pu = preço unitário do produto da atividade [R\$].

g) Lucro Operacional: constitui a diferença entre a receita bruta e o custo operacional total (COT) por ano.

Deste modo, tem-se:

$$LO = RB - COT$$

Onde:

LO = lucro operacional [R\$];

RB = receita bruta [R\$];

COT = custo operacional total [R\$].

O indicador de resultado lucro operacional (LO) mede a lucratividade da atividade no curto prazo, mostrando as condições financeiras e operacionais da atividade.

h) Índice de lucratividade (IL): este indicador mostra a relação entre o lucro operacional (LO) e a receita bruta (RB), em percentagem. É uma medida importante de rentabilidade da atividade agropecuária, uma vez que mostra a taxa disponível de receita da atividade após o pagamento de todos os custos operacionais, encargos etc., inclusive as depreciações.

Então:

$$IL = (LO / RB) * 100$$

Onde:

IL = índice de lucratividade [%]

LO = lucro operacional [R\$];

RB = receita bruta [R\$].

Nesta simulação levou-se em consideração um investimento inicial de R\$ 18.000,00, adquirido pelo produtor junto a uma instituição financeira pela linha do PRONAF – Semiárido possui cobrança de juros de 2,5% a.a, (BRASIL, 2016). A previsão de quitação do saldo devedor foi de 10 anos com prestações anuais no valor de R\$ 1.800,00.

O valor de venda unitário da alface foi estipulado correlacionando-se o peso médio da alface produzida neste trabalho com os comercializados na feira livre do bairro da Prata em Campina Grande, Paraíba, seguido o seguinte critério:

Plantas com peso inferior a 75 g = R\$ 0,75;

Plantas com peso entre 75 e 100 g = R\$ 1,25;

Plantas com peso entre 101 e 150 g = R\$ 1,50;

Plantas com peso superior a 150 g = R\$ 2,00.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Natureza vegetativa

Na Tabela 5 encontra-se a síntese da análise de variância para as variáveis de crescimento coletadas ao final do ciclo de produção, ou seja, aos 60 DAS. O número de folhas (NF), diâmetro da cabeça (DCC) e diâmetro do caule (DC), foram avaliados em função da variação da condutividade elétrica ao qual foi submetido à alface, bem como ao desenvolvimento de cada variedade em função da solução mineral a 1,7 dS m⁻¹.

Tabela 5: Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), diâmetro da cabeça (DCC) e diâmetro do caule (DC) em variedades de alface para diferentes soluções (BM = Bernardes Mineral; BO = Bernardes Modificada).

		FV	GL	QM			
				NF	DCC	DC ⁽¹⁾	
Parcela Subdividida	BO	Bloco	2	0,41 ^{ns}	5.95 ^{ns}	3770,59 ^{ns}	
		Solução	6	21,03**	97.64*	21654,15**	
		Resíduo (Solução)	12	1,73	8.45	1146,58	
		Variedades	2	6,75**	35.50*	28372,18**	
		Solução x Variedade	12	0,48 ^{ns}	2.95 ^{ns}	1417,57 ^{ns}	
		Resíduo (Variedades)	28	0,51	3.34	879,02	
		CV (Solução)		10,28	11.98	17,25	
		CV (Variedade)		5,58	7.54	15,11	
Fatorial	Completo	BM	Fatorial x Variedades M	1	0,60 ^{ns}	574,27**	11130,76**
			Variedades M	2	1,58*	0.030ns	772,13ns
	BM + BO	Tratamentos (Total)		23	6,49**	30.11**	9406,53**
		Bloco (Total)		2	0,11 ^{ns}	6.57 ^{ns}	1404,35 ^{ns}
		Erro (Total)		46	0,81	4.45	1408,12
		CV (Total)			7,03%	8.69%	26,98%

ns = não significativo / CV = Coeficiente de Variação / * = p≤0,005 e ** = p≤0,001 pelo teste “F” ; ⁽¹⁾ Os

dados foram transformados conforme as equações a seguir: ⁽¹⁾ DC: $\frac{x^{2,5} - 1}{2,5}$.

Constatou-se efeito significativo dos fatores, em algumas variáveis vegetativas. As variedades de alface diferiram entre si quando comparadas dentro do nível de salinidades na solução organomineral, bem como quando analisadas dentro da solução mineral ao nível de $1,7\text{dS m}^{-1}$; verificou-se também, efeito significativo entre todos os tratamentos ($p < 0,01$). Entretanto a interação entre níveis de salinidades e variedades não foi significativa (Solução x Variedades).

Para Número de Folhas (NF) a sua significância pode ser evidenciada como adaptação das variedades aos tipos de solução aos quais foram submetidas. Em várias regiões do Brasil, têm sido observados diferentes desempenhos para distintas variedades de alface, cada uma apresenta de forma divergente seu potencial genético quando submetidas em heterogêneas condições ambientais (QUEIROZ et al., 2014).

Verificou-se efeito significativo para solução e variedade quando avaliada na parcela subdividida na solução organomineral. No entanto, para a solução mineral não se observou diferença significativa entre as variedades. O diâmetro da cabeça teve diferença significativa entre as soluções, evidenciando o seu melhor desenvolvimento de acordo com a salinidade e/ou solução utilizada.

Corroborando Oliveira et al. (2010) alegam o fato das plantas folhosas responderem muito bem à adubação orgânica, seu trabalho foi realizado em solo com 5 anos de adubação orgânica, favorecendo as questões microbiológicas, mineralógicas do solo e fisiológicas da planta. Em contrapartida, o presente trabalho foi realizado em curto espaço de tempo, com sistema hidropônico em NFT com uso de biofertilizante em contato direto com a raiz, antecipando assim o período de adaptação das plantas quanto à absorção dos nutrientes fornecidos ao vegetal.

Em relação ao Diâmetro do Caule (DC), não fora notado efeito significativo para as variedades submetidas à solução mineral, todavia para os demais fatores obteve-se grau de significância a 1%. Os maiores valores DC podem estar relacionados ao maior número de folhas, pois precisam de mais espaço para se arranjam no caule da planta (MÜLLER, et al., 2015).

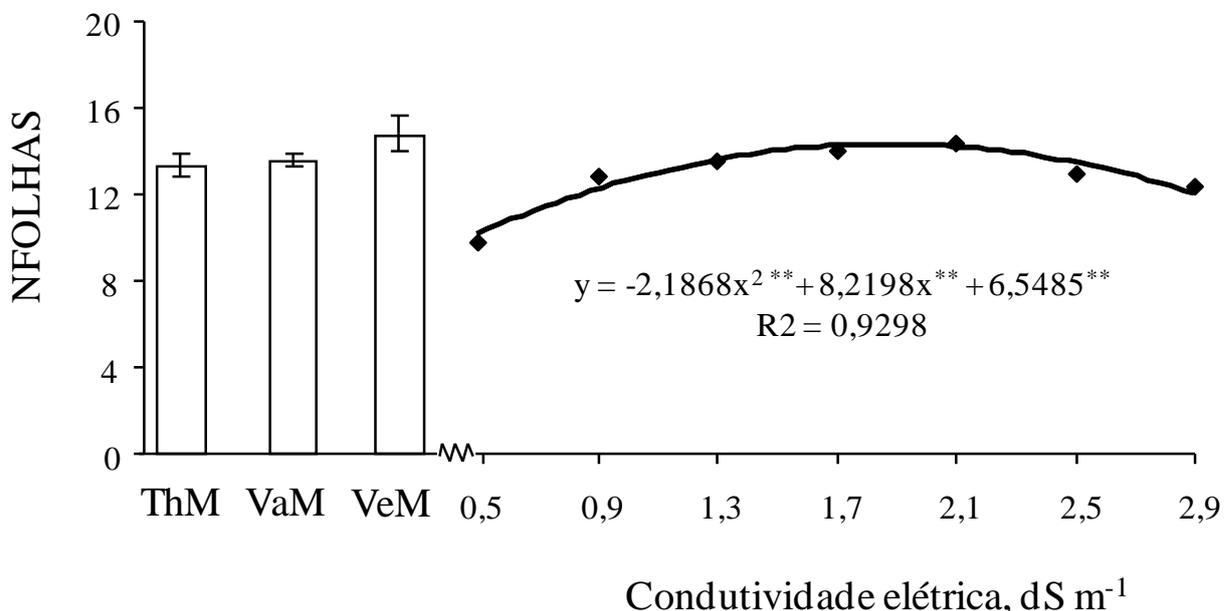
Quando analisadas as variedades unicamente dentro da solução mineral apenas a variável Número de Folhas (NF) apresentou significância de 1%.

5.1.1 Número de Folhas (NF)

O estudo das folhas é de suma importância, por se tratar de possível indicativo do rendimento dos vegetais (BENINCASA, 2003). Conforme exposto na Figura 5, verifica-se que o

número de folhas (NF) das variedades de alface analisadas, foi afetado significativamente a 1% de probabilidade. Foi quadrático o efeito da salinidade sobre o número de folhas, com ponto máximo em 1,9 dS m⁻¹ e quantidade máxima de aproximadamente 15 folhas por planta, enquanto na solução mineral a variedade com maior valor foi a Verônica com 14 folhas.

O número de folhas é uma característica que pode ser influenciada também pelo ambiente, Radin (2004) ao avaliar o número de folhas de alfaces cultivadas em campo aberto e em ambiente protegido, constatou ser maior a emissão foliar quando a cultura é conduzida em ambiente protegido.



Dispersão entre barras iguais indicam ausência de diferença significativa entre as variedades avaliadas pelo teste de Tukey a 5%.

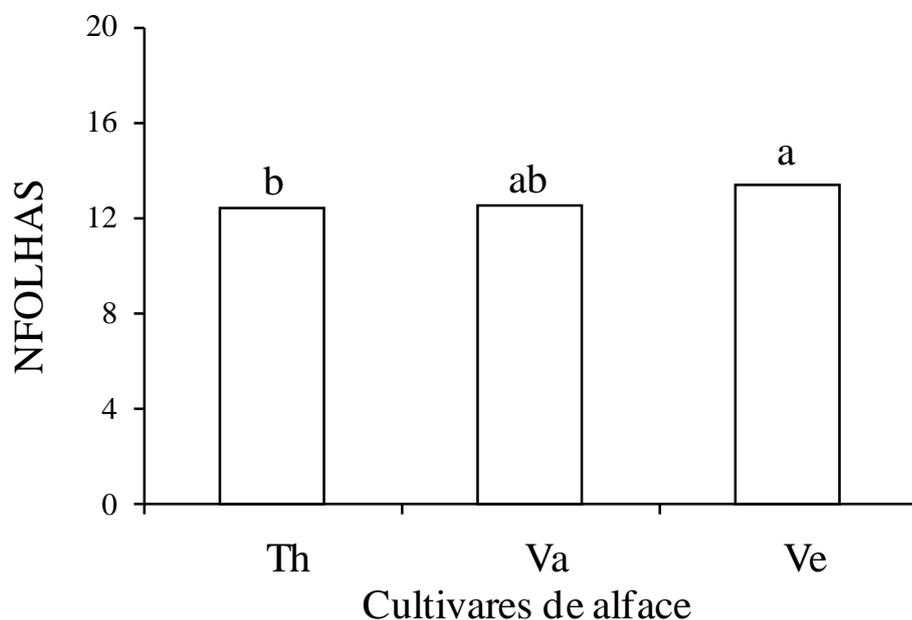
Figura 5: Número de Folhas das variedades de alface Thaís (Th), Vanda (Va) e Verônica (Ve) em função das soluções nutritivas Bernardes Mineral (BM), e variações de salinidade da solução Bernardes Modificada (BO).

Com base na figura 5, nota-se maior destaque em NF nas plantas cultivadas com a solução organomineral, em relação às que receberam a mineral. Isto pode ser justificado pela alta temperatura na casa-de-vegetação (em comparação ao berçário), enquanto que as soluções minerais apresentaram uma maior temperatura em relação a organomineral, dificultando assim, a absorção dos nutrientes e possível maior taxa de transpiração da planta.

A temperatura ideal para a produção de alface deve variar entre 15 e 25°C, mas, quando submetidas a temperatura maior do que 30°C as plantas podem apresentar um desenvolvimento menor (FILGUEIRA, 2008; MARTINEZ, 2006; e RODRIGUES, 2002).

A composição ideal de uma solução nutritiva para hidroponia depende não somente das concentrações dos nutrientes, mas também, de outros fatores ligados ao cultivo, incluindo-se o tipo ou o sistema hidropônico, os fatores do ambiente, a época do ano (duração do período da luz, temperatura), o estágio fenológico, a espécie vegetal e o cultivar em produção (FURLANI, et al., 2009).

Na figura 6 estão os dados de número de folhas maiores do que 5 centímetros de comprimento. Quando receberam solução organomineral, aos 60 DAS, a variedade Verônica formou maior número de folhas do que as demais cultivares, com média de 13,916 folhas por planta, sendo de 12,750 na variedade Vanda e de 12,583 folhas na Thaís.



Letras iguais indicam ausência de diferenças significativa entre variedades avaliadas pelo teste de Tukey a 1%.

Figura 6: Número de Folhas das variedades Thaís (Th), Vanda (Va) e Verônica (Ve), submetidas à solução Bernardes Modificada (BO).

Em trabalho realizado por Bezerra Neto et al. (2005), onde foram avaliados diferentes telas de sombreamento, foram observados valores médios variando entre 20,75 e 22,30 folhas, entre os diversos ambientes, sendo superiores aos obtidos neste estudo, cuja média foi de 13,916. Valores mais altos foram, também, registrados por Magalhães et al. (2010), com média de 27 folhas no cultivo hidropônico de alface sob dois diferentes níveis de salinidade e por Suinaga et al. (2013), com 33,70 folhas para a cultivar Verônica com plantio em solo e colheita realizada aos 70 DAS.

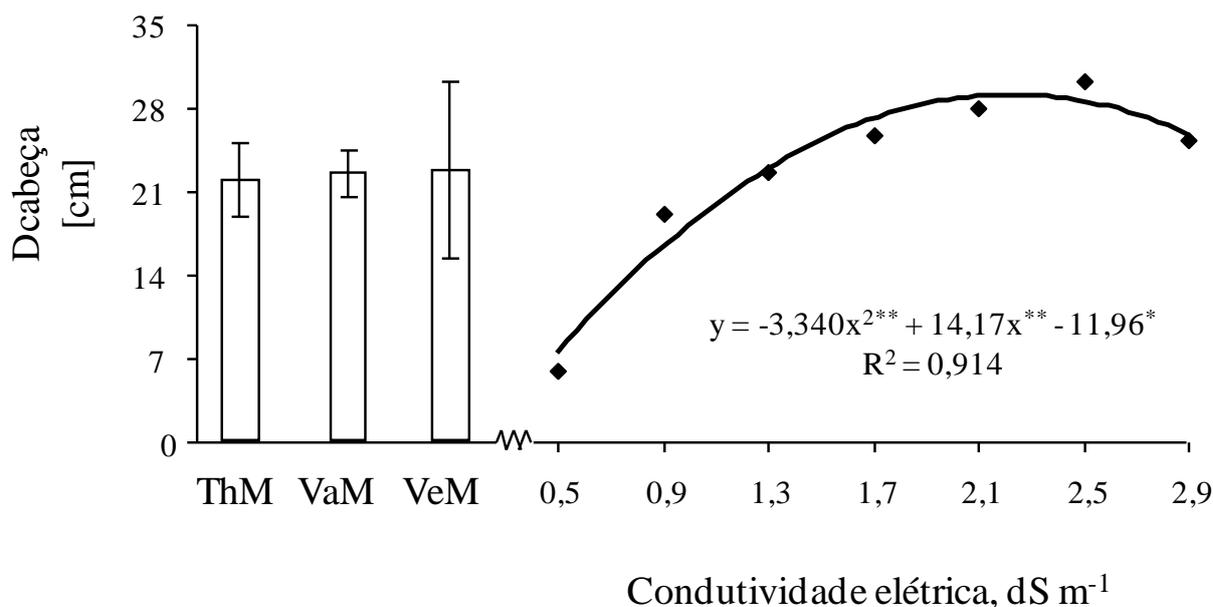
Por sua vez, Tavares & Junqueira (1999) obtiveram valores semelhantes aos desta pesquisa em estudo com a variedade Verônica com médias de 18,92; 12,16; e 9,52 folhas por planta, cultivadas de forma hidropônica em sistema NFT com diferentes fontes de substratos (casca de arroz, brita e seixos, respectivamente).

Os adubos orgânicos proporcionaram resposta positiva sobre o número de folhas das culturas, chegando a igualarem ou até mesmo a superarem os efeitos dos fertilizantes químicos (Figura 5). Kiehl (1985) afirma que dependendo da composição química, a taxa de mineralização e o teor de nitrogênio de um biofertilizante, os adubos orgânicos em doses elevadas tornam-se prejudiciais às culturas.

5.1.2 Diâmetro da Cabeça (DCC)

O diâmetro da cabeça de uma hortaliça folhosa como a alface remete a área foliar total. Realizar este estudo é imperativo quanto à realização da fotossíntese, pois esta é responsável pela captação de energia solar e produção de matéria orgânica. Para Sala & Costa (2013), o diâmetro da cabeça, além de ser uma característica relacionada ao porte da planta, remete também à análise da melhor forma de acondicionamento para transporte do vegetal que, no Brasil, normalmente ocorre via caixas plásticas ou de madeira. De forma complementar Suinaga et al. (2013) afirmam que plantas com maiores dimensões podem ser danificadas no acondicionamento e transporte, afetando a qualidade final do produto.

Com relação à variável diâmetro da cabeça (Figura 7) observa-se que a solução orgânica se sobressaiu à mineral, formando uma equação quadrática de ponto máximo equivalente a 26,989 cm com salinidade de aproximadamente $2,1 \text{ dS m}^{-1}$, enquanto a média geral da solução mineral foi de 24,46 cm.



Dispersão entre barras iguais indicam ausência de diferença significativa entre as variedades avaliadas pelo teste de Tukey a 5%.

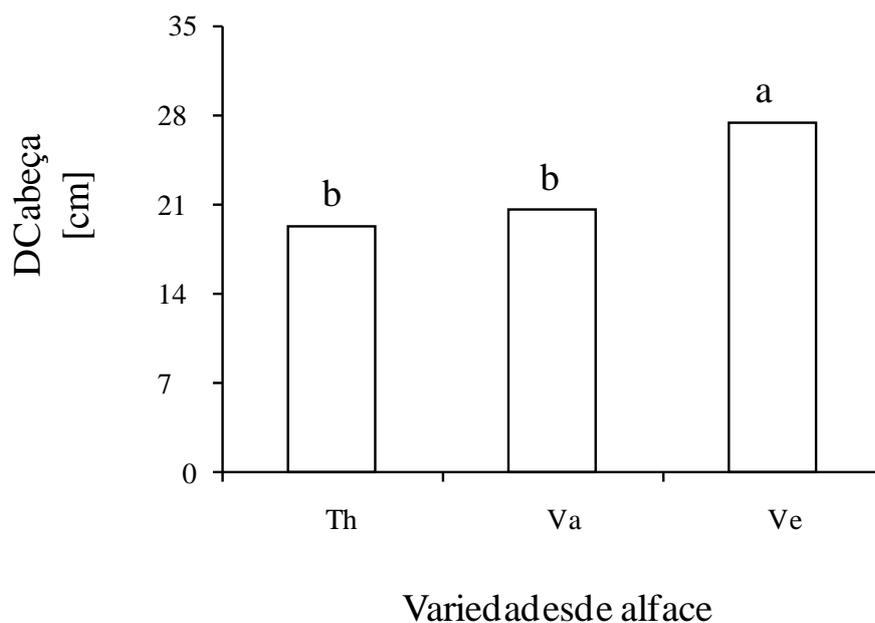
Figura 7: Diâmetro da Cabeça das variedades de alface Thaís (Th), Vanda (Va) e Verônica (Ve) em função das soluções nutritivas Bernardes Mineral (BM), e variações de salinidade da solução Bernardes Modificada (BO).

Quando comparados os valores obtidos neste estudo com a literatura, pode-se dizer que números encontrados ao nível de salinidade de 0,9 a 2,9 dS m⁻¹ estão compatíveis com as características comerciais. Blat et al. (2011) encontraram valores para o diâmetro da cabeça de 23,2; 24,1; e 22,8 cm para as cultivares Brasil 221, Maravilha das Quatro Estações e Brasil 303, respectivamente.

Ao nível de salinidade 0,5 dS m⁻¹ observa-se que, embora tenha-se adquirido um número de folhas aproximado à maior produção (Figura 5), seu diâmetro de cabeça é bastante inferior (17,16 cm), indicando dessa forma que mesmo com sua quantidade de folhas esta planta não possui características comerciais.

Na solução mineral, a variedade Verônica apresentou a maior média, diferindo assim estatisticamente das cultivares Vanda e Thaís (Figura 8). Em estudos similares Bezerra Neto et al. (2005) verificaram através dos dados obtidos, DCC maior para a Verônica, do que para as demais variedades estudadas. O fator genético pode ser atributo da variedade Verônica por apresentar melhor desenvolvimento no final do seu ciclo (SILVA et al., 2011).

Após o ponto limiar da parábola ocorre o decréscimo na área foliar, tais reduções podem estar ligadas à redução fotossintética, o que, de certo modo, é uma adaptabilidade do vegetal à salinidade (MITTOVA et al., 2002; SULTANA et al., 2002). Com isso, fica perceptível que a redução do diâmetro da cabeça quando ocorrida sob o estresse salino pode ser um mecanismo de sobrevivência do vegetal que, por sua vez, conserva água e reduz a área transpiratória.



Letras iguais indicam ausência de diferenças significativa entre soluções e experimentos avaliados, pelo teste de Tukey a 1%.

Figura 8: Diâmetro da Cabeça das variedades Thaís (Th), Vanda (Va) e Verônica (Ve), submetidas à solução Bernardes modificada (BO).

Luz et al. (2006) ao trabalhar com solução mineral em cultivo hidropônico, obtiveram média de 29,11 cm para a variedade Verônica. Isto se justifica pelo fato de que, a solução organomineral embora contenha a composição semelhante a da mineral, não disponibiliza totalmente seus nutrientes, estando em uma parte insolúvel e, conseqüentemente, indisponível para o vegetal. Além da dificuldade de desenvolvimento das plantas nas variações de temperatura tanto do ambiente quanto da solução (MAGALHÃES et al., 2010)

5.1.3 Diâmetro do Caule (DC)

A análise de crescimento referente às variedades, comparativamente com o diâmetro caulinar (Figura 9) em função das variedades aos 60 DAS, apresenta diâmetro constante entre os níveis de condutividade elétrica na solução organomineral, confirmando que não houve impacto negativo na utilização da solução modificada sobre o mesmo. Segundo Helbel Junior et al. (2008), o DC possui relação direta com o tamanho do diâmetro da cabeça, visto que quanto maior o diâmetro caulinar maior é a vascularização da planta.

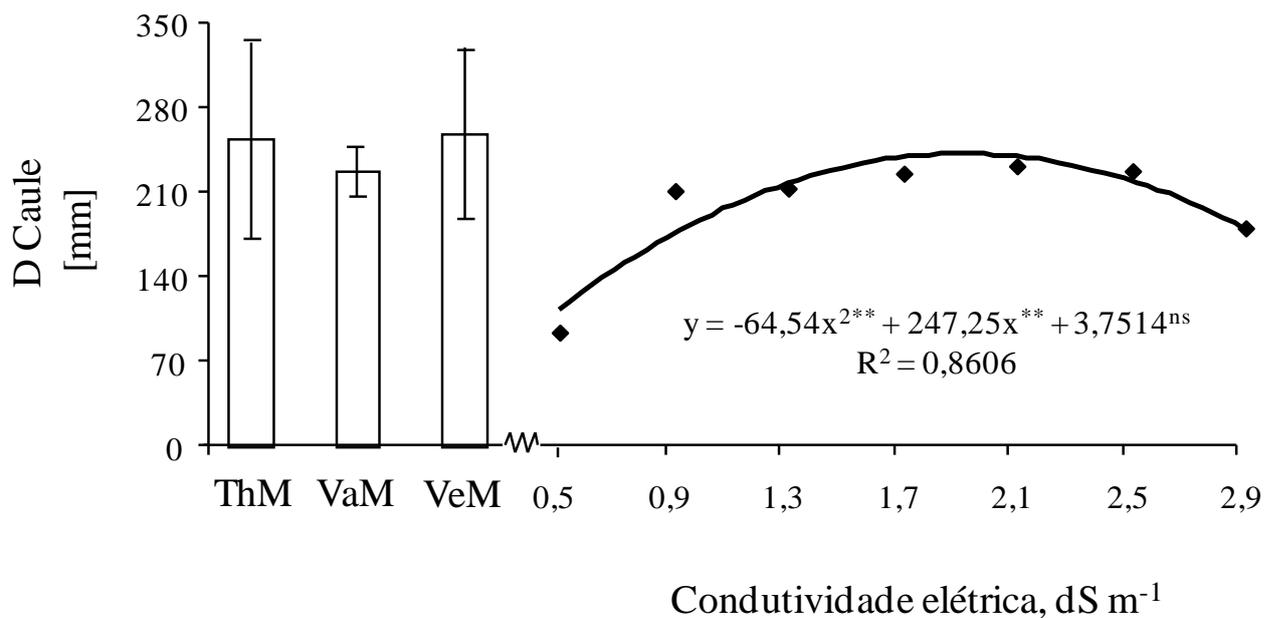
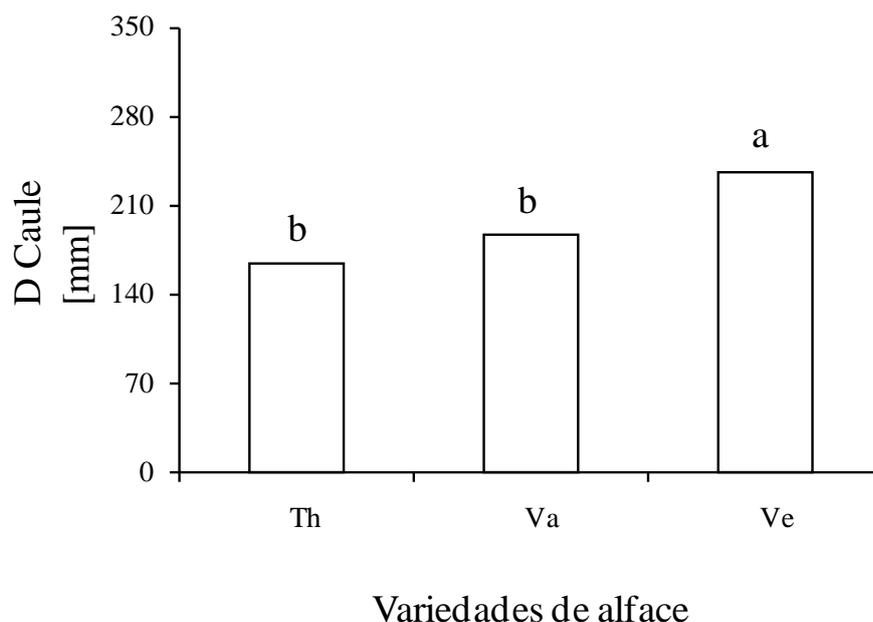


Figura 9: Diâmetro do Caule das variedades de alface Thaís (Th), Vanda (Va) e Verônica (Ve) em função das soluções nutritivas Bernardes Mineral (BM), e variações de salinidade da solução Bernardes Modificada (BO).

O ponto máximo da parábola em função quadrática para Diâmetro Caulinar sem transformação dos dados é de aproximadamente 13,263 mm no ponto de condutividade de 1,9 dS m⁻¹. Notando que a média entre as três variedades submetidas a solução mineral foi de 12,725 mm. Os dados do diâmetro do caule das variedades estão dispostos na Figura 10, com a comparação das médias pelo teste de Tukey aos 60 DAS, época em que se realizou a última avaliação do experimento. Nesta avaliação constatou-se o maior diâmetro caulinar (14,55 mm) com a variedade Verônica, enquanto com medidas de menor valor em ordem de classificação foram Thaís e Vanda com médias de 9,12 e 10,27 mm respectivamente.



Letras iguais indicam ausência de diferenças significativa entre soluções e experimentos avaliados, pelo teste de Tukey a 1%.

Figura 10: Diâmetro da Cabeça das variedades Thaís (Th), Vanda (Va) e Verônica (Ve), submetidas à solução Bernardes Modificada (BO).

Os valores acima descritos no gráfico são compatíveis com os obtidos por Fonteles et al. (2015), em trabalho realizado com alface hidropônica, irrigados com água de esgoto tratado. Da mesma forma como fora relatado por Veronka et al. (2008) ao trabalhar com doses de biofertilizantes na produção convencional de alface. Contudo, valores mais altos são encontrados em trabalho desenvolvido por Santi et al. (2013), que ao analisarem o desempenho agrônomico da alface fertilizada com resíduo da indústria sucroalcooleira em ambiente protegido, obtiveram valores médios de 18, 17 e 16 mm, para variedades de Rafaela, Júlia e Tainá, respectivamente.

Segundo Magalhães (1986), a análise de crescimento descreve as condições morfofisiológicas da planta e através dessa, pode-se realizar investigações do efeito dos fenômenos ecológicos sobre o crescimento, como adaptabilidade das espécies em ecossistemas diversos, efeitos de competição, diferenças genotípicas da capacidade produtiva e influencia das práticas agrônomicas sobre o crescimento.

No que concerne ao aspecto comercial Filgueira (2008) ressalta que as empresas de *fast-food* preferem as plantas que podem ser feita a retirada das folhas com facilidade do caule, portanto não é interessante o caule muito espesso, já que este será descartado.

5.2 Variáveis de Produção

Conforme resultados da análise de variância, expostos na Tabela 6, somente a variável Massa Verde da Raiz apresentou diferença significativa para as variedades quando comparadas dentro dos níveis de salinidade na solução organomineral, bem como na solução testemunha mineral, sendo ambas a 5% de significância. Enquanto que a Massa Seca da Raiz não obteve significância para nenhuma análise.

Tabela 6: Resumo da análise de variância para massa verde das folhas (MVF), massa seca das folhas (MSF), massa verde da raiz (MVR) e massa seca da raiz (MSR) em variedades de alface para diferentes soluções (BM = Bernardes Mineral; BO = Bernardes Modificada).

		FV	GL	QM				
				MVF	MSF ⁽¹⁾	MVR	MSR	
Parcela Subdividida	BO	Bloco	2	31558,94**	544,27**	4666,98**	0,006 ^{ns}	
		Solução	6	89,14 ^{ns}	4,08 ^{ns}	263,02 ^{ns}	0,001 ^{ns}	
		Resíduo (Solução)	12	154,27	41,50	101,85	0,014	
		Variedades	2	213,70 ^{ns}	188,01 ^{ns}	458,07*	0,015 ^{ns}	
		Solução x Variedade	12	267,86 ^{ns}	227,67**	96,81 ^{ns}	0,008 ^{ns}	
		Resíduo (Variedades)	28	141,83	63,49	88,63	0,015	
		CV (Solução)		9,97	26,65	14,93	15,44	
		CV (Variedade)		9,56	32,96	13,93	15,74	
		Fatorial	Completo	BM	Fatorial x Variedades M	1	24682,2689**	2709,62**
Variedades M	2				51,99 ^{ns}	11,59 ^{ns}	240,90*	0,018 ^{ns}
BM + BO	Tratamento		23	9468,72**	395,96**	1491,47**	0,009 ^{ns}	
	Bloco		2	121,83 ^{ns}	3,96 ^{ns}	268,20 ^{ns}	0,003 ^{ns}	
	Erro		46	129,49	49,76	87,94	0,015	
	CV (Total)			9,68%	32,27%	14,46%	15,55%	

ns = não significativo / * = $p \leq 0,005$ e ** = $p \leq 0,001$ pelo teste "F" ; PSFOLHA foi transformado em $\frac{x^{1,641} - 1}{1,641}$

Quanto à fitomassa foliar, estas apresentaram interação significativa a 1% para os tratamentos que por sua vez compara os níveis de salinidade das soluções organominerais e a solução mineral como testemunha.

Tratando da análise geral sobre as variáveis de fitomassa, consta-se a tendência de tolerância destas variedades de alface a diversos níveis de condutividades elétricas, como já discutido na literatura concernente ao tema (OLIVEIRA et al., 2011, MAGALHÃES et al., 2010; e HELBEL Junior et al., 2008), mesmo que a planta exponha injúrias em alguns parâmetros agrônômicos de acordo a condutividade trabalhada.

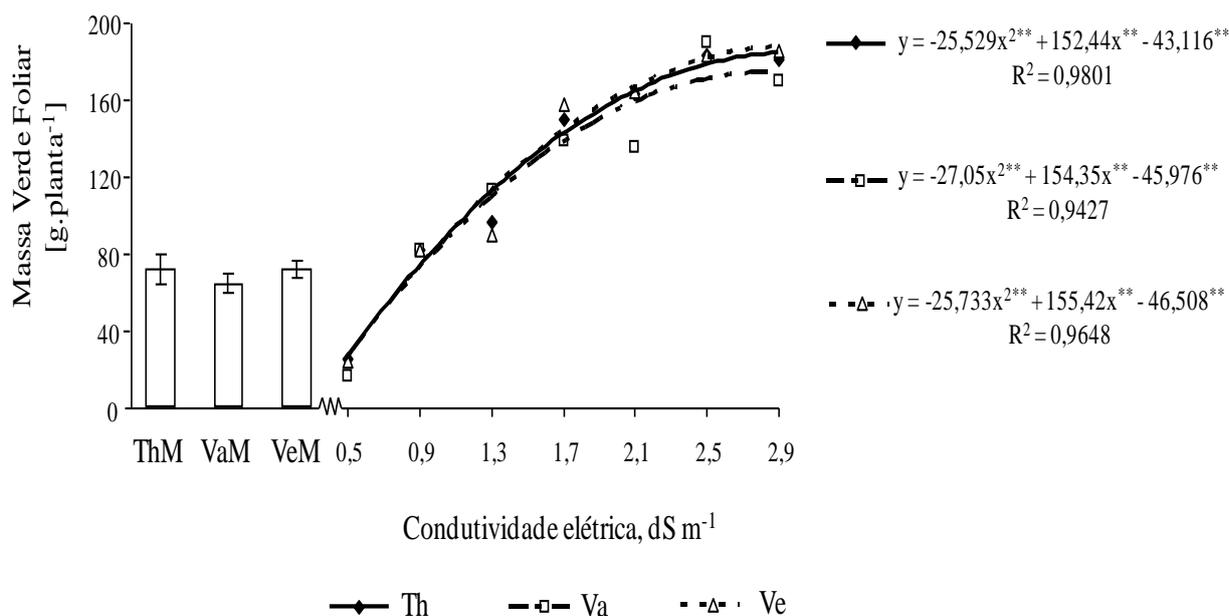
De uma forma geral, ao analisar as variáveis de fitomassa e de natureza vegetativa, constata-se a tendência de adaptabilidade das variedades ao uso de soluções em composição com biofertilizantes, como já reportado na literatura (VIDIGAL, et al., 1995; CHICONATO et al., 2013; LINHARES et al., 2013; SOUSA et al., 2014; SHIEHATA et al., 2016); mesmo trabalhado em formas de cultivos diferentes (campo, hidropônico, ambientes aberto e fechado).

5.2.1 Massa Verde (MVF) e Seca (MSF) Foliar

A produção de fitomassa nas folhas não variou, significativamente, entre as variedades, embora ambas tivessem significância a 1% em função dos tratamentos de salinidade. A respeito da dependência das variedades em relação à oscilação da produção de fitomassa nas folhas, em cada condição de manejo salino, notou-se que, em sua grande maioria os valores médios de produção se destacaram em relação às médias obtidas pela solução mineral (testemunha) conduzida a 1,7 dS m⁻¹.

O ponto máximo para a Massa Verde das Folhas (Figura 11) foi obtido pela variedade Verônica em 3,0 dS m⁻¹ com 188,165 g.planta⁻¹, seguida pela variedade Thaís com 2,9 dS m⁻¹ produção de 184,448 g.planta⁻¹, e Vanda com 2,8 dS m⁻¹ e produção de 174,209 g.planta⁻¹. Ambas as variedades superaram o teor limiar de salinidade fornecido pela literatura através dos estudos de Paulus et al. (2012) onde ficou constatado que a solução nutritiva mineral obteve decréscimo da produtividade da massa fresca da parte aérea, à medida em que se aumentava a da salinidade, indicando a produção até 1,8 dS m⁻¹.

Os dados de MVF obtidos nesse trabalho corroboram com Blat et al. (2011) que trabalharam em sistema hidropônico com solução 100% mineral, onde obtiveram médias de produção de 118,72 e 179,20 g.planta⁻¹. Assim, dependendo do nível de salinidade, as soluções modificadas podem ser viáveis para a produção hidropônica de alface. Tais dados, no entanto, se contradizem com as conclusões obtidas por trabalho realizado por Dias et al. (2009), que afirmam que a substituição total ou parcial da solução mineral por biofertilizante foi considerada inviável.



Dispersão entre barras iguais indicam ausência de diferença significativa entre as variedades avaliadas, pelo teste de Tukey a 5%.

Figura 11: Massa Verde da parte aérea das variedades de alface Thaís (Th), Vanda (Va) e Verônica (Ve) em função das soluções nutritivas Bernardes Mineral (BM), e variações de salinidade da solução Bernardes Modificada (BO).

Por meio da resolução da equação quadrática, pode-se estimar o ponto máximo da equação para variedade Verônica submetida à solução organomineral, o qual alcançou 3,019 dS m⁻¹ de CE. Entretanto, sugere-se não aumentar o seu nível de condutividade para além de 2,1 dS m⁻¹, tendo em vista ser este nível o que melhor resultado apresentou, conforme exposto nas variáveis vegetativas (Figuras 5; 7; e 9).

Ainda no que diz respeito a Figura 11, verificou-se através das barras de dispersão, que as médias entre as variedades na solução mineral (testemunha) não diferiram entre si, não ultrapassando a produção de 80 g.planta⁻¹, ficando, assim, abaixo do nível de condutividade de 1,3 dS m⁻¹ para todas as variedades, quando comparadas com os níveis de condutividades da solução de BO. Através da figura 12, evidenciou-se o fato de que as variedades apresentaram características de deficiência nutricional, caracterizadas principalmente pelo amarelamento das bordas e raquitismo, comprovando o que Dias et al. (2011) constataram em sua pesquisa ao afirmarem que a alface mostrou-se sensível ao incremento da salinidade para solução mineral trabalhada com rejeitos salinos.

Com relação à necessidade nutricional da cultura, observou-se no presente estudo sintomas de deficiência nutricional bastante perceptíveis, principalmente nas plantas submetidas à solução organomineral nos níveis de condutividade inferiores a 1,7 dS m⁻¹, e nas três variedades submetidas à solução mineral, desse modo, deve-se qualificar essas plantas do ponto de vista comercial, como inviáveis.

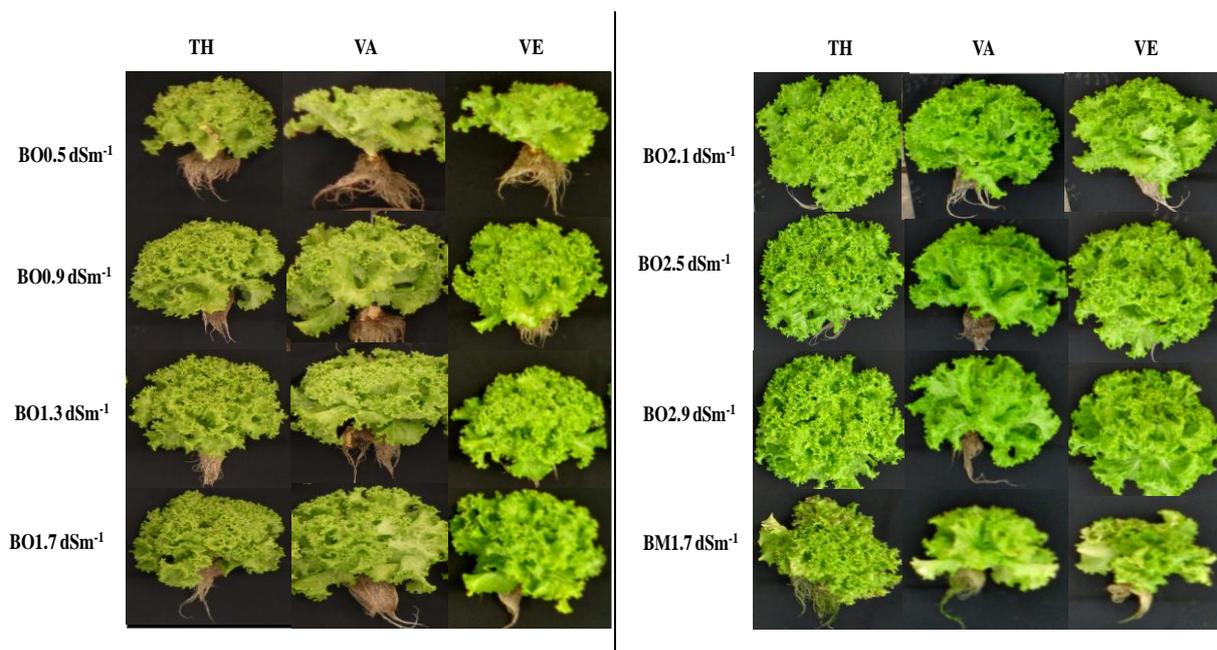


Figura 12: Resposta qualitativa das variedades Thaís (Th), Vanda (Va) e Verônica (Ve) submetidas às soluções Bernardes Mineral a 1,7 dS m⁻¹ e Bernardes Modificada às condutividades de 0,5; 0,9; 1,3; 1,7; 2,1; 2,5; e 2,9 dS m⁻¹.

As características das plantas que apresentaram desenvolvimento menor são possivelmente justificadas pelo déficit de nitrogênio (N), uma vez que este é essencial para o bom desenvolvimento de plantas. Conforme explicitado por Malavolta (2006), este nutriente está envolvido na composição de diferentes compostos na planta, os quais participam em processos como absorção iônica, fotossíntese, diferenciação celular e sínteses em geral, que relacionam-se diretamente com o seu crescimento.

Além da quantidade de nitrogênio disponível, outro fator que pode alterar o crescimento das plantas, é a proporção entre amônio (NO₄⁺) / nitrato (NO₃⁻). O fornecimento de NH₄⁺ como única fonte de N pode ser prejudicial às plantas, uma vez que a presença de amônio na solução nutritiva pode ser preponderante na redução do acúmulo de fitomassa seca (BARBER & PIERZYNSKY, 1993). Assim não é aconselhável que a quantidade de NO₃⁻ esteja em quantidade inferior a 80% da solução nutritiva (MARTINEZ, 2006).

Nas soluções estoques deste estudo, a solução modificada não utilizou água de reservatório em sua composição, conforme já explicitado na Tabela 4, e como sua concentração foi de 99,97% de NH₄⁺ do N total, limitou-se então, formas de acréscimos de materiais orgânicos. No entanto, para que obtivesse a quantidade necessária de NO₃⁻ (80%), acrescentou-se fertilizantes como nitrato de cálcio e nitrato de potássio na composição final da solução

organomineral. Subsequentemente, as soluções com níveis salinos inferiores a $1,7 \text{ dS m}^{-1}$ foram diluídas em maior proporção com a utilização de água do reservatório (nos recipientes de fornecimento da solução) para que fossem utilizadas nas condutividades desejadas ($0,5$, $0,9$ e $1,3 \text{ dS m}^{-1}$).

Concomitantemente, percebeu-se que as plantas submetidas a níveis superiores a $1,7 \text{ dS m}^{-1}$ não apresentaram deficiência nutricional visualmente perceptível, isto se justifica pelo fato de utilizarem maior quantidade da solução estoque nos recipientes para fornecimento da solução derivada e conseqüente maior concentração da taxa nutricional desta.

O teor de MVF de acordo com os dados de regressão de caráter quadrático, e suas respectivas variações de produção para cada incremento unitário de CE com relação à solução mineral entre as variedades cultivadas, encontra-se na tabela 7.

Tabela 7: Variação da produção das variedades de alface (Thaís, Vanda e Verônica) submetidas à solução Bernardes modificada (BO) sob diferentes níveis de salinidade em relação à testemunha (Bernardes Mineral a $1,7 \text{ dS m}^{-1}$).

Variedades	Níveis de salinidade da solução organomineral BO						
	$0,5 \text{ dSm}^{-1}$	$0,9 \text{ dSm}^{-1}$	$1,3 \text{ dSm}^{-1}$	$1,7 \text{ dSm}^{-1}$	$2,1 \text{ dSm}^{-1}$	$2,5 \text{ dSm}^{-1}$	$2,9 \text{ dSm}^{-1}$
Thaís	-63,91%	15,31%	34,81%	109,84%	128,89%	157,17%	153,77%
Vanda	-73,59%	28,81%	77,06%	117,81%	111,62%	198,07%	167,07%
Verônica	-65,22%	16,45%	28,22%	125,15%	133,43%	161,07%	163,97%

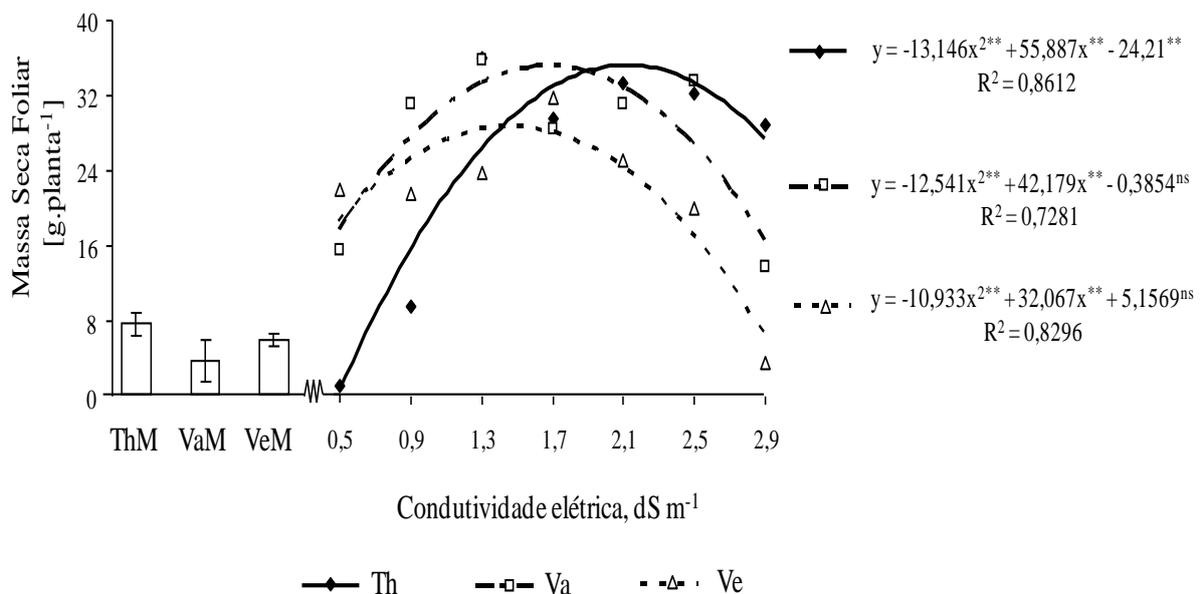
A solução com $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ de salinidade não é viável para produção comercial, pois, em relação à solução mineral, esta expõe uma brusca redução no que tange à sua produtividade, ao mesmo tempo em que se visualiza que a solução organomineral só se tornaria viável a partir da CE $0,9 \text{ dS m}^{-1}$ tendo em vista seu incremento de produção em relação a testemunha. Entretanto, conforme já explicitado apesar da produção de MVF ser maior nas plantas produzidas com o CE abaixo do nível de $1,7 \text{ dS m}^{-1}$, estas não apresentaram características comerciais, tendo em vista a percepção de sintomas de deficiência como tamanho reduzido e amarelamento nas folhas velhas enquanto as jovens ainda estavam verdes.

Verifica-se ainda que a maior produtividade foi alcançada pela variedade Vanda na solução organomineral com o nível de salinidade de $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ obtendo-se um incremento de $198,07\%$ em relação à testemunha.

No que se refere à massa seca foliar, observa-se queda da parábola a partir do ponto de $2,1 \text{ dS m}^{-1}$ para Thaís, $1,7 \text{ dS m}^{-1}$ para Vanda e $1,3 \text{ dS m}^{-1}$ para Verônica. Dias et al. (2009),

apuraram decréscimos em fitomassa através da substituição de solução mineral pelo biofertilizante, contudo, o uso do biofertilizante de uma forma geral, pode fornecer aumento na taxa de matéria seca, como é explicitado por Oliveira et al. (2010) ao afirmarem que o uso de urina de vaca pode fornecer aumento no teor de massa seca da alface, mesmo com aumento relativamente baixo no teor de urina acrescido ao vegetal.

Partindo desse pressuposto, ao analisar a Figura 13, nota-se que apesar dos valores mais baixos para algumas variações de CE na solução modificada, consegue-se obter taxa de umidade com variações de 99,49% (Th), 99,50% (Va) e 99,49% (Ve) nos pontos máximos de cada equação de caráter quadrático sendo: 2,1; 1,7; e 1,5 dS m⁻¹, respectivamente para cada variedade. Enquanto a solução mineral obteve para ThM 91,18%, VaM 98,63% e VeM 98,65%.



Dispersão entre barras iguais indicam ausência de diferença significativa entre as variedades avaliadas, pelo teste de Tukey a 5%.

Figura 13: Massa Seca da parte aérea das variedades de alface Thaís (Th), Vanda (Va) e Verônica (Ve) em função das soluções nutritivas Bernardes Mineral (BM), e variações de salinidade da solução Bernardes Modificada (BO).

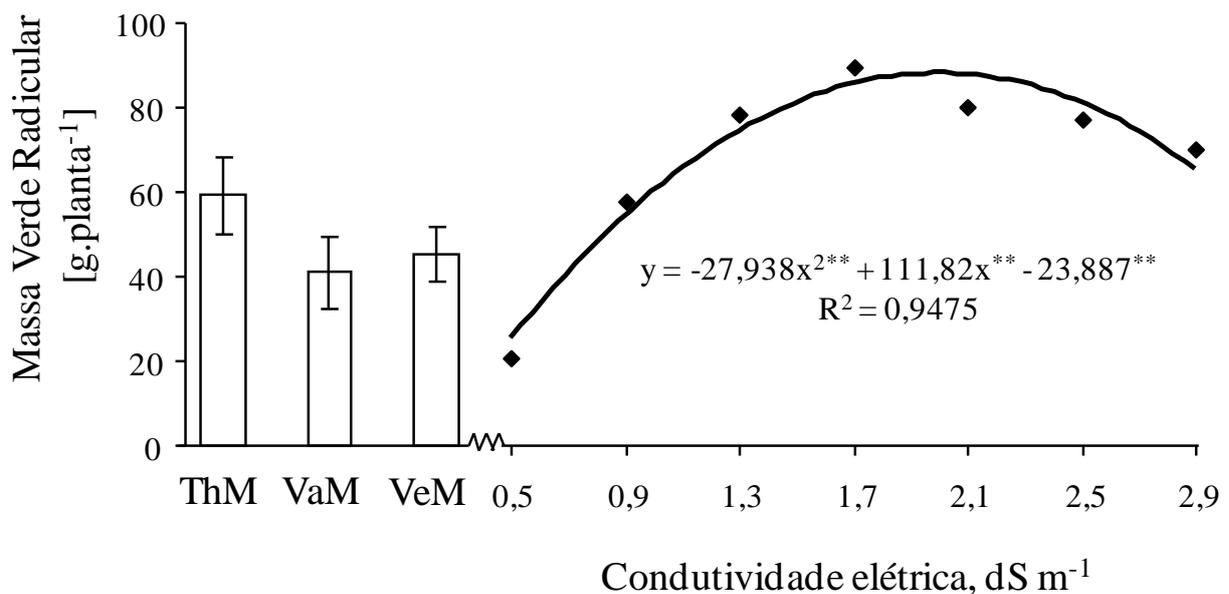
De acordo com Sousa et al. (2014), a massa verde foliar, pode ser mais influenciada pelo teor de água do que pelo acúmulo de massa seca foliar. Os valores médios obtidos das variedades nesse estudo estão de acordo com padrão para o cultivo de alface com boa qualidade e parâmetros comerciais (BRUM et al., 2011; LUZ et al., 2006; OHSE et al., 2001).

Essas declividades percentuais da massa da matéria fresca e seca representam efeito significativo do nível de condutividade elétrica da solução sobre a produção das variedades de

alface Thaís, Vanda e Verônica, quando utilizados diferentes níveis de CE no preparo da solução nutritiva e na reposição da evapotranspiração. Trabalhando com a variedade Verônica e também em sistema hidropônico NFT, com águas salinas e soluções minerais, utilizadas apenas na reposição do volume consumido, Suinaga et al. (2013) reportam baixas declividades percentuais e moderado efeito da salinidade da água para massa verde foliar (2,27%).

5.2.2 Massa Verde (MVR) e Seca (MSR) Radicular

Para Massa Verde da Raiz (Figura 14), as soluções com CE de 1,7 e 2,1 dS m⁻¹ promoveram maiores médias, sendo o ponto máximo para equação quadrática do efeito isolado foi de 88,001 na salinidade de 2,0 dS m⁻¹. Pode-se observar uma tendência entre os tratamentos na formação da MVF e MVR, onde os tratamentos que apresentaram menor MVF também obtiveram baixo MVR.



Dispersão entre barras iguais indicam ausência de diferença significativa entre as variedades avaliadas, pelo teste de Tukey a 5%.

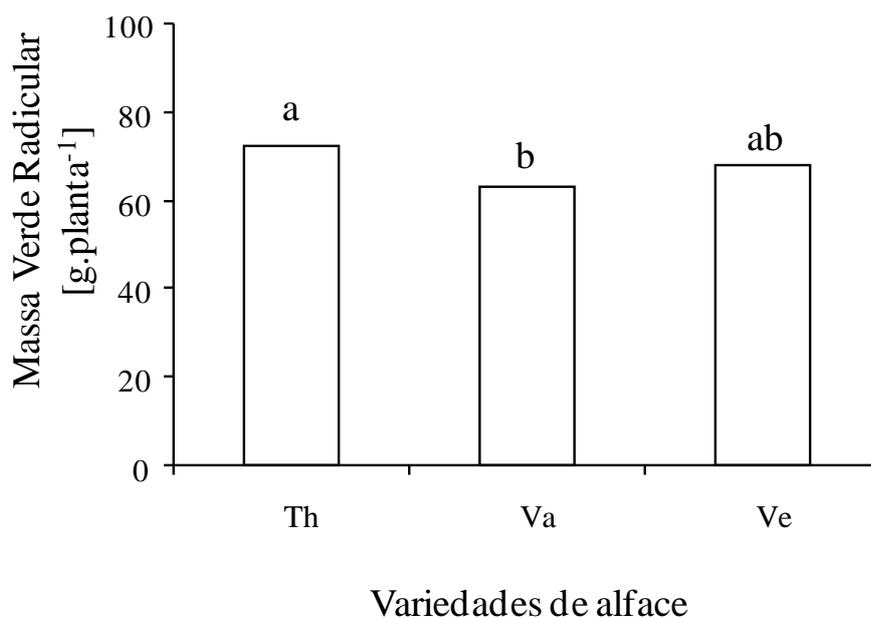
Figura 14: Massa Verde Radicular das variedades de alface Thaís (Th), Vanda (Va) e Verônica (Ve) em função das soluções nutritivas Bernardes Mineral (BM), e variações de salinidade da solução Bernardes Modificada (BO).

No geral, as plantas submetidas à solução mineral, tiveram peso inferior às produzidas com a solução modificada, corroborando com os resultados obtidos por Shinohara et al. (2011) que afirmam que, com o uso de soluções orgânicas a fitomassa seca radicular da alface

cultivada em sistema hidropônico, é maior do que as médias obtidas por soluções minerais.

Os menores valores foram os que apresentaram CE mais baixa, no entanto, a solução com $2,9 \text{ dS m}^{-1}$ obteve um déficit de $22,55 \text{ g. planta}^{-1}$ quando comparado ao ponto máximo da parábola ($88,00 \text{ g. planta}^{-1}$), o que se justifica, segundo Schimidt et al. (2001), ao declararem que pelo fato das plantas submetidas a soluções mais concentradas acumularem mais água e, conseqüentemente, menor matéria seca.

Na Figura 15 encontra-se exposto os valores das médias das variedades submetidas à solução organomineral, onde é possível comparar que o comportamento dessas variáveis foram semelhantes ao das sujeitas à solução mineral. Observa-se ainda que, as variedades submetidas à solução organomineral destacaram-se perante às médias alcançadas pelas produzidas com a solução mineral.



Letras iguais indicam ausência de diferenças significativa entre soluções e experimentos avaliados, pelo teste de Tukey a 1%.

Figura 15: Massa Verde Radicular das variedades Thaís (TH), Vanda (VA) e Verônica (VE), submetidas à solução Bernardes modificada (BO).

Tratando-se da massa seca radicular, constatou-se que as médias não diferiram estatisticamente entre si, expondo valores médios aproximados e portanto taxa de umidade de 98,58%; 98,10%; e 99,82% para as variedades Thaís; Vanda e Verônica, respectivamente submetidas as soluções de Bernardes Mineral a $1,7 \text{ dS m}^{-1}$. Ao mesmo tempo em que as médias das variedades na solução organomineral foram: 98,86% para Th; 98,77 para Va; e 98,85% para Ve.

A partir da análise da relação das massas de matéria seca radicular e da parte aérea (Tabela 8) pode-se observar que houve uma redução a partir da concentração de 1,3 dS m⁻¹ de salinidade. Esse fato pode explicar a menor redução relativa da produção de alface hidropônica submetidas a baixo nível de concentração nutricional, corroborando com as investigações de Soares et al. (2010), Santos et al. (2010 b e c) e Paulus et al. (2010), que reportaram o menor valor na massa seca do vegetal quando o alface foi submetido a altos níveis de salinidade.

Tabela 8: Relação das massas de matéria seca radicular e da parte aérea das variedades de alface (Thaís, Vanda e Verônica) submetidas à solução mineral Bernardes Mineral (1,7 dS m⁻¹) e a solução Bernardes modificada (BO) sob diferentes níveis de condutividade.

Variedades	Níveis de salinidade da solução organomineral BO							BM
	-----dS m ⁻¹ -----							
	0,5	0,9	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9	1,7
Thaís	5,2%	8,0%	2,4%	2,9%	2,3%	2,3%	2,5%	1,1%
Vanda	5,2%	2,5%	2,1%	2,4%	2,3%	2,3%	5,7%	2,0%
Verônica	4,0%	3,7%	3,0%	2,3%	3,0%	4,0%	2,2%	1,3%
Média Geral	4,8%	4,7%	2,5%	2,5%	2,5%	2,8%	3,4%	1,4%

Com os dados expostos na Tabela 8, é perceptível que a raiz da planta submetida a solução mineral obteve valor menor no que tange a relação MSR/MSPA, apresentando uma redução de 242,86% em relação as médias das variedades submetidas a solução organomineral com CE de 0,5 dS m⁻¹.

Pode-se evidenciar que não houve efeito da condutividade elétrica no desenvolvimento das plantas submetidas a CE entre os níveis de 1,3 a 2,1 dS m⁻¹. Desse modo, pode-se afirmar que estes níveis de CE foram os que apresentaram os melhores índices de desenvolvimento nas variedades de alface analisadas (Thaís, Vanda e Verônica).

5.3 Análise do teor de nitrato nas folhas

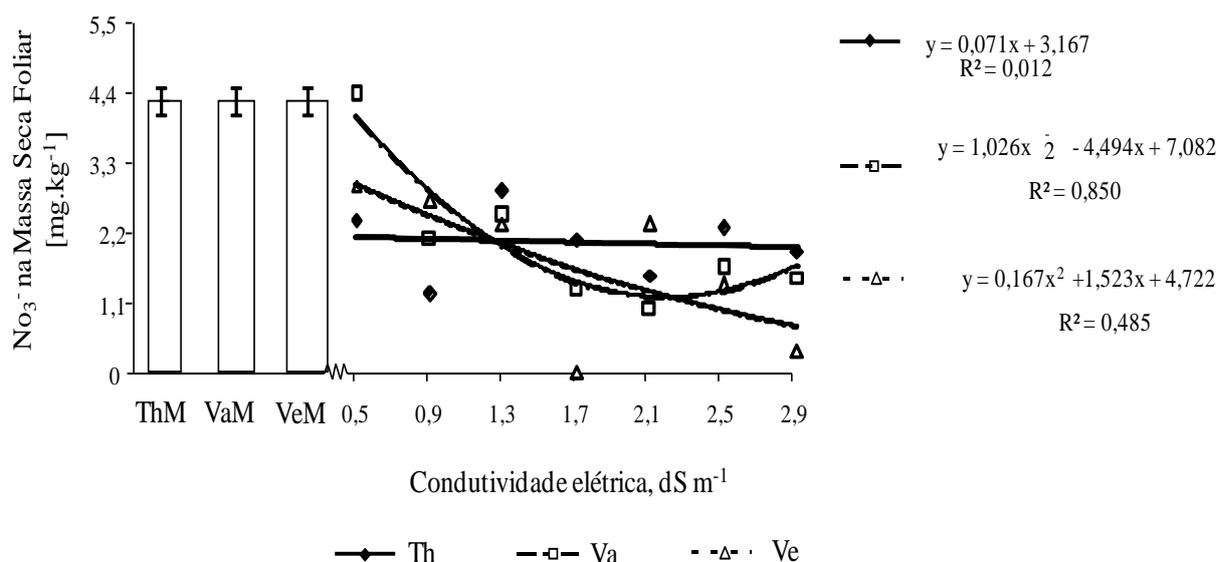
Na Tabela 9 encontra-se a síntese da análise de variância para as taxas de Nitrato em Massa Seca Foliar (NMSF), explica-se que esta avaliação fora feita em função da variação dos estresses salino aos quais foram submetidas a alface, bem como ao desenvolvimento de cada variedade em função da solução mineral a 1,7 dS m⁻¹.

Tabela 9: Resumo da análise de variância para Nitrato em massa seca foliar (NMSF) em variedades de alface para diferentes soluções (BM = Bernardes Mineral; BO = Bernardes Modificada).

		FV	GL	QM ⁽¹⁾
				NMSF
Parcela Subdividida	BO	Bloco	2	0,18*
		Solução	6	1,24**
		Resíduo (Solução)	12	0,02
		Variedades	2	0,64**
		Solução vs Variedade	12	1,26**
		Resíduo (Variedades)	28	0,04
		CV (Solução)		3,05%
		CV (Variedade)		3,78%
Fatorial Completo	BM	Fatorial vs Variedades M	1	45,42**
		Variedades M	2	0,12 ^{ns}
	BM + BO	Tratamento (Total)	23	1,64**
		Bloco (Total)	2	0,14 ^{ns}
		Erro (Total)	46	0,05
	CV (Total)		4,10%	

ns = não significativo / CV = Coeficiente de Variação / * = $p \leq 0,005$ e ** = $p \leq 0,001$ pelo teste "F" ; ⁽¹⁾ Os dados foram transformados conforme as equações a seguir: ⁽¹⁾ NMSF: $\frac{x^{2,5} - 1}{2,5}$.

A taxa de NO_3^- na massa seca foliar não foi significativa quando analisadas as variedades submetidas à solução mineral a $1,7 \text{ dS m}^{-1}$. Entretanto, houve interação significativa entre variedade e os níveis de salinidade estudados na solução organomineral, conforme demonstrado na Figura 16.



Dispersão entre barras iguais indicam ausência de diferença significativa entre as variedades avaliadas, pelo teste de Tukey a 5%.

Figura 16: Teor de Nitrato na Massa Seca Foliar submetidas as variedades Thaís (Th), Vanda (Va) e Verônica (Ve) em função das soluções nutritivas Bernardes Mineral (BM), e variações de condutividade elétrica da solução Bernardes Modificada (BO).

O acúmulo de nitrato nas plantas é observado quando a absorção do nitrogênio pelo vegetal excede a capacidade de assimilação do nutriente. O excedente de nitrogênio no interior da planta é armazenado na forma de nitrato nos vacúolos das células (MALAVOLTA, 2006). Neste estudo, a concentração mais elevada de nitrato foi observada quando o N foi fornecido usando fonte exclusiva mineral quando comparada a utilizada com fertilização orgânica, isto provavelmente ocorre devido à disponibilidade de N pronto em fertilizantes solúveis, em oposição ao lento processo de liberação dos nutrientes fornecido pela fonte orgânica (SANTOS et al., 2001).

O acúmulo de nitrogênio nas plantas é bastante prejudicial não somente para as plantas, mas também para a saúde humana, principalmente no que se refere às folhosas como a alface que será consumida de forma *in natura*. No Brasil, não há legislação específica estipulando os teores aceitáveis para o consumo humano, adotando-se assim índices europeus. Estes índices por sua vez, indicam que os teores de nitrato em alface considerados aceitáveis para o consumo humano variam de acordo com a época do ano.

A Comunidade Européia estabeleceu como limite máximo permitido para alface produzida em casa de vegetação, teores de nitrato na MF de 3.500 mg kg⁻¹ para o período do verão, e 4.500 mg kg⁻¹ para o período do inverno (McCALL & WILLUMSEN, 1998). Nesta perspectiva, a Organização Mundial para Agricultura e Alimentação (FAO) e a Organização Mundial da Saúde (OMS) estabeleceram como admissíveis as doses diárias de 3,65mg do íon NO₃⁻ de peso vivo (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1973).

Evidenciou-se neste estudo que os dados fornecidos para massa verde foliar (Tabela 10), ficaram abaixo do limite máximo de nitrato permitido para alface produzida em casa-de-vegetação conforme parâmetros estipulados pela comunidade européia.

Tabela 10: Teor de Nitrato na massa verde foliar submetidas as variedades Thaís, Vanda e Verônica em função das soluções nutritivas Bernardes Mineral (BM), e variações de condutividade elétrica da solução Bernardes Modificada (BO).

Variedades	Soluções							
	BO							BM
	-----dS m ⁻¹ -----							
	0,5	0,9	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9	1,7
	-----mg kg ⁻¹ -----							
Thaís	31,55	10,57	53,74	22,31	13,71	27,94	18,57	59,50
Vanda	28,76	22,52	34,39	10,14	7,43	14,66	12,01	39,14
Verônica	64,35	43,10	31,48	2,70	28,61	11,03	4,37	80,95
Média	41,55	25,39	39,87	11,71	16,58	17,87	11,65	58,19

É notório que, mesmo em todos os níveis analisados estarem abaixo do padrão, as soluções que melhor apresentaram valor da concentração de nitrato foram a de 1,7 e 2,9 dS m⁻¹. Os teores de nitrato considerados em massa verde foliar obtido nesse estudo estão abaixo dos relatados em estudos por (CASTRO & FERRAZ JÚNIOR, 1998; BENINI et al., 2002; FERNANDES et al., 2002; MANTOVANI et al., 2005). As taxas baixas de nitratos podem estar relacionadas também com as condições ambientais, uma vez que a hora da colheita (aproximadamente 16:00 horas), alta luminosidade e temperatura contribuem para a redução do acúmulo de nitrato pelas plantas (KROHN et al., 2003).

É de suma importância notar que, mesmo o mais alto teor de nitrato foliar obtido neste estudo, é muito inferior ao limite fixado pela União Européia, considerando os principais teores de nitrato para o limite máximo de consumo diário recomendado para um ser humano. Uma pessoa com 70 kg, por exemplo, precisaria de 2,1 e 3,4 kg de alface cultivadas com adubos 100% mineral (BM) e com suprimentos orgânicos (BO), respectivamente, para atingir o limite, usando unicamente a alface como fonte de nitrato para o consumo humano.

Portanto, pode-se afirmar que os teores de nitratos obtidos nesse experimento, sob estas condições, não prejudicam a saúde humana e que a adubação orgânica resultou também no teor de nitrato significativamente menor do que o observado para a alface submetida a solução mineral.

5.4 Análise Microbiológica

Coliformes totais são as bactérias que realizam a fermentação da lactose em período de 24 a 48 horas em temperatura de 35 °C, na forma de bastonetes do grupo de gram-bactérias, não esporangênicas, aeróbias ou aeróbias facultativas. Enquanto os coliformes termotolerantes é, um subgrupo, denominado por coliformes fecais, capazes de realizar a fermentação de lactose em um período de 24 horas a temperatura de 45 °C são bactérias indicadoras de contaminação fecal através da presença de *Escherichia coli*. Estes microorganismos provêm de contaminantes com fezes de animais homeotérmicos ou com esgotos domésticos e, portanto favorecem o aparecimento de doenças infecciosas graves como hepatite, cólera, entre outros.

Com isso, a Resolução do CONAMA 357/2005 indica que o maior valor possível deve ser de 200 NMP 100mL⁻¹ para assim, demonstrar nível aceitável de contaminação para o consumo humano. Os resultados da água do reservatório utilizada para preparo das soluções, bem como das análises das soluções nutritivas estoques, encontra-se na Tabela 11.

Tabela 11: Análise microbiológica da água do reservatório e das soluções estoque (BM = Bernardes Mineral; BO = Bernardes Modificada).

Solução	Coliformes Termotolerantes NMP/100mL	Presença de <i>Escherichia coli</i>	Coliformes Totais NMP/100mL	Presença de <i>Salmonella</i>
Reservatório	32,0	Presente	1600,0	Presente
BM	17,0	Ausente	170,0	Ausente
BO	14,0	Ausente	1600,0	Ausente
Padrão Permitido	200		Ausente em 25g	

NMP = Número Mais Provável. Ausente em 25 g = A cada 25 g do material analisado não deverá ter a presença de *Salmonella*.

A água do reservatório estava contaminada com coliformes totais e termotolerantes, a análise de coliformes no efluente visando o uso em hidroponia é imprescindível, pois indica a contaminação e possibilita afirmar, com segurança, a possível presença de outros enteropatógenos (SANT'ANNA et al., 2003).

Embora as soluções tenham sido preparadas com a água do reservatório, as mesmas não tiveram a presença de contaminantes. Corroborando com tais dados, pode-se analisar o estudo de Betancur et al. (2016) que ao pesquisarem patógenos que mantinham-se vivos em tanques de biodigestores com fezes suínas, notaram que com o passar do tempo não tiveram mais a

presença de *Salmonella* tampouco de *E.coli*.

BARTZ *et al.* (2015), afirmam que para reduzir a contaminação em alfaces, deve-se ter boas práticas agrícolas, como a compostagem adequada e a qualidade microbiológica de irrigação. E para evitar surtos alimentares, deve-se realizar a lavagem do alimento, além da necessidade de manter os vegetais folhosos em câmaras refrigeradas, desde a colheita até o consumo (CEUPPENS *et al.*, 2014).

As diversas origens dos produtos “in natura” resultam em alto risco microbiológico, e quando fracionados possuem alto teor de umidade e de nutrientes, o que pode auxiliar na multiplicação bacteriana. Vírus, bactérias e outros micro-organismos infecciosos podem contaminar frutas e vegetais frescos por meio de contato com fezes, água de irrigação poluída ou água de superfície poluída (WHO, 2002).

O funcionamento do sistema hidropônico, por sua vez, possui vantagem por evitar contaminação nas folhas, visto que elas não possuem contato direto com a solução. Com isso, sua composição não interfere de forma direta na qualidade final do alimento (PERIN, 2006).

Através da análise microbiológica podem ser indicadas as condições de higiene do cultivo quanto a manipulação das plantas de alface. No Brasil, não há legislação específica para estes parâmetros microbiológicos em cultivo hidropônico. Portanto, para efeito de comparação, foi utilizada como referência a Resolução RDC n 12 de 02 de janeiro de 2001, que estipula padrões microbiológicos para hortaliças frescas, “in natura”, preparadas, sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para o consumo, estipulando como limite máximo de 10^2 coliformes termotolerantes (ANVISA, 2001).

Os resultados do número mais provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes encontrados nas amostras de alface hidropônica, cultivadas com soluções nutritivas minerais e modificados, se encontram na Tabela 12.

Tabela 12: Número Mais Provável (NMP) de coliformes termotolerantes e totais na alface crespa, submetidas a solução Bernardes mineral (1,7dS m⁻¹) e a solução Bernardes modificada (BO) com diferentes níveis de condutividade elétrica.

Solução	Amostra	Coliformes Totais			Coliformes Termotolerantes		
		NMP/100mL			NMP/100mL		
		NMP 100g ⁻¹	Intervalo de confiança (95%)		NMP 100g ⁻¹	Intervalo de confiança (95%)	
		Min.	Máx.		Min.	Máx.	
BO 0,5 dSm⁻¹	1	22	6,8	50	<1,8	-	6,8
	2	7,8	2,1	22	<1,8	-	6,8
	3	<1,8	-	6,8	<1,8	-	6,8
BO 0,9 dSm⁻¹	1	2	0,1	10	<1,8	-	6,8
	2	14	5,6	36	<1,8	-	6,8
	3	<1,8	-	6,8	<1,8	-	6,8
BO 1,3 dSm⁻¹	1	<1,8	-	6,8	<1,8	-	6,8
	2	<1,8	-	6,8	<1,8	-	6,8
	3	<1,8	-	6,8	<1,8	-	6,8
BO 1,7 dSm⁻¹	1	<1,8	-	6,8	<1,8	-	6,8
	2	<1,8	-	6,8	<1,8	-	6,8
	3	<1,8	-	6,8	<1,8	-	6,8
BO 2,1 dSm⁻¹	1	<1,8	-	6,8	<1,8	-	6,8
	2	7,8	2,1	22	<1,8	-	6,8
	3	7,8	2,1	22	<1,8	-	6,8
BO 2,5 dSm⁻¹	1	<1,8	-	6,8	<1,8	-	6,8
	2	17	6,8	40	<1,8	-	6,8
	3	17	6,8	40	<1,8	-	6,8
BO 2,9 dSm⁻¹	1	<1,8	-	6,8	<1,8	-	6,8
	2	7,8	2,1	22	<1,8	-	6,8
	3	2	0,1	10	<1,8	-	6,8
BM 1,7 dSm⁻¹	1	2	0,1	10	<1,8	-	6,8
	2	23	6,8	70	<1,8	-	6,8
	3	<1,8	-	6,8	<1,8	-	6,8
Padrão		100			100		
Permitido							

BM = Bernardes Mineral, BO = Bernardes Modificada.

Apesar da presença da bactéria *Escherichia coli* na água de reservatório usada para formulação das soluções, esta não foi encontrada nas análises microbiológicas realizadas nas plantas de alface. Isso provavelmente se deve ao fato das bactérias terem sido inativadas durante o processo de fermentação do biofertilizante, principalmente pela presença dos lactobacilos advindos do leite (OLIVEIRA et al., 2013). Além de não ter ocorrido o contato direto das folhas de alface com o efluente durante o cultivo.

Os resultados obtidos em todos os tratamentos (Tabela 12) atendem ao padrão estabelecido pela RDC nº 12 de 02/01/2001 (ANVISA, 2001), que foram ausentes para a

termotolerantes (*Escherichia coli*). Apesar de todas as amostras apresentarem coliformes totais, a contagem foi baixa. Resultado semelhante foi encontrado por Perin (2006) ao cultivar alface em sistema hidropônico com efluente oriundo de uma lagoa de polimento.

Ao levar em consideração os altos valores de contaminação nas soluções e os baixos números contaminantes nos alfaces, nota-se que o sistema hidropônico pode ser eficiente quanto à redução de contaminação microbiológica, isto porque, as soluções não entram em contato com a parte folhosa da cultura diferentemente de como ocorre nos plantios diretos no solo.

Apesar dos valores encontrados na Tabela 11 indicarem contaminação na água do reservatório, não houve contaminação na parte vegetativa (Tabela 12), atenuando assim a eficiência no sistema hidropônico quanto à contaminação microbiológica das culturas produzidas neste sistema e o uso de água de qualidade inferior.

Embora a contaminação por coliformes termotolerantes, seja relativamente baixa, quando comparada a outros trabalhos (Paula et al., 2003) em que os resultados foram acima de 200 NMP g⁻¹, a prevalência deste microorganismo foi alta. Para todas as amostras de alface não foi detectada a presença de coliformes totais, o que enquadra a hortaliça nos padrões especificados pela legislação brasileira. Cuba et al. (2015) e Calil et al. (2013) também não detectaram a presença de *Salmonella* em amostras de alface.

5.5 Viabilidade econômica

A estipulação do valor da venda unitária da alface (Tabela 13) relacionou-se com o peso médio das variedades de alface crespa produzidas com as diferentes soluções utilizadas, bem como com o valor observado nas alfaces crespas comercializadas na feira livre do bairro da Prata de Campina Grande, Paraíba.

Tabela 13: Valor estipulado pela feira livre e peso médio das variedades de alface crespa produzidas com as soluções nutritivas de Bernardes mineral (BM) e Bernardes modificada (BO) com sete variações de condutividade.

Soluções Hidropônicas	Variedades						
	Thaís		Vanda		Verônica		
	Peso (g)	Valor (R\$)	Peso (g)	Valor (R\$)	Peso (g)	Valor (R\$)	
BO	0,5 dSm ⁻¹	25,74	0,75	16,82	0,75	24,45	0,75
	0,9 dSm ⁻¹	82,23	1,25	82,18	1,25	81,88	1,25
	1,3 dSm ⁻¹	96,14	1,25	112,96	1,50	90,16	1,25
	1,7 dSm ⁻¹	149,65	1,50	138,96	1,50	158,32	2,00
	2,1 dSm ⁻¹	163,23	2,00	135,01	1,50	164,13	2,00
	2,5 dSm ⁻¹	183,40	2,00	190,17	2,00	183,57	2,00
	2,9 dSm ⁻¹	180,98	2,00	170,39	2,00	185,61	2,00
BM	1,7 dSm ⁻¹	71,31	0,75	63,80	0,75	70,31	0,75

Pode-se analisar de forma detalhada na Tabela 14, o custo de implementação (operação e material de consumo), custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT) e o custo total de produção (CTP) da alface hidropônica.

Tabela 14: Valores unitários de caráter anual dos itens utilizados no custo de produção da alface hidropônica em função das diferentes soluções nutritivas.

	Soluções Nutritivas							
	BO				BM			
	0,5 dSm ⁻¹	0,9 dSm ⁻¹	1,3 dSm ⁻¹	1,7 dSm ⁻¹	2,1 dSm ⁻¹	2,5 dSm ⁻¹	2,9 dSm ⁻¹	1,7 dSm ⁻¹
-----Valor Monetário (R\$)-----								
CUSTO FIXO (A)								
Estufa	2036,23	2036,23	2036,23	2036,23	2036,23	2036,23	2036,23	2036,23
Depreciação	1800,00	1800,00	1800,00	1800,00	1800,00	1800,00	1800,00	1800,00
CUSTO VARIÁVEL (B)								
Semente	373,00	373,00	373,00	373,00	373,00	373,00	373,00	373,00
Espuma Fenólica	336,00	336,00	336,00	336,00	336,00	336,00	336,00	336,00
Energia Elétrica	361,56	361,56	361,56	361,56	361,56	361,56	361,56	361,56
Manutenção	477,67	477,67	477,67	477,67	477,67	477,67	477,67	477,67
Mão de Obra	2640,00	2640,00	2640,00	2640,00	2640,00	2640,00	2640,00	2640,00
Solução Nutritiva	82,2	82,2	182,24	207,18	249,08	339,25	386,78	343,60
COE (A+B)	8106,66	8106,66	8206,70	8231,64	8273,54	8363,71	8411,24	8368,06
OUTROS CUSTOS OPERACIONAIS (C)								
Encargos Sociais (36%)	950,40	950,40	950,40	950,40	950,40	950,40	950,40	950,40
CESSR (2,2%)	495,00	825,00	825,00	990,00	1320,00	1320,00	1320,00	495,00
Remuneração Empresarial	24000,00	24000,00	24000,00	24000,00	24000,00	24000,00	24000,00	24000,00
COT (COE+C)	33552,06	33882,06	33982,10	34172,04	34543,94	34634,11	34681,64	33813,46
CTP (COT)	33552,06	33882,06	33982,10	34172,04	34543,94	34634,11	34681,64	33813,46

BO = Solução Bernardes Modificada; BM = Bernardes Mineral; COE = Custo Operacional Efetivo; CESSR = Contribuição a Seguridade Rural; COT = Custo Operacional Total; CTP = Custo Total de Produção.

A importância da utilização do biofertilizante no preparo da solução nutritiva se deve ao fato deste apresentar composição química diversificada, em macro e micronutrientes e, além do mais, sua fabricação pode ter custo reduzido, uma vez que a maioria dos agricultores já possui os ingredientes orgânicos utilizados na sua formulação e/ou, poderá incluir outros ingredientes disponíveis na sua propriedade, a um custo reduzido, o que diminuirá ainda mais os gastos do produtor (FERNANDES et al. 2011).

Ainda de acordo com a Tabela 14, verificou-se que o COE representou, em média 24,30% do custo total de produção (CTP), sendo o pagamento do financiamento da estufa correspondente a aproximadamente 25,11% e o item que apresentaria maior impacto no custeio foi o pagamento do trabalhador correspondendo a 32,56% do COE. De acordo com Silva & Schwonka (2001), os maiores custos de implantação do sistema hidropônico estão relacionados à aquisição da estufa e equipamento, contradizendo com os valores obtidos nesse estudo, quando a estufa é implantada de forma alternativa e baixo custo não torna-se o maior custo na implantação de uma produção hidropônica.

O custo operacional total (COT) aumentou em relação ao custo operacional efetivo (COE) na ordem de 313,88%; 317,95%; 314,07%; 315,13%; 317,52%; 314,09%; 312,32; e 304,07%, com o uso das soluções BO a: 0,5 dS m⁻¹; 0,9 dS m⁻¹; 1,3 dS m⁻¹; 1,7 dS m⁻¹; 2,1 dS m⁻¹; 2,5 dS m⁻¹; 2,9 dS m⁻¹; e BM a: 1,7 dS m⁻¹, respectivamente. Este acréscimo foi proveniente das despesas com a remuneração empresarial, encargos sociais e Contribuição Especial da Seguridade Social Rural (CESSR), considerando toda a produção anual. As pequenas oscilações observadas entre os percentuais de incremento ocorreram devido a CESSR, já que esta contribuição é calculada sobre a receita bruta do empreendimento.

É importante ressaltar que a remuneração empresarial durante o processo produtivo correspondeu, em média, a 71,53% do COT. Este valor se destaca dada à sua importância, pois garante uma renda mensal ao agricultor durante o processo produtivo, mesmo sem contar com os lucros advindos da produção.

5.5.1 Rentabilidade da produção

Ao se observar os indicadores de rentabilidade obtidos para as diferentes cultivares e soluções nutritivas descritos na Tabela 15, percebe-se que as cultivares Thaís, Vanda e Verônica apresentaram a maior receita bruta (RB) com a utilização da solução BO a 2,5 e 2,9 dS m⁻¹, com receita de R\$60.000,00.

Tabela 15: Índices de rentabilidade das cultivares de alface crespa em função das diferentes soluções nutritivas

UND		Solução Nutritiva							
		BO							BM
		0,5	0,9	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9	1,7
		dSm ⁻¹							
Variedade Thaís (Th)									
RB	1000 R\$	22500,00	37500,00	37500,00	45000,00	60000,00	60000,00	60000,00	22500,00
MBCOE	%	177,55	362,58	356,94	446,67	625,20	617,38	613,33	168,88
MBCOT	%	-32,94	10,68	10,35	31,69	73,69	73,24	73,00	-33,46
MBCTP	%	-32,94	10,68	10,35	31,69	73,69	73,24	73,00	-33,46
PNCOE	1000 UND	10808,88	6485,33	6565,36	5487,76	4136,77	4181,86	4205,62	11157,41
PNCOT	1000 UND	44736,08	27105,65	27185,68	22781,36	17271,97	17317,06	17340,82	45084,61
PNCTP	1000 UND	44736,08	27105,65	27185,68	22781,36	17271,97	17317,06	17340,82	45084,61
L.O	1000 R\$	-	3617,94	3517,90	10827,96	25456,06	25365,89	25318,36	-
I.L	%	11052,06	-49,12	9,65	9,38	24,06	42,43	42,28	42,20
									-50,28
Variedade Vanda (Va)									
RB	1000 R\$	22500,00	37500,00	45000,00	45000,00	45000,00	60000,00	60000,00	22500,00
MBCOE	%	177,55	362,58	448,33	446,67	443,90	617,38	613,33	168,88
MBCOT	%	-32,94	10,68	32,42	31,69	30,27	73,24	73,00	-33,46
MBCTP	%	-32,94	10,68	32,42	31,69	30,27	73,24	73,00	-33,46
PNCOE	1000 UND	10808,88	6485,33	5471,13	5487,76	5515,69	4181,86	4205,62	11157,41
PNCOT	1000 UND	44736,08	27105,65	22654,73	22781,36	23029,29	17317,06	17340,82	45084,61
PNCTP	1000 UND	44736,08	27105,65	22654,73	22781,36	23029,29	17317,06	17340,82	45084,61
L.O	1000 R\$	-	3617,94	11017,90	10827,96	10456,06	25365,89	25318,36	-
I.L	%	11052,06	-49,12	9,65	24,48	24,06	23,24	42,28	42,20
									-50,28
Variedade Verônica (Ve)									
RB	1000 R\$	22500,00	37500,00	37500,00	60000,00	60000,00	60000,00	60000,00	22500,00
MBCOE	%	177,55	362,58	356,94	173,34	171,95	169,02	167,50	168,88
MBCOT	%	-32,94	10,68	10,35	75,58	73,69	73,24	73,00	-33,46
MBCTP	%	-32,94	11,77	11,77	78,83	78,83	78,83	78,83	-32,94
PNCOE	1000 UND	10808,88	6485,33	5471,13	5487,76	5515,69	4181,86	4205,62	11157,41
PNCOT	1000 UND	44736,08	27105,65	27185,68	17086,02	17271,97	17317,06	17340,82	45084,61
PNCTP	1000 UND	44736,08	27105,65	27185,68	17086,02	17271,97	17317,06	17340,82	45084,61
L.O	1000 R\$	-	3617,94	3517,90	25827,96	25456,06	25365,89	25318,36	-
I.L	%	11052,06	-49,12	9,65	9,38	43,05	42,43	42,28	42,20
									-50,28

BO = Solução Bernardes Modificada; BM = Solução Bernardes Mineral; RB = Receita Bruta; MBCOE = Margem Bruta do Custo Operacional Efetivo; MBCOT = Margem Bruta do Custo Operacional Total; MBCTP = Margem Bruta do Custo Total de Produção; PNCOE = Ponto de Nivelamento do Custo Operacional Efetivo; PNCOT = Ponto de Nivelamento do Custo Operacional Total; PNCTP = Ponto de Nivelamento do Custo Total de Produção; LO = Lucro Operacional; IL = Índice de Lucratividade.

Com relação à utilização das soluções modificadas, o maior lucro operacional foi verificada cultivando a alface Verônica na solução de $1,7 \text{ dS m}^{-1}$, alcançando o valor de R\$ 25827,96/ano, a um índice de 43,05%.

Na análise de investimento deve-se estipular uma taxa mínima de atratividade como base para os cálculos de viabilidade; esta é uma taxa de juros, que representa o mínimo que um investidor se propõe a ganhar quando faz um investimento. Borges & Dal'Sotto (2014) avaliando a viabilidade econômica da implantação de um sistema hidropônico para produção de alface, sugeriram lucros mínimos equivalentes aos proporcionados pelas aplicações financeiras de renda fixa, como os certificados de depósito bancário (CDB).

Essas taxas costumam variar ao longo do ano; assim, nesta simulação e para efeito prático, admitiu-se uma taxa de atratividade mínima de 12% a.a. Os resultados obtidos neste trabalho são promissores uma vez que com a utilização da solução organomineral (BO), apenas as soluções com nível a $0,9 \text{ dS m}^{-1}$, bem como as variedades Thaís e Verônica submetidas a solução de $1,3 \text{ dS m}^{-1}$ não apresentaram lucratividade superior a 12% a.a.

Nos casos em que se verificou inviabilidade econômica com índices de lucratividade negativos, os plantios foram realizados nas soluções de BM a $1,7 \text{ dS m}^{-1}$ e BO a $0,5 \text{ dS m}^{-1}$, isto ocorre pois o mercado consumidor pagaria apenas 0,75 R\$/planta, casos em que a receita bruta seria suficiente apenas para cobrir os custos operacionais efetivos e, desta forma, não apresentaria possibilidade de remuneração para o produtor, tornando-se um investimento inviável.

Em geral os preços das hortaliças apresentam variação ao longo do ano, em virtude do seu valor a ser definido em função da qualidade do produto que, por sua vez, é influenciada diretamente pelas condições climáticas. O cultivo hidropônico pode oferecer, aos produtores, maior rentabilidade devido à diferenciação do produto, pois a qualidade sanitária e nutricional além do aspecto visual dos produtos hidropônicos pode agregar maior valor ao produto junto ao consumidor (OLSHE et al., 2001; SOUZA et al., 2008).

O ponto de nivelamento da atividade para que não ocorra perda econômica é obtido quando se tem a igualdade entre a receita bruta (RB) e o custo total de produção (CTP). Analisando a Tabela 15 verifica-se que nos tratamentos nos quais o ponto de nivelamento do custo total de produção (PNCTP) foi superior a 30000 unidades/ano, o empreendimento se tornaria inviável por apresentar uma necessidade de produção acima da capacidade anual projetada. Situação semelhante foi reportada por Geisenhoff et al. (2010), avaliando a Viabilidade econômica da produção de alface hidropônica em Lavras – MG; neste caso os autores propuseram um aumento de 2,13% na produção, passando de 6.000,0 para 6.128 a fim de

a receita total cobrir todos os custos totais de produção da atividade.

Estudos relacionados à viabilidade econômica da hidroponia com a utilização de soluções organominerais, ainda são raros. A maioria dos relatos encontrados e que avaliam a possibilidade de sucesso financeiro com a utilização da hidroponia, leva em consideração o uso de soluções nutritivas convencionais. Costa (2001) observou uma rentabilidade de 71,87% estudando a viabilidade econômica da alface hidropônica nos períodos de outono e inverno na cidade de Campinas, São Paulo. Borges & Dal’Sotto (2014) encontraram, em um estudo de viabilidade econômica para implantação de um sistema de cultivo hidropônico em uma propriedade rural no oeste do Paraná, rentabilidade de 20,70% a.a.

Com a quitação do financiamento ao final do décimo ano do empreendimento, há uma diminuição nos custos de produção e, em contrapartida, aumento nos índices de lucratividade (Tabela 16).

Tabela 16: Índice de lucratividade das variedades Thaís, Vanda e Verônica, produzidas em sistema hidropônico com diferentes soluções nutritivas após o décimo ano de implantação da atividade

Variedade	Soluções nutritivas							
	BO							BM
	0,5 dSm ⁻¹	0,9 dSm ⁻¹	1,3 dSm ⁻¹	1,7 dSm ⁻¹	2,1 dSm ⁻¹	2,5 dSm ⁻¹	2,9 dSm ⁻¹	1,7 dSm ⁻¹
	-----Índice de lucratividade (%)-----							
Thaís	-40,07	15,08	14,81	28,59	45,82	45,67	45,59	-41,23
Vanda	-40,07	15,08	29,01	28,59	27,76	45,67	45,59	-41,23
Verônica	-40,07	15,08	14,81	46,44	45,82	45,67	45,59	-41,23

BO = Bernardes Modificada; BM = Bernardes Mineral

Ao observar a Tabela 16 percebe-se, a partir do décimo ano da atividade, redução dos custos de produção com a quitação do financiamento e um acréscimo, independentemente da solução utilizada, no índice de lucratividade para todas as cultivares; entretanto, as soluções que apresentariam o melhor rendimento econômico seria a solução BO a 1,7 dS m⁻¹, com índice de rentabilidade de 46,44%. O aumento de lucratividade a médio prazo é um fator positivo para a atividade hidropônica; os dados obtidos neste trabalho corroboram Silva & Schwonka (2001), estudando a viabilidade econômica para a produção de alface no sistema hidropônico concluindo que apesar do elevado custo inicial, em médio prazo consegue-se converter o investimento em benefícios.

6. CONCLUSÕES

1. Melhor crescimento da alface foi obtida com solução organomineral nos níveis de condutividade elétrica de 1,7 e 2,1 dS m⁻¹.
2. Embora o nível de condutividade elétrica de 1,3 dS m⁻¹ tenha resultado em maior índice de produção, quando comparado à testemunha, não é aconselhável a comercialização da alface colhida por sua aparência visual de deficiência nutricional.
3. A solução mineral não é adequada para utilização no nível de condutividade de 1,7dS m⁻¹, por causar injúrias às plantas das variedades de alface.
4. As plantas cultivadas em todas as soluções tiveram teores de nitratos inferiores ao estabelecido pela legislação européia, sendo considerados de boa qualidade para o consumo.
5. De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), todas as alfaces estão dentro do padrão apropriado para o consumo humano, independentemente das soluções utilizadas (mineral ou otimizada).
6. As soluções otimizadas são viáveis para a produção de alface em cultivos hidropônicos, principalmente para locais onde se usa água de irrigação com qualidade inferior aos padrões para produção de hortaliças.
7. De acordo com a simulação realizada, o tempo de quitação do empréstimo varia em função das soluções utilizadas, sendo inviável o uso da solução modificada com condutividade elétrica de 0,5 dS m⁻¹ e a solução Bernardes Mineral a 1,7 dS m⁻¹.
8. O cultivo hidropônico da alface, com estrutura física alternativa e, uso da solução organomineral é viável economicamente para a produção na Agricultura Familiar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA - Agência Executiva de Gestão das águas do Estado da Paraíba, 2011. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/>>. Acesso em: Julho/2014.

AGRIANUAL 2009: **Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2009.

ALMEIDA, M. T. T. Avaliação microbiológica de alfaces (*Lactuca sativa*) em restaurantes self-service no município de Limeira- SP. 2006. 91f. Dissertação (mestrado)- Programa de pós-graduação em ciências, Escola superior de agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

ANDA - **Associação Nacional para Difusão de Adubos**. Disponível em <<http://www.anda.org.br/Principais-Indicadores-Det.pdf>> Acesso: abr/2014.

ANDRADE, M. F.A.; SOUSA, J.R.F.; PEREIRA, M.E.D.; FEITOSA, A.A.F.M.A. Estudos das alternativas agroecológicas para o desenvolvimento sustentável em ambientes semiáridos. In: I Seminário Regional sobre Potencialidades do Bioma Caatinga, **Anais...** Sumé-PB: UFCG, p.21-25, 2014.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Contaminação de alimentos: o perigo mora em casa, 2014. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Sala+de+Imprensa/Assunto+d+e+interesse/Entrevista+e+Artigos/Contaminacao+de+alimentos+o+perigo+mora+em+casa>> Acesso em: abr./ 2016.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil. Resolução – RDC n. 12, de 02 de janeiro de 2001. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES> Acesso em: 06/2014.

ARAÚJO, J. S.; ANDRADE A. P. DE.; RAMALHO, C .I.; A ZEVEDO, C. A. V. de. Características de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido sob doses de nitrogênio via fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.152-157, 2009.

BADARO, A.; ALMEIDA, M.; AZEREDO, R. Vigilância sanitária de alimentos: uma revisão. *Nutrir Gerais – Revista Digital de Nutrição – Ipatinga: Unileste-MG*, v.1, n.1, p.1-25, ago/dez. 2007. Disponível em: . Acesso em: 10 abr. 2014.

BAKALAR, N. **Vegetais são a maior causa de doenças alimentares**, revela estudo, 2013. Disponível em: <<http://noticias.upl.com.br/saude/ultimas-noticias/redacao/2013/09/vegetais-sao-a-maior-causa-de-doencas-alimentares-revela-estudo.htm>>. Acesso em: mar./ 2015.

BARBER, K.L.; PIERZYNSKY, G.M. Ammonium and nitrate source. Effects on field crops. **Journal Fertility and Sterility Issues**, v.8, p.57-62, 1993.

BARTZ, S.; HESSEL, C. T.; RODRIGUES, R. Q.; POSAMAL, A.; PERINI, F. O.; JACXSENS, L.; UYTENDAELE, M.; BENDER, R. J.; TONDO, E. C. Insights in agricultural practices and management systems linked to microbiological contamination of lettuce in conventional production systems in southern Brazil. **International Journal of Food Contamination**, v.2, p.1-13, 2015.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. 2^oed., Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia – FUNEP. 41p.,2003.

BENINNI, E. R. Y.; TAKAHASHI, H. W.; NEVES, C. S. V. J.; FONSECA, I. C. B. Teor de nitrato em alface cultivada em Sistemas hidropônico e convencional. **Revista Horticultura Brasileira**, v.20, n.2, p.183-186, 2002.

BETANCUR, O. H.; BETANCUR, A. E.; ESTRADA, J. A.; HENAO, F. U. Persistence of pathogens in liquid pig manure processed in manure tanks and biodigesters. **Revista MVZ Córdoba**, v.21, p.5237-5249, 2016.

BEZERRA NETO, F.; ROCHA, R. C. C.; NEGREIROS, M. Z.; ROCHA, R. H.; QUEIROGA, R. C. F. Produtividade de alface em função de condições de sombreamento e temperatura e luminosidade elevadas. **Revista Horticultura Brasileira**, v.23, p.189-192, 2005.

BERNARDES, L. J. H. **Hidroponia da alface: uma história de sucesso**. São Paulo: Estação Experimental de Hidroponia "Alface e Cia", 135p., 1997.

BIM, P. H. M.; RABALDELLI, D. J. C.; CONSOLARO, P.; SANTOS, J. C. S.; SCANAVACCA, A. D.; PEDROLI, J. C.; TAMAE, R. Y. Estudo de caso baseado na solução de problema hipotético de alocação de recursos limitados com técnicas de programação linear através da ferramenta solver do Microsoft Excel. **Revista Científica Eletrônica de Psicologia**, n.5, p.22-28, 2006.

BLAT, S. F.; SANCHEZ, S. V.; ARAÚJO, J. A. C.; BOLONHEZI, D. Desempenho de cultivares de alface crespa em dois ambientes de cultivo em sistema hidropônico. **Revista Horticultura Brasileira**, v.29, n.1, p.135-138, 2011.

BLODGETT, R. Most Probable Number from Serial Dilutions. In: US FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA), **Bacteriological Analytical Manual Online**. Revision July 2003. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm2006949.htm>>. Acesso em: 05/ 2014.

BODANESE, R. E.; OLIVEIRA, J. A.; SCALABRIN, I.; MORES, C. J. Teoria das restrições, pesquisa operacional e programação linear, estudo de caso com utilização do solver. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CUSTOS, 9., 2005, Florianópolis, **Anais...** Florianópolis, 2005. 1 CD-ROM.

BOINK, A.; SPEIJERS, G. Health effect of nitrates and nitrites, a review. **Acta Horticulturae**, n. 563, p. 29-36, 2001.

BONINI, C. V. **A importância da mulher na agricultura familiar**: o exemplo das trabalhadoras rurais na colônia Osório- Cerrito Alegre – Pelotas – RS, (Monografia de Conclusão de curso), UFPEL, Pelotas, 2004.

BORCIONI, E. **Equações de estimativa do crescimento do sistema radicular e produção de fitomassa de alface hidropônica**. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Rurais - Universidade Federal de Santa Maria. 72p.,2008.

BORGES, R. DAL’SOTTO, T. C. Estudo da viabilidade econômica de um sistema de cultivo hidropônico. In: Congresso brasileiro de engenharia de produção, 4, 2014, Ponta Grossa-RS. **Anais...** Ponta Grossa: APREPO, 2014.

BORGES, B. M. M. N.; MODESTO, V. C.; PRADO, R. M.; SILVA, E. S.; BRAOS, B. B. Métodos de determinação da matéria seca e dos teores de macronutrientes em folhas de alface. **Revista Trópica**, v.5, p.12-16, 2011.

BRANCO, R. B. F.; MAY, A.; SALATIEL, L. T.; PRESOTTI, L. E.; CAVARIANNI, R. L.; CECÍLIO FILHO, A. B. Avaliação de cultivares de alface, cultivadas em hidroponia, em três épocas de plantio. **Revista Horticultura Brasileira**, v.18, p.701-702, 2001.

BRASIL, Banco Central do Brasil, **Crédito Rural**, 2016. Disponível em: <[http://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/agronegocios/agronegocio---produtos-e-servicos/produtor-familiar/investir-em-sua-atividade/pronaf-semiarido#/>](http://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/agronegocios/agronegocio---produtos-e-servicos/produtor-familiar/investir-em-sua-atividade/pronaf-semiarido#/) Acesso em Abril/2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Lei nº 10.831**, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica. Disponível em: <www.agricultura.gov.br>.

BRUM, B.; LOPES, S. J.; TORCK, L. S.; SILVEIRA, T. R.; TOEBE, M.; SANTOS, P. M. Tamanho da semente e acúmulo de fitomassa seca de folhas de alface hidropônica em duas épocas de cultivo. **Revista Científica**, v.39, n.1/2, p.64-68, 2011.

CABRAL, C.S.; LOPES, A.G.; LOPES, J.M.; VIANNA, R.P.T. Segurança alimentar, renda e Programa Bolsa Família: estudo de corte em municípios do interior da Paraíba, Brasil, 2005-2001. **Caderno Saúde Pública**, v.30, p.393-402, 2014.

CALIL, E. M. B.; FERREIRA, F. L. A.; BRAZÃO, C. S.; SOVENHI, C. C. Qualidade microbiológica de saladas oferecidas em restaurantes tipo self-service. **Revista Atas de Saúde Ambiental (ASA)**, v.1, n.1, p. 36-42, set/dez, 2013.

CARMELLO, Q. A. C.; ROSSI, F.; FERREIRA, R. G. S.; FERREIRA, D. G. S. **Hidroponia: solução nutritiva**. Viçosa-MG: CPT, 2009.

CARNEIRO, M. M. L. C. **Trocas gasosas e metabolismo antioxidativo em plantas de girassol em resposta ao déficit hídrico**. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

CASTELANE, P. D.; ARAÚJO, J. A. C. de. **Cultivo sem solo: hidroponia**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 43p, 1994.

CASTRO S. R. P.; FERRAZ Junior A. S. L. Teores de nitrato nas folhas e produção da alface cultivada com diferentes fontes de nitrogênio. **Revista Horticultura Brasileira**, v.16, n.1, p.65-68, 1998.

CATALDO, D. A.; HAROON, M.; SCHRADER, L. E.; YOUNGS, V. L.; Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.6, p.71-80, 1975.

CEUPPENS, S.; HESSEL, C. T.; RORIGUES, R. Q.; BARTZ, S.; TONDO, E. C.; UYTENDAELE, M. Microbiological quality and safety assessment of lettuce production in Brazil. **International Journal of Food Microbiology**, v.181, p.67-76, 2014.

CEZARINO, W.; SILVA FILHO, O. S.; RATTO, J. R. Planejamento agregado da produção: modelagem e solução via planilha Excel e Solver. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008, Rio de Janeiro. A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. **Anais...** Rio de Janeiro, 2008.1 CD-ROM.

CICEK, T.; KARTALKANAT, A. Consumer dispositions towards organic food: The example of Kahramanmaras/Turkey. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.9, n.3, p.446-451, 2010.

CHICONATO, D. A.; SIMONI, F.; GALBIATTI, J. A.; FRANCO, C. F.; CAMELO, A. D. Resposta da alface à aplicação de biofertilizante sob dois níveis de irrigação. **Bioscience Journal**, v.29, n.2, p.392-399, 2013.

CHUN-YUH, Y. HUI-FENG, C.; BI-HUA, C.; TE-YAO, H.; MING-FEG, C.; TRONG-NENG, W. Calcium and magnesium in drinking water and the risk of death from breast cancer. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A**, v.60, n.4, p.231-241 2000.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. **Nutrição e adubação do milho**. [S.I.]: Embrapa Milho e Sorgo, 2012.

COMETTI, N. N.; MATIAS, G. C. S.; ZONTA, E.; MARY, W.; FERNANDES, M. S. Efeito da concentração da solução nutritiva no crescimento da alface em cultivo hidropônico – sistema NFT. **Revista Horticultura Brasileira**, n.26, v.2, p.252-257, 2008.

COMETTI, N. N.; MATIAS, G. C. S.; ZONTA, E.; MARY, W.; FERNANDES, M. S. Compostos nitrogenados e açúcares solúveis em tecidos de alface orgânica, hidropônica e convencional. **Revista Horticultura Brasileira**, v.22, n.4, p.748-753, 2004.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução N.357**, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 2005.

CONSTANTI, B. D. S.; GELATTI, L. C.; SANTOS, O. Avaliação da contaminação parasitológica em alfaces: Um estudo no sul do Brasil. **Revista Fasem Ciências**, v.3, n.1, p.1-14, 2013.

CORRAR, J. L.; GARCIA, E. A. R. Programação linear: uma aplicação à contabilidade de custos ao processo de decisão. In: VII CONGRESSO DEL INSTITUTO INTERNACIONAAL DE COSTOS, 7., 2001, Leon. **Anais...** eletrônicos, Leon, 2001. Disponível em: <<http://www.intercostos.org/documentos/Trabajo066.pdf>>. Acesso em: 12 agosto 2014.

COSTA, E. Avaliação da produção de alface em função dos parâmetros climáticos em casas de vegetação com sistema hidropônico nos períodos de outono e inverno. Campinas-SP. UNICAMP (Dissertação de Mestrado), 144p., 2001.

CUBA, R. S.; CARMO, J. R.; SOUZA, C. F.; BASTOS, R. G. Potencial de efluente de esgoto doméstico tratado como fonte de água e nutrientes no cultivo hidropônico. **Revista Ambiente & Água**, v.10, n.3, p.574-586, 2015.

CUPINI, D. M.; ZOTTI, N. C.; LEITE, J. A. O. Efeito da irrigação na produção da cultura de alface (*Lactuca sativa* L.), variedade "Pira Roxa" manejada através de "Tanque Classe A" em ambiente protegido. **Revista Perspectiva**, v.34, p.53-61, 2010.

DELGADO, G. C. e CARDOSO Jr., J. C. **A previdência social rural e a economia familiar no Brasil**: mudanças recentes nos anos 90. Brasília, 1999. (Mimeogr.).

DIAS, N. S.; SOUSA Neto, O. N.; COSME, C. R.; JALES, A. G. O.; REBOUÇAS, J. R. L.; OLIVEIRA, A. M. Resposta de cultivares de alface à salinidade da solução nutritiva com rejeito salino em hidroponia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.10, p.991-995, 2011.

DIAS, N. S.; BRITO, A. F.; SOUSA Neto, O. N.; LIRA, R. B.; BRITO, R. F. Produção de alface hidropônica utilizando biofertilizante como solução nutritiva. **Revista Caatinga**, v.22, n.4, p.158-162, 2009.

DOUGLAS, J. S. **Hidroponia**: Cultura sem terra. Tradução e prefácio ZilmarZiller Marcos. São Paulo: Nobel, 1987.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas em Hortaliças. **Produção nacional de hortaliças**. Brasília: EMBRAPA/HORTALIÇAS, 2013.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/SOLOS, 412p., 1999.

FAQUIN V; ANDRADE A. T. **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional de hortaliças**, Lavras: UFLA/FAEPE. 88p., 2004.

FAO - Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação / INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Perfil da agricultura familiar no Brasil**: dossiê estatístico. Projeto UTF/BRA/036, 1996.

FENG, P.; WEAGANT, S. D.; GRANTE, M. A. Enumeration of Escherichia coli and the coliform bacteria. In: Food and drug administration-FDA/CF-SAN., 2002. **Bacteriological analytical manual online**. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm064948.htm>> Acesso em: 05/2014.

FERNANDES, A. A.; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, P. R. G.; FONSECA, M. C. M. Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface, em hidroponia, em função de fontes de nutrientes. **Revista Horticultura Brasileira**, v.20, n.2, p.195-200, 2002.

FERNANDES J.D.; MONTEIRO FILHO A. F.; CHAVES L. H. G.; GONÇALVES C.; P. CRUZ M. P. Formulação de biofertilizante utilizando a ferramenta Solver do Microsoft Office. **Revista Verde**, v.6, n.4, p.101-105, 2011.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45. 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, p. 255-258, 2000.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2ª edição revista e ampliada. Viçosa: UFV, 412 p. 2008.

FONTELES, J. L. V.; MOURA, K. K. C. F.; DIAS, N. S.; CARNEIRO, J. V.; GUEDES, R. A. A. Crescimento e produção de duas cultivares de alface utilizando água de esgoto tratado. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.9, n.5, p.320-325, 2015.

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo Hidropônico de Plantas: Parte 2 - Solução Nutritiva**. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/hidroponiap2/index.htm>. Acesso em: 04/2/2016

FURLANI, P. R. Pythium em sistemas hidropônicos – danos e perspectivas para o controle: Principais sistemas hidropônicos em operação no Brasil. **Summa Phytopathologica**, v.34, p.146-147, 2008.

FURLANI, P. R., SILVEIRA, L. C. P., BOLONHEZI, D., FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, Boletim Técnico IAC, 180, 52p., 1999.

GUALBERTO, R.; OLIVEIRA, P. S. R.; GUIMARAES, A. M. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de alface do grupo crespa em cultivo hidropônico. **Revista Horticultura Brasileira**, v.27, n.1, p.7-11, 2009.

GEISENHOF, L. O.; PEREIRA, G. M.; FARIA, L. C.; LIMA Júnior, J. A.; COSTA, G. G.; GATTO, R. F. Viabilidade econômica da produção de alface hidropônica em Lavras – MG. **Revista Agrarian** (Online), v.2, n.6, p.61-69, 2010.

HELBEL Junior, C.; REZENDE, R.; FRIZZONE, J. A.; FREITAS, P. S. L.; GONÇALVES, A. C. A. Influência da condutividade elétrica, concentração iônica e vazão das soluções nutritivas na produção de alface hidropônica. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.4, p.1142-1147, 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário da agricultura familiar, 2006**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/agri_familiar_2006/default.shtm>. Acesso em Novembro/2014.

JAKABI, M.; FRANCO, B. D. M. Frequência de isolamento de cepas de *E.coli* patogênicas em alimentos de origem animal. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.11, n.1, p.170-181, 1991.

JOOSSENS, J. V.; HILL, M. J.; ELLIOTT, P.; STAMLER, R.; STAMLER, J.; LESAFFRE, E.; DYER, A.; NICHOLS, R.; KESTELOOT, H. Dietary salt, nitrate an stomach cancer mortality in 24 countries. **International Journal of Epidemiology**, n.25, p.494-504, 1996.

- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 492p., 1985.
- KONEMAN, E. W.; ALLEN, S. D.; JANDA, W.; WINN Júnior, W.; PROCOP, G.; SCHRECKENBERGER, P.; WOODS, G. **Diagnóstico Microbiológico: texto e atlas colorido**. 6^a ed. Guanabara Koogan, 1760p., 2008.
- KROHN, N. G.; MISSIO, R. F.; ORTOLAN, M. L.; BURIN, A.; STEINMACHER, D. A.; LOPES, M. C. Teores de nitrato em folhas de alface em função do horário de coleta e do tipo de folha amostrada. **Revista Horticultura Brasileira**, v.21, n.2, p.216-219, 2003.
- LABHIDRO. **Hidroponia no Brasil**. Universidade Federal de Santa Catarina – Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Rural. <www.labhidro.cca.ufsc.br> Acesso em: 3/11/2014.
- LACHTERMACHER, G. **Pesquisa Operacional Na Tomada De Decisões**, 2^a edição; editora Campus; São Paulo/SP; p.26 – 261; 2004.
- LINHARES, P. C. A.; SILVA, J. N.; FIGUEREDO, J. P.; SOUZA, J. A.; SANTOS, J. G. R.; SOUSA, T. P. MARACAJÁ, P. B. Crescimento da alface (*Lactuca sativa*), sob adubação orgânica em condições edafoclimáticas de Catolé do Rocha-PB. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v.7, n.4, p.17-22, 2013.
- LUZ, G. L.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, P. A.; AMARAL, A. D. DO; MÜLLER, L.; TORRES, M. G.; MENTGES, L. A questão do nitrato em alface hidropônica e a saúde humana. **Revista Ciência Rural**, v.38, p.2388-2394, 2008.
- LUZ, J. M. Q.; GUIMARÃES, S. T. M. R.; KORNDORFER, G. H. Produção hidropônica de alface em solução nutritiva com e sem silício. **Revista Horticultura Brasileira**, v.24, n. 3, p. 295-300, 2006.
- MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa de crescimento. In: FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EDUSP, v.1, p.331-350, 1986.
- MAGALHÃES, A. G.; MENEZES D.; RESENDE L. V.; BEZERRA Neto E. Desempenho de cultivares de alface em cultivo hidropônico sob dois níveis de condutividade elétrica. **Revista Horticultura Brasileira**, v.28, n.3, p.316-320, 2010.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 638 p., 2006.
- MANTOVANI, J. R.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. Produção de alface e acúmulo de nitrato em função da adubação nitrogenada. **Revista Horticultura Brasileira**, v.23, n.3, p.758-762, 2005.

MARTIN, N. B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M. D. M.; ÂNGELO, J. A.; OKAWA, H. Sistema integrado de custos agropecuários – CUSTAGRI. **Revista Informações Econômicas**, v.28, n.1, p.7-28, 1998.

MARTINS, L. F. **Estratégias de seleção para maior ou menor sensibilidade a produtos químicos expressa por trigos duplo-haplóides em hidroponia**. Dissertação (Departamento de Fitotecnia) - Universidade Federal de Pelotas, 56p.,2004.

MARTINEZ, H. E. P. **Manual prático de hidroponia**. Viçosa: Aprenda Fácil, 271p., 2006.

MAYNARD, D.N.; BARKER, A.V.; MINOTTI, P.L.; PECK, N.H. Nitrate accumulation in vegetables. **Advances in Agronomy**, 28:71-118, 1976.

McCALL, D.; WILLUMSEN F. Effects of nitrate, ammonium and chloride application on the yield and nitrate content of soil-grown lettuce. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v.73, n.5, p.698-703, 1998.

MEDEIROS, C. A. B.; ZIEMER, A. H.; DANIELS, J.; PEREIRA, A. S. Produção de sementes pré-básicas de batata em sistemas hidropônicos. **Revista Horticultura Brasileira**, v.20, n.1, p.110-114, 2002.

MENEZES Junior, F. O. G.; MARTINS, S. R.; FERNANDES, H. S. Crescimento e avaliação nutricional da alface cultivada em -NFT- com soluções nutritivas de origem química e orgânica. **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, p.632-637, 2004.

MITTOVA, V.; TAL, M.; VOLOKITA, M.; GUY, M. Salt stress induces up-regulation of an efficient chloroplast antioxidant system in the salt-tolerant wild tomato species but not in the cultivated species. **Journal Physiology Plantarum**, v.115, p.393-400, 2002.

OHSE, S.; DOURADO-NETO, D.; MANFRON, P. A.; SANTOS, O. S. Qualidade de cultivares de alface produzidos em hidroponia. **ScientiaAgricola**, v.58, n.1, p.181-185, 2001.

OLIVEIRA, L. L. P.; FARIAS, W. C.; LINHARES, P. S. F.; MELO, M. R. S.; CAVALCANTE, J. J.; DOMBRONSKI, J. L. D. Análise de diferentes dosagens de solução nutritiva no cultivo de mudas de alface americana (*Lactuca sativa* L.). **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v.10, n.2, p14-17, 2014.

OLIVEIRA, J. B.; SILVA, M. A.; BATISTA, K. S.; SILVA, J. B. R.; BARBOSA, V. S. Fixação de nutrientes em compostos de biofertilizante, após armazenamento em modelo de biodigestor caseiro. **Revista Cadernos de Agroecologia**, v.8, n.2, 2013.

OLIVEIRA, F. A.; CARRILHO, M. J. S. O.; MEDEIROS, J. F.; MARACAJÁ, P. B.; OLIVEIRA, M. K. T. Desempenho de cultivares de alface submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.8, p.771-778, 2011.

OLIVEIRA, N. L. C.; PUIATTI, M.; SANTOS, R. H. S.; CECON, P. R.; BHERING, A. S. Efeito da urina de vaca no estado nutricional da alface. **Revista Ceres**, v.57, n.4, p.506-515, 2010.

OLIVEIRA, A. C. B.; SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W.; PINHEIRO, N. C.; GARCIA.; GARCIA, S. L. R. Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.26, n.2, p.211-217, 2004.

PAULA, P.; RODRIGUES, P. S. S.; TÓRTORA, J. C. O.; UCHÔA, C. M. A.; FARAGE, S. Contaminação microbiológica e parasitológica em alfaces (*Lactuca sativa*) de restaurantes self-service, de Niterói, RJ. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, São Paulo, v.36, n.4, p.535-537, 2003.

PAULUS, D.; PAULUS, E.; NAVA, G. A.; MOURA, C. A. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. **Revista Ceres**, v.59, n.1, p.110-117, 2012.

PAULUS, D.; DOURADO NETO, D.; FRIZZONE, J. A.; SOARES, T. M. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. **Revista Horticultura Brasileira**, v.28, p.29-35, 2010.

PERIN, K. **Reuso de efluente de lagoa de polimento no cultivo de alface hidropônica (*Lactuca sativa* L.)**. Dissertação (mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico, Vitória, 2006.

PIGNATELLI, B. MALAVEILLE, C.; ROGATKO, A.; HAUTEFEUILLE, A.; THUILLIER, P.; MUÑOZ, N.; MOULINIER, B.; BERGER, F.; MONTCLOS, H.; LAMBERT, R.; CORREA, P.; RUIZ, B.; SOBALA, G. M.; SCHORAH, C. J.; AXON, A. T. R.; BARTSCH, H. Mutagens, N-nitroso compounds and their precursors in gastric juice from patients with and without precancerous lesions of the stomach. *European Journal of Cancer*, Edimburg, v.29A, n.14, p.2031-2039, 1993.

PHILIPPI Jr. A.; MALHEIROS, T. F.; Saneamento e saúde pública: Integrando homem e ambiente. In: **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP: Manole, 2005.

QUEIROZ, J. P. S., COSTA, A. J. M., NEVES, L. G., SEABRA Junior, S., BARELLI, M. A. A. Estabilidade fenotípica de alfaces em diferentes épocas e ambientes de cultivo. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, p.276-283, 2014.

RADIN, B.; REISSER JÚNIOR, C.; MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H. Crescimento de cultivares de alface conduzidas em estufa e a campo. **Revista Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, p. 178-181, abr/jun, 2004.

REBOUÇAS, J.R. L.; FERREIRA Neto, M.; DIAS, N. S.; SOUZA Neto, O.N.; DINIZA, A.A.; LIRA, R.B. Cultivo hidropônico de coentro com uso de rejeito salino. **Revista Irriga**, v.18, n.4, p.624-634, 2013.

RIBEIRO, K.; FERREIRA, E.; COSTA, M. S. S. M.; GAZOLLA, D.; SZIMANSKI, C. Uso de biofertilizante no cultivo de alface hidropônica. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.2, p. 1600-1603, 2007.

RODRIGUES, L. R. F. **Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido**, Jaboticabal: Funep, 762p., 2002.

SALA, F C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacultura brasileira. **Revista Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 187-194, 2012.

SANT'ANNA, A. S.; SILVA, S. C. F.; FARANI, I. O.; AMARAL, C. H. R.; MACEDO, V. F. Qualidade microbiológica de águas minerais. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 190-194, 2003.

SANTI, A.; SCARAMUZZA, W.; NEUHAUS, A.; DALLACORT, R.; KRAUSE, W.; TIEPPO, R. Desempenho agrônomico de alface americana fertilizada com torta de filtro em ambiente protegido. **Revista Horticultura Brasileira**, v.31, n.2, p.338-343, 2013.

SANTOS, A. N.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; SILVA, D. J. R.; MONTENEGRO, A. A. A. Cultivo hidropônico de alface com água salobra subterrânea e rejeito da dessalinização em Ibimirim, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.961-969, 2010a.

SANTOS, A. N.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. DE F. E; SILVA, D. J. R.; MONTENEGRO, A. A. A. Cultivo hidropônico de alface com água salobra subterrânea e rejeito da dessalinização em Ibimirim, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.961-969, 2010b.

SANTOS, R. S.; DIAS, N. S.; SOUSA NETO, O. N.; GURGEL, M. T. Uso do rejeito da dessalinização de água salobra no cultivo da alface (*Lactuca sativa* L.) em sistema hidropônico NFT. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.34, p.983-989, 2010c.

SANTOS, A. O.; RIBEIRO Neto, B. L.; ZWIRTE, D. S.; SILVA, R. B.; YONENAGA, W. H. Produção de alface hidropônica: uma abordagem pela dinâmica de sistemas. **Anais... 4º Congresso Brasileiro de Sistemas – Centro Universitário de Franca Uni-FACEF**, 2008.

SANTOS, R. H. S.; SILVA F; CASALI V. W. D.; CONDÉ A. R. Efeito residual da adubação com Composto Orgânico Sobre o Crescimento e Produção de alface. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n.11, p. 1395-1398, 2001.

SANTOS, G.A.; CAMARGO F.A.O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. Porto Alegre: Genesis, 1999. 491p.

SCHMIDT, D.; SANTOS, O. S.; BONNECARRERE, R. A. G.; MARIANI, O. A.; MANFRON, P. A. Desempenho de soluções nutritivas e cultivares de alface em hidroponia. **Revista Horticultura Brasileira**, v.19, n.2, p.122-126, 2001.

SHIEHATA, S. M.; SCHMIDTHALTER, U.; VALSÍKOVÁ, M.; JUNGE, H. Effect of bio-stimulants on yield and quality of head lettuce grown under two sources of nitrogen. **Gesunde Pflanzen**, p.1-7, 2016.

SHINOHARA, M.; AOYAMA, C.; FUJIWARA, K.; WATANABE, A.; OHMORI, H.; YOICHI UEHARA, Y.; TAKANO, M. Microbial mineralization of organic nitrogen into nitrate to allow the use of organic fertilizer in hydroponics. **Journal Soil Science and Plant Nutrition**, v.57, n.2, p.190-203, 2011.

SILVA, E. M. N. C. P.; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E.; TAVELLA, L. B.; SOLINO, A. J. S. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Revista Horticultura Brasileira**, v. 29, n.2, p.242-245, 2011.

SILVA, M. C. **Crédito bancário e desenvolvimento sustentável nas instituições financeiras brasileiras**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 145p., 2011.

SILVA, E. T.; SCHWONKA, F. Viabilidade econômica para a produção de alface no sistema hidropônico em Colombo, região metropolitana de Curitiba, PR. **Revista Scientia Agraria**, v.2, n.1-2, p.126-132, 2001.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 2ª ed, São Paulo: Livraria Varela, 229p., 2001.

SOARES, T. M. Utilização de águas salobras no cultivo da alface em sistema hidropônico NFT com alternativas agrícolas condizente ao semi-árido brasileiro. Tese de Doutorado (Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 267p., 2007.

SOARES, T. M.; DUARTE, S. N.; SILVA, E. F. F.; JORGE, C. Combinação de águas doce e salobra para produção de alface hidropônica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.705-714, 2010.

SOUSA, T. P. SOUSA Neto, E. P.; SILVEIRA, L. R. S.; SANTOS Filho, E. F. S.; MARACAJÁ, P. B. Produção de alface (*Lactuca sativa* L.), em função de diferentes concentrações e tipos de biofertilizantes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.9, n.4, p.168-172, 2014.

SOUZA, I. R. S.; ARBAGE, A. P.; NEUMANN, P. S.; DIESEL, J. M. F. V.; SILVEIRA, P. R.; SILVA, A.; BAUMHARDT, C. C. E.; LISBOA, R. S. Comportamento de compra dos consumidores de frutas, legumes e verduras na região central do Rio Grande do Sul. **Revista Ciência Rural**, v.38, n.32, p.511-517, 2008.

SOUZA, M. L.; BEZERRA, D. C. F.; FURTADO, C. M. Avaliação higiênico-sanitária de alfaces (*Lactuca sativa* L.) cultivadas pelos processos convencional e hidropônico e comercializadas em Rio Branco, AC. **Revista Higiene Alimentar**, v.20, n.145, p.92-99, 2006.

SUINAGA, F. A.; BOITEUX, L. S.; CABRAL, C. S.; RODRIGUES, C. S. **Desempenho produtivo de cultivares de alface crespa**. Brasília: Embrapa Hortaliças (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 89), 15p., 2013.

SULTANA, N.; KEDA, T.; KASHEM, M. A. Effect of seawater on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. **Journal Photosynthetica**, v.40, p.115-119, 2002.,

TAVARES, H. L.; JUNQUEIRA, A. M. R. Produção hidropônica de alface cv. Verônica em diferentes substratos. **Revista Horticultura Brasileira**, v.17, n.3, p.240-243, 1999.

TEIXEIRA, S. **Tomate hidropônico**: aprenda a preparar a solução nutritiva. <www.cpt.com.br>Acesso: 3/11/2014.

TOSINI, M. F. C.; VENTURA, E. C. F.; CUOCO, L. G. A. Políticas de responsabilidade socioambiental nos bancos: indutoras do desenvolvimento sustentável? **Revista da Procuradoria Geral do Banco Central**, v. 2, n. 2, p. 55-84, 2008.

VEROKA, D. A.; FORTUNATO, C. B.; COLA, C. H.; RODRIGUES, A. P. D. A. C.; LAURA, V. A.; PEDRINHO, D. R. Efeito do biofertilizante no crescimento e na produção de alface. **Revista Horticultura Brasileira**, v.26, n.2, 2008.

VIDIGAL, S. M.; RIBEIRO, A. C.; CASALI, V. W. D.; FONTES, L. E. F. Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito residual da adubação orgânica: I ensaio de campo. **Revista Ceres**, v.42, n.39, p.80-88, 1995.

WANDERLEY, M. N. B. Raízes históricas do campesinato brasileiro. In: TEDESCO, J. C. (Org.) **Agricultura Familiar**: realidades e perspectivas. Passo Fundo- RS, 3ª Ed. UPF, p. 21-56, 2001.

WHITAKER, T. W. **Lettuce**: evolution of weedy cinderella. HortScience, St. Joseph, v. 9, p. 512-514, 1974.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global strategy for food safety**: safer food for better health, 2002. Disponível em: <<http://whglibdoc.who.int/publications/9241545747.pdf>> Acesso em: 06/2015

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Toxicological evaluation of certain food additives with a review of general principles and of specifications. Seventeenth report of the joint.

WRIGHT, M.J.; DAVISON, K.L. Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. **Advances in Agronomy**, New York, v.16, p.197-274, 1964.FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. **FAO Nutrition Report Series**, Geneva n.539, p.42, 1973.

ZITO, R.K.; FRONZA, V.; MARTINEZ, H.E.P.; PEREIRA, P.R.G.; FONTES, P.C.R. Fontes de nutrientes, relações nitrato:amônio e molibdênio, em alface (*Lactuca sativa*) produzida em meio hidropônico. **Revista Ceres**, v.41, n.236, p.419-430, 1994.