



A IMPORTÂNCIA DA HIDROPONIA PARA O SEMIÁRIDO BRASILEIRO.

Igor Lamark Araújo Fernandes¹, Osvaldo Nogueira de Sousa Neto², André Moreira de Oliveira³

Resumo: Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de contextualizar a utilização da hidroponia na produção agrícola do Semiárido Brasileiro como solução imediata para diferentes questões no tocante à estiagem, salinidade dos solos e das águas e viabilidade econômica. A hidroponia é um sistema de cultivo em que não se utiliza o solo, tendo o aporte nutricional fornecido por meio de solução nutritiva. A solução nutritiva é composta de água e de sais que nela são diluídos em quantidades predeterminadas para cada tipo de cultura. A partir de pesquisas em sites e revistas acadêmicas especializadas, reuniu-se os resultados obtidos em estudos desenvolvidos com o emprego do sistema hidropônico para diferentes culturas, dando-se prioridade àqueles conduzidos na Região Nordeste do Brasil. A hidroponia vem ganhando espaço, principalmente, entre os produtores de hortaliças devido a algumas vantagens quando comparada ao cultivo tradicional em solo. A redução da água utilizada, o menor espaço utilizado para o cultivo, podendo ser implantado em centros urbanos, a economia em defensivos agrícolas e os melhores resultados obtidos em qualidade e durabilidade dos produtos agrícolas são algumas das vantagens que se pode apontar no uso do sistema hidropônico. Considerando a realidade da Mesorregião Central Potiguar, pode-se destacar, ainda, alguns fatores de ordem edafoclimáticas que tornam a prática de cultivo tradicional em solos ainda mais onerosa e ineficaz como solos rasos, baixa pluviosidade, elevados índices de evapotranspiração, além dos altos níveis de salinidade encontrados nas águas subterrâneas disponíveis para o manejo da irrigação.

Palavras-chave: Sistema hidropônico. Solução nutritiva. Salinidade do solo e da água. Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

A relação entre oferta e demanda hídrica no Nordeste Brasileiro é um assunto cada vez mais discutido e fundamenta a base de vários estudos voltados para a busca de alternativas de aproveitamento e de uso eficiente da água disponível. De acordo com a Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2017, o Nordeste é uma das regiões brasileiras que requer atenção especial no que diz respeito à oferta de água, particularmente o Nordeste Setentrional que tem 87,8% do seu território caracterizado por apresentar clima semiárido. O Nordeste Setentrional abrange os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. O Relatório, produzido pela ANA – Agência Nacional de Águas, cita os fatores que contribuem para a escassez hídrica observada, tais como os baixos índices de precipitação, a irregularidade do seu regime, temperaturas elevadas durante todo ano, baixas amplitudes térmicas (entre 2 e 3 °C), forte insolação e altas taxas de evapotranspiração aliadas às características hidrogeológicas, como a relevante presença de rios intermitentes [1].

Fatores como a melhoria na eficiência da irrigação e o reúso das águas são os principais pilares que devem ser observados para uma boa gestão dos recursos hídricos no Semiárido. Em todo o mundo, a irrigação é responsável pela maior demanda no uso da água, algo entre 60 e 70%. A melhoria na eficiência dos sistemas de irrigação pode gerar uma economia de até um terço da água aplicada, que no semiárido gira em torno de 6 a 20 mil m³ por hectare a cada safra, dependendo da necessidade hídrica da cultura e das condições edafoclimáticas

[2].

Além do preocupante cenário que envolve a disponibilidade hídrica no Semiárido, tem-se outro fator que dificulta a produção agrícola da região, trata-se da degradação da terra¹. No Nordeste Setentrional ocorre a presença marcante de Luvisolos Crômicos (antigos Brunos não Cálcicos) que são solos rasos (50-60 cm de profundidade) característicos de regiões afetadas pela seca, com baixa permeabilidade e muito susceptíveis à erosão. Essas características são agravadas pela irrigação pouco eficiente e por recursos hídricos com altos níveis de sais solúveis que aliados à drenagem ineficiente proporcionam a ocorrência de solos salinos e sódicos. Assim sendo, identifica-se nos solos da Região Semiárida a reunião dos dois principais processos formadores das áreas desertificadas – susceptibilidade à erosão e salinização – os quais podem ser acelerados pela prática agrícola intensiva, desmatamento e algumas vezes o uso do fogo [3, 4].

Até o ano de 2009, o Nordeste já apresentava uma área maior que o estado do Ceará atingida pela desertificação de forma grave ou muito grave que somada à área atingida de forma moderada alcança um total de aproximadamente 600 mil km² de área atingida pelo fenômeno [5]. Na medida em que a salinidade dos solos prejudica o crescimento das culturas, pela dificuldade de absorção de água pelas raízes devido à diminuição do potencial osmótico da solução do solo, provocando estresse hídrico e acúmulo de íons em quantidades tóxicas nos tecidos, torna impraticável a agricultura convencional na extensão de área atingida por estes processos [6].

A hidroponia pode ser um recurso viável na tentativa de remediar alguns desses obstáculos à produção agrícola no Semiárido. A hidroponia é um sistema de cultivo em ambiente protegido onde não se utiliza o solo, tendo o aporte nutricional fornecido por meio de solução nutritiva.

Porquanto, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de descrever o sistema de produção hidropônica como alternativa para produção agrícola no semiárido do nordeste brasileiro.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Hidroponia, técnica de cultivo em expansão

A primeira hipótese do cultivo de plantas em água surgiu na literatura quando o inglês J. Woodward procurou descobrir de onde as plantas captavam os nutrientes necessários ao seu desenvolvimento. A partir de seu experimento com plantas de menta em água da chuva, torneira, enxurrada e esgoto diluído, ele concluiu que “As plantas alimentam-se da água e de elementos nela dissolvidos, que se encontram na terra. Quando conseguirmos descobrir quais são esses elementos, poderemos prescindir da terra, para cultivá-las”. Apenas em 1804, a partir dos avanços obtidos no campo da Química foi possível estabelecer alguns dos elementos utilizados pelas plantas para seu funcionamento, os quais foram publicados por Nicolas de Saussure [8, 9].

Porém, a referência para que o método de cultivo em água fosse disseminado no meio acadêmico, em estudos relacionados à nutrição de plantas, foi o experimento conduzido pelos alemães Sachs & Knop, em 1860, no qual cultivaram plantas adicionando proporções de adubos químicos à água [8]. Eles foram os primeiros a desenvolver fórmulas de solução nutritiva, entretanto foram Hoagland & Arnon que em 1950 elaboraram duas soluções nutritivas para o tomateiro, as quais são largamente aplicadas como base para as formulações propostas por pesquisadores até os dias de hoje [9].

O termo “hidroponia” surgiu apenas em 1930 quando William Frederick Gericke, professor da Universidade da Califórnia, instalou uma unidade de crescimento de tomates em água ao ar livre. Os ensaios conduzidos por Gericke apresentaram resultados muito favoráveis, onde os tomateiros chegaram a medir cerca de 8 m de altura. Foi a partir daí que a técnica aplicada apenas em laboratórios passou a ser usada para fins comerciais. Os diversos trabalhos publicados por Gericke, e por outros pesquisadores que o sucedeu, propiciaram a disseminação da hidroponia nos EUA e na Europa [8]. A hidroponia foi introduzida no Brasil em 1990 por Shigueru Ueda e Takanori Sekine, que trouxeram a técnica do Japão e implantaram o primeiro projeto piloto de hidroponia comercial para a cultura da alface [9].

O Estado de São Paulo é o maior produtor de produtos hidropônicos no Brasil. No Nordeste, apesar de não haver registros da dimensão real dos produtores hidropônicos, Albuquerque e Mesquita (2017) divulgaram, no Cardernos do Semiárido, as principais culturas produzidas, em sistema hidropônico, comercializadas nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Nestes estados destacam-se a produção de folhosas como alface, rúcula, salsa e cebolinha. No Rio Grande do Norte a produção gira em torno do agrião, rúcula e alfaces americana e crespa, dados de 2015 [10].

De acordo com Barcelos (2016), dificilmente um país terá tantos produtores hidropônicos espalhados em todas as regiões como o Brasil e, o mais importante, a maioria absoluta são de pequenos e médios produtores [11].

2.2. Sistemas de cultivo hidropônicos

Os sistemas de cultivo hidropônicos diferem entre si quanto à forma de sustentação da planta (meio líquido

1 Degradação da terra significa a perda ou redução da produtividade econômica ou biológica dos ecossistemas, causadas por erosão do solo, deteriorização dos recursos hídricos e perda da vegetação natural, em outras palavras, susceptibilidade à desertificação (Iêdo Bezerra Sá, Embrapa Semiárido)

ou substrato), ao reaproveitamento da solução nutritiva (circulantes ou não circulantes), ao fornecimento da solução nutritiva (contínua ou intermitente). Os sistemas hidropônicos podem ser abertos, quando utilizam a solução nutritiva uma única vez, assemelhando-se a fertirrigação, e fechados, onde a solução nutritiva é reutilizada, tendo a composição corrigida periodicamente. Entre os sistemas hidropônicos mais conhecidos estão: Sistema NFT (Nutrient Film Technique); Sistema DFT (Deep Film Technique); Sistema com substratos; Aeroponia [9].

O sistema NFT (Nutrient Film Technique), que foi traduzido para o português como Técnica do Fluxo Laminar de Nutrientes, foi desenvolvido pelo inglês Allen Cooper, em 1965. Trata-se de um sistema hidropônico circulante e intermitente que utiliza-se de meio líquido para a sustentação das plantas. Neste sistema, o cultivo é feito em canais de cultivo por onde circula a solução nutritiva em intervalos automatizados (Figura 1). As raízes ficam apenas parcialmente submersas na solução em fluxo laminar intermitente, de forma que não prejudica a respiração das mesmas. De acordo com as especificações para a instalação de um Sistema NFT fornecidas por Furlani, esse sistema é “composto de um tanque de solução nutritiva, um sistema de bombeamento, canais de cultivo e um sistema de retorno ao tanque. A solução nutritiva é bombeada aos canais e escoar por gravidade formando uma fina lâmina de solução que irriga as raízes.” O sistema NFT é o mais utilizado no Brasil e no mundo [12, 13].



Figura 1. Vista lateral da produção de alface em sistema hidropônico NFT e ambiente protegido na área experimental da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. (Fonte: Arquivo do autor)

Existem na literatura vários estudos desenvolvidos na Região Semiárida que utilizaram o sistema hidropônico NFT para implementar seus experimentos com diferentes culturas, principalmente hortaliças, como espinafre [14], coentro [15, 16], couve-flor [17], rúcula [18], majericão [19] e alface-americana [20].

O sistema DFT (Deep Flow Technique), em português Técnica do Fluxo Profundo, ou simplesmente “floating”, também utiliza-se do meio líquido para sustentação das plantas. O cultivo é realizado em vasos(ou piscinas), sem substrato, onde as raízes das plantas ficam completamente submersas na solução nutritiva, enquanto um sistema de bombeamento de ar proporciona a respiração das raízes [21]. Dessa forma, faz-se necessário o uso de placas de poliestireno (isopor) com furos nos quais as plantas possam se sustentar e permanecer na posição vertical (Figura 2). Por essa razão, esse sistema é indicado para o cultivo de plantas leves, como alface, coentro, etc [13, 21]. Monteiro Filho et al. (2014), utilizaram o sistema “floating” sem aeração para avaliar diferentes cultivares de alface sob o efeito de soluções nutritivas minerais e orgânicas em condições semiáridas e obtiveram bons resultados de crescimento radicular aos 25 dias após a germinação, com valores médios de 16,5 cm de comprimento [22], valor semelhante ao obtido por Maluf et al. (2011) aos 30 dias após o plantio, utilizando o mesmo sistema hidropônico (18,09 cm) [23].

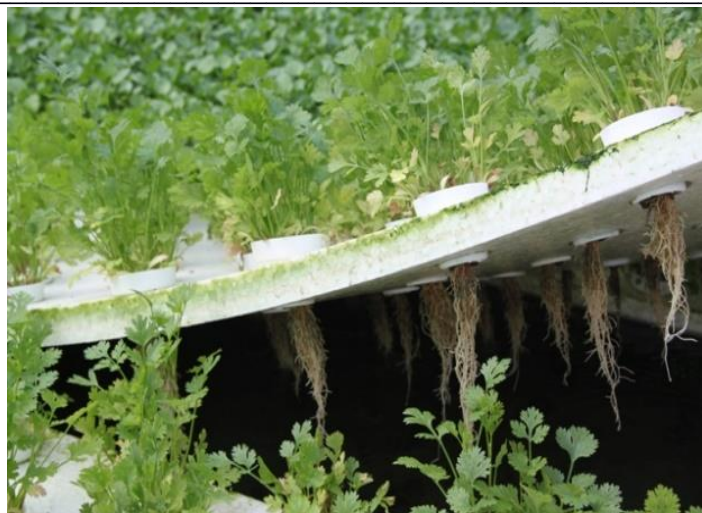


Figura 2. Detalhe das raízes de coentro produzidos em hidroponia com o sistema ‘floating’. (Fonte: <https://agroruralnews.blogspot.com>)

No sistema com substrato as plantas são cultivadas em vasos ou sacos de cultivo e utiliza-se algum substrato inerte e pouco ativo quimicamente. Trata-se de um sistema aberto e o substrato é utilizado para a sustentação das plantas e para receber a solução nutritiva. Albuquerque e Mesquita (2017) acreditam que este não é o melhor sistema para ser utilizado em regiões semiáridas por ser um sistema aberto, que resulta em perdas da solução nutritiva. Porém, os autores consideram que utilizar o sistema hidropônico com substrato irrigado por gotejamento pode proporcionar bons resultados (Figura 3) [10].



Figura 3. Produção de morangos em sistema hidropônico fechado, empregando substrato de fibra de coco e solução nutritiva aplicada por gotejamento, na Serra da Ibiapaba-CE (Fonte: <https://www.embrapa.br>)

No âmbito da pesquisa, este sistema tem sido bastante utilizado nos trabalhos inseridos em condições semiáridas. A fibra de coco é o substrato mais utilizado, porém algumas pesquisas têm dado espaço para a utilização de outros substratos como casca de arroz carbonizada, folhas de capim elefante desidratadas, vermiculita entre outros [24, 25; 26, 27, 28, 29, 30,31].

A escolha do tipo de substrato utilizado em hidroponia também deve levar em consideração a cultura que se deseja produzir. No caso da produção de milho hidropônico para forragem, Câmpelo et al. (2007) não aprovaram o uso da casca de arroz como substrato, pois a casca de arroz possui 90% de silício nas cinzas, o qual inibe a digestão da fibra em volumosos, tornando questionável a qualidade nutricional da matéria seca de milho produzida neste substrato [25]. Contudo, em estudo comparativo da produção de morangos em solo e em sistemas hidropônicos NFT e com substrato de casca de arroz em ambiente protegido, Fernandes-Júnior et al. (2002) obtiveram produtividade cerca de 100% maior no sistema hidropônico com substrato de casca de arroz do que nos demais tratamentos, revelando o grande potencial desse sistema para a produção de morangos [32].

Aeroponia é um sistema hidropônico de cultivo em que as raízes das plantas ficam suspensas no ar e recebem nebulizações intermitentes de solução nutritiva, ficando a umidade relativa do ar, no ambiente radicular, próxima a 100%. As plantas ficam suspensas pelo caule em um suporte, e as raízes são mantidas dentro de

câmaras opacas protegidas da luz, para evitar o desenvolvimento de algas (Figura 4). Este sistema é pouco utilizado comercialmente devido ao custo de implantação e dificuldades operacionais. [13, 33]



Figura 4. Produção de minitubérculos de batata em sistema aeropônico aos 40 dias após o transplântio. (Fonte: Factor, T. L., 2007)

2.3. Solução Nutritiva

Malavolta (1980) classifica os elementos minerais absorvidos pelas plantas em: essenciais, úteis e tóxicos. Os elementos essenciais, sem os quais a planta não vive, são divididos em dois grupos, que são definidos pelas quantidades exigidas pela planta, a saber: macronutrientes e micronutrientes. Os macronutrientes são N (nitrogênio), P (fósforo), K (potássio), Ca (cálcio), Mg (magnésio) e S (enxofre). E o grupo dos micronutrientes é composto por B (boro), Cl (cloro), Fe (ferro), Mn (manganês), Mo (molibdênio), Zn (zinco), Cu (cobre) e Ni (níquel) – o Ni foi incluso no grupo dos micronutrientes essenciais em 1896 pois, estudos mostraram que o elemento faz parte da estrutura da enzima urease que transforma ureia em amônia [35]. Os elementos úteis contribuem para o crescimento, produção e resistência da planta ao ataque de pragas e às doenças. Enquanto os elementos tóxicos são os prejudiciais à planta [34].

Os elementos essenciais foram determinados a partir de critérios de essencialidade proposto por Arnon e Stout (1939), os quais Furlani et al. (2009) descreveram da seguinte forma: a) a deficiência ou falta do elemento impossibilita que a planta complete o seu ciclo biológico; b) a deficiência está relacionada apenas ao elemento em questão; c) o elemento deve ter função diretamente relacionada à nutrição da planta, seja constituindo um metabólito essencial, seja requerido para a ação de um sistema enzimático [36].

Existem inúmeras formulações de soluções nutritivas propostas tanto em estudos sobre nutrição mineral de plantas como para fins comerciais. Contudo, a grande maioria é fundamentada na solução proposta por Hoagland e Arnon em 1950 (Tabela 1), havendo diferenças marcantes no que diz respeito aos macronutrientes [37]. A tradicional solução “Hoagland”, como é conhecida, foi desenvolvida e balanceada para o tomateiro, com base em plantas cultivadas em vasos com solução nutritiva [38].

Tabela 1. Faixas de concentração encontradas nas soluções nutritivas e solução de Hoagland & Arnon (1950).
(Fonte: Adaptado de Cometti et al., 2006)

Nutriente	Faixa de concentração	Hogland & Arnon
	mg L ⁻¹	
N-NO ₃ ⁻	70-250	196
N-NH ₄ ⁺	0-33	14
P	15-80	31
K	150-400	234
Ca	70-200	160
Mg	15-80	48
S	20-200	64
B	0,1-0,6	0,5
Cu	0,05-0,3	0,02
Fe	0,8-6	1
Mn	0,5-2	0,5
Mo	0,01-0,15	0,01
Zn	0,05-0,5	0,05
Cl	1-188	

Além das soluções nutritivas formuladas por acadêmicos, existem formulações importadas na forma de cristal que podem ser encontradas no mercado brasileiro, como Kristalon®; Laranja® 6-12-36 (adiciona-se Tenso-cocktail®); Plant Prod® 7-11-27; Peter's Professional Hydro-Sol® 5-11-26. Deve-se adicionar nitrato de cálcio a todas estas formulações pois estes produtos não contêm cálcio em suas fórmulas [36].

Outros fatores, além das concentrações de nutrientes, influenciam na determinação da solução nutritiva ideal. Esses fatores estão relacionados ao cultivo como espécie vegetal, cultivar, o estágio fenológico da produção, a época do ano, além de fatores ambientais e das características do sistema hidropônico que está sendo utilizado [38]. A concentração de nutrientes presentes na água utilizada deve ser levada em consideração no preparo das soluções nutritivas. Nesse sentido, a quantidade de fertilizantes adicionada será a diferença das concentrações de nutrientes da solução nutritiva estabelecida menos a quantidade de nutrientes que se encontra na água [39].

O pH da solução nutritiva é outro fator ao qual deve-se dar atenção. As plantas podem suportar uma variação de pH entre 4,5 e 7,5 sem que isso lhes cause danos fisiológicos. Porém, efeitos indiretos podem comprometer o desenvolvimento das plantas como redução na disponibilidade de nutrientes, pois dependendo do pH alguns elementos podem formar complexos insolúveis [38].

As variações de pH na solução nutritiva durante o ciclo de produção ocorrem conforme os elementos presentes na solução vão sendo consumidos pelas plantas e, como consequência, decorre o desbalanço entre as quantidades de ânions e cátions. Assim sendo, recomenda-se que se mantenha a solução nutritiva balanceada entre cátions e ânions para suprir às necessidades das plantas, uma vez que seria inconveniente tentar manter o pH em uma dada faixa com o uso de ácidos ou bases fortes para diminuir ou aumentar o pH, respectivamente [36].

2.4. Produção hidropônica no semiárido

A hidroponia pode ser utilizada na produção de diversas culturas. Tem-se registros na literatura de uma variedade relevante de estudos com diferentes culturas produzidas em sistemas hidropônicos no Semiárido Brasileiro. Porém, no que diz respeito ao produtor rural, a alface hidropônica é o principal produto produzido comercialmente.

Em estudo com alface hidropônico, cultivar Isabela, no município de Mossoró-RN [40], Martins et al. (2009) observaram acúmulo máximo de matéria seca da parte aérea de 5,68 g planta⁻¹ aos 30 dias após o transplântio, enquanto Santos et al. (2011) verificaram, em sistema de cultivo convencional, que a alface (Verônica) obteve valor máximo de matéria seca de 5,33 g planta⁻¹ [41]. Esses dados mostram que os produtos produzidos em sistema hidropônico podem alcançar patamares de qualidade igual ou superior aos produtos produzidos convencionalmente.

Com relação à produtividade da alface (Isabela), Martins et al. (2009) apontaram o valor de 5,12 kg m⁻². A produtividade da alface (Isabela) em sistema hidropônico foi similar ao obtido por Queiroga et al. (2001) em sistema convencional de cultivo de alface (Great Lakes), 5,792 kg m⁻². Por outro lado, foi mais que o dobro da produtividade alcançada com a cultivar Verônica (2,08 kg m⁻²) por Grangeiro et al (2006) também em sistema convencional de cultivo. Ambos os estudos também foram desenvolvidos em Mossoró-RN, que tem produtividade média para a cultura da alface de 1,1 kg m⁻² [40, 42, 43].

O manjeriço, por ser uma planta produzida principalmente por pequenos produtores para atender o comércio local [44], também se destaca como opção para a produção em hidroponia. Bione et al. 2014, obtiveram valores médios de massa fresca de 230 g planta⁻¹ (com desvio padrão de 18 g), aos 49 dias após o transplante, para a cultura do manjeriço produzida em sistema NFT nas condições do semiárido. Enquanto Silva (2012) encontrou valor médio de matéria fresca de 155 g planta⁻¹, observados para a mesma variedade de manjeriço e nas mesmas condições climáticas, porém produzidos em diferentes substratos [45].

Em Recife-PE, Malheiros et al. (2012) avaliaram a produção de tomate-cereja em sistema hidropônico NFT e estimaram uma produção máxima de 100,86 frutos por planta com massa fresca do fruto em torno de 286,42 g planta⁻¹ [46]. Esses dados foram reforçados pelos resultados obtidos em ensaio realizado em Mossoró-RN por Diniz et al. (2014), que estimaram produção máxima de 258,48 g planta⁻¹ para o tomate-cereja cultivado em sistema hidropônico utilizando fibra de coco [47].

Gomes et al. (2001), em estudo com tomate-cereja produzido em sistema hidropônico vertical utilizando fibra de coco, observaram produtividade total de frutos de 791 g planta⁻¹, enquanto que a produtividade dos frutos comerciáveis foi 552 g planta⁻¹ [48].



Figura 5: Produção de tomate hidropônica vertical (Fonte: <http://www.hydor.eng.br/PAGINAS-P/P124-P.html>)

Na Região da Serra da Ibiapaba-CE, a produção de morangos ganhou destaque devido aos mercados existentes no Ceará e no Piauí, os quais são abastecidos pela Região Sudeste do Brasil. Miranda et al. 2014, testaram a produção de morango em sistema hidropônico fechado utilizando calhas e sacos e obtiveram resultados positivos. Os autores contabilizaram produtividades correspondente a 1170 e 920 g planta⁻¹ para as cultivares ‘Festival’ e ‘Oso Grande’, respectivamente. Ambas as produtividades alcançadas nos sistemas utilizando calhas (Figura 5). De acordo com os autores a cultivar ‘Oso Grande’ é a mais plantada na Região da Ibiapaba por ser mais tolerante às doenças e por produzir frutos maiores [49].

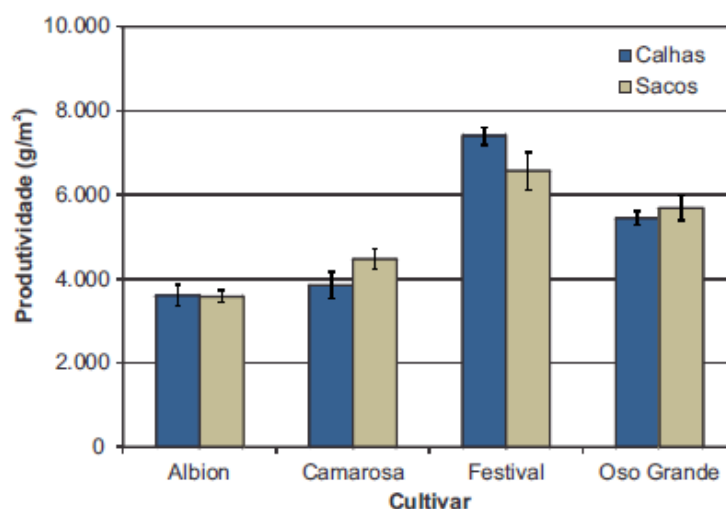


Figura 5. Produtividade de cultivares de morangueiro em sistemas de cultivos hidropônicos fechados utilizando calhas e sacos, na Serra da Ibiapaba-CE. (Fonte: Miranda et al. 2014)

Algumas pesquisas também apontam para outros mercados, no qual a produção hidropônica proporciona vantagens para o produtor, como o mercado das plantas ornamentais e das forragens [28, 25].

2.5. Produção hidropônica com águas salobras

A produção agrícola da Região Semiárida sofre constantemente com solos salino-sódicos e águas de baixa qualidade, em sua maioria salinas, principalmente devido à alta taxa de evapotranspiração, estiagens que duram meses e secas prolongadas. O efeito da salinidade sobre a produção agrícola é um dos fatores mais preocupantes para os pequenos e médios produtores da região.

Os valores dos índices de qualidade da água (IQA) são classificados em faixas, que variam com os estados brasileiros (Tabela 2).

Tabela 2. Classificação dos valores do Índice de Qualidade das Águas nos estados brasileiros

VALOR DO IQA (Estados: AP, MG, MT, PR, RS)	VALOR DO IQA (Estados: BA, GO, ES, MS, SP)	QUALIDADE DA ÁGUA	COR
91-100	80-100	Ótima	Azul
71-90	52-79	Boa	Verde
51-70	37-51	Aceitável	Amarelo
26-50	20-36	Ruim	Vermelho
0-25	0-19	Péssima	Preto

Fonte: Agência Nacional das águas

Alguns estados (ex.: Amapá, Minas Gerais e Mato Grosso) utilizam os parâmetros fosfato total e nitrato total. Outros estados (ex.: Bahia, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul) utilizam o fosfato total e o nitrogênio total, e os Estados de São Paulo e Paraná utilizam o fósforo total e o nitrogênio total. Apesar dessas diferenças, foi considerado que os valores do IQA não sofrem uma influência significativa das formas de nitrogênio e fósforo que pudesse impedir uma comparação [50].

As culturas apresentam limites de tolerância diferentes com relação aos níveis de salinidade, dessa forma um nível de salinidade que significaria estresse e comprometimento no crescimento de uma planta de alface pode não demonstrar efeitos significantes em uma planta forrageira com alto grau de tolerância à salinidade. Além disso, a tolerância à salinidade de uma cultura produzida no sistema hidropônico pode ser maior que a apresentada pela mesma cultura produzida no sistema convencional. Baseados nessa hipótese vários estudos foram desenvolvidos.

Em estudo realizado em Cruz das Almas-BA, Silva et al. (2015) observaram os efeitos da água salobra, utilizada na reposição do evapotranspirado, no cultivo do coentro em hidroponia. Os autores concluíram que o aumento da salinidade na solução nutritiva, em uma faixa de 0,43 a 8,53 dS m⁻¹, não promoveu sintomas de toxidez ou deficiência de nutrientes que acarretassem em comprometimento da qualidade do produto. O mesmo foi descrito por Guimarães et al. (2017) que não verificaram efeitos danosos que pudessem comprometer a comercialização da alface (cultivares Valentina e Alcione) produzida em sistema hidropônico NFT com a CE das soluções nutritivas variando entre 1,6 e 7,6 dS m⁻¹ [15].

Por outro lado, Dias et al. (2005), em estudo para observar a tolerância da alface (cultivar Verônica) aos níveis de salinidade em solo, verificaram que os valores máximos de altura de planta, diâmetro do caule, peso seco e fresco da parte aérea e número de folhas ocorreram para os valores de salinidade de 2,93; 2,38; 1,03; 2,48 e 2,54 dS m⁻¹, respectivamente. A partir desses níveis de salinidade ocorreu o decréscimo nos valores de todas as variáveis estudadas. Os autores destacam que, de acordo com a literatura sobre a cultura, seu limite de tolerância à salinidade é de 1,3 dS m⁻¹. A cultura da alface produzida em sistema hidropônico com uso de águas salobras apresenta maior tolerância à salinidade do que a cultivada em solo (SANTOS et al. 2010) [26].

No cultivo do pimentão hidropônico com águas salobras, Reges et al. (2015) observaram deficiência de magnésio para níveis de salinidade acima de 5 dS m⁻¹. Nunes et al. (2013), verificaram que os pimentões submetidos a CE de 9,23 dS m⁻¹ apresentaram reduções de 65,4; 52,58 e 40,47% no rendimento dos frutos produzidos quando comparados àqueles que foram submetidos a CE de 1,2 dS m⁻¹ aos 25, 85 e 120 dias após transplante, respectivamente. Recomenda-se que os valores da CE na solução nutritiva para o cultivo do pimentão permaneça na faixa entre 2,0 a 3,0 dS m⁻¹ para o bom desempenho da produção da cultura (FURLANI et al., 1999) [24].

O efeito da salinidade em pimentões cultivados em solo foi observado por Leandro et al. (2007) onde a colheita do fruto foi reduzida em até 55% nas plantas cultivadas com níveis de salinidade acima de 1,5 dS m⁻¹. Os autores observaram que o total de frutos descartados ou não comerciais nas plantas cultivadas com CEs igual a 6,0 dS m⁻¹ foi 458% maior do que o ocorrido nas plantas submetidas a CEs de 1,5 dS m⁻¹.

O uso do rejeito de dessalinizadores para a produção agrícola foi uma hipótese investigada por Gomes et al.

(2011), o ensaio consistiu em adicionar diferentes quantidades do rejeito de dessalinizadores à solução nutritiva básica para a cultura do tomate, correspondendo a diferentes valores de condutividade elétrica. Os autores observaram redução na produtividade dos frutos de 10,9% a partir da CE em torno de 3,5 dS m⁻¹ e concluíram que seria possível adicionar 25% do rejeito à solução nutritiva sem que haja perdas de produção no tomateiro [48].

Gomes et al. (2011) acreditam que é possível utilizar a água de rejeito de dessalinizadores ou águas salobras sem grandes prejuízos ao rendimento dos frutos do tomateiro, promovendo a economia de água de boa qualidade [48].

2.6. Vantagens e desvantagens da hidroponia

Entre as vantagens da produção em sistema hidropônico, podemos citar o menor consumo de água e insumos agrícolas. No sistema hidropônico mais difundido no Brasil, o NTF, a água é reutilizada em um sistema cíclico e intermitente. Além disso, os sistemas hidropônicos, geralmente, são instalados em ambientes protegidos que amenizam as perdas por evaporação. Com relação aos insumos, não há perdas por lixiviação ou indisponibilidade do nutriente por fixação e precipitação dos mesmos, por se tratar de um cultivo em água onde não há interação dos elementos químicos com o solo (Albuquerque e Mesquita, 2015) [10].

Em estudo comparativo entre o consumo hídrico de plantas de alface cultivadas em solo e em sistema hidropônico, Silva et al. (2015) observaram uma economia na água aplicada de 51,2% no sistema hidropônico. Os autores destacaram também que, considerando temperaturas próximas aos 37 °C, o consumo de água durante o processo de evapotranspiração foi em média de 5,21 L dia⁻¹ no cultivo em solo e de 2,67 L dia⁻¹ em hidroponia, para a mesma quantidade de plantas [15].

Miranda et al. (2014), experimentaram dois sistemas hidropônicos diferentes, em calhas e em sacos, utilizando substrato de fibra de coco, em ambos os sistemas, no cultivo de morangueiros. Os autores observaram valores médios de eficiência de utilização da água de 12,1 e 8,9 g de frutos de morango por litro de solução nutritiva consumida, para os sistemas de calhas e sacos, respectivamente. Os valores de eficiência da água no cultivo de morangos em solo obtidos por Kirschbaum et al. (2004) variaram entre 4,0 a 4,5 g L⁻¹ [30].

Além disso, no sistema hidropônico tem-se melhor controle fitossanitário, pois a produção em ambiente protegido diminui acentuadamente a ocorrência de pragas e doenças devido a barreira física criada pela tela que faz parte da estrutura da estufa. Altas temperaturas, excesso de chuvas ou secas, granizo e geadas são preocupações constantes do produtor. As intempéries climáticas prejudicam tanto a qualidade quanto o rendimento da produção, podendo diminuir drasticamente a rentabilidade do negócio. Para fazer frente a esses riscos, uma alternativa a ser considerada é o cultivo em ambiente protegido [51].

Nas últimas duas décadas (1990 e anos 2000), a adoção do cultivo protegido se expandiu rapidamente pelo mundo. Na década de 1990, estimativas indicavam uma área de 716 mil hectares com estufas; em 2010, já eram 3,7 milhão de hectares (também com estufas). A maior parte desses plantios é de hortaliças, e a China concentra a maior área de cultivos protegidos – em 2010, eram 3,3 milhões de hectares de estufa. Naquele país, a propósito, a produtividade das hortaliças em estufas é o dobro da realizada em campo aberto [51].

Tabela 3. Estimativa de crescimento do cultivo em estufas no mundo – em hectares

Ranking	País	Área em hectares para década de 90	Área em hectares para 2010
1	China	600.000	3.346.800
2	Espanha	18.500	70.400
3	Coreia do Sul	3.807	47.000
4	Japão	24.000	36.000
5	Turquia	9.800	33.496
	Outros Países	60.187	134.319
TOTAL		716.291	3.668.015

Fonte: Artigo intitulado “Does growing vegetables in plastic greenhouses enhance regional ecosystem services beyond the food supply?”, de autoria de Jie Chang e outros oito profissionais publicado na revista científica *Frontiers in Ecology and the Environment* - volume 11, de fevereiro de 2013.

Apesar de ter área de estufas bastante inferior à dos países que lideram o ranking de cultivo protegido no mundo, o Brasil lidera a posição quando se compara com os países da América do Sul [51].

Devido particularidade do ambiente protegido, a safra pode ser realizada fora de época. O tamanho do ciclo de produção em sistema hidropônico se apresenta mais curto do que o ciclo normal da cultura cultivada em solo. Em Cruz das Almas-Ba, Bione et al. (2014) utilizaram o sistema hidropônico NFT na produção de manjeriço e realizaram a colheita aos 49 dias após o transplantio, com a altura das plantas variando entre 46 e 55 cm,

enquanto Blank et al (2012) verificaram plantas variando entre 46 e 80 cm em períodos de 180 dias. Os dados citados demonstram a precocidade do manjeriço com relação ao seu porte quando cultivados em hidroponia (Bione et al., 2014) [19].

O elevado custo inicial de investimento necessário para a instalação do sistema tem sido a principal desvantagem da hidroponia. Santos Júnior et al. (2016) apresentaram uma proposta de instalação de sistema hidropônico de baixo custo para a produção de girassóis ornamentais que consiste de um suporte de madeira em forma de pirâmide, com dimensões de 6,0 x 1,4 m, 12 tubos de PVC (6 para cada lado), com 6,0 m de comprimento e 100 mm de diâmetro, joelhos de mesma bitola dos tubos e torneiras para a saída da solução. Os tubos de PVC devem ser furados com aberturas de 60 mm de diâmetro espaçadas em 20 cm do eixo central para acomodar as plantas. A torneira acoplada ao joelho, que, por sua vez, estará acoplado ao tubo, deve funcionar como um vertedouro, permitindo a permanência de 4 cm de solução nutritiva dentro do tubo. Para estimular a troca gasosa dentro dos tubos, utiliza-se uma luva hidráulica perfurada na saída dos joelhos.

A falta de distribuidores de fertilizantes químicos solúveis, mesmo em grandes capitais do Nordeste é também um impedimento que desencoraja os pequenos produtores que teriam que comprar esse material necessário em mercados distantes tornando a produção menos lucrativa. Estudos utilizando fontes orgânicas para compor as soluções nutritivas estão sendo experimentadas na tentativa de suprir essa dificuldade em se obter os produtos necessários à produção em sistema hidropônico (Dias et al. 2009; Monteiro Filho et al. 2014; Alves et al., 2014; Reges et al. 2015) [28;24].

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção agrícola por meio de sistema hidropônico é uma alternativa ao sistema de cultivo convencional em solo com grandes vantagens para o produtor, para o consumidor, para o mercado local e como garantia de segurança alimentar. A produção hidropônica principalmente de folhosas pode contribuir para renda de famílias, sendo elas cooperadas ou não, as quais não seriam mais submetidas à estiagens prolongadas ou à época de plantio de uma determinada cultura.

A grande barreira para os pequenos produtores e agricultura familiar, na Região Semiárida, é conseguir manter um sistema hidropônico em funcionamento sem os conhecimentos necessários com relação à solução nutritiva ou necessidades hídricas e nutricionais das culturas. O apoio técnico para que um produtor invista na mudança de modelo de produção é essencial. Porém, esse não é um contratempo de dimensões inalcançáveis. O Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Senar) já oferece em algumas regiões do Brasil o curso para a instalação e manutenção de sistema hidropônico para capacitar o pequeno e médio produtor.

A hidroponia ainda precisa ser mais difundida entre os produtores da Região Semiárida, para que tenhamos realmente uma produção expressiva de alimentos provenientes deste método.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno / Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2017. 169 p.
- [2] ARAÚJO, José C. de. Recursos hídricos em regiões semiáridas. In: Recursos hídricos em regiões semiáridas: estudos e aplicações. Eds.: Gheyi, H. R. et al. – Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012. p.30-43.
- [3] MMA - Ministério do Meio Ambiente (Org.). Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil. Secretaria de Recursos Hídricos, Universidade Federal da Paraíba. Marcos Oliveira Santana – organizador. Brasília: MMA, 2007. 134 p.
- [4] CORDEIRO, Gilberto G. Níveis de tolerância das culturas a teores de sais no solo e na água de irrigação. Instruções técnicas da Embrapa Semi-árido. n.38. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2000.
- [5] SÁ, I. B.; ANGELOTTI, F. Degradação ambiental e desertificação no Semi-árido brasileiro. In: ANGELOTTI, F.; SÁ, I. B.; MENEZES, E. A.; PELLEGRINO, G. Q. (Ed.). Mudanças climáticas e desertificação no Semi-árido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semiárido; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2009. Cap.4, p.53-76.
- [6] RHOADES, J. D., KANDIAH, A., MARSHALI, A. M. Uso de águas salinas para a produção agrícola. Tradução de H. R. Gheyi. J. R. Sousa, J. E. Queiroz. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p.
- [7] PAULUS, D. et al. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. Revista Ceres, Viçosa, v.59, n.1, p.110-117, 2012.
- [8] DOUGLAS, James S. Hidroponia: cultura sem terra. MARCOS, Zilmar Z. (trad.) - São Paulo: Nobel, 1987.
- [9] BEZERRA NETO, E. & BARRETO, L. P. As técnicas de hidroponia. Anais da Academia Pernambucana Ciência Agrônômica, Recife, vols. 8 e 9, p.107-137, 2011/2012.
- [10] ALBUQUERQUE, E. R. G. M. & MESQUITA, C. P. Panorama do cultivo hidropônico na Região Nordeste do Brasil. In: BEZERRA NETO, E. (org.) Cadernos do Semiárido: Riquezas e oportunidades.

- [11] Revista Campo & Negócios Hortifrúti <http://www.revistacampoenegocios.com.br/encontro-brasileiro-de-hidroponia-reune-profissionais-do-setor-em-florianopolis/>
- [12] MORAES, C. A. G.; FURLANI, P.R. Cultivo de hortaliças de frutos em hidroponia em ambiente protegido. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.20, n.200/2001, p.105-113, 1999.
- [13] BEZERRA NETO, E. & BARRETO, L.P. Técnicas de cultivo hidropônico. Recife. UFRPE. 2000.
- [14] MELO, D. M. et al. Eficiência no uso da água e consumo hídrico de um cultivo hidropônico de espinafre com uso de águas salobras. XXV CONIRD – Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. São Cristóvão-SE. Nov. 2015.
- [15] SILVA, M. G. et al. Produção de coentro em hidroponia NFT com uso de águas salobras para reposição do consumo evapotranspirado. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, Fortaleza, v.9, n.4, p.246-258, 2015.
- [16] SILVA, M. G. et al. Consumo hídrico do coentro em hidroponia NFT com o uso de águas salobras para a reposição do consumo evapotranspirado. IV INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, Fortaleza-CE, 2017.
- [17] CRUZ A. F. S. et al. Consumo hídrico e eficiência do uso da água no cultivo hidropônico da couve-flor com águas salobras. IV INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, Fortaleza-CE, 2017.
- [18] SILVA, A. O. et al. Consumo hídrico da rúcula em cultivo hidropônico NFT utilizando rejeitos de dessalinizador em Ibirimir-PE. Irriga, Botucatu, v.17, n.1, p.114-125, 2012.
- [19] BIONE, M. A. A. et al. Crescimento e produção de manjerição em Sistema hidropônico NFT sob salinidade. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande-PB, v.18, n.12, p.1228-1234, 2014.
- [20] FREITAS, F. T. O. et al. Consumo hídrico de alface americana cultivada em sistema hidropônico NFT com águas salobras. II INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, Fortaleza-CE, 2014.
- [21] FACTOR, T. L. Produção de minitubérculos de batatas em sistemas hidropônicos nft, dft e aeroponia. 2007. 131 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal, 2007.
- [22] MONTEIRO FILHO, A. F. et al. Cultivo hidropônico de cultivares de alface em soluções nutritivas organominerais otimizadas com a ferramenta SOLVER. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande-PB, v.18, n.4, p.417-424, 2014.
- [23] MALUF, G. E. G. M. et al. Efeito da iluminação noturna complementar a 18 cm de altura no crescimento de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.). In: Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG, 6, 2011, Jornada Científica, 4, 2011, Bambuí. Anais...Bambuí: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2011. CD-Rom.
- [24] REGES, K. S. L. et al. Avaliação dos teores de Ca, Mg e S em pimentão cultivado com água residuária de dessalinizadores via hidroponia com adubação orgânica. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, Fortaleza, v.9, n.5, p.350-356, 2015.
- [25] CÂMPELO, J. E. G. Forragem de milho hidropônico produzida com diferentes substratos. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, n.2, p.276-281, 2007.
- [26] SANTOS, R. S. et al. Utilização de águas salobras no cultivo hidropônico da alface. Irriga, Botucatu, v.15, n.1, p.111-118, 2010.
- [27] SILVA, N. L.; MARTINS, N. T. L.; GONÇALVES, A. L. Escassez hídrica: hidroponia como alternativa na produção de alimentos. VI JICE – Jornada de Iniciação Científica e Extensão. Instituto Federal do Tocantins – IFTO, 2015.
- [28] ALVES, S. M. C. et al. Fertirrigação de girassol ornamental com esgoto doméstico tratado em sistema de hidroponia. Irriga, Botucatu, v.19, n.4, p.714-726, 2014.
- [29] SANTOS JÚNIOR, J. A. Crescimento do girassol em sistema semi-hidropônico sob estresse salino e densidades de plantio. Irriga, Botucatu, v.20, n.2, p.233-247, 2015.
- [30] MIRANDA, F. R. et al. Produtividade e eficiência de utilização da água do morangueiro em cultivo hidropônico fechado utilizando substrato de fibra de coco. II INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING – Fortaleza, CE, 2014.
- [31] COSME, C. R. et al. Produção de tomate hidropônico utilizando rejeito da dessalinização na solução nutritiva aplicados em diferentes épocas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, n.5, p.499-504, 2011.
- [32] FERNADES-JÚNIOR, F. et al. Produção de frutos e estolhos do morangueiro em diferentes sistemas de cultivos em ambiente protegido. Bragantia, Campinas, v.61, n.1, p.25-34, 2002.
- [33] RODRIGUES, L. F. R. Técnicas de cultivo protegido e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido. Jaboticabal: FUNEP, 2002, 762p.
- [34] MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1980.
- [35] ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. C. G. Micronutrientes. In: Fertilidade do solo. NOVAIS, R. F.

-
- et al. (Eds). Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.645-736.
- [36] FURLANI, P. R. et al. 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: 5/9/2018
- [37] CUZZUOL, G. R. F. C. et al. Soluções nutritivas para o cultivo de frutanos em plantas de *Vernonia herbacea*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.40, n.9, p.911-917, 2005.
- [38] COMETTI, N. N. et al. Soluções nutritivas: formulações e aplicações. In: Nutrição mineral de plantas. FERNANDES, M. S. (Ed), Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. cap.4, p.89-114.
- [39] LÓPEZ, C. C. Cálculo e preparo de soluções fertilizantes. In: Fertirrigação. FOLEGATTI, M. V. et al. (Coord.). Guaíba: Agropecuária, 2001. cap. 4, p.145-200.
- [40] MARTINS, C. M. et al. Curva de absorção de nutrientes em alface hidropônica. Revista Caatinga, v.22, n.4, p.123-128, 2009.
- [41] SANTOS, D. et al. Produção comercial de cultivares de alface em Bananeiras. Horticultura Brasileira, v.29, n.4, p.609-612, 2011.
- [42] QUEIROGA, R. C. F. et al. Produção de alface em função de cultivares e tipos de tela de sombreamento nas condições de Mossoró. Horticultura Brasileira, v.19, n.3, p.192-196, 2001.
- [43] GRANGEIRO, L. C. et al. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivadas em condições do semiárido. Horticultura Brasileira, v.24, n.2, p.190-104, 2006.
- [44] TEIXEIRA, J. P. F. et al. Essential oil contents in two cultivars of basil cultivated on NFT-hydroponics. In: Proceedings of the First Latin-American Symposium on the Production of Medicinal, Aromatic and Condiments Plants, Acta Horticulturae, v.569, p. 203-208, 2002
- [45] SILVA, C. M. F. Avaliação de diferentes substratos na produção de biomassa e teor de óleo essencial de manjericao (*Ocimum basilicum* L.) Dissertação de Mestrado. Cruz das Almas: UFRB, 2012. 65p.
- [46] MALHEIROS, S. M. M. et al. Cultivo hidropônico de tomate cereja utilizando-se efluente tratado de uma indústria de sorvete. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.16, n.10, p.1085-1092, 2012.
- [47] DINIZ, A. A. et al. Solução nutritiva em tomateiro cereja cultivado em substrato de fibra de coco. II INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, Fortaleza, CE, 2014.
- [48] GOMES, J. W. S. et al. Crescimento e produção de tomate cereja em sistema hidropônico com rejeito de dessalinização. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v.42, n.4, p.850-856, 2011.
- [49] MIRANDA, F. R. et al. Produção de morangos em sistema hidropônico fechado, empregando substrato de fibra de coco, na Serra da Ibiapaba, CE. Embrapa: Circular Técnica 46, Fortaleza, 2014.
- [50] Agência Nacional das Águas. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no BRASIL**. Brasília: Desenho & Arte Ltda, 2005.
- [51] SILVA, Bruna Abrahão; SILVA, Amanda Rodrigues da; PAGIUCA, Larissa Gui. **CULTIVO PROTEGIDO: Em busca de mais eficiência produtiva!**. 2014. Disponível em: <<http://hortifrutibrasil.blogspot.com/>>. Acesso em: 20 set. 2018.