

CADERNOS DO

SEMINÁRIOS

RIQUEZAS &
OPORTUNIDADES



HIDROPONIA

Egídio Bezerra Neto

2ª Edição



6

HIDROPONIA

2ª Edição



Copyright © Conselho Regional de Engenharia e Agronomia - PE

Diretoria CREA-PE/ Gestão 2015/2017

Evandro Alencar de Carvalho - Presidente
Norman Barbosa Costa - 1º Vice-Presidente
Luiz Antônio de Melo - 2º Vice-Presidente
Marcílio José Bezerra Cunha - 1º Diretor-Administrativo
José Carlos Pacheco dos Santos - 2º Diretor-Administrativo
Roberto Luiz de Carvalho Freire - 1º Diretor-Financeiro
Marçal Sayão Maia - 2º Diretor-Financeiro

Joadson de Souza Santos - Chefe de Gabinete

Coordenação da publicação - **Mário de Oliveira Antonino**
Arte final - **Danillo Chagas**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

C122 Cadernos do Semiárido: riquezas & oportunidades / Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco – v. 6, n. 6 (jul./ago. 2016). – Recife: EDUFRPE, 2017-v.

Este volume: Hidroponia / [organização de] Egidio Bezerra Neto. Bimestral. (broch.)
ISSN 2526-2556

1. Engenharia - Periódicos 2. Agronomia – Periódicos 3. Regiões áridas - Pernambuco 4. Secas – Brasil, Nordeste 5. Hidroponia 6. Nutrição de plantas 7. Hortaliças 8. Cultivo sem solo 9. Hidroculutura I. Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco II. Universidade Federal Rural de Pernambuco III. Bezerra Neto, Egidio, org.

CDD 620.05

Cadernos do Semiárido, esclarecimentos

No início dos anos 80 o meu dileto amigo Francisco Leite Perazzo, precocemente falecido, que serviu como Deputado Estadual e Vicepresidente da Assembleia Legislativa de Pernambuco e como Secretário de Governo na equipe do Ministro Eraldo Gueiros Leite, no qual também servi, convidou-me a visitar o trabalho experimental que estava desenvolvendo na sua Fazenda Pacaúba, em Tuparetama, aqui em Pernambuco, utilizando o cultivo hidropônico.

Pessoa dinâmica e de inúmeras atividades — todas elas exercidas com muito esmero —, Perazzo foi Presidente da Associação dos Criadores de Ovinos de Pernambuco e, como tal, ao tomar conhecimento do sucesso de produção de forragem hidropônica em outros centros da pecuária brasileira, não demorou em testá-la em sua própria fazenda na qual explorava a ovinocapricultura, a suinocultura, bovinocultura e a avicultura.

E o que pude testemunhar ao atender o convite do caro amigo foi vê-lo produzindo verdadeiros tapetes ou mantas de milho com aproximadamente 30 centímetros de altura desenvolvidos numa lâmina d'água de 2 centímetros num substrato de pó de serra.

Encantava-me aquele processo de germinação com aproveitamento praticamente total; encantava-me mais ainda a enorme vantagem da transformação de certa quantidade de semente numa massa verde de volume imensamente superior. Acrescente-se ainda o fato de não se fazer necessário qualquer tipo de rega, de qualquer uso adicional de água, um verdadeiro presente para a produção de forragens numa região em que os recursos hídricos são cada vez mais escassos.

Por isso é que, na minha preocupação de buscar os temas de maior interesse para os Cadernos do Semiárido não hesitei em pedir aos eminentes Professores Leonardo Sampaio e Mário Lira, ambos da Universidade Federal Rural de Pernambuco e das Academias Pernambucana e Brasileira de Ciência Agronômica a fim de indicarem um conceituado especialista em Hidroponia para a ele recorrer com a indispensável segurança.

Ambos convergiram para o nome do Professor Dr. Egídio Bezerra Neto o qual, com elevada distinção e inquestionável prova de competência, coordenou o trabalho de um grupo de professores e pesquisadores da UFRPE digno de muito orgulho para todos os seus integrantes.

Assim, além da grande contribuição do próprio Professor Dr. Egídio Bezerra Neto, é imprescindível que se agradeça penhoradamente o valor das pesquisas e dos ensinamentos oferecidos pelos Professores: Ênio Farias de

França e Silva, Eliza Rosário Gomes Marinho de Albuquerque, Júlio Carlos Polimeni de Mesquita, José Benjamin Machado Coelho, José Vargas de Oliveira e José Amilton Santos Júnior. Cada um deles na sua área de especialização oferecendo ensinamentos claros e muito didáticos sobre os mais variados aspectos da Hidroponia.

Como não tem havido qualquer acomodação na busca de novos conteúdos para os próximos Cadernos, é possível que os de números 7, 8 e 9 sejam sobre: “Palma Forrageira”, sob a coordenação do Professor Mário Lira, da UFRP e também do IPA – Instituto de Pesquisa Agrônômica; “Rio São Francisco”, cuja articulação está a cargo do Professor e Engenheiro Artidônio Araújo Filho, Diretor do Instituto Federal de Petrolina, e um terceiro conteúdo “Práticas Agrícolas Exitosas no Semiárido Brasileiro”, sob a responsabilidade do Sindicato dos Engenheiros-agrônomo do Estado do Rio Grande do Norte – SEA/RN.

Na expectativa da contribuição de todos,

Fraternalmente,

Mário de Oliveira Antonino



Palavras do presidente do CREA-PE

A hidroponia, tema do Caderno do Semiárido Riquezas e Oportunidades de número 6, é a técnica de cultivar plantas sem solo, onde as raízes recebem uma solução nutritiva balanceada que contém água e todos os nutrientes essenciais ao seu desenvolvimento. Na hidroponia as raízes podem estar suspensas em meio líquido ou apoiadas em substrato inerte, por exemplo, areia lavada.

Essa técnica pode ser aplicada tanto em escala doméstica, em pequenos vasos, como em escala comercial, nas grandes plantações em galpões. Nela, as plantas são colocadas em canais ou recipientes por onde circula uma solução nutritiva, composta de água não necessariamente pura, porém, potável e de nutrientes dissolvidos em quantidades individuais que atendam a necessidade de cada espécie vegetal cultivada. Esses canais ou recipientes podem ou não ter algum meio de sustentação para as plantas, o substrato, como pedras ou areia.

Assim como nos demais cadernos editados, o tema será abordado de forma a garantir a subsistência de culturas que possam, com o uso de pouca água, auxiliar no consumo de alimentos, assim como na comercialização do que não for consumido, como mais uma forma de garantir a sobrevivência dos sertanejos que convivem com a seca na Região do Semiárido.

A técnica, bastante estudada, divulgada e desenvolvida é, sem dúvida, uma das alternativas mais viáveis no meio inóspito do Semiárido. No entanto, não é a única, assim pode ser somada a tantas outras que já publicamos e que ainda estão por vir.

Como já dito em outras oportunidades, a edição dos cadernos busca auxiliar o homem do Semiárido a conviver de forma harmoniosa com as especificidades de uma Região que como consequência das poucas chuvas enfrenta todas as dificuldades impostas pelos longos períodos de seca.

Mais uma vez esperamos que a edição sirva de grande ajuda aos que, todos os dias buscam formas de se manterem nas terras onde nasceram.

Evandro Alencar



Palavras do vice reitor da UFRPE

A série Cadernos do Semiárido traz neste seu sexto número, a importantíssima temática da Hidroponia. A hidroponia é o conjunto de técnicas de cultivo sem o uso do solo, de maneira que os nutrientes são fornecidos por meio de soluções nutritivas balanceadas. Esta técnica apresenta uma série de vantagens em relação ao cultivo tradicional em solo, em especial o pouco consumo de água, grande produtividade e um menor uso de defensivos agrícolas.

Os textos sob a coordenação do Professor Dr. Egídio Bezerra Neto, do Departamento de Química da UFRPE e de um conjunto de outros pesquisadores são apresentados de forma clara, fundamentados e principalmente de forma a divulgar e motivar o uso da Hidroponia como uma técnica importante para nossa agricultura.

No primeiro texto o Professor Egídio apresenta os aspectos técnicos do cultivo hidropônico, ressaltando a importância do mesmo, como uma alternativa de grande relevância nas regiões semiáridas. São descritos aspectos históricos da Hidroponia, bem como as vantagens e desvantagens desta técnica, os sistemas de cultivo, a composição das soluções nutritivas, entre outros.

O Caderno segue com outros textos interessantes de diversos renomados pesquisadores, e que tratam de: Uso de águas salobras em cultivos hidropônicos no semiárido brasileiro; Formas alternativas de cultivo para agricultura familiar no Semiárido brasileiro: Cultivos hidropônicos; Forragem hidropônica de milho: uma alternativa produtiva e sustentável para o semiárido brasileiro; Panorama do Cultivo Hidropônico na Região Nordeste do Brasil e Defesa sanitária no cultivo hidropônico.

Os leitores da série Cadernos do Semiárido terão neste número uma oportunidade excelente de construir conhecimento sobre a temática da Hidroponia, de forma clara, profunda e principalmente agradável na sua leitura.

A série Cadernos do Semiárido além de cumprir o papel importante que vem desempenhando com as publicações dos Cadernos anteriores, está de parabéns pela escolha da temática Hidroponia, e dos pesquisadores, sob a coordenação do Prof. Dr. Egídio Bezerra Neto, que nos brindam com seus conhecimentos neste presente Caderno.

Boa leitura a todos e todas!!!

Marcelo Carneiro Leão



Palavras do reitor da UFPE

Hidroponia editado por Egídio Bezerra Neto, Professor Titular da Universidade Federal Rural de Pernambuco, é o sexto número da Série Cadernos do Semiárido, Riquezas & Oportunidades, idealizada pelo professor Mario de Oliveira Antonino com o objetivo de resgatar vários dos temas que afetam esta castigada região do Nordeste Brasileiro. O presente Caderno aponta para a aplicação da técnica da hidroponia como uma alternativa viável para a agricultura familiar, desde que seja utilizada de forma adaptada a realidade do semiárido, gerando emprego e renda e eliminando a sazonalidade da produção para famílias em condições de vulnerabilidade.

O Caderno Hidroponia apresenta, em 6 capítulos, os principais aspectos da hidroponia. Aborda os aspectos conceituais, as vantagens, destacando-se o menor consumo de água e de fertilizantes, e desvantagens, destacando-se o custo inicial relativamente elevado, do cultivo hidropônico. Apresenta também os principais sistemas de cultivo hidropônico. Mostra ainda a hidroponia como uma das soluções para utilização de águas subterrâneas salobras, impróprias para o consumo humano, no cultivo de culturas folhosas. Como efeito secundário positivo, a utilização do cultivo hidropônico evita também a salinização do solo, que é comum em sistemas irrigados com águas salobras.

A hidroponia também pode ser utilizada na produção de forragem para atender às dificuldades enfrentadas por pecuaristas que, muitas vezes, não dispõem de quantidade suficiente de alimentos para fornecer aos animais, nem mesmo área física para o plantio de pastagens, dificultando assim a terminação dos mesmos e, portanto, o incremento de suas rendas. Para uma região com escassez de água o cultivo hidropônico de hortaliças pode gerar redução de 85% de água em relação ao cultivo convencional.

O Caderno Hidroponia mostra que as pesquisas desenvolvidas pela UFRPE e pela Empresa Agrônoma de Pernambuco-IPA trazem soluções para o desenvolvimento da agricultura familiar no semiárido nordestino contribuindo para a sua sustentabilidade socioeconômica e ambiental. Mais uma vez parabêniso o Professor Mario Antonino, coordenador da excelente iniciativa Cadernos do Semiárido – Riquezas e Oportunidades e agradeço também ao CREA, UFRPE, Rotary, EMBRAPA Semiárido e IPA parceiros da UFPE neste projeto de levar ao grande público as riquezas e oportunidades do semiárido.

Anísio Brasileiro



Apresentação

A região semiárida do Brasil apresenta características distintas das demais regiões do nosso país, principalmente no que diz respeito à quantidade e qualidade da água disponível. Tais fatores afetam sobre a qualidade da vegetação e também a capacidade de suporte populacional. Por estas e outras razões, é imprescindível que o governo dedique uma atenção especial no sentido de propiciar meios viáveis para os agricultores se autossustentarem com boa qualidade de vida, e assim evitar o êxodo rural.

Algumas medidas podem ser adotadas no sentido de minimizar as dificuldades enfrentadas pelos agricultores e conseqüentemente das demais pessoas que vivem na região semiárida do Brasil.

A Hidroponia corresponde ao conjunto de técnicas empregadas para cultivar plantas sem o uso do solo, de forma que as plantas são nutridas por uma solução nutritiva balanceada. Conseqüentemente, as plantas cultivadas hidroponicamente apresentam uma série de vantagens, inclusive o consumo de pouca água, elevada produtividade, menor uso de defensivos agrícolas, etc.

Sem dúvida a Hidroponia pode perfeitamente ser empregada por pequenos agricultores que residam na região semiárida do Brasil, inclusive praticando os princípios da agricultura familiar.

Prof. Egídio Bezerra Neto
Universidade Federal Rural de Pernambuco



Autores

Egídio Bezerra Neto

Ênio Farias de França e Silva

José Amilton Santos Júnior

Márcio José dos Santos

Eliza Rosário Gomes Marinho de Albuquerque

Júlio Carlos Polimeni de Mesquita

José Benjamin Machado Coelho

José Vargas de Oliveira

Sumário

1.O cultivo hidropônico.....	15
<i>Emprego da hidroponia.....</i>	16
<i>Vantagens da hidroponia</i>	17
<i>Sistemas de cultivo.....</i>	19
<i>Nutrientes minerais.....</i>	24
<i>Soluções nutritivas</i>	25
<i>Casa de vegetação</i>	28
<i>Bibliografia</i>	30
2.Uso de águas salobras em cultivos hidropônicos no semiárido brasileiro.....	31
<i>Cultivo hidropônico de hortaliças com águas salobras</i>	32
<i>Considerações finais</i>	40
<i>Bibliografia</i>	41
3.Formas alternativas de cultivo para agricultura familiar no semiárido brasileiro: cultivos hidropônicos.....	43
<i>Análise fundiária</i>	43
<i>Análise edáfica</i>	44
<i>Análise sócio-econonômica</i>	44
<i>Análise da infraestrutura</i>	45
<i>Hidroponia como alternativa de produção no semiárido brasileiro</i>	48
<i>Conclusões</i>	51
<i>Bibliografia</i>	52
4.Forragem hidropônica de milho: uma alternativa produtiva e sustentável para o semiárido brasileiro.....	57
<i>Forragem hidropônica de milho</i>	58
<i>Substrato, componente importante na produção hidropônica de forragem</i>	59
<i>A solução nutritiva</i>	60
<i>Técnica de produção de forragem hidropônica de milho</i>	62
<i>Colheita da forragem</i>	63
<i>Bibliografia</i>	64
5.Panorama do cultivo hidroponico na região nordeste do Brasil.....	67
<i>Sistemas de cultivo</i>	68
<i>Estruturas, técnicas utilizadas nos cultivos comerciais e captação de água para produção hidropônica.....</i>	69
<i>Produção em geral</i>	72
<i>Bibliografia</i>	77
6. Defesa sanitária no cultivo hidropônico.....	79
<i>Pragas e doenças em cultivos hidropônicos</i>	79
<i>Métodos alternativos de controle de pragas e doenças das plantas</i>	81
<i>Outros métodos ecologicamente adequados de controle de pragas e doenças em plantas.....</i>	90
<i>Bibliografia</i>	87

1

O CULTIVO HIDROPÔNICO*

Egídio Bezerra Neto, Professor Titular da UFRPE, PhD em Bioquímica Vegetal

INTRODUÇÃO

A água é um constituinte imprescindível para a vida, e nas regiões semiáridas é um bem muito precioso, devido a sua escassez. Por esta razão o cultivo hidropônico é uma alternativa de grande importância nas regiões semiáridas, haja vista que esta técnica apresenta como uma das vantagens, utilizar menos água do que o cultivo convencional no solo.

O termo hidroponia é aplicado a um conjunto técnica empregadas no cultivo de plantas, sem a utilização de solo, de forma que os nutrientes minerais são fornecidos através de uma solução nutritiva balanceada para as necessidades da planta que se deseja cultivar.

A palavra hidroponia é originária do grego, onde hidro significa água, e ponos significa trabalho. A combinação destas duas palavras resulta em “trabalho com água”, e neste caso particular está implícito o uso de uma solução nutritiva para viabilizar o cultivo de plantas sem o uso de solo. Alguns termos relacionados com a hidroponia têm sido introduzidos com um significado particular, porém indicando o cultivo de plantas na ausência de solo (soilless culture). NFT é a abreviatura de nutrient film technique, significando portanto a técnica de cultivo em que os nutrientes minerais são fornecidos através de uma solução nutritiva, a qual forma uma película (filme) envolvente em um substrato sólido como brita, cascalho, areia, vermiculita, etc. Hidrocultura é outro termo empregado para designar o cultivo hidropônico.

Corretamente, o termo aeroponia seria a técnica de cultivo de plantas em que o sistema radicular fica suspenso no ar, recebendo jatos intermitentes de solução nutritiva, sendo a planta suspensa pelo caule em um suporte. Equivocadamente, algumas pessoas usam o termo aeroponia, para qualquer tipo de hidroponia vertical, mesmo que as plantas estejam com o sistema radicular fixo a um substrato sólido como pó de coco, por exemplo.

A hidroponia no contexto científico. A Nutrição Mineral das Plantas é um capítulo da Fisiologia Vegetal que tem como objetivo estudar as necessidades nutricionais das plantas, além de outros aspectos. A hidroponia emerge como uma ferramenta de elevado valor no estudo da Nutrição Mineral das Plantas, Bioquímica Vegetal e várias outras ciências.

Histórico. Apesar da hidroponia ser pouco conhecida como um conjunto de técnicas, as pesquisas relacionadas a tais técnicas se iniciaram bem antes do século XX. A importância da matéria mineral para as plantas foi descoberta por John Woodward (1665-1728), um professor de Medicina em Londres. Sprengel (1839) é considerado como sendo o primeiro a identificar

a essencialidade dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S. Em 1860 o botânico alemão Julius von Sachs idealizou a primeira solução nutritiva para plantas e demonstrou experimentalmente que a fase sólida do solo pode ser dispensada na nutrição das plantas. Knop, também na Alemanha, no início da década de 1860 desenvolveu outra solução nutritiva e desde então, o cultivo dessa forma tem sido uma técnica preferida para a pesquisa em nutrição de plantas. No início da década de 1930, F.W. Gericke realizou os primeiros trabalhos na Califórnia visando à utilização da hidroponia com fins comerciais.

Em 1950, Hoagland e Arnon (TAIZ E ZEIGER, 2004) idealizaram duas soluções nutritivas objetivando o cultivo hidropônico do tomateiro. As soluções nutritivas de Hoagland e Arnon foram as mais utilizadas em pesquisas científicas e serviram de base para diversas outras soluções nutritivas.

EMPREGO DA HIDROPONIA

Antes de se discutir sobre a importância da hidroponia, é necessário se fazer uma classificação desta técnica quanto ao seu objetivo. Desta forma, quatro são os principais tipos de hidroponia: hidroponia didática, hidroponia científica, hidroponia ornamental e hidroponia comercial.

A hidroponia didática se caracteriza por não necessitar de grande infraestrutura para a sua implementação, e que algumas vezes, apenas uma ou duas plantas são suficientes para a demonstração do funcionamento do sistema. Não necessita, portanto de grande investimento e como a função é apenas didática, o grau de pureza dos reagentes químicos não precisa obrigatoriamente de ser elevado.

A hidroponia científica necessita de um pouco mais de infraestrutura do que a hidroponia didática, porém bem menos do que a hidroponia comercial. Uma característica importante neste tipo de hidroponia é que os reagentes químicos necessitam de ter um elevado grau de pureza (reagentes P.A.) além de exigir um maior rigor no controle de fatores como pH, condutividade elétrica e período de substituição das soluções nutritivas.

A hidroponia ornamental se assemelha bastante com a hidroponia didática, quanto às características de infraestrutura necessária e custo de implementação. Difere desta principalmente pelo seu objetivo, o qual não é de demonstração para aprendizagem, mas sim de decoração de ambientes onde se deseja evitar o inconveniente da sujeira provocada pelo solo.

A hidroponia comercial conforme o termo já dá a entender, é aquela realizada com fins de se auferir lucros monetários. Esta é caracterizada por necessitar de uma grande infraestrutura e, portanto um investimento financeiro elevado. A adoção deste tipo de hidroponia requer uma boa visão empresarial de forma a minimizar certos custos sem comprometer a qualidade dos produtos e o retorno financeiro. O uso de reagentes químicos mais baratos (técnicos ou comerciais) é uma medida importante em trabalhos de hidroponia comercial.

VANTAGENS DA HIDROPONIA

Várias são as vantagens do cultivo hidropônico, de forma que cada vantagem está associada a um sistema de cultivo. Por exemplo, o melhor controle sobre a composição dos nutrientes fornecidos às plantas é uma grande vantagem para a pesquisa com a Nutrição Mineral das Plantas. A maior produtividade alcançada com as plantas cultivadas hidroponicamente é de suma importância para o cultivo hidropônico em escala comercial. A seguir são listadas algumas das vantagens do cultivo hidropônico.

Melhor controle sobre a composição dos nutrientes fornecidos às plantas. Esta característica do cultivo hidropônico é de suma importância para as pesquisas com Nutrição Mineral das Plantas. Em decorrência desta característica surgem outras vantagens, mencionadas a seguir.

Redução no ciclo da cultura e maior produtividade. Conhecendo-se as necessidades nutricionais das plantas, é possível se programar para fornecer o melhor em termos de nutrição mineral para as plantas. Desta forma, sendo as plantas cultivadas nas melhores condições possíveis, pode se conseguir a máxima produtividade correspondente ao potencial genético de cada espécie ou variedade (Quadro 1).

Quadro 1. Comparação da produção de algumas hortaliças cultivadas com sistema hidropônico e no campo (Castellane e Araujo, 1994).

CULTURA	H I D R O P O N I A			CAMPO
	t ha ⁻¹	Nº de ciclos de cultivo	t ha ⁻¹ ano ⁻¹	t ha ⁻¹ ano ⁻¹
Alface	31,3	10	313,0	52
Pimentão	32,0	3	96,0	16
Tomate	187,5	2	375,0	100

Menor consumo de água e de fertilizantes. O cultivo hidropônico geralmente está associado a um sistema de cultivo em ambiente protegido, como uma casa de vegetação, por exemplo. Desta forma, a água é fornecida às plantas na forma de solução nutritiva, a qual é reutilizada por várias vezes, além de que o ambiente protegido contribui para diminuir a evaporação, e não há perda por lixiviação. Por não haver lixiviação, não há perda de fertilizantes no cultivo hidropônico. Ao contrário, o cultivo no solo contribui para perdas de fertilizantes por lixiviação, além de perdas por indisponibilização dos nutrientes minerais pela fixação e precipitação dos mesmos.

Menor consumo de água e de fertilizantes. O cultivo hidropônico geralmente está associado a um sistema de cultivo em ambiente protegido, como uma casa de vegetação, por exemplo. Desta forma, a água é fornecida às plantas na forma de solução nutritiva, a qual é reutilizada por várias vezes, além de que o ambiente protegido contribui para diminuir a evaporação, e

não há perda por lixiviação. Por não haver lixiviação, não há perda de fertilizantes no cultivo hidropônico. Ao contrário, o cultivo no solo contribui para perdas de fertilizantes por lixiviação, além de perdas por indisponibilização dos nutrientes minerais pela fixação e precipitação dos mesmos.

Melhor controle fitossanitário. O cultivo de plantas em ambiente protegido propicia uma diminuição drástica no uso de agrotóxicos, em virtude da barreira física formada pela tela lateral, a qual impede a entrada de insetos pragas e vetores de doenças. No cultivo hidropônico praticamente inexiste as pragas e doenças de solo, já que as plantas são cultivadas em vasos com solução nutritiva ou com substrato, o qual pode ser esterilizado previamente. Redução em alguns tratamentos culturais. No cultivo hidropônico inexistem operações como aração, gradagem, coveamento, sulcamento, capina, aplicação de herbicidas, etc. As operações necessárias ao cultivo hidropônico são mais amenas em comparação com o cultivo em solo, principalmente devido à ergometria das bancadas de cultivo.

Dispensa rotação de cultura. Uma espécie vegetal altamente rentável pode ser cultivada hidroponicamente indefinidamente no mesmo local sem necessidade de rotação de cultura, haja vista que ao final de cada ciclo de cultivo, todo o material é desinfetado, e no próximo ciclo de cultivo a solução nutritiva será renovada.

Redução de riscos climáticos. Historicamente, o uso de ambiente protegido foi introduzido no cultivo de plantas, justamente para evitar as perdas causadas por geadas, frio e chuvas excessivas, etc. Como o cultivo hidropônico é normalmente realizado em ambiente protegido, os riscos climáticos são reduzidos ou mesmo inexistentes.

Produção fora de época. É outra vantagem do cultivo hidropônico decorrente do uso de casa de vegetação (ou de estufa agrícola), em virtude de se poder controlar fatores da sazonalidade como a luminosidade, temperatura, fornecimento de água, além do fornecimento dos nutrientes minerais.

Melhor qualidade e preço do produto. Os produtos hidropônicos normalmente são bastante limpos, isentos de terra ou outros tipos de impurezas, e usualmente passam por um processo de seleção, antes de embalar e ser enviados para o comércio. Também se admite que os produtos hidropônicos podem estar isentos de agrotóxicos, em virtude do cultivo em ambiente protegido proporcionar um melhor controle natural das pragas e doenças. Por estas razões, consegue-se um preço melhor do que os produtos cultivados no solo, além de que, os produtos hidropônicos apresentam maior tempo de prateleira.

Produção próximo ao consumo. Como é possível obter uma produtividade bem mais elevada nos produtos hidropônicos, também é possível trabalhar em áreas menores, e, portanto mais próximas aos centros consumidores.

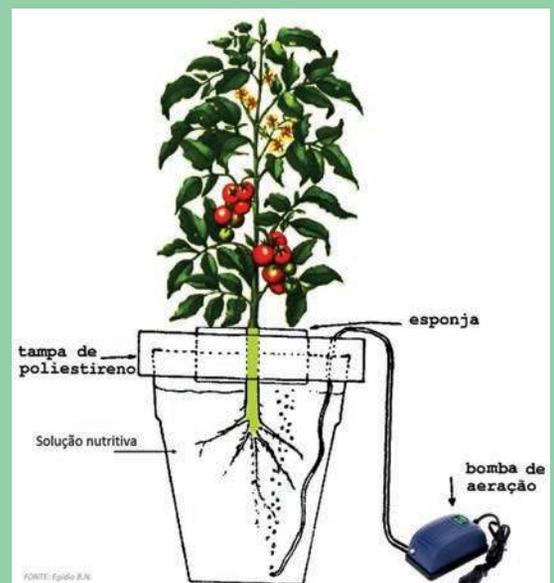
Rápido retorno do capital. A elevada produtividade, diminuição no ciclo de cultivo e melhor preço dos produtos hidropônicos contribuem para se obter um bom lucro, e, portanto um rápido retorno do capital empregado.

SISTEMAS DE CULTIVOS

Existem vários sistemas de cultivo hidropônico que diferem entre si quanto à forma de sustentação da planta (meio líquido e substrato), ao reaproveitamento da solução nutritiva (circulantes ou não circulantes), ao fornecimento da solução nutritiva (contínua ou intermitente). Quanto ao reaproveitamento da solução nutritiva, os sistemas hidropônicos são classificados em abertos e fechados. No primeiro caso, a solução nutritiva é aplicada uma única vez às plantas e posteriormente descartada, assemelhando-se à fertirrigação. No sistema fechado, a solução nutritiva aplicada é recuperada, e reutilizada, sendo periodicamente corrigida a composição da solução nutritiva, seja através da adição de água, ou de nutrientes minerais.

Hidroponia de aeração estática (floating). Neste sistema as plantas são mantidas em recipientes, sem substrato, com as raízes completamente submersas na solução nutritiva, e um sistema de bombeamento de ar para proporcionar a respiração das raízes. Como não se usa substrato, é necessário se adaptar um sistema de sustentação para manter as plantas na posição vertical. Usualmente empregam-se placas de poliestireno (isopor) com furos, onde se colocam as plantas (Figura 1). Esse sistema exige um grande volume de solução nutritiva ou ajuste frequente da mesma, para impedir que a absorção de nutrientes pelas raízes produza mudanças radicais nas concentrações dos nutrientes e no pH do meio. Um tipo especial deste sistema de cultivo é o chamado de piscinão, o qual consta de um grande tanque, com cerca de 30 a 40 cm de profundidade, no qual são colocadas diversas placas de poliestireno com as plantas a serem cultivadas. Este sistema de cultivo é adequado apenas para plantas leves, como alface, coentro, etc., não se prestando, portanto para plantas de maior porte como o tomate, pepino, uva, etc. Este sistema tem sido empregado com sucesso em cultivos comerciais.

Figura 1. Modelo representativo de um sistema de cultivo hidropônico com aeração estática (floating).



Técnica do filme nutriente (NFT) ou técnica do fluxo laminar de nutrientes. Neste sistema, as plantas são cultivadas em canais de cultivo por onde a solução nutritiva circula, intermitentemente, em intervalos definidos e controlados por um temporizador. As raízes das plantas ficam apenas parcialmente submersas na lâmina de solução nutritiva que circula, de forma a permitir a respiração normal das raízes. Existem no mercado perfis hidropônicos (Figura 2) próprios para este sistema de cultivo, e também podem ser utilizados tubos de PVC inteiros ou cortados ao meio, longitudinalmente.



Figura 2. Canaletas (perfis) de PVC para cultivo hidropônico, com plantas de alface cultivadas pela técnica de filme nutriente (NFT).

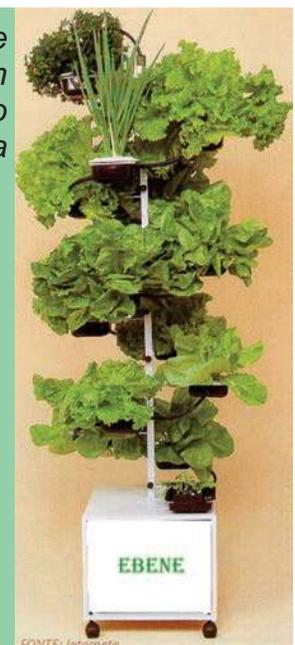
O sistema NFT foi desenvolvido em 1965 por Allen Cooper na Inglaterra e tem sido considerado o mais viável comercialmente para o cultivo de diferentes culturas, em especial para as hortaliças folhosas (COMETTI, 2003). O sistema NFT não utiliza substrato e é classificado entre as técnicas de cultivo hidropônico como um sistema fechado, isto é, a solução nutritiva circula pelos canais de cultivo sendo reutilizada continuamente (BEZERRA NETO E BARRETO, 2000). Este sistema de cultivo pode ser instalado tanto no sentido horizontal (Figura 3) como no sentido vertical.



© FONTE: Egídio B.N.

Aeroponia. É uma técnica de cultivo de plantas em que as raízes 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. Este sistema é pouco utilizado comercialmente devido ao custo de implantação e dificuldades operacionais. Algumas pessoas, inadequadamente, costumam confundir aeroponia com hidroponia vertical (BEZERRA NETO E BARRETO, 2000). Qualquer sistema de cultivo, seja NFT, aeroponia, aeração estática, etc. pode ser chamado de cultivo vertical, desde que se disponha as plantas em camadas verticais, o que apresenta a vantagem de poder cultivar um maior de plantas na mesma área (Figura 4).

Figura 4. Sistema de cultivo hidropônico com substrato em disposição vertical e reutilização da solução nutritiva.



FONTE: Internet

Cultivo por submersão e drenagem (flood and drain). É uma técnica de cultivo sem substrato, de forma que as plantas são cultivadas em vasos com as raízes completamente submersas na solução nutritiva, semelhantemente à técnica de aeração estática, porém diferindo desta porque intermitentemente a solução nutritiva é completamente drenada para o depósito e em seguida bombeada novamente para encher os vasos onde são cultivadas as plantas (Figura 5). Neste sistema de cultivo não há necessidade de bombear o ar para arejar as raízes porque as mesmas conseguem respirar após cada drenagem da solução nutritiva.



Figura 5. Modelo de cultivo hidropônico por submersão e drenagem, empregando garrafas PET.

Cultivo com substratos. Neste sistema as plantas são cultivadas em vasos e utiliza-se um substrato inerte ou pouco ativo quimicamente como pó de coco, areia lavada, cascalho e argila expandida, para dar sustentação às plantas. É considerado um sistema de cultivo aberto, isto é, a solução nutritiva não retorna para o depósito. O fornecimento da solução nutritiva pode se dar de diversas formas, como por exemplo: capilaridade, gotejamento (Figura 6), inundação e circulação. Diversos recipientes podem ser utilizados no cultivo com substratos: vasos, tubos de PVC, canaletas, filmes plásticos, canteiros de alvenarias, telhas, sacos, etc. Os canteiros podem ser suspensos ou ao nível do solo e de modo geral, são usados para culturas que têm o sistema radicular e a parte aérea mais desenvolvidos, como o tomate, pepino, pimentão, uva, etc. Para ser considerado como um cultivo hidropônico, o substrato deve ser inerte, diferentemente da fertirrigação aplicada em solos. Recentemente, a EMBRAPA desenvolveu um sistema semi-hidropônico para cultivo de morango, no qual são utilizadas bolsas plásticas contendo substrato orgânico irrigado com solução nutritiva (EMBRAPA, 2006), e esta forma de cultivo vem sendo utilizada com sucesso por vários produtores de morango.

Figura 6. Pimentão cultivado hidroponicamente em vasos com substrato e fornecimento da solução nutritiva por gotejamento.



FONTE: Egídio B.N.

NUTRIENTES MINERAIS

Hoje são conhecidos 17 elementos químicos considerados indispensáveis à vida das plantas, chamados de nutrientes essenciais e sem os quais as plantas não conseguem completar o ciclo da vida (EPSTEIN E BLOOM).

Os nutrientes essenciais são classificados em elementos organógenos, macronutrientes essenciais e micronutrientes essenciais (Malavolta, 2006). No contexto da nutrição mineral das plantas ainda existem os elementos benéficos e os elementos tóxicos. Os elementos organógenos são o carbono (C), hidrogênio (H) e Oxigênio (O). Os macronutrientes essenciais são o nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S). Os micronutrientes essenciais são o ferro (Fe), cloro (Cl), manganês (Mn), boro (B), zinco (Zn), cobre (Cu), molibdênio (Mo) e níquel (Ni).

SOLUÇÕES NUTRITIVAS

Atualmente podem-se encontrar várias formulações de soluções nutritivas para as plantas superiores, inclusive algumas até bem específicas para determinadas culturas (Quadro 2). No entanto, uma das primeiras formulações de soluções nutritivas foi proposta por Hoagland e Arnon (TAIZ E ZEIGER, 2004), sendo esta uma das mais genéricas e difundidas.

Selecionada a solução nutritiva a se usar em um dado trabalho, seja ele comercial ou de pesquisa, são preparadas as soluções estoques com os diversos nutrientes e em seguida elas são diluídas para a concentração final.

Após a diluição devem ser medidos o pH e a condutividade elétrica da solução (Figura 7). Estes parâmetros devem ser medidos diariamente e corrigidos quando necessário. Diariamente também é recomendado se avaliar o volume de água evapotranspirada e se completar o volume da solução com água.



Figura 7. Medição do pH da solução nutritiva empregada no cultivo hidropônico de hortaliças folhosas.

Fonte: Egídio B.N.

Quadro 2. Concentração dos macronutrientes essenciais, em miligrama por litro, em várias soluções nutritivas, adaptado de vários autores.

SOLUÇÃO NUTRITIVA	NUTRIENTES (mg L ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Hoagland e Arnon ⁽¹⁾	210	31	234	160	48	64
Clark ⁽²⁾	360	58	282	302	37,2	58
Alface ⁽³⁾	210	31	156	40	48	64
Tomate ⁽⁴⁾	100	21	156	60	55,9	38,1
Pimentão ⁽⁴⁾	126	28	234	60	42	41,2
Pepino ⁽⁴⁾	182	32,9	234	140	112	30,1
Melão ⁽⁴⁾	182	41	234	140	84	41,9
Agrião ⁽⁴⁾	110	11	195	40	28,1	24
Rosa ⁽⁴⁾	117	25	276	72	112	32

Fonte:

(1) Taiz e Zeiger, 2004

(2) Clark, 1982 (conforme o autor, adequada para o cultivo de sorgo e milho).

(3) Bezerra Neto e Barreto, 2000

(4) Teixeira, 1996

Concentração dos nutrientes. Conforme é demonstrado no Quadro 2, existem atualmente várias soluções nutritivas disponíveis na literatura, inclusive várias delas específicas para cada cultura. Desta forma, a concentração de cada nutriente vai depender de cada solução nutritiva a ser trabalhada, o que por sua vez depende da espécie a se cultivar.

pH das soluções nutritivas. O termo pH significa potencial hidrogeniônico e diz respeito a concentração de H⁺ e conseqüentemente de OH⁻ em uma solução. A faixa de amplitude de pH varia de 0 a 14 sendo que a solução com

pH igual a 7,0 é neutra, abaixo deste valor a solução é ácida e acima deste valor a solução é alcalina. De um modo geral as plantas têm capacidade de ser cultivadas em uma faixa de pH bastante ampla, como seja de 4 a 8. No entanto, o pH ideal para a maioria das culturas se encontram na faixa de 5 a 7.

O pH das soluções nutritivas tem uma forte influência sobre a solubilidade e disponibilidade dos nutrientes minerais, afetando por consequência sobre a absorção dos nutrientes minerais pelas plantas. Em pH abaixo de 5, normalmente a absorção dos cátions é inibida devido a competição com o íon H^+ . Ao contrário, em pH acima de 7, ocorre a inibição da absorção dos ânions, devido a competição com OH^- (HIATT E LEGGETTE, 1974 citados por CLARK, 1982).

As fontes dos nutrientes (sais, fertilizantes, etc.) empregadas no preparo das soluções nutritivas influenciam não somente no pH das soluções recém preparadas, como também no pH das referidas soluções, com o decorrer do tempo. Isto porque à medida que as plantas absorvem íons das soluções nutritivas, liberam em troca outros íons como H^+ e HCO_3^- . Como exemplo deste fenômeno, quando as plantas são cultivadas em solução nutritiva contendo somente NO_3^- como fonte de nitrogênio, o pH da solução nutritiva mantém-se próximo de 8, devido a permuta do nitrato com HCO_3^- . Por outro lado, o cultivo de plantas em solução nutritiva contendo apenas NH_4^+ como fonte de nitrogênio, causa uma diminuição no pH da solução nutritiva, atingindo valores abaixo de 4, devido a substituição do NH_4^+ pelo H^+ .

Pelo exposto, é fácil concluir sobre a necessidade do monitoramento do pH das soluções nutritivas, durante o cultivo das plantas em sistema hidropônico. Quando o pH das soluções nutritivas se afasta do pH adequado para a espécie cultivada, deve-se adicionar um ácido se o pH está acima do desejado, ou uma base se estiver abaixo.

Embora a medição do pH de uma solução possa ser feita através de método colorimétrico, o método potenciométrico é mais preciso. O potenciômetro é um pequeno aparelho elétrico, ao qual se conecta um eletrodo de vidro, e após a sua calibração com soluções tampões (pH 4,0 e 7,0 por exemplo), o eletrodo é mergulhado na solução que se deseja determinar o pH, e obtém-se a leitura diretamente na escala de pH.

Substituição da solução nutritiva. Em experimentos com nutrição mineral de plantas, alguns pesquisadores preferem substituir as soluções nutritivas com bastante frequência, para evitar mudanças substanciais na composição inicial da solução nutritiva. No entanto, Clark (1982) cultivou sorgo até a maturidade, inclusive com produção de grãos, com trocas das soluções nutritivas a cada 30 dias, o que significa apenas duas trocas, após o início do experimento, sendo que semanalmente foram realizadas adições de água para completar o volume do recipiente, que era de 7 litros.

Qualidade da água. Ao se planejar a instalação de um empreendimento comercial com finalidade de se cultivar qualquer espécie com sistema hidropônico, o primeiro item a ser considerado é a existência de água de boa

qualidade e em quantidade suficiente. De boa qualidade significa água potável, isto é, água que seja adequada para o consumo humano. O Quadro 3 mostra a faixa de condutividade elétrica e concentração de sólidos solúveis totais de algumas águas e soluções nutritivas relacionadas ao emprego em hidroponia.

Quadro 3. Faixa de condutividade elétrica e teor de sólidos solúveis totais em águas e solução nutritiva relacionada ao uso em hidroponia

ÁGUA OU SOLUÇÃO NUTRITIVA	CE (dS m ⁻¹)	SST (mg L ⁻¹)
Água potável	0,0 – 0,25	0 - 150
Águas subterrâneas	0,25 – 0,75	150 - 500
Aceitável para solução nutritiva	0,75 – 2,0	500 - 1500
Aceitável com potencial para perigo	2,0 – 3,0	1500 - 2000
Potencial para intoxicação	> 3,0	> 2000

CE: Condutividade elétrica; SST: Sólidos solúveis totais.

Sistema de aeração. Conforme já mencionado anteriormente, sempre que se cultiva alguma espécie terrestre, como as plantas cultivadas de um modo geral, mantendo-se o sistema radicular das plantas submerso em uma solução nutritiva, é necessário se prover a oxigenação das raízes. Quando se trabalha com poucas plantas, pode-se empregar pequenas bombas de aquário doméstico para o arejamento das raízes. Em trabalhos de larga escala, emprega-se compressores de ar mais potentes. Naturalmente a aeração do sistema radicular é desnecessária quando se trata de em sistema NFT.

CASA DE VEGETAÇÃO

A casa de vegetação é um item de infraestrutura que está sempre associado ao cultivo hidropônico, porque, por tratar-se de uma atividade que requer elevado investimento financeiro, necessita-se de uma segurança quanto ao ataque de pragas e doenças. Portanto, a principal finalidade de uma casa de vegetação para o cultivo hidropônico é defender a cultura do ataque de pragas, bem como de vetores de doenças, sem portanto ter que recorrer ao uso de defensivos químicos (agrotóxicos). Outra vantagem do cultivo em casa de vegetação é evitar a diluição das soluções nutritivas provocada pelas chuvas. Nas condições do Nordeste do Brasil, a utilização de vidros nas laterais das casas de vegetação é satisfatoriamente substituída por telas de náilon com malha fina, haja vista que não ocorrem geadas nesta região. Na Figura 8 pode se observar uma casa de vegetação com estrutura de madeira, portanto, de custo relativamente barato e indicada para pequenos agricultores.



FONTE: Egídio B.N.

Figura 8. Vista externa de uma pequena casa de vegetação com infraestrutura em madeira e revestida com tela de náilon.

BIBLIOGRAFIA

BEZERRA NETO, E. & BARRETO, L.P. Técnicas de cultivo hidropônico. Recife. UFRPE. 2000.

BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L.P. As técnicas de hidroponia. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica, Recife, vols. 8 e 9, p.107-137, 2011/2012

CASTELLANE, P.D.; ARAUJO, J.A.C., de. Cultivo sem solo-Hidroponia. Jaboticabal. FUNEP. 1994. 43p.

CLARK, R.B. Nutrient Solution Growth of Sorghum and Corn in Mineral Nutrition Studies. Journal of Plant Nutrition, 5(8): 1039-1057. 1982.

COMETTI, N.N. Nutrição mineral da alface (*Lactuca sativa* L.) em cultura hidropônica -sistema NFT. Seropédica. UFRRJ. 2003. (Tese doutorado).

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Produção de Morangos no Sistema Semi-Hidropônico. 2006. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/MorangoSemiHidroponico/index.htm>.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. Londrina: Editora Planta, 2006. 403p.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 971p.

TEIXEIRA, N.T. Hidroponia: uma alternativa para pequenas áreas. Guaíba: Agropecuária, 1996. 86p.

2

USO DE ÁGUAS SALOBRAS EM CULTIVOS HIDROPÔNICOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Egídio Bezerra Neto, Professor Titular da UFRPE, PhD em Bioquímica Vegetal

INTRODUÇÃO

Devido à elevada demanda hídrica utilizada na agricultura, principalmente em regiões áridas e semiáridas, a utilização de águas de qualidade inferior vem crescendo de maneira significativa, onde uma dessas fontes alternativas de água em detrimento das águas superficiais na Região Nordeste do Brasil, são as reservas subterrâneas que podem ser racionalmente exploradas para dessedentação e em atividades econômicas. Contudo no contexto do semiárido, o aproveitamento das águas subterrâneas, para mitigar a vulnerabilidade de milhares de famílias às estiagens prolongadas, passa pela superação de duas restrições: as baixas vazões dos poços perfurados e a predominância de águas salobras (AUDRY & SUASSUNA, 1995; REBOUÇAS, 1999).

Para uso agrícola, o aproveitamento dessas águas salobras somente se justifica se houver drenagem natural ou sistema artificial de drenos, para manter controlado o nível de sais no solo, evitando sua salinização. Considerando a ocorrência de solos rasos no semiárido, com fraca drenagem natural, a drenagem artificial torna-se compulsória. Mas, freqüentemente, os investimentos são proibitivos aos agricultores (AYERS & WESTCOT, 1991).

Nesse cenário, uma tecnologia como a hidroponia pode ser apropriada à exploração das águas subterrâneas locais. Essa técnica permite maior eficiência do uso da água, podendo garantir o uso intensivo a partir de poços com baixas vazões. Além disso, sistemas de hidroponia do tipo circulante operam combinando características de sistemas de irrigação e drenagem, possibilitando a recuperação do efluente final do processo produtivo e, por conseguinte, a redução do risco de impacto ambiental (SOARES, et al., 2007; SANTOS et al., 2010a). Segundo Soares et al. (2010) na hidropônia existe pouca oscilação da água disponível às plantas entre eventos sucessivos de irrigação, o que potencializa esta técnica para o uso de águas salobras, somando-se a isso o fato de alguns sistemas hidropônicos não terem partículas como as do solo, as quais retêm a água e diminuem a sua disponibilidade para as plantas (SOARES et al., 2007).

Portanto, culturas folhosas como alface (SOARES et al., 2010), rúcula (SILVA et al., 2011), agrião (DANTAS, 2012) que são sensíveis a águas de qualidade inferior com elevada salinidade, como é o caso das águas salobras, podem ser cultivadas utilizando sistema hidropônicos, principalmente o NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes) que vem sendo experimentalmente testado em diversas regiões do Nordeste, reduzindo o efeito do uso das águas salobras (SANTOS et al., 2010b, ALVES et al., 2011), comprovando assim a eficiência do uso destas águas na hidroponia.

CULTIVO HIDROPÔNICO DE HORTALIÇAS COM ÁGUAS SALOBRAS

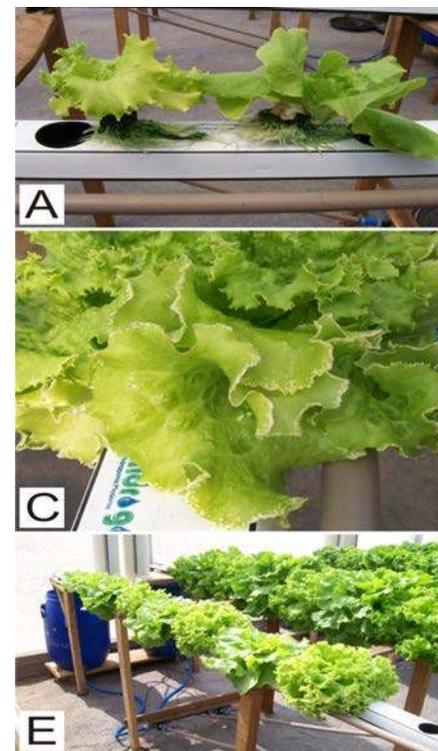
Até o final da década de 90 do século XX a cultura da alface representava cerca de 90% da produção hidropônica do Brasil e as demais hortaliças produzidas eram as culturas predominantemente folhosas como o agrião, a rúcula, a salsa, a cebolinha e o manjericão (FURLANI et al., 1999). Contudo esse cenário vem mudando nos últimos anos, onde culturas de frutos como o tomate hidropônico (MALHEIROS et al., 2012) vem ocupando uma parte da produção exigida no mercado.

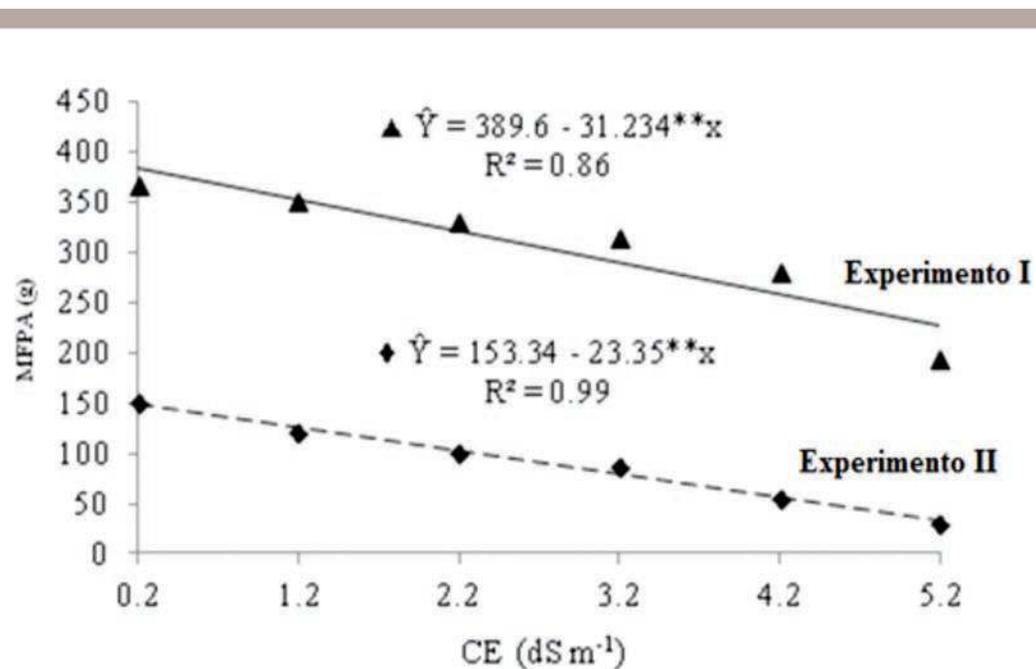
No Nordeste do Brasil a produção hidropônica vem ganhando destaque principalmente nas regiões semiáridas, devido a sua maior eficiência do uso da água com relação ao cultivo convencional, e a oportunidade do aproveitamento de águas salobras oriundas de poços (SANTOS et al., 2010a). Dessa forma é de suma importância avaliar técnicas de manejo e a tolerância dessas hortaliças cultivadas em hidroponia com o uso de águas salobras, visando gerar informações práticas para os agricultores do semiárido brasileiro.

Após testes iniciais sobre o uso de águas salobras na produção da cultura da alface realizados por Soares et al. (2007) e a resposta positiva desta cultura em determinados níveis de salinidade da água, pesquisadores do Nordeste Brasileiro vêm desempenhando papel importante no estudo desta hortaliça com águas de diferentes qualidades, impróprias para consumo humano e oriundas de poços artesianos.

Dentre os efeitos gerados a partir do uso de águas salobras no cultivo de alface pode-se destacar a redução da massa das plantas. Entretanto, resultado de pesquisa (Soares et al., 2015) têm mostrado que o uso alternado de água salina, com água de boa qualidade pode reduzir o efeito deletério, podendo assim ser uma opção de cultivo em regiões em que águas de boa qualidade são escassas.

Na Figura 1 pode-se verificar que quando se utilizou águas salinas apenas no preparo da solução nutritiva e águas de boa qualidade na reposição da água evapotranspirada pela cultura da alface (Experimento I) as plantas sofreram menor efeito da salinidade, quando comparadas as plantas cultivadas hidroponicamente com água salobra durante todo o ciclo (Experimento II). Dessa forma, percebe-se que o uso de estratégias de alternância de águas salobras e de boa qualidade pode permitir maiores produtividades quando o agricultor usa água salobra em períodos em que a planta é mais tolerante a salinidade.





Fonte: Soares et al. (2015)

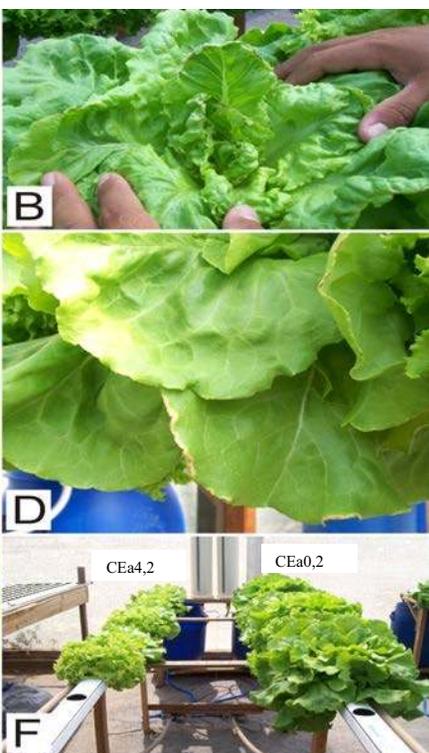
Figura 1. Produção de massa fresca (MFPA) de plantas de alface americana cultivar 'Tainá', em função da condutividade elétrica (CE) da água usada apenas no preparo da solução nutritiva (Experimento I) e no preparo da solução nutritiva e na reposição da evapotranspiração da cultura (Experimento II).

Contudo é importante alertar que problemas nutricionais em plantas cultivadas com águas salobras são quase sempre potencializados, visto que as águas salobras possuem excesso de íons como o cloreto e o sódio que podem causar toxidez às plantas, bem como outros íons presentes na água em excesso, como o carbonato, podem precipitar nutrientes essenciais. Na Figura 2 encontram-se ilustrados sintomas de toxidez, precipitação e de deficiência de nutrientes em plantas de alface crespa.

Dentre os efeitos visuais de toxidez observados no cultivo da alface hidropônica com o uso de águas salobras, pode-se destacar a queima das folhas, neste caso com o uso intensivo de águas salobras (SANTOS *et al.*, 2010a), formação irregular da cabeça, amarelecimento das folhas (clorose) (SOARES *et al.*, 2015), e coloração escura das folhas.

Fonte: Santos et al. (2010a)

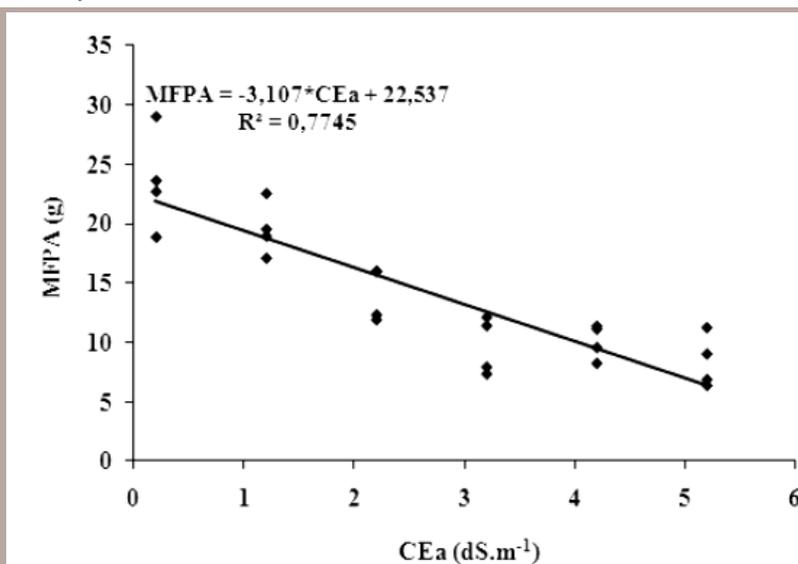
Figura 2. Raízes com deposição de sais precipitados (A); tipburn em 'AF-1743' (B); clorose intensa das bordas foliares na variedade 'Vera' (C); necrose das bordas das folhas mais velhas na variedade 'AF-1743' (D); contraste de tamanho entre plantas submetidas aos tratamentos CEa 0,2 e CEa 4,2 dS m⁻¹ (E e F).



Com relação aos aspectos nutricionais, dentre as pesquisas relacionadas com a alface hidropônica, estudos mostraram um aumento considerável no teor de sódio nas plantas (SOARES et al., 2015) quando utilizada águas salobras, tal efeito deve ser levado em consideração na produção da cultura, já que excessiva quantidade de sódio pode tornar o alimento impróprio para o consumo humano. Soares et al. (2010) afirmam que a qualidade química da água para hidroponia é fator a ser considerado na seleção de áreas mais favoráveis para o cultivo hidropônico, contudo técnicas como a reposição das águas consumidas no sistemas por águas de melhor qualidade, ou até mesmo o preparo das águas resultante da misturas das águas salobras com águas de boa qualidade podem amenizar esses efeitos (SOARES et al., 2015).

A rúcula é uma hortaliça herbácea anual consumida principalmente nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil, contudo o consumo desta hortaliça no Nordeste vem crescendo a cada ano, sendo utilizada principalmente na composição de saladas. Apesar de ser uma hortaliça folhosa de fácil cultivo em sistemas hidropônicos a sua produção ainda é considerada baixa diante do seu potencial, produtivo e nutritivo já que é uma cultura rica em nutrientes como o ferro.

Esta cultura é considerada moderadamente sensível à salinidade (AYERS & WESTCOT, 1991) em cultivos convencionais. No entanto, estudos recentes com sistema hidropônico NFT demonstram que águas salobras em níveis moderados de salinidade podem ser utilizadas para a produção desta cultura, onde segundo SILVA *et al.* (2011) a redução de acordo com o aumento da salinidade da água subterrânea utilizada foi de 3,10% para cada unidade de condutividade elétrica (Figura 3), podendo-se obter produções satisfatórias com determinadas concentrações de sais na água utilizada no sistema hidropônico.



Fonte: Silva et al. (2011)

Figura 3. Produção de massa fresca (MFPA) de plantas de rúcula, em função da condutividade elétrica (CEa) da água de origem subterrânea oriunda de poços da cidade de Ibimirim-PE.

Com relação aos sintomas de toxidez nas plantas provocados pelo uso de águas salobras, segundo Silva et al. (2011), a cultura da rúcula apresenta dentre os aspectos mais relevantes queimadura nas bordas e clorose das folhas como demonstrado na Figura 4, tais efeitos foram evidenciados nas águas de poços com elevada salinidade, contudo em baixos níveis de salinidade destas águas não foram observados problemas de toxicidade.



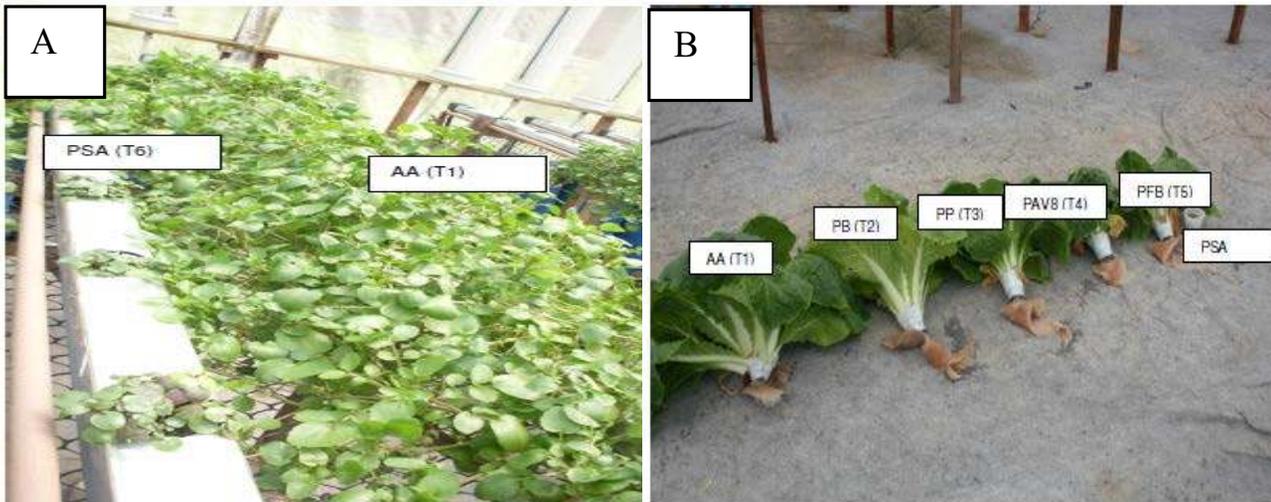
Fonte: Silva et al. (2011)

Figura 4. Queimaduras nas bordas (A) e Clorose (B) em planta de rúcula hidropônica submetida a elevados níveis de águas salobras de origem subterrânea.

O agrião é uma hortaliça proveniente da Ásia e nos dias atuais é facilmente encontrado em qualquer região do Brasil, onde o tipo de agrião mais popular é a variedade chamada de “agrião de água” (FILGUEIRA, 2008). O cultivo hidropônico desta cultura é recente sendo pouco estudado, contudo Dantas (2012) utilizando águas salobras de diferentes poços da região de Ibimirim-PE em cultivo hidropônico, observou que é possível produzir esta cultura apesar de certas restrições com o uso das águas oriundas de poços (Figura 5A).

Assim como a cultura do agrião, a couve chinesa também apresenta poucas informações sobre seu cultivo, contudo tem alto valor nutricional sendo uma excelente fonte de ácido fólico, vitamina A, vitaminas do complexo B e cálcio, além de fornecer vitamina C e potássio. O seu cultivo em sistemas hidropônicos é semelhante as demais hortaliças folhosas, sendo uma hortaliça comercialmente promissora na região Nordeste devido ao seu elevado valor nutricional e fácil produção (EMBRAPA, 2011).

Com relação ao uso de águas salobras a couve chinesa em produção hidropônica apresenta redução de sua produção em salinidades elevadas (Figura 5B), conforme Dantas (2012). Contudo as águas salobras oriundas de poços nas diferentes regiões em que foram obtidas no citado estudo apresentaram diferentes resposta a produtividade da couve, o que leva a crer que a diferente composição mineral das águas destes poços podem interferir na produção da cultura. Sendo assim é necessário maiores investigações sobre a qualidade da água dos poços para a obtenção de resultados mais conclusivos.



Fonte: Dantas (2012).

Figura 5. Agrião produzido em hidroponia (A) com água de poço na região Sítio Angico (PSA) em Ibimirim-PE e com água de abastecimento (AA). Couve chinesa (B) produzida com água de abastecimento comum (AA) e de poços de diferentes regiões semiáridas.

O tomate é uma das hortaliças de maior consumo no Brasil, possuindo uma larga adaptação climática podendo ser cultivada em qualquer região do país. A grande variabilidade existente no gênero tem possibilitado o desenvolvimento de cultivares para atender as mais diversas demandas do mercado, desde o processamento industrial como o consumo in natura (SANTOS et al., 2016). O cultivo hidropônico do tomate está em plena ascensão no país, devido às elevadas produtividades obtidas (20 a 25% maiores do que a produção convencional) além de um produto de melhor qualidade fornecido ao mercado consumidor (MARTINEZ et al., 1997).

Com o uso de águas salobras a produção do tomate hidropônico tem sido estudada de maneira abrangente em diversas regiões do país (COSME et al., 2011; SANTOS et al., 2016 e AMOR et al., 2001) onde algumas pesquisas observaram reduções na produtividade das culturas entre 7,7 e 5,2% de acordo com o aumento da salinidade da água. Contudo segundo Santos et al. (2016) os efeitos do uso de águas salobras no cultivo de plantas podem ser amenizados trabalhando o manejo e a aplicação dessa água em diferentes fases do ciclo de cultivo da cultura, o que poderia reduzir o estresse provocado pela composição salina destas águas.

Os sistemas hidropônicos utilizados para o cultivo do tomate são dos mais variados tipos, desde o tipo fechado como NFT (Figura 6A) em que há recirculação da solução nutritiva, aos do tipo aberto (Figura 6B), no qual a solução nutritiva que passa além do sistema radicular das plantas não é aproveitada (SOARES et al., 2010).

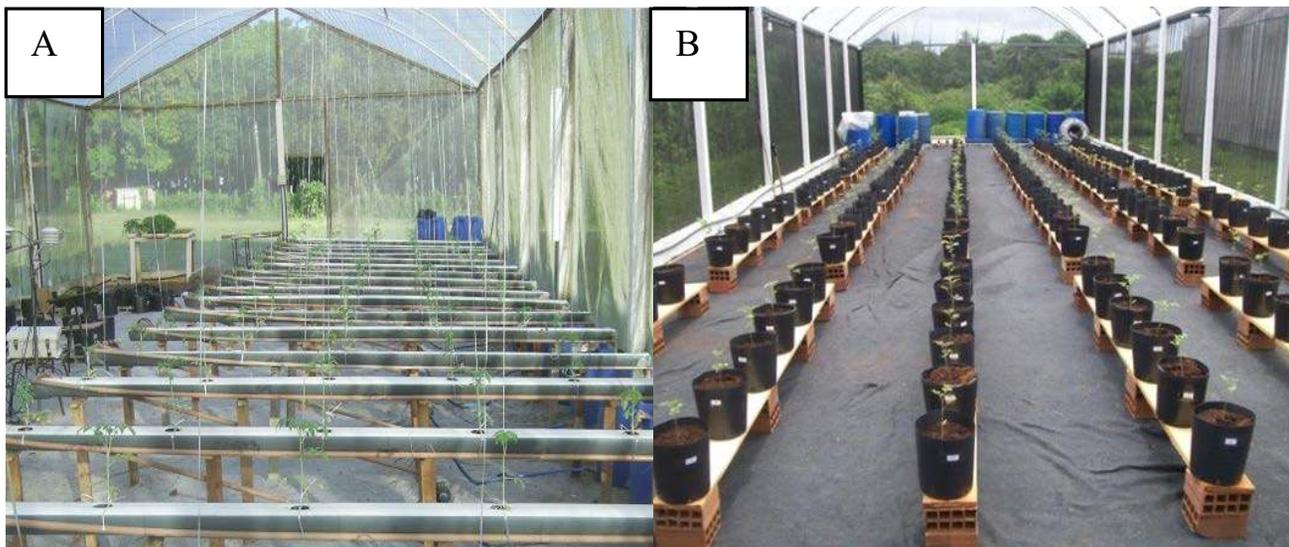
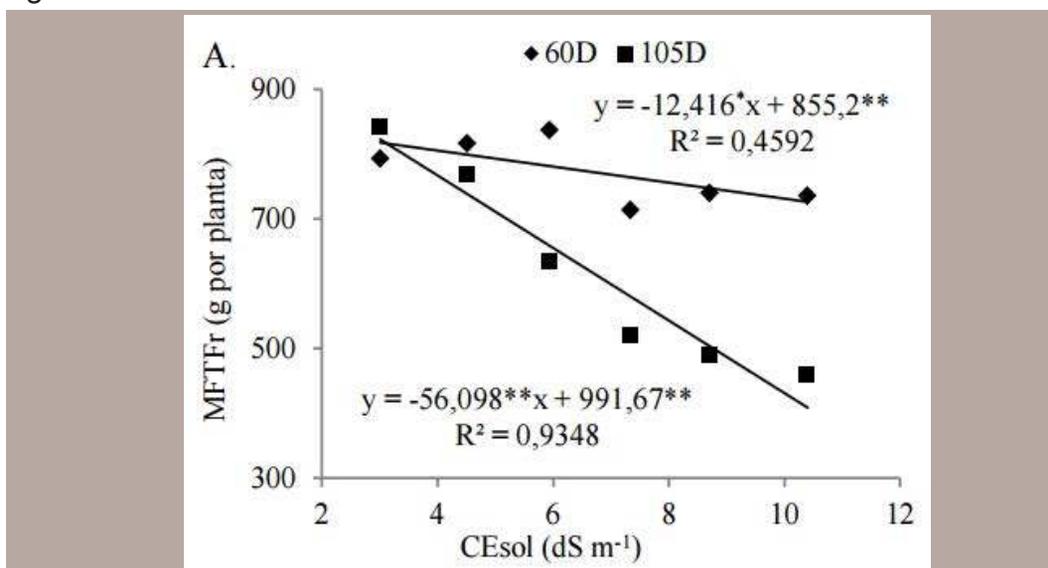


Figura 6. Sistemas hidropônicos utilizados em cultivo de tomate (fase inicial de cultivo): Sistema fechado do tipo NFT (A) e sistema aberto (B) utilizando substrato de pó de coco.

Contudo em sistema hidropônico aberto, Santos et al. (2016) observaram reduções da produção dos frutos de tomate de acordo com o aumento da salinidade da água utilizada no cultivo e o tempo em que a cultura era exposta a este tipo de água (Figura 7). Em tal estudo, os autores concluíram que a exposição moderada à salinidade provoca menor redução da produção dos frutos (1,2%) do que quando submetida ao período prolongado de exposição (56 g de fruto por planta para cada unidade de condutividade elétrica), o que poderia viabilizar dessa maneira o uso destas águas.



Fonte: Santos et al. (2016)

Figura 7. Massa fresca total dos frutos de tomate devido a exposição à águas salobras por 60 e 105 dias.

Cada cultura apresenta uma tolerância à salinidade, ou seja, a sua produtividade é reduzida a partir de um valor da condutividade elétrica da

solução que a planta absorve (salinidade limiar) e posteriormente a produtividade cai linearmente com o aumento da salinidade da solução. As recomendações apresentadas na Tabela 1 pressupõem que no cultivo hidropônico de hortaliça a tolerância das plantas à salinidade em relação ao cultivo convencional é maior, o que permite ao agricultor usar uma água com maior teor de sais sem prejuízo na produção. Entretanto como relatado anteriormente quando são usadas águas com alta concentração de sais, problemas nutricionais podem ocorrer e se associar ao efeito do potencial osmótico.

Tabela 1. Recomendação dos níveis máximos de salinidade para o cultivo de hortaliças em solo e em hidroponia

Cultura	*Cultivo em solo ¹	Cultivo em hidroponia
	Condutividade elétrica da solução dS m ⁻¹	
Alface	1,3	2,5
Rúcula	2,0	3,5
Agrião	1,4	2,3
Couve chinesa	-	2,0
Tomate	2,5	4,5

*condutividade elétrica com solo saturado; ¹Ayers & Westcot (1991)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A hidroponia é uma técnica que permite o cultivo de hortaliças com águas mais salinas quando comparada ao cultivo convencional em solo. Aspectos como ausência de potencial mátrico (retenção de água no solo), efeito de maior diluição dos sais presentes na solução que a planta absorve, explicam porquê as plantas cultivadas em hidroponia se desenvolvem com maior facilidade que em solo sob a mesma salinidade. Entretanto, na hidroponia é importante um bom treinamento do agricultor, levando-se em conta os problemas específicos de se cultivar hidroponicamente com águas salobras, como por exemplo, problemas nutricionais.

No semiárido muitas vezes a ausência de águas de boa qualidade (baixa salinidade) não permite o cultivo tradicional de hortaliças e quando é realizado com água ricas em sais podem salinizar solo. Tal fato não ocorre em sistemas hidropônicos fechados, que são recomendados para essa situação, pois por ser fechado existe a possibilidade de controlar e evitar a disposição de sais sobre o solo.

BIBLIOGRAFIA

ALVES, M. S.; SOARES, T. M.; SILVA, L. T.; FERNANDES, J.P. ; OLIVEIRA, M. L. A. ; Paz, V. P. S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 15, p. 491-498, 2011.

AMOR, F. M.; MARTINEZ, V.; CERDÁ, A. Salt tolerance of tomato plants as affected by stage of plant development. HortScience, v. 36, n. 7, p. 1260-1263, 2001.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB. 1991, 218p. Estudos FAO (Irrigação e Drenagem), 29, revisado.

AUDRY, P.; SUASSUNA, J. A salinidade das águas disponíveis para a pequena irrigação no sertão nordestino: caracterização, variação sazonal, limitações de uso. Recife: CNPq, 1995. 128 p.

COSME, C. R.; DIAS, N. S.; OLIVEIRA, A. M.; OLIVEIRA, E. M. M.; SOUSA NETO, O. N. 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.

DANTAS, R. M. L. Hidroponia utilizando águas salobras nos cultivos de agrião e couve chinesa. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2012. 85 f.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Hortaliças: couve chinesa. 2011. Disponível em: http://www.cnph.embrapa.br/laborato/pos_colheita/dicas/couve_chinesa.htm.

FILGUEIRA, F.A.R. Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças, Viçosa: UFV. 2008. 421p.

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, LCP; BOLONHEZI, D; FAQUIM, V. 1999. Cultivo hidropônico de plantas. Campinas: IAC. 52p. (Boletim técnico, 180).

MALHEIROS, S.M.M.; SILVA, E.F. F.; MEDEIROS, P.R.F.; PEDROSA, E.M.R.; ROLIM, M.M.; SANTOS,A.N. Cultivo hidropônico de tomate cereja utilizando-se efluente tratado de uma indústria de sorvete. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 16, p. 1085-1092, 2012.

MARTINEZ, H. E. P.; BRACCINI, M. C. L.; BRACCINI, A. L. Cultivo hidropônico do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Revista UNIMAR, v. 19, n. 3, p. 721-740, 1997.

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.; SILVA, E. F. F. ; SILVA, G. F. da. ; BARNABE, J. M. C. ; ROLIM, M. M. ; DANTAS, D. C . Yield of cherry tomatoes as a function of water salinity and irrigation frequency. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 20, p. 107-112, 2016.

SANTOS, R. S.; DANTAS, D. C.; NOGUEIRA, F. P.; DIAS, N. S.; FERREIRA NETO, M.; GURGEL, M. T. Utilização de águas salobras no cultivo hidropônico da alface. Irriga, v.15, n.1, p. 111-118, 2010b.

SILVA, A.O. ; SILVA, D.J. R.; SOARES, T.M. ; SILVA, E. F. F. ; SANTOS, A. N. ; ROLIM, M. M. Produção de rúcula em sistema hidropônico NFT utilizando água salina do Semiárido - PE e rejeito de dessalinizador. Agrária, v. 6, p. 147-155, 2011.

SOARES, H. R. ; SILVA, E. F. F. ; SILVA, G. F. ; PEDROSA, E. M. R. ; ROLIM, M. M. ; SANTOS, A. N. Lettuce growth and water consumption in NFT hydroponic system using brackish water. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 19, p. 636-642, 2015.

SOARES, T. M.; DUARTE, S. N.; SILVA, E. F. F.; PAZ, V. P. S.; BARCELOS-OLIVEIRA, J. L. Uso de águas salobras em sistemas hidropônicos de cultivo In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. D.; LACERDA, C. F. (Ed). Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicações. Fortaleza: INCTSal, 2010, p. 337-366.

SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F. ; DUARTE, S. N.; MELO, R. F. ; JORGE, C. de A.; BONFIM, E. M. Produção de alface utilizando águas salinas em sistema hidropônico. Irriga, v. 12, p. 235-248, 2007.

REBOUÇAS, A.C. Águas subterrâneas. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (Ed.). Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras, 1999. cap. 4, p. 117-151

3

FORMAS ALTERNATIVAS DE CULTIVO PARA AGRICULTURA FAMILIAR NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: CULTIVOS HIDROPÔNICOS

José Amilton Santos Júnior, Prof. Dr. do DEAGRI/UFRPE, Campus Sede, Recife-PE
Ênio Farias de França e Silva, Prof. Dr. do DEAGRI/UFRPE, Campus Sede, Recife-PE

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O semiárido brasileiro foi delimitado pelo Ministério da Integração Nacional (2005) com base nos seguintes critérios: (i) precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros; (ii) índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990; e (iii) risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990 (Ministério da Integração Nacional, 2005).

Nesta delimitação, o espaço do Semiárido brasileiro abrange uma área de 980.133 km² distribuída em oito estados da região Nordeste, incluindo o Norte de Minas Gerais, e é habitado por 23.846.982 de pessoas (11,85% da população brasileira), dos quais 61,97% residem nas cidades dos 1.135 municípios da região e 38,03% habitam em ambientes rurais. Vale ressaltar, no entanto, que mais de 93% dos municípios do Semiárido brasileiro têm no máximo 50 mil habitantes e reúnem cerca de dois terços da população da região (INSA, 2012), cujas relações de troca de produtos e serviços são fortemente influenciadas pela agricultura familiar, ou seja, aquela que compreende o cultivo da terra realizado por pequenos proprietários rurais, contando com mão de obra e direção dos trabalhos representada essencialmente por membros do núcleo familiar (EMBRAPA, 2013), conforme a Lei Nº 11.326 de 24 de julho de 2006 (BRASIL, 2006).

ANÁLISE FUNDIÁRIA

Em que pese o fato de que cerca de 50% dos estabelecimentos agropecuários ligados a agricultura familiar no Brasil estarem situados no Nordeste (EMBRAPA, 2013), dados do IBGE (2006) estimam que existem 1,7 milhão de estabelecimentos agropecuários no recorte do Semiárido Brasileiro e Buainain e Garcia, (2013) comentam que destes, 450 mil estabelecimentos tinham área inferior a 2 hectares e outros 560 mil tinham área entre 2 e 5 hectares, totalizando 1,01 milhão de estabelecimentos, os quais contribuíram em 2006 com mais de 31% do valor total da produção agrícola, enquanto que os 40 mil estabelecimentos com mais de 200 hectares foram responsáveis por 14% do valor da produção agrícola do Semiárido brasileiro.

Em outra análise, dentro do percentual de estabelecimentos agropecuários ocupados pela agricultura familiar, em torno de 87,1%, aproximadamente 27% é utilizado por grupos como os assentados sem titulação definitiva (2,8%); os arrendatários (3,7%); os parceiros (3,9%); os ocupantes (11%); e os produtores sem área (5,4%) que totalizam mais de 92 mil famílias e representam 36,3% das famílias agricultoras sem área do Brasil (Articulação do Semiárido, 2011; IBGE, 2010), estes grupos ocupam cerca de 7% da área agrícola total do Semiárido brasileiro que totaliza 49,5 milhões de hectares.

ANÁLISE EDÁFICA

Em relação ao aspecto edáfico, Diniz Filho et al. (2009) mencionam de forma geral que, em sua maioria, os solos desta região são constituídos por embasamentos cristalinos, pouco profundos e pedregosos, classificados como Neossolos Litólicos e os Luvisolos. São pobres em matéria orgânica porém muito férteis, pois sofrem pouca ou nenhuma dissolução revelando que cuidados especiais na hora de cultivá-los devem ser adotados visando principalmente à conservação desses solos. Em termos gerais, cerca de 36% da área de domínio do Semiárido brasileiro (cerca de 35 milhões de hectares) possuem fortes restrições ao uso agrícola (EMBRAPA, 1993).

Ressalta-se ainda que as maiores extensões de áreas em processo de desertificação no Brasil, com a perda gradual da fertilidade biológica do solo, são localizadas no Semiárido brasileiro (62,8%), resultado do cultivo inadequado da terra, associado às variações climáticas e às características dos solos (Ministério do Meio Ambiente, 2007). Segundo as informações do Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos das Secas as áreas susceptíveis à desertificação no Brasil (ASD) abrangem 1.201 municípios, numa superfície de 1.130.790,53 km², dos quais 710.437,30 km² (62,8%) são caracterizados como semiáridos e 420.258,80 km² (37,2%) subúmidos secos (Ministério do Meio Ambiente, 2007).

ANÁLISE SÓCIO-ECONÔMICA

No Semiárido brasileiro, a agricultura familiar é composta por uma multiplicidade de formas de cultivo e de relações sociais de produção, que determinaram a formação de uma grande variedade de sistemas agrários e de produção (Buainain e Garcia, 2015). Caracteriza-se pelo baixo nível de renda gerado pelas unidades produtivas, pela exígua base de recursos naturais, até mesmo hídrico e fundiário, pela pressão demográfica e deteriorização ambiental (Buainain et al., 2004).

De um modo geral, os estabelecimentos familiares, na maioria dos casos, possuem área pequena, destinada principalmente para moradia, a pecuária de corte e de leite e o plantio para subsistência, principalmente de feijão e milho com índices de produtividade menores que a média nacional (INCRA, 2000). Conforme informações do INSA (2014), em 2011, a produtividade média de milho no Semiárido brasileiro foi de 1.209 kg ha⁻¹, ou seja, 33% abaixo da média registrada na região Nordeste (1.806 kg ha⁻¹) e 71% abaixo da média Nacional (4.211 kg ha⁻¹), enquanto que a produtividade média de feijão (395 kg ha⁻¹), no mesmo período, foi 7% abaixo da média registrada na região Nordeste (427 kg ha⁻¹) e 58% abaixo da média Nacional (935 kg ha⁻¹).

Em termos gerais, os baixos índices de produção refletem, dentre outros fatores, os baixos níveis de tecnologia empreendidos no processo de produção, além da influência das características edafoclimáticas peculiares da região. Neste sentido, a geração de emprego e renda na agricultura familiar, ligadas ao setor agropecuário, é comprometida ainda mais pelos

atravessadores que atuam no comércio da região, ou seja, situações como falta de sistemas cooperativos e associações reduzem o poder organizacional dos pequenos agricultores deixando-os vulneráveis diante das oscilações do mercado, do tempo e dos poderes públicos (Articulação do Semiárido, 2011).

Outro fator sócio-econômico relevante é a ocupação da mão de obra de jovens e mulheres no contexto da agricultura familiar que, mediante a escassez de oportunidades, os primeiros seguem a tendência do êxodo rural e as mulheres permanecem nas áreas junto dos seus companheiros, sem oportunidade de ter e desenvolver uma profissão remunerada (Articulação do Semiárido, 2011).

ANÁLISE DA INFRAESTRUTURA

A) Energia elétrica

Em 2000, dos cerca de 2 milhões de famílias rurais que não tinham acesso à energia elétrica no Brasil, 58% estavam no Nordeste (Ministério de Minas e Energia, 2011). Na atualização realizada pelo censo de 2010, verificou-se que cerca de 7,4% dos domicílios rurais ainda não dispunham de energia elétrica.

Em que pese o lançamento do Programa Luz para Todos (Ministério de Minas e Energia, 2003), pelo Governo brasileiro, informações sobre o percentual da população rural do Semiárido brasileiro com acesso à energia elétrica, assim como a qualidade da prestação do serviço e a potência disponibilizada, ainda são escassos. Neste sentido, vale ressaltar que, dentre os dividendos da energia elétrica como propulsor do desenvolvimento da agricultura familiar, está o aumento da produtividade agrícola com a introdução de técnicas como a irrigação, a drenagem de áreas inundadas, a conservação de produtos como hortaliças, frutas, leite e pescados, bem como o processamento inicial da produção agregando maior valor ao produto (Cruz et al., 2004), entre outros.

B) Irrigação

A lei da irrigação (Nº 6.662/79), regulamentada pelo Decreto Nº 89.496, de 29 de março de 1984, que dispõe sobre a política nacional de irrigação, através do Decreto Nº 2.032/83, estabelece o ressarcimento de até 50% dos investimentos realizados em sistemas de irrigação, entretanto, em função das restrições hídricas e de solo do Semiárido brasileiro estima-se que menos de 2% (Buainain et al., 2015) da área total sejam passíveis da implantação dos sistemas convencionais de irrigação e que os sistemas já implantados encontram-se, em geral, nos perímetros irrigados, especialmente os da bacia do São Francisco, que dispõem de oferta hídrica compatível. No contexto geral do Semiárido brasileiro, estes Polos de irrigação representam “ilhas de tecnologia”, com sistemas produtivos agropecuários mais intensivos em capital, tecnologia e conhecimento (Castro, 2000) caracterizados como “oásis” em pleno sertão (Andrade, 1986), cujos benefícios não se irradiam para as comunidades do entorno.

De acordo com o senso agropecuário de 2006, 112 mil estabelecimentos agropecuários do Semiárido brasileiro praticavam irrigação, ou seja, 7% do total de estabelecimentos, no entanto utilizavam regas manuais com regadores, mangueiras, baldes, latões, e outros métodos aplicados em uma área correspondente a 1% da área agrícola da região Semiárida, sem a realização de qualquer estudo prévio e ou práticas de manejo da irrigação.

Quanto a agricultura familiar difusa pelo Semiárido brasileiro, caracterizada por sistemas produtivos extensivos e tradicionais, de baixa produtividade e voltados para a subsistência (Buainain; Garcia, 2013), a falta da gestão dos recursos hídricos e de águas alternativas, como salinas e residuárias, em nível de propriedade, tornam mais incisiva os efeitos da estiagem nestas comunidades e reduzem drasticamente a prática da irrigação.

Então, a prática da agricultura de sequeiro tem acumulado perdas na produção e prejuízos à agricultura familiar (Schmitz, 2003); grande parte das políticas públicas para essa região foram implementadas de forma assistencialista, ou então, voltadas para as grandes obras de engenharia hidráulica, especialmente açudes, barragens e perfuração de poços que, quase sempre, obedeciam a critérios políticos ou de engenharia, pouco atendendo a determinantes sociais que complementassem o uso social dos recursos hídricos (Falcão, 2005), fato este evidenciado por dados do Ministério da Integração Nacional (2007) que sugerem que aproximadamente 500 mil propriedades rurais do Semiárido Brasileiro não dispõem de oferta de água adequada e, portanto, são vulneráveis à seca.

C) Máquinas e implementos agrícolas

Utilizando-se a presença de máquinas agrícolas como um dos indicadores de tecnificação da produção (EMBRAPA, 2013), a maioria dos municípios do Semiárido brasileiro apresentou menos do que 5% dos estabelecimentos rurais com tratores, representando uma média inferior a um trator para cada dez estabelecimentos rurais, e havendo diversos municípios sem tratores. Para fins de comparação, a média brasileira é de que 9,9% dos estabelecimentos agropecuários possuíam trator(es) em 2006; nos EUA, em 2002, esta porcentagem era de 89,3%, sendo que 33,1% dos estabelecimentos possuíam dois ou três tratores; e na França, em 2000, os estabelecimentos agropecuários com tratores representavam 84% do total (Girardi, 2008).

D) Utilização de tecnologias não validadas para a realidade local

Criado em 1965, o Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), financiou “pacotes tecnológicos” propostos pela pesquisa oficial e difundidos pela extensão rural para todo o Brasil, de modo que o acesso ao crédito vinculava-se a adoção de um pacote agrícola composto de insumos químicos e sementes selecionadas para a produção em escala intensiva (Costa et al., 2008).

Em que pese as peculiaridades locais das diferentes regiões do Brasil, a adoção dos “pacotes de tecnologia” não validados para o Semiárido

brasileiro somados a práticas inadequadas de exploração de seus recursos físicos e biológicos, desencadeou diferentes processos de degradação ambiental, ou seja, cerca de 66% do Semiárido brasileiro é atingido por processo de degradação ambiental intensa, com forte pauperização da biodiversidade e rebaixamento geral das formações vegetais (Sá et al., 1994).

Neste sentido, a validação de técnicas racionais de cultivo, de criação e de extrativismo, com o apoio do conhecimento acumulado pela vivência das populações locais, são fundamentais para apropriação dessas tecnologias pelo produtor familiar e para o desenvolvimento da agricultura familiar do Semiárido brasileiro (Guimarães Filho e Lopes, 2001), no sentido de que respeitem o tamanho da área e a qualidade do solo disponível, trabalham a gestão das águas alternativas da propriedade, consideram a infraestrutura do agricultor familiar (energia, estradas, logística, etc.) e sua capacidade de investimento, assim como aspectos como grau de instrução, ergonomia, entre outros aspectos sociais, e gerem em curto e médio prazos viabilidade financeira.

HIDROPONIA COMO ALTERNATIVA DE PRODUÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

No contexto produtivo da agricultura familiar, especialmente em comunidades difusas pelo Semiárido brasileiro, vários fatores precisam ser equacionados em função de suas características (Tabela 1), tais como, aspectos fundiários, edáficos, hídricos, sócio-econômicos, culturais, de infraestrutura, etc. Nesse sentido é imprescindível que sejam empreendidos esforços de validação de tecnologias de convivência, visando a apropriação destas pelo agricultor familiar e a geração de dividendos que permitam adaptar e melhorar suas condições de trabalho e de qualidade de vida.

Tabela 1. Síntese das peculiaridades do Semiárido brasileiro a serem consideradas no desenvolvimento e/ou validação de tecnologias voltadas para a agricultura familiar.

**Informações já referenciadas no texto*

Aspectos fundiários*	
60% dos estabelecimentos rurais possuem área inferior a 5 ha.	
450 mil estabelecimentos com área inferior a 2 ha, alguns com apenas o “chão de casa”	
53,8% dos estabelecimentos com agricultura familiar são ocupados por grupos vulneráveis quanto a posse da terra e ocupam 7% da área agrícola do Semiárido brasileiro.	
A ocupação e uso das áreas ocorre de modo sucessório, envolvendo práticas agrícolas culturais e respondem por 31% do valor total da produção agrícola.	
Aspectos edáficos*	
Menos de 2% dos solos não possuem restrição para irrigação .	
36% dos solos do Semiárido brasileiro apresentam forte restrições ao uso agrícola.	
Em geral, os solos são pouco profundos, pedregosos, pobres em matéria orgânica e demandam uso continuado de práticas de conservação do solo (Diniz Filho et al., 2009)	
Aspectos hídricos	
Vulnerabilidade da produção em sequeiro.	
Baixa disponibilidade e gestão da oferta de água.	
Utilização de águas alternativas (salinas, residuárias, etc).	
Baixa eficiência no uso da água nos sistemas agrícolas.	
Baixo uso de tecnologias para captação, tratamento e armazenamento de águas.	
Aspectos sócio-econômicos	
Todos os municípios do Semiárido apresentaram IDHM inferior ao do Brasil (0,727).	
Índices de produtividade inferiores à média nacional.	
Falta de sistemas cooperativos e associações: vulnerabilidade a atravessadores, às oscilações de preço do mercado, do tempo e dos poderes públicos.	
Escassez de oportunidades de trabalho para jovens e mulheres: êxodo rural.	
Aspectos de infraestrutura	
Em 2006, apenas 5% dos estabelecimentos rurais possuíam tratores.	
Em 2006, 112 mil estabelecimentos rurais (7%) praticavam irrigação, utilizando regas manuais com regadores, mangueiras, baldes, latões etc.	
Em 2007, 500 mil propriedades rurais não dispunham de oferta de água adequada.	
Em 2010, 7,4% dos domicílios rurais ainda não dispunham de energia elétrica.	
Faltam informações sobre a qualidade da energia elétrica e da potência disponível.	

Uma das alternativas a ser utilizada é a técnica da hidroponia (Hidro: água; Ponos: trabalho). Trata-se de uma forma de cultivo em que o solo é substituído por uma solução nutritiva que contém todos os nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas (SEDIYAMA E PEDROSA, 1999) e assim, o potencial matricial tende a ser zero, viabilizando o uso de níveis osmóticos maiores (aproveitamento de águas salinas e salobras) haja vista que corresponderá ao principal componente do potencial total (Figura 1), fato que permite a absorção de água e nutrientes pelas plantas, com investimento de energia compatível ao nível osmótico (SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2013).

Esta técnica de cultivo pode ser utilizada em diferentes formatos, em distintas formas de uso da solução nutritiva (com recirculação ou descarte após a aplicação), e até quanto a presença de substratos, os ditos sistemas semi-hidropônicos.

Figura 1. Potenciais da água no solo

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Total} & & \text{Pressão} & & \text{Osmótico} & & \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \\ \psi_i & = & \psi_P & + & \psi_g & + & \psi_{os} & + & \psi_m \\ & & & & \uparrow & & & & \uparrow \\ & & & & \text{Gravitacional} & & & & \text{Mátrico} \end{array}$$

Quanto as limitações fundiárias, os sistemas hidropônicos já existentes, de um modo geral, não demandam grandes áreas. Entretanto, nos casos de maior restrição de área, a técnica pode ser adaptada para sistemas verticais e de alta densidade, com estruturas dispostas de modo a permitir o acesso da luz e da ventilação. Em relação as limitações edáficas elencadas para o Semiárido brasileiro, esta tecnologia não preconiza a utilização de solo o que, portanto, não pressupõe a sua degradação (Vasconcelos e Jerônimo, 2012).

Quanto aos aspectos hídricos, a redistribuição da influência dos potenciais constituintes do estado de energia da água no solo, dado a ausência da matriz do solo, permite que águas alternativas, com níveis salinos danosos às plantas em condições de solo, inclusive rejeito de dessalinizadores (Santos *et al.*, 2010; Dias *et al.*, 2011), possam ser aproveitados na hidroponia (Santos Júnior *et al.*, 2015). Em tempo, os sistemas hidropônicos com recirculação fechada reduzem a demanda hídrica mediante o aumento da eficiência, favorecendo a gestão e viabilizando a captação e armazenamento de água de outras fontes, como água da chuva por exemplo, no sentido de evitar a sazonalidade da produção em virtude dos períodos de estiagem.

Em relação a questão sócio-econômica, embora seja uma evidente oportunidade para a geração de emprego e renda, especialmente para jovens e mulheres, a grande maioria dos sistemas atuais demanda elevado grau de especialização dos seus usuários, e o acesso a insumos e a

assistência técnica para agricultores sem acesso à internet, é limitado (SEBRAE, 2006); entretanto, é plausível a formatação da técnica para sistemas simples e de baixo custo e a produção de cartilhas com foco no agricultor familiar, visando desmistificar o processo de produção, bem como dirimir dúvidas oriundas do desconhecimento desta tecnologia. Vale considerar também o alto grau de descapitalização dos agricultores os quais, por diferentes razões, oferecem resistência a aquisição de financiamentos para investir numa tecnologia até então, pouco difundida no Semiárido brasileiro.

No que diz respeito a infraestrutura disponível nos estabelecimentos utilizados por agricultores familiares, a falta de informações sobre a qualidade da energia e a potência disponível são limitantes, no entanto, a versatilidade da técnica permite o desenvolvimento de sistemas que absorvam este entrave ou considerem a utilização de energia solar. Menciona-se também como infraestrutura necessária a captação e armazenamento das águas disponíveis nas propriedades, a logística de aquisição de insumos e comercialização de produtos, entre outros.

Na Tabela 2 elencou-se as principais vantagens e limitações dos sistemas hidropônicos convencionais disponíveis no mercado.

Tabela 2. *Vantagens e limitações dos sistemas hidropônicos convencionais*

Vantagens
Produção de melhor qualidade, melhor aproveitamento de insumos, colheita precoce, baixo consumo de água, possibilidade do uso de águas alternativas no preparo da solução nutritiva, utilização de áreas não aproveitadas no cultivo convencional, maior produtividade por hectare do que no cultivo tradicional e a redução da necessidade do uso de defensivos agrícolas (Becker, 2011; Teixeira, 1996).
Limitações
Alto custo inicial em razão do nível tecnológico exigido pelos sistemas de cultivo, por utilizar sistemas automatizados; expressivo índice de risco de perda da cultura por falta de energia elétrica; necessidade de mão de obra especializada e de acompanhamento permanente em função da solução nutritiva que requer cuidados especiais de manejo; e a fácil dispersão de patógenos em função da circulação da solução nutritiva (Becker, 2011).

CONCLUSÕES

1. A técnica da hidroponia equaciona entraves hídricos, estruturais, fundiários, edáficos, entre outros, desde que seja utilizado numa forma adaptada a realidade do agricultor familiar, neste caso, aqueles oriundos de comunidades difusas pelo Semiárido brasileiro;
2. A difusão de materiais com linguagem simples e de fácil compreensão sobre o tema favorecerá a elucidação de mitos e dirimirá eventuais dúvidas ou resistência cultural que permeiam a aceitabilidade dos sistemas hidropônicos por agricultores familiares do Semiárido brasileiro;
3. A utilização de sistemas hidropônicos, dentre outros benefícios, pode estimular a utilização de maior tecnologia na agricultura familiar e, conseqüentemente, redundar na geração de emprego e renda, eliminando a sazonalidade da produção, especialmente para famílias em condições de vulnerabilidade.

BIBLIOGRAFIA

Andrade, M.C. de. A intervenção do Estado e a seca no Nordeste do Brasil. Revista de Economia Política, n. 4, v. 6, p. 125-130, 1986.

Articulação no Semiárido brasileiro –ASABrasil.
<<http://www.asabrasil.org.br/portal/Default.asp>> .

BECKER, S. A agricultura do futuro. Revista Hidroponia, Novo Hamburgo, v. 1, p. 16-19, mai., 2011.

Brasil. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 25 jul. 2006.

Buainain, A.M.; Garcia, J.R. Polos de Irrigação no Nordeste do Brasil: desenvolvimento recente e perspectivas. Revista franco-brasileira de geografia, n. 23, 2015.

Buainain, A.M.; Sabbato, A. Di; Guanzirolli, C.E. Agricultura familiar: um estudo de focalização regional. Disponível
<<http://www.sober.org.br/palestra/12/09O437.pdf>>
Anais do XLII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. Dinâmicas Setoriais e Desenvolvimento Regional. Cuiabá, 2004 (CD-ROM).

Buainain, A.M.; Garcia, J.R. Desenvolvimento rural do semiárido brasileiro: transformações recentes, desafios e perspectivas. Revista Franco-Brasileira de Geografia, v. 19, n. 13, p. 01-26, 2013.

Castro, I.E. de. Ilhas de tecnologia no Nordeste Brasileiro e a reinvenção da natureza. Revista Território, n. 9, v. 5, p. 45-63, 2000, Disponível em:
<<http://goo.gl/PJONQA>>.

Costa, J.P.; Rimkus, L.M.; Reydon, B.P. Agricultura Familiar, Tentativas e Estratégias para Assegurar um Mercado e uma Renda. In: 46th Congress, July 20-23, 2008, Rio Branco, Acre, Brasil. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER), 2008.

Cruz, C.N.P.; Mourad, A.L.; Morínigo, M.A.; Sanga, G. Eletrificação rural: benefícios em diferentes esferas. Proceedings of the 5th Encontro de Energia no Meio Rural (2004).

Dias, N. S.; Jales, A. G. de O.; Sousa Neto. O. N. de; Gonzaga, M. I. da S.; Queiroz, I. S. R. de; Maria Alice Formiga Porto, A. F. Uso de rejeito da dessalinização na solução nutritiva da alface, cultivada em fibra de coco. Revista Ceres, v. 58, n. 5, p. 632-637, 2011b.

Diniz Filho, E.T.; Sobrinho, F.E.; Silva, F.N. da; Maracajá, P.B.; Maia, S.S.S. Caracterização e uso de solos em região semiárida do médio oeste do Rio Grande do Norte. Revista Caatinga, v. 22, n. 3, p.111-120, 2009.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico. Petrolina: EMBRAPA/CPATSA/SNLCS, 1993.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Concentração geográfica da agricultura familiar no Brasil. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 66p.

Falcão, R.B.M. O desenvolvimento local sustentável no semiárido nordestino: um estudo de caso na comunidade de Mirandas, Caraúbas/RN (Dissertação de Mestrado). Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2005.

Girardi, E.P. Proposição teórico-metodológica de uma cartografia geográfica crítica e sua aplicação no desenvolvimento do atlas da questão agrária brasileira. 2008. 347 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2008.

Guimarães Filho, C.; Lopes, P.R.C. Subsídios para formulação de um programa de convivência com a seca no Semiárido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2001. 22p. il. (Embrapa Semiárido. Documentos, 171)

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Censo agropecuário 2006. Rio de Janeiro: IBGE, 2006, 170p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Sinopse do Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 261p

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA/FAO. Novo retrato da agricultura familiar. O Brasil Redescoberto. Brasília: Projeto de Cooperação Técnica INCRA / FAO 2000. Disponível <<http://www.rlc.fao.org/proyecto/brazil/censo.pdf>>.

Instituto Nacional do Semiárido – INSA/MCTI. Sinopse do censo demográfico para o Semiárido Brasileiro. Campina Grande: INSA, 2012. 103p.

Instituto Nacional do Semiárido – INSA/MCTI. Sistema de gestão da informação e do conhecimento do Semiárido brasileiro (2014). Disponível <<http://www.insa.gov.br/sigsab/>>.

Ministério da Integração Nacional. Nova delimitação do semiárido.2005. 35p.

Ministério de Minas e Energia – MME. Programa Luz para Todos. 2003 Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4873.htm>.

Ministério de Minas e Energia – MME. Programa Luz para Todos. 2011 Disponível em: <luzparatodos.mme.go.br> .

Ministério do Meio Ambiente - MMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil. Brasília: MMA, 2007. 134p.

Sá, I.B.; Fotius, G.A.; Riché, G.R. Degradação ambiental e reabilitação natural no trópico semi-árido brasileiro. In: conferência nacional e seminário latino-americano da desertificação, 1994, Fortaleza. Anais ... Fortaleza, p. 260-275.

Santos Júnior, J.A.; Gheyi, H.R.; Cavalcante, A.R.; Medeiros, S. de S.; Dias, N. da S.; Santos, D. B. dos S. Water use efficiency of coriander produced in a low-cost hydroponic system. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 19, n. 12, p. 1152–1158, 2015.

Santos Júnior, J.A.; Gheyi, H.R.; Guedes Filho, D.H.; Soares, F.A.L.; Dias, N. da S. Efficiency of water use in sunflower grown in hydroponic system under saline stress. Engenharia Agrícola, v.33, p.718-729, 2013.

Santos, R.S.S. Dias, N. da S.; Sousa Neto, O.N. de; Gurgel, M.T. Uso do rejeito de desalinização de água salobra no cultivo da alface (*Lactuca sativa* L.) em sistema hidropônico NFT. Ciência agrotecnologia, v.34, n.4, p.983-989, 2010.

Schmitz AP. Particularidades na agricultura familiar: uma abordagem a partir dos sistemas agrários [Internet]. In: Anais do 31º Encontro Nacional de Economia; 2003, Paraná. Paraná: Unioeste; 2003. Disponível em: <http://www.anpec.org.br/encontro2003/artigos/E66.pdf>

SEBRAE. Ponto de partida para início de negócio: Hidroponia. 2006. Disponível em: <[http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/52FD7644DE0070A083256F69004C131A/\\$File/NT000A2226.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/52FD7644DE0070A083256F69004C131A/$File/NT000A2226.pdf)> .

Sediyama, M.A.N.; Pedrosa, M.W. Hidroponia: uma técnica alternativa de cultivo. Belo Horizonte, MG: EPAMIG, 1999. 12p.

Teixeira, T.N. Hidroponia: Uma alternativa para pequenas propriedades. Guaíba: Agropecuária, 1996.

Vasconcelos, R.R.R. de; Jerônimo, C.E. de M. Hidroponia como alternativa de uso e ocupação do solo em áreas degradadas por parques eólicos: avaliação de impactos ao meio ambiente. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 8, n. 8, p. 1794-1804, 2012.

4

FORRAGEM HIDROPÔNICA DE MILHO: UMA ALTERNATIVA PRODUTIVA E SUSTENTÁVEL PARA O SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Márcio José dos Santos, Licenciado em Química, MSc em Química
Egídio Bezerra Neto, Professor Titular da UFRPE, Doutor em Bioquímica Vegetal

INTRODUÇÃO

Nos países em desenvolvimento a pecuária tem um papel importante para os pequenos agricultores, pois ela provê elementos essenciais à economia destes, tais como: tração animal, transporte, produção de esterco para uso como fertilizante e combustível, alimento, fibras, couro, poupança e renda, pela venda de animais (CHEDLY E LEE, 2000). Contudo, no semiárido brasileiro, a pecuária tem se constituído ao longo do tempo na atividade básica dos agricultores familiares, sendo a maioria das lavouras consideradas apenas como um componente dos sistemas de produção, em face de sua vulnerabilidade às limitações ambientais, quando comparada a vulnerabilidade das pastagens (ARAÚJO, 2001; LIMA, 2006).

Para manter os rebanhos do semiárido, as pastagens constituem-se no principal alimento dos animais, predominando áreas de pastagem nativa em relação às de pastagens cultivadas (GIULIETTI *et al.*, 2004). Porém, essa região é susceptível a períodos de seca prolongada, com pluviosidade bastante irregular, o que acaba ocasionando limitações na produção de pastagem nativa. Além disso, devido à irregularidade das chuvas e às características físicas e topográficas limitantes do solo, a pastagem de sequeiro em grande parte do semiárido torna-se vulnerável. (AMORIM *et al.*, 2005; CANDIDO *et al.*, 2005).

Ademais, é comum em períodos de estiagem os pastos secarem, tornarem-se mais fibrosos e com um menor teor de nutrientes, afetando negativamente a capacidade de produção de carne e leite (SANTOS *et al.*, 2001; AMORIM *et al.*, 2005).

Nestas condições ambientais é importante garantir a produção de maior quantidade de alimento com pequenas quantidades de água, de modo a saciar a fome dos animais, garantindo a manutenção e o bem-estar dos mesmos.

Nessa conjuntura a forragem hidropônica apresenta-se não apenas como opção para engorda de animais, e sim também como uma alternativa para alimentar o rebanho dos pequenos produtores na época das estiagens.

Forragem hidropônica é uma tecnologia de produção de biomassa vegetal obtida por meio da germinação de sementes viáveis e do crescimento inicial de plantas forrageiras, sem necessitar do uso do solo (FAO, 2001). Sendo as sementes de milho as mais empregadas em virtude de suas características nutricionais e agrícolas.

FORRAGEM HIDROPÔNICA DE MILHO

A forragem hidropônica é o resultado de um processo de germinação de sementes de cereais (cevada, milho, trigo, aveia e outras espécies), que se desenvolve em um período de 10 a 15 dias, captando energia do sol e assimilando os minerais contidos em uma solução nutritiva (FAO, 2001; ARAÚJO *et al.*, 2008). Para a produção de forragem as sementes utilizadas devem ser novas, ter elevado índice de germinação e não ser tratada com defensivos agrícolas (AMORIM *et al.*, 2005).

Sob condições adequadas o ciclo da forragem hidropônica de milho é de 15 dias, compreendendo o período entre o plantio e a colheita, atingindo uma altura média entre 25 a 28 cm e ótima concentração de nutrientes, com um gasto pequeno de água.

Esse tipo de forragem possui uma produtividade superior à forragem produzida em condições de campo, além de ser um alimento de excelente qualidade, que pode ser produzido de forma fácil, rápida e barata em qualquer época do ano, pois apresenta como vantagens: não depender de condições climáticas, dispensar investimentos em maquinários para silagem e/ou fenação e em armazenamento, requerer pouca mão de obra e pouca instalação da estrutura, podendo assim ser utilizada por pequenos produtores.

A técnica hidropônica confere a forragem um efeito semelhante ao uso da amonização, pois possui o mesmo princípio de enriquecimento de um volumoso de baixa qualidade nutricional para ruminantes. Além disso, seu aspecto em termos de cor e textura confere grande aceitação pelos animais, aumentando a assimilação de outros alimentos (FLÔRES, 2009). ESPINOZA *et al.* (2004) observaram, em bovinos, ganhos de peso diário de 1,107 Kg animal dia, quando receberam uma dieta composta de 70% de pastagem e 30% de forragem hidropônica de milho, e ganhos de 0,696 Kg animal dia, quando alimentados somente com pastagem. Vale ainda salientar que a forragem hidropônica é um alimento para os animais que apresenta alta digestibilidade e elevada palatabilidade, uma vez que é colhida em estágio inicial de desenvolvimento.

No entanto, deve-se considerar que o cultivo de forragem hidropônica não tenta competir com sistemas tradicionais de produção de pastagem, mas surge como complementação (FAO, 2001). A utilização da forragem hidropônica pode ser uma opção para atender às dificuldades de produção de pecuaristas que, muitas vezes, não dispõem de quantidade suficiente de alimentos para fornecer aos animais, nem mesmo área física para o plantio de pastagens, dificultando assim a terminação dos mesmos e, portanto, o incremento de suas rendas.

O espaço e a infraestrutura necessários para produção de forragem hidropônica são mínimos, bastando apenas 5 m² de área para se produzir entre 125 a 150 kg de biomassa fresca e necessitando de aproximadamente 840 litros de água, distribuídos em 14 dias, sendo 60 litros por dia, divididos de 6 aplicações de 10 litros cada (Souza et al., 2012).

Para se obter essa produtividade é recomendado o uso de 2 kg de sementes de milho por metro quadrado, pois segundo alguns autores (Amorim et al., 2000; Pilau et al., 2004) densidades superiores a 2 kg m⁻² não ofereceram acréscimos significativos na biomassa seca e qualidade da forragem, além disso agregam maior custo de produção com a aquisição de sementes. Já densidades de semeadura menores que 2 kg m⁻² não ofereceram acréscimos significativos na biomassa seja seca ou fresca, nem na qualidade da forragem.

A forragem hidropônica também se apresenta como uma produção de alimento sustentável, pois permite maximizar a produtividade minimizando os impactos na esfera ambiental. É importante essa ressalva, pois a sustentabilidade do sistema de produção tem sido algo imprescindível nas tecnologias atuais de produção, visto a crescente conscientização da sociedade com a finitude dos recursos naturais.

SUBSTRATO, COMPONENTE IMPORTANTE NA PRODUÇÃO HIDROPÔNICA DE FORRAGEM

Apesar do nome forragem hidropônica, não se trata de sementes crescendo imersas em solução nutritiva, mas sim em um recipiente contendo substrato que possa ser empregado na alimentação animal, como por exemplo, bagaço de cana-de-açúcar (Figura 1).



Figura 1. *Mostruário de forragem hidropônica de milho empregando bagaço de cana-de-açúcar como substrato (Fonte: Egídio B.N.).*

Um substrato é um material formado de três fases: a fase sólida, que garante a manutenção mecânica do sistema radicular e sua estabilidade; a fase líquida, que garante o suprimento de água e nutrientes, e a fase gasosa, que garante a troca de oxigênio e gás carbônico entre as raízes e a atmosfera (Lemaire, 1995). Em síntese, o substrato é o material que vai conferir a forragem hidropônica uma maior retenção de água e solução nutritiva, além de propiciar a aeração do sistema radicular. Desta forma, o substrato deve ser capaz de propiciar uma boa germinação da semente, dar sustentação às plantas, facilitar o crescimento das raízes, disponibilizando as quantidades adequadas de ar, água e nutrientes.

O primeiro critério para a escolha do substrato para cultivo de forragem hidropônica, é que o material possa ser consumido pelos animais. Deve-se levar em consideração também outros fatores, como o preço, a disponibilidade na região e, a possibilidade de trazer algum benefício nutricional à forragem. O bagaço de cana-de-açúcar, capim elefante seco, palha de milho, casca de arroz, são alguns dos materiais possíveis de serem usados no cultivo da forragem hidropônica.

A SOLUÇÃO NUTRITIVA

No cultivo hidropônico de um modo geral, e portando no cultivo de forragem hidropônica, um aspecto de fundamental importância é a solução nutritiva. As plantas bem nutridas crescem muito mais rápido do que as plantas com deficiência nutricional (Bezerra Neto e Barreto, 2012). Desta forma uma das características e vantagens do cultivo hidropônico é a elevada produtividade, quando comparado com o cultivo convencional (no solo).

Uma boa solução nutritiva deve conter todos os nutrientes minerais essenciais, em quantidade suficiente e balanceados para propiciar um bom desenvolvimento das plantas. De forma que, o suprimento inadequado de um destes nutrientes minerais (excesso ou deficiência) resulta em uma desordem nutricional manifestada por características definidas como sintomas de deficiência, e que acarreta na diminuição da produtividade (Malavolta, 2006).

Na prática a solução utilizada para regar a forragem deriva de uma solução mais concentrada, da qual é tirada alíquotas para serem diluídas. O produtor pode encontrar no mercado a solução concentrada já preparada no estado líquido ou uma mistura de fertilizantes na forma sólida. Também é comum encontrar esses fertilizantes (líquidos ou sólidos) agrupados e chamados de

“solução A”, que geralmente é constituída por monofosfato de amônio ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), nitrato de cálcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) e nitrato de potássio (KNO_3) e “solução B”, que geralmente é constituída de sulfato de magnésio (MgSO_4), sulfato de cobre (CuSO_4), sulfato de manganês (MnSO_4), sulfato de zinco (ZnSO_4), ácido bórico (H_3BO_3), molibdato de amônio ($(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$) e ferro quelatizado.

Independente da forma como adquire a solução nutritiva, o produtor deve levar em conta a concentração dos nutrientes minerais da solução nutritiva diluída, ou seja, aquela que ele vai utilizar para aplicar à forragem. Solução nutritiva com concentração muito elevada, dificulta a absorção de água pelas plantas, agravando os efeitos negativos do estresse hídrico sobre o crescimento e a produtividade. Por outro lado, solução nutritiva com concentração muito baixa, acarreta na produção de plantas com deficiência nutricional, e, portanto crescimento muito lento (BEZERRA NETO E BARRETO, 2012).

Soluções nutritivas preparadas com águas residuárias de bovinos (água resultante da mistura de urina, esterco e água utilizada nas lavagens de equipamentos e instalações de animais em confinamento), já foram testadas e apresentaram excelentes resultados na produção da forragem hidropônica de milho, demonstrando que podem ser utilizadas em substituição às soluções nutritivas elaboradas com fertilizantes minerais (PÍCCOLO *et al.*, 2013). Outras soluções também já foram testadas, como soluções preparadas com urina humana (ARAÚJO *et al.*, 2015), biofertilizantes (BEZERRA *et al.*, 2008; PROBST *et al.*, 2009) vinhaça de cana-de-açúcar (Araújo *et al.*, 2008), esgoto tratado (SOUZA *et al.*, 2008), etc. Desta forma, produtor rural tem várias opções de usar biofertilizantes em substituição aos fertilizantes minerais convencionais.

Algumas fórmulas de solução nutritiva são mencionadas na literatura, e o produtor rural também pode adquirir o conjunto de fertilizantes pronto como kit para solução nutritiva para forragem hidropônica. Geralmente a disponibilidade no mercado é o que rege a escolha por parte do produtor rural. Quando possível, o produtor pode comprar diretamente em casas agrícolas, ou mesmo preparar a solução nutritiva, adquirindo os fertilizantes indicado na fórmula escolhida. É importante mencionar que o produtor rural deve preparar a solução nutritiva de forma a atender às necessidades nutricionais das plantas não só na quantidade de cada nutriente, mas também no equilíbrio das relações entre os nutrientes minerais. Abaixo consta uma tabela contendo a concentração dos fertilizantes necessários para o preparo de uma solução nutritiva para forragem hidropônica.

SOLUÇÃO NUTRITIVA PARA FORRAGEM HIDROPÔNICA	
SOLUÇÃO ESTOQUE "A"	CONCENTRAÇÃO *
Mono amônio fosfato - MAP (11 % de N e 21 % de P)	42,5 g/2L
Nitrato de cálcio especial (15,5 % de N e 19 % de Ca)	260,0 g/2L
Nitrato de Potássio (13 % de N e 36 % de K)	138,0 g/2L
SOLUÇÃO ESTOQUE "B"	
Sulfato de Magnésio (10 % de Mg e 13 % de S)	62,0 g/2L
SOLUÇÃO ESTOQUE "C"	
Quelatec A-Z	12,5 g/2L
*OBS: <i>Quantidades necessárias para o preparo de 1.000 litros. Para o preparo de um litro da solução diluída, usar 2 mL de cada uma das soluções estoques e acrescentar um litro de água.</i>	

Caso o agricultor opte por utilizar uma solução nutritiva orgânica, SOUZA *et al.*, (2012) descrevem uma forma de preparo de biofertilizante para empregar como solução nutritiva para forragem. Em um tambor plástico com capacidade para 240 litros, coloca-se 70 kg de esterco (fresco) de vacas em lactação e 120 litros de água; logo após adiciona-se 5 kg de açúcar e 5 L de leite para acelerar o metabolismo das bactérias. Tapa-se o recipiente de modo a permitir a saída de gases da fermentação e quando não houver mais cheiro é indicativo de que está pronto. Para o uso, recomenda-se diluir uma alíquota de 21 mL do biofertilizante em 20 litros de água e irrigar a forragem com 10 litros pela manhã e 10 litros à tarde.

TÉCNICA DE PRODUÇÃO DE FORRAGEM HIDROPÔNICA DE MILHO

Como já mencionado, a forragem hidropônica pode ser produzida em pequenas áreas e sem necessidade de grande infraestrutura, o que é compatível com o pequeno produtor rural ou com a agricultura familiar. A alternativa mais simples e acessível para o pequeno agricultor é o cultivo da forragem hidropônica em canteiros ou valas abertas no solo. Para confecção de canteiros, primeiro procede-se com a escolha do local, limpeza e demarcação da área do canteiro. Constroem-se os canteiros, preferencialmente elevados em cerca de 20 a 25 centímetros de altura do nível do solo, e com cerca de 10 metro de comprimento por 1 metro de largura. Em seguida forra-se a área com lona plástica dupla face de 150 micra, com a parte preta voltada pra baixo, para impermeabilização do solo (Figuras 2 e 3).

Figura 2. *Preparo dos canteiros para cultivo de forragem hidropônica para demonstração aos agricultores no Município de Bezerros-PE (Fonte: Egídio B.N.).*





Figura 3. Canteiros de forragem hidropônica, apresentado pela Empresa Agrônômica de Pernambuco-IPA, no Parque de Exposições Professor Antônio Coelho, em Recife-PE (Fonte: Egídio B.N.).

Construídos os canteiros, espalha-se uma camada do substrato com espessura de aproximadamente 10 cm. A escolha do substrato deve seguir os critérios já mencionados. Para a aquisição das sementes, deve-se levar em consideração que as sementes não devem ter sido tratadas previamente com defensivos químicos, para não afetar a saúde dos animais que serão arraçoados. Adquiridas as sementes, estas devem ser pesadas ($2,0 \text{ kg m}^{-2}$) e em seguida colocam-se as sementes de molho em água por 24 horas para facilitar o processo de germinação. É importante se substituir a água, quatro a cinco vezes por dia para evitar o processo de fermentação. Após dois dias de umedecimento, as sementes são distribuídas de forma homogênea no canteiro, sobre o substrato, e cobertas em seguida com uma camada de substrato com 3 a 5 cm de altura.

Nos dois primeiros dias, irriga-se de 3 a 4 vezes por dia com água potável, utilizando seis litros de água por metro quadrado por dia. Do terceiro dia até o 14º dia de cultivo a solução nutritiva é aplicada e no último dia (15º dia de cultivo) irriga-se, apenas com água. Após o segundo dia a solução nutritiva deve ser aplicada duas vezes ao dia, preferencialmente nos períodos mais frescos do dia, usando de quatro litros por dia e dois litros por metro quadrado.

COLHEITA DA FORRAGEM

A colheita deve ser realizada aos 15 dias após a semeadura, porém segundo Henriques (2000) colheitas até os 20 dias podem ser realizadas sem perdas significativas de produção e qualidade.



Na operação de coleta da forragem hidropônica, recomenda-se pegar a parte aérea com as raízes e o substrato conjuntamente e enrolar como se fosse um tapete, em seguida triturar em uma máquina forrageira, misturar com um concentrado, como farelo de trigo ou soja, e fornecer ao rebanho (Figura 4).

Figura 4. Coleta da forragem hidropônica de milho (Fonte: Egídio B.N.).

BIBLIOGRAFIA

AMORIM, A. C.; RESENDE, K. T.; MEDEIROS, A. N., et al. Produção de milho (*Zea mays* L.) para forragem, através de sistema hidropônico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2000, Viçosa, MG. Anais... Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, 2000. Cd Rom.

AMORIM, D. M. B.; NOTARO I. A.; FURTADO D. A., et al. Avaliação de diferentes níveis de salinidade da água utilizada na produção de forragem hidropônica de milho. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Suplemento, p.339-342, 2005.

ARAÚJO, G. G. L. de. Cultivo estratégico de forrageiras anuais e perenes, visando a suplementação de caprinos e ovinos no semi-árido do Nordeste. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, Instruções Técnicas, 48. 2001. 2p.

ARAÚJO, V. da. S., COELHO, F. C., CUNHA, R. C. V., LOMBARDI, C. T. Forragem hidropônica de milho cultivado em bagaço de cana e vinhoto. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.7, n.3, p. 251-264, 2008.

ARAÚJO, N. C.; COURA M. A.; OLIVEIRA, R.; SABINO C. M. B.; COSTA S. J. Cultivo hidropônico de milho fertirrigado com urina humana como fonte alternativa de nutrientes. Irriga, v. 20, n. 4, p. 718-729, 2015.

BEZERRA NETO, E; BARRETO, L.P. As técnicas de hidroponia. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica. v. 8 e 9, p. 107-137, 2012.

BEZERRA, L. L.; MELO, R. M. D.; FERNANDES, D. et al. Produção de forragem hidropônica de milho em função das concentrações de biofertilizante e densidade de sementes. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento sustentável, v.3, n.4, p.110-116, 2008.

CANDIDO, M. J. D.; ARAÚJO, G. G. L. de; CAVALCANTE, M. A. B. Pastagens no ecossistemas semi-árido brasileiro: atualização e perspectivas futuras. 2005. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/889547/1/APIAlternativasdeproducao.pdf>.

CHEDLY, K.; LEE, S. Silage from by-products for smallholders. In: MANNETJE, L. T (ed). Silage making in the tropics with particular emphasis on smallholders. Rome: FAO, 2000. p. 85-96. Disponível em <<http://betuco.be/dieren/Silage%20Making%20in%20the%20Tropics%20with%20Particular%20Emphasis%20on%20Smallholders%20FAO.pdf>>

ESPINOZA, F; ARGETII, P; URDANETA, G; AREQUE, C; FUENTES, A; PALMA, J; BELLO, C. Uso del forraje Del maíz (Zea mays) hidropônico em La alimentación de toretes mestizos. Revista Zootecnia Tropical, n.22, v.4, p.303-315, 2004.

FAO. Manual técnico forraje verde hidropônico. Santiago: FAO. 2001, 55p.
FLÔRES, M. T. D. Efeito da densidade de semeadura e da idade de colheita na produtividade e na composição bromatológica de milho (Zea mays L.). Instituto Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2009, 79 p. (Dissertação de Mestrado).

GIULIETTI, A. M., BOCAGNETA, A. L., CASTRO, A. A. J. F. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma da caatinga In: Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília: MMA-UFPE. 2004. p.47-90.

HENRIQUES E. R. Manual de produção de forragem hidropônica de milho. Uberaba: FAZU. 2000. 2p.

LEMAIRE, F. Physical, chemical and biological properties of growing medium. Acta Horticulturae, n.396, p.273-284, 1995.

LIMA, G.F. da C. Alternativas de produção e conservação de recursos forrageiros estratégicos no semiárido nordestino. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO DE CAPRINOS E OVINOS, 1, 2006, Campina Grande. Anais... Campina Grande: SEDAP; SEBRAE; INSA; ARCO, 2006. 11 f. 1 CD-ROM. <<http://www.alice.cnpatia.embrapa.br/handle/doc/889547>>

MALAVOLTA, E. Manual de Nutrição Mineral de Planta. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 2006. 650p.

NEVES, A. L. R. A. Cultivo de milho hidropônico para alimentação animal. Viçosa: CPT, 2001. 46 p.

PÍCCOLO, M. A; COELHO, F. C; GRAVINA, G. A. et al. Produção de forragem verde hidropônica de milho, utilizando substratos orgânicos e água residuária de bovinos. Revista Ceres, v.60, n.4, p.544-551, 2013.

PILAU, F. G.; BONNECARRÈRE, A. C.; SCHMIDT, D.; MANFRON, P. A.; SANTOS, O. S.; MEDEIROS, S. L. P.; NETO, D. Produção hidropônica de forragem em túnel plástico. Revista Norte, v.7, p.111-119, 2004.

PROBST, R.; QUADROS, S. A. F. DE; ERPEN, J. G.; VINCENZI, M. L. Produção de mudas de espécies forrageiras no sistema hidropônico de leito flutuante (floating) com solução nutritiva à base de biofertilizante ou adubo solúvel. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, v. 31, n. 4, p. 349-355, 2009.

SANTOS E. A.; SILVA D. S.; QUEIROZ FILHO J. L. Composição química do capim-elefante cv. roxo cortado em diferentes alturas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.1, p. 18-23, 2001.

SOUZA, A. J. B. F. de. Produção de forragem verde em sistema hidropônico usando esgoto tratado. 2008. 81 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental; Meio Ambiente; Recursos Hídricos e Hidráulica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

SOUZA, T.P. de; NETO, E.P.S; ANDRADE, R. Produção de forragem verde hidropônica de milho como alternativa para pequenas criações de ruminantes no semi-árido brasileiro. I Seminário Nacional de Geoecologia e Planejamento Territorial e IV Seminário do GEOPLAN. Universidade Federal de Sergipe. 11 a 13 de Abril de 2012. Disponível em: http://anais.geoplan.net.br/trabalhos_formatados/PRODUCAO%20DE%20FORRAGEM%20VERDE%20HIDROPONICA%20DE%20MILHO.pdf.

5 PANORAMA DO CULTIVO HIDROPONICO NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL

Eliza Rosario Gomes Marinho de Albuquerque, Doutora em Botânica pela UFRPE
Júlio Carlos Polimeni de Mesquita, Doutor em Agronomia, Pesquisador do Instituto Agrônomo de Pernambuco-IPA

INTRODUÇÃO

Os desafios são grandes para cultivo de hortaliças no clima semiárido, especialmente no sertão nordestino. Condições e manejo do solo, escassez de água e uso de defensivos agrícolas, dentre tantos outros os fatores, se destacam quando se trata de cultivar plantas.

A falta de nutrientes, em especial a deficiência de fósforo e nitrogênio, nos solos do semiárido nordestino são limitantes para o desenvolvimento das culturas (SALCEDO; SAMPAIO, 2008). Além destes elementos, SAMPAIO (1995) alerta para a deficiência de potássio e calcário nos estados de Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas. Já OLIVEIRA *et al.* (1988) mencionam esses elementos como limitantes para os solos de toda a região Nordeste.

As chuvas no semiárido são concentradas em 2 a 4 meses do ano (SAMPALIO, 2010) deixando um passivo de até 10 meses sem chuvas. As precipitações podem variar de pouco menos de 300 mm na região do Cariri Velho na Paraíba até mais que 1.000 mm nas zonas limítrofes com regiões úmidas. O problema está na evapotranspiração potencial que em geral varia de 1.500 a 2.000 mm anuais, caracterizando a deficiência hídrica definidoras da semiaridez climática (SAMPALIO, 2010). A variabilidade entre períodos de chuvas também é contabilizado como um dos fatores agravantes. Em 2013 o sertão nordestino foi marcado pela maior seca dos últimos 50 anos, com mais de 1.400 municípios afetados, resultando no abandono forçado de lavouras por seus produtores (ONU, 2016).

Acredita-se que a hidroponia em escala comercial teve início na década de 1980 no Brasil, ganhando maior abrangência na década de 1990. O Estado de São Paulo é o maior produtor de produtos hidropônicos no Brasil. Porém, tem sido comum encontrar produtos hidropônicos, principalmente nos supermercados de grandes centros consumidores em outras regiões.

Ao contrário do cultivo convencional de hortaliças, a hidroponia dispensa o uso do solo, mas o fator que vem gerando maior destaque nesta modalidade de cultivo é a economia de água na produção.

Em entrevista concedida em um jornal local um agricultor, produtor de hortaliças no alto sertão da Paraíba, afirma redução de 85% de água em relação ao cultivo convencional. Isso é possível devido ao sistema de cultivo NFT ou técnica de fluxo laminar, em que a solução nutritiva é mantida em um reservatório coberto e bombeada para as canaletas ou perfis hidropônicos, retornando ciclicamente para o depósito de solução nutritiva, evitando o desperdício de água.

Diante dos problemas citados, o cultivo hidropônico vem surgindo como uma alternativa no cultivo de hortaliças na região nordeste, em especial no semiárido.

SISTEMAS DE CULTIVO

A hidroponia também se torna diferenciada por ser uma prática considerada mais “limpa” que a convencional, já que o produto hidropônico não mantém contato com o solo em nenhuma de suas fases no ciclo produtivo. Dentre os sistemas de cultivo podemos classificá-los em 'cultivo em campo aberto' e 'cultivo protegido'.

No campo aberto as plantas não são cultivadas no interior de estufas, elas ficam expostas, tornando-se mais vulneráveis a possíveis alterações climáticas como granizo, geadas, chuvas fortes, como também, ao ataque de pragas e doenças. Apesar da maioria dos produtores hidropônicos fazerem uso de cultivo protegido, alguns produtores, principalmente os de base familiar, garantem sua produção à céu aberto. Como a incidência de luz não é um fator limitante na Região Nordeste, e as altas temperaturas limitantes à produção, torna-se necessário o uso de telas de proteção e sombreamento (Figura1).



Figura 1. Alface cultivada hidroponicamente em ambiente aberto com tela de proteção contra o excesso de luminosidade em cultivo comercial em Petrolina-PE (Fonte: Produtor Hidroponia Hidro Vale).

No cultivo protegido, como o seu próprio nome sugere, as plantas são cultivadas em telados e ou estufas agrícolas (casa de vegetação). A estufa é coberta por um filme plástico que além de reduzir parte da luminosidade, também protege de chuvas e outros elementos climáticos (Figura 2). Além do filme plástico, também são usadas telas de sombreamento e telas de proteção nas laterais das estufas para evitar a entrada de insetos.



Figura 2. *Alface cultivada hidroponicamente em ambiente protegido (Fonte: Eliza Albuquerque).*

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2015), o Brasil é o país que mais utiliza agrotóxico no mundo. Esse é um assunto que desperta preocupação cada vez maior entre os consumidores. No cultivo hidropônico, principalmente nos cultivos protegidos, o controle químico é realizado quando ocorre alto nível de infestação da praga, haja vista, a redução na incidência de insetos devido a barreira provocada pelas telas laterais e filme plástico na cobertura. O cultivo protegido propicia homogeneidade na produção e garantia de ter o produto durante o ano todo, agregando valor ao produto.

ESTRUTURAS, TÉCNICAS UTILIZADAS NOS CULTIVOS COMERCIAIS E CAPTAÇÃO DE ÁGUA PARA PRODUÇÃO HIDROPÔNICA

O elevado investimento inicial necessário ao cultivo hidropônico tem sido citado como uma das desvantagens da hidroponia. A falta de distribuidores especializados em equipamentos para o cultivo hidropônico também contribui para a elevação dos preços e faz com que o produtor muitas vezes tenha que adaptar algumas estruturas. Em alguns casos, pequenos produtores, os sediados mais distantes de centros de distribuição, montam suas estruturas de forma artesanal. Perfis hidropônicos podem ser adaptados de canos de PVC e os orifícios são abertos utilizando-se uma broca serra copo (Figura 3). Bancadas e cavaletes para apoiar os perfis hidropônicos podem ser confeccionados com madeira.



Figura 3. Cultivo hidropônico de hortaliça em perfis hidropônicos de PVC sobre bancadas de madeira (Fonte: Produtor Hidroponia Hidro Vale).

As mudas podem ser produzidas na própria empresa onde serão cultivadas as hortaliças, ou adquiridas de viveiristas especializados na produção de mudas. Alguns produtores, especialmente os de médio e grande porte, optam pela produção de mudas utilizando a espuma fenólica, pois alegam que, por ser um produto industrializado e esterilizado, garante uma segurança maior na produção de mudas.

No entanto, a maioria dos produtores atualmente tem preferido produzir suas mudas em bandejas plásticas, utilizando como substrato, o pó de coco ou substratos comerciais.

O pó de coco tem sido frequentemente mais utilizado devido ser facilmente encontrado no mercado e com custos de aquisição inferior ao da espuma fenólica.

A técnica empregada no cultivo hidropônico varia de acordo com a espécie a ser cultivada. As hortaliças de fruto como o tomate, pimentão e berinjela são cultivadas, na maioria das vezes, em vasos com substratos, utilizando gotejamento. Essa técnica de sistema aberto de produção hidropônica, é mais utilizada por produtores de regiões em que a água não é um fator limitante para a produção. No sertão essa técnica deve ser evitada devido se tratar de um sistema aberto, o que resulta em perdas uma parte da solução nutritiva durante o processo.

Para a produção das hortaliças folhosas, como a alface, coentro, agrião e rúcula a técnica mais utilizada é o NFT (Figura 4). Também é possível se cultivar hortaliças folhosas em sistema aberto, em bancadas com substrato comercial ou pó de coco, irrigadas por gotejamento, onde se têm conseguido resultados satisfatórios principalmente para as ervas aromáticas e medicinais. Apesar de ser possível a produção de hortaliças, tais como cenoura, cebola e batata, não tem sido encontrado com facilidade ou mesmo comercial o cultivo hidropônico destas espécies ficando exclusivamente em nível de pesquisa.



Figura 4. Mudas de hortaliças folhosas produzidas hidroponicamente (Fonte: Eliza Albuquerque).

Conforme bem conceituada, a hidroponia é o conjunto de técnicas empregadas para o cultivo de plantas na ausência de solo. Para a produção de plantas, a disponibilidade de água é essencial. Na hidroponia os nutrientes essenciais para as plantas são dissolvidos na água formando a solução nutritiva. Para isso a água deve ser de boa qualidade, ser livre de patógenos e preferencialmente não conter excesso de sais, o que nem sempre é possível em regiões semiáridas.

A água é um recurso natural cada vez mais escasso. Formas de uso sustentável deste recurso vêm sendo amplamente discutido mundialmente. Na área úmida da região nordeste “Zona da Mata” a água necessária para a produção é encontrada relativamente em abundância. A água geralmente utilizada pelos produtores desta região é retirada de poços que em alguns casos, a cada ano necessitam de serem mais profundos para atingir a vazão desejada.

Na região semiárida a água é um recurso altamente limitante, por isso os agricultores buscam diversas alternativas para o suprimento de água. Entre as alternativas citadas pelos agricultores destaca-se a coleta em poços profundos, ocorrendo também a captação de água de rios perenes, barreiros e açudes e em alguns casos até mesmo que comprar água em “carros pipa”, visando atender as necessidades para a produção.

Alguns agricultores do Município de Petrolina possuem uma disponibilidade hídrica “privilegiada”, dada a proximidade da área de produção, às margens do rio São Francisco e situadas em projetos de irrigação implantado pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - CODEVASF. A priori tais agricultores não fazem nenhum tipo de tratamento químico da água captada passa por processo de filtração em seguida por decantação durante vinte quatro horas, sendo logo após é bombeada para o cultivo.

O uso de água de “carros pipa” ocorre apenas em caso de extrema necessidade ou como única forma de captação de água, já que o custo de obtenção da água nesse caso onera significativamente os custos de produção.

PRODUÇÃO EM GERAL

O cultivo de produtos hidropônicos é uma atividade em expansão em todas as regiões do Brasil. Na Região Nordeste tem sido uma alternativa de

fundamental importância para as áreas em que os recursos hídricos são escassos. O que tem despertado o interesse por diversos produtores convencionais em mudar para o sistema hidropônico.

De acordo com o Catálogo de Produtores Hidropônicos disponibilizado pela Revista Hidroponia (2015), existem 23 produtores, fornecedores e distribuidores cadastrados no banco de dados na Região Nordeste. Ainda de acordo com a revista, os produtores comercialmente ativos, estão presentes em seis dos nove estados da Região Nordeste. Como o banco de dados é composto apenas por produtores que entram em contato para o cadastramento, o número real de produtores desta região deve ser maior. Além desta fonte, foram incluídas informações recebidas a partir de técnicos de empresas comerciais que visitam áreas de produção com área de cultivo superior a 2000m².

Alguns produtores têm relatado que a falta de condições para o cultivo convencional de hortaliças foi o principal fator motivacional para a implantação de áreas de cultivo hidropônico. Porém, outro fator relevante é diminuição das áreas de cultivo próximas aos grandes centros consumidores, devido à expansão imobiliária, visto que em pequenas áreas podem-se obter maiores produtividades o que torna o sistema hidropônico uma alternativa viável economicamente.

Sendo, comuns grandes investimentos, no setor num raio de até 80 quilômetros de distância dos centros consumidores dos Estados do Ceará, Pernambuco, Bahia e Rio Grande do Norte (Tabela 1).

Tabela 1. Lista dos produtores, fornecedores e distribuidores da Região Nordeste cadastrados no banco de dados da Revista Hidroponia.

Nome comercial ou Produtor	Local/Estado
HIDROHORTA GAÚCHA	Eusébio /CE
EDSON WESTIN DIAS FILHO	Fortaleza /CE
FALTA NOME COMERCIAL	Tianguá /CE
JONATHAS NUNES DE MELO	Fortaleza /CE
RICARDO REGIS SOUSA SALES	Fortaleza /CE
TROPPLANT ORNAMENTAL RE FLORESTAL	Mossoró /RN
HIDROVERDE	São José de Mipibu /RN
RAFAEL LOPES FONTE BOA	Parnamirim /RN
JEAN PIERRE	Hipódromo - Recife /PE

HIDROCULTURA SEMPRE VERDE AGROJAPA	Recife /PE
HIDROVERD*	
HIDROPONIA COLINA BRANCA*	
PRODUTOS HIDROPÔNICOS DA SERRA*	Petrolina /PE
HIDROPONOS	Nazaré da Mata /PE
ADAIL DIAS DOS REIS	Petrolina /PE
ADINILSON NASCIMENTO PEREIRA	Vitória da Conquista /BA
YEMANJÁ AGRÍCOLA	Camaçari /BA
NATURE HIDROPONIA	Dias D'Ávila /BA
ESTAÇÃO VERDE	Feira de Santana /BA
JOSE AURICELIO TAVARES DE SANTANA	Bom Jesus da Lapa /BA
FALTA NOME COMERCIAL	Camaçari /BA
FALTA NOME COMERCIAL	Nova Floresta /PB
MARCO AURELIO FERREIRA VALOES	Cabedelo /PB
WA HIDROPONIA	Carrapateira /PB
HIDROGIPE	Aracaju /SE

* Fonte: PROPLANTA Agro Comercial Ltda.

Outro fator importante a ser observado, antes de se iniciar um projeto de produção hidroponica, são as condições climáticas. Regiões que apresentam microclima e brejos de altitude são ideais, por apresentarem temperaturas diurnas mais amenas. No Estado de Pernambuco é comum a presença de áreas produtivas na zona da Mata, Agreste e Sertão. Porém, as maiores empresas produtoras encontram-se situadas no Município de Chã Grande a 80 Km de Recife numa região de clima de brejo de altitude, onde encontramos duas maiores áreas produção do Estado que somam juntas mais de 10 ha. Já no semiárido, as áreas de cultivo normalmente são próximas de 0,2 ha com variações desde 10.000 a 25.000 pés de alface mensal, normalmente trabalham em regime familiar, com o auxílio de um ajudante para colher e comercializam seus produtos nos pontos comerciais locais.

Os hidrocultores geralmente são instalados próximos aos centros consumidores, para facilitar a venda dos seus produtos a supermercados, feiras e restaurantes. De acordo com a Tabela 2 as principais culturas comercializadas são: alface, rúcula, salsa e cebolinha. Folhosas como alface, coentro e rúcula parecem se adaptar muito bem ao sistema. Em todos os casos observados, a alface é a única folhosa que todos os agricultores produzem.

Tabela 2. Produção e comercialização de algumas espécies cultivadas hidroponicamente nos estados do Rio Grande do Norte, Pernambuco e Paraíba.

Estado	Produto	Comercialização Mensal	
Rio Grande do Norte	Agrião	2.500	Maços
	Alface americana	3.000	Unidades
	Alface crespa	40.000	Unidades
	Rúcula	16.000	Maços
Pernambuco	Abobrinha	650	kg
	Agrião	19.500	Maços
	Alface americana	42.500	Unidades
	Alface crespa	87.700	Unidades
	Alface francesa	18.000	Unidades
	Alface grega	2.000	Unidades
	Alface lisa	31.000	Unidades
	Alface mimosa roxa	10.000	Unidades
	Alface mimosa verde	10.000	Unidades
	Almeirão	1.500	Unidades
	Berinjela	3.300	kg
	Cebolina	4.500	Maços
	Chicória	2.100	Unidades
	Coentro	87.500	Maços
	Couve-folha	300	Maços
	Escarola	2.800	Maços
	Espinafre	1.900	Maços
	Hortelã	4.500	Maços
	Manjericão roxo	2.000	Maços
	Manjericão verde	4.000	Maços
	Maxixe	400	kg
	Menta americana	100	Maços
	Pepino japonês	88	kg
	Pimenta biquinho	10	kg
	Pimenta cambuci	200	kg
	Pimenta dedo de moça	200	Kg
	Pimenta malagueta	300	Kg
	Pimentão verde	7.200	Kg
	Pimentão colorido	6.500	Kg
	Pimentas sortidas	140	Kg
	Rúcula	18.300	Maços
	Salsa	7.600	Maços
	Salsão	1.600	Maços
	Tomate cereja	13.500	Kg
	Tomate grape	70	Kg
	Tomate Piccolo	1.000	Kg
	Vagem	100	Kg
PB	Alface crespa	10.000	Unidades
	Rúcula	4.000	Maços

Produtores das regiões mais próximas dos centros urbanos afirmam que o público consumidor de produtos hidropônicos é aquele que sabe o que é a hidroponia, que conhece a qualidade do produto hidropônico e que estão dispostos a pagar valores um pouco mais elevados em relação a produtos de cultivo convencional. Outros afirmam que o produto tem boa aceitação no mercado, mas a diferença nos valores pode ser um diferencial na hora da escolha pelo consumidor.

No que diz respeito às dificuldades enfrentadas pelos produtores hidropônicos, as que merecem maior destaque são: a falta de mão de obra qualificada e assistência técnica especializada; e a distância das empresas que vendem insumos para hidroponia. No Estado de Pernambuco são poucas as empresas especializadas na comercialização de produtos para hidroponia, em Recife existe uma empresa que comercializa produtos para hidroponia, a PROPLANTA Agro Comercial Ltda, distribuidora da marca “Hidrogood”, principal empresa que comercializa insumos, estufas, perfis e equipamentos voltados para a hidroponia, localizada em São Paulo.

BIBLIOGRAFIA

Catálogo dos Produtores Hidropônicos. Disponível em: <<http://www.revistahidroponia.com.br/catalogo/produtores.php>>

Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – C O D E V S F . Disponível em: <<http://www.codevasf.gov.br/principal/perimetros-irrigados/polos-de-desenvolvimento-1/juazeiro-petrolina>>

Ministério do Meio Ambiente, março de 2015. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/agrotoxicos>>

OLIVEIRA, L. B. SILVA, F. B. R.; ALMEIDA, J. C.; PARAHYBA, R. B. V.; SÁ, R. F. LESSA, A. S. N. Condições fito-edafoclimáticas do Nordeste. Parte III – Níveis de necessidade de calcário e de carências de potássio e de fósforo para os solos do Nordeste do Brasil. Recife, EMBRAPA-SNLCS. 1988.

ONU – Organização das Nações Unidas. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pior-seca-dos-ultimos-50-anos-no-nordeste-brasileiro-confirma-estatisticas-da-onu-sobre-escassez/>

SALCEDO, I. H. & SAMPAIO, E. V. S. B. Matéria orgânica do solo no bioma caatinga. In: Santos, G. A.; Silva, L. S.; Canellas, L. P.; Camargo, F. A. O. (Eds.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Metrópole, 2008. p. 419-441.

SAMPAIO, E.V.S.B. Overview of the Brazilian caatinga. In: Stephen, H.B.; Mooney, H.A.; MEDINA, E. (Eds.). Seasonally dry tropical forests. Ed. Cambridge University, 1995. p. 35-63.

SAMPAIO, E.V.S.B. Caracterização do bioma caatinga: características e potencialidades. In: GARIGLIO, M. A.; KAGEYAMA, P. Y. (Eds.). Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga. Brasília: Serviço florestal brasileiro, 2010. p. 29-48.



6 DEFESA SANITÁRIA NO CULTIVO HIDROPÔNICO

José Benjamin Machado Coelho, Engenheiro Agrônomo da UFRPE, Doutor em Ciência do Solo

José Vargas de Oliveira, Professor Titular da UFRPE, Doutor em Entomologia Agrícola

INTRODUÇÃO

A hidroponia é uma técnica alternativa para cultivo de plantas. Essa técnica permite colheitas em períodos mais curtos que nos cultivos tradicionais, maior produtividade das culturas e obtenção de produto com melhor aspecto.

As pragas e doenças constituem fatores limitantes da produção de qualquer cultivo. Ao produzir plantas em cultivo hidropônico pode-se reduzir a incidência de um grande número de problemas fitossanitários que se encontram associados ao solo, o que reduz drasticamente a aplicação de agrotóxicos (defensivos agrícolas). Como grande parte dos cultivos de plantas em hidroponia ocorre sob ambiente protegido propicia-se também uma diminuição drástica no uso de agrotóxicos, em virtude da barreira física formada pela tela lateral, a qual impede a entrada de insetos pragas e vetores de doenças. O controle no trânsito de pessoas à estufa agrícola e a adoção de medidas de caráter preventivo, também contribuem para reduzir de forma significativa, o uso dos agrotóxicos. Entretanto, alguns fatores favorecem a ocorrência de pragas e doenças em cultivos hidropônicos, tais como: cultivo adensado, temperatura e umidade do ar elevadas e o meio circulante da solução nutritiva que pode infestar o sistema rapidamente afetando todas as plantas.

Quando necessário, pode-se fazer uso de substâncias orgânicas e minerais (com baixa ou nenhuma toxicidade) que permitem ao produtor obter colheitas mais saudáveis e livres de resíduos tóxicos.

PRAGAS E DOENÇAS EM CULTIVOS HIDROPÔNICOS

As pragas mais frequentes em hortas hidropônicas são os pulgões, as lagartas e os besouros, enquanto que as doenças são causadas por fungos, bactérias e vírus (MAKISHIMA *et al.*, 2005).

Pulgões. São insetos picadores-sugadores (Figura 1), com 1 a 2 mm de comprimento, que vivem agrupados em colônias, alimentando-se das partes mais tenras das plantas. Excretam substância açucarada que atrai formigas e facilita o desenvolvimento de um fungo que forma uma crosta negra sobre as folhas (fumagina), dificultando a respiração e a fotossíntese do vegetal (WATANABE E MELO, 2006). São vetores muito eficientes na transmissão de diversos vírus. As culturas mais afetadas são: tomate, pimentão, pepino, repolho, brócolis e alface. As principais injúrias causadas pelos pulgões são: amarelecimento, enrolamento e enrugamento das folhas,



Figura 1. Pulgão (Fonte: Shipher Wu/ Flickr – CC BY-NC-SA 2.0).

subdesenvolvimento de flores, frutos e de toda a planta; há presença da fumagina devido ao depósito de excreções açucaradas nas folhas. Os pulgões podem ser controlados por inimigos naturais como joaninhas, sirfídeos e vespinha, ou inseticida alternativo ou caseiro, como calda de fumo ou de arruda (MAKISHIMA *et al.*, 2005).

Minadores. São larvas de moscas, medindo cerca de 10 mm de comprimento, que abrem minas nas folhas (Figura 2), as quais, quando muito infestadas, secam e caem. Os adultos são pequenas moscas (WATANABE E MELO, 2006). As culturas mais afetadas são: tomate, pimentão, berinjela, pepino e repolho. As principais injúrias provocadas pelos minadores são aberturas de galerias (minas) irregulares em forma de serpentina no limbo foliar, provocando secagem das folhas, e consequentemente redução da capacidade fotossintética da planta.

Moscas-brancas. São insetos picadores-sugadores, cujo adulto mede de 1,0 a 2,0 mm de comprimento (Figura 3), com quatro asas membranosas recobertas de cera branca. Apresentam alto potencial biótico, elevada capacidade de adaptar-se a novos hospedeiros e a diferentes condições climáticas, além da grande capacidade para desenvolver resistência aos inseticidas (ALENCAR E DIAS, 2010), sendo estes fatores responsáveis pelo seu difícil controle. As moscas-brancas são vetores de diversas viroses, em que as culturas mais afetadas são: tomate, pimentão, berinjela, pepino, repolho e abóbora. As principais injúrias provocadas pelas moscas-brancas são: cloroses, encarquilhamento, queda de folhas e redução do número de frutos (em infestações muito intensas em tomateiros).

Lagartas. Diversas espécies de lagartas atacam as hortaliças. As mais agressivas, como as mandarovás, podem destruir completamente a folhagem das plantas. Outras conhecidas como “brocas” perfuram e penetram em frutos, como os de tomate (Figura 4), berinjela e pepino. Devido às lagartas desenvolverem-se no interior dos frutos, o controle torna-se mais difícil (WATANABE E MELO, 2006). As principais injúrias provocadas pelas lagartas são redução da área foliar e presença de orifícios nos frutos.

As lagartas são naturalmente controladas por pássaros, alguns marimbondos e vespinhas, mas também podem ser combatidas por: esmagamento dos ovos e das lagartas, inseticida caseiro e calda de ovo branco para repelir a borboleta (MAKISHIMA *et al.*, 2005).



Figura 2. Folhas de tomateiro com injúrias causadas por inseto minador (Fonte: EMBRAPA).



Figura 3. Adulto de Mosca-branca. (Fonte: Alice Nagata).



Figura 4. Dano em tomate causado por lagarta (Fonte: Syngenta).



Figura 5. Colônia de cochonilhas. (Fonte: <http://www.flickr.com/photos/edgaragde/>).



Figura 6. Podridão mole dos frutos (*Erwinia spp.*). (Fonte: EMBRAPA).

Cochonilhas. São insetos picadores-sugadores (Figura5), com cerca de 5 mm de comprimento, cujas fêmeas podem ser encontradas fixadas sobre folhas, caules, frutos e raízes. Podem ter o corpo com ou sem carapaça, coberto com cera, prolongamentos laterais etc. Excretam substâncias açucaradas que atraem formigas e propiciam o desenvolvimento da fumagina. As fêmeas são ápteras e os machos alados, mas com apenas um par de asas funcionais e têm pequena longevidade. As culturas mais afetadas pelas cochonilhas são: tomate, pimentão e pepino. As principais injúrias provocadas pelas cochonilhas são: enrolamento e enrugamento das folhas devido à sucção de seiva e injeção de toxinas.

As doenças de plantas são mais difíceis de controlar por meios alternativos de que as pragas.

Míldio do tomateiro (fungo: *Phytophthora infestans*). Lesões marrom-escuras nas folhas e hastes. Essas lesões podem ser de tamanho reduzido à princípio, parecendo encharcadas (úmidas) ou apresentando bordas cloróticas, mas expandem-se rapidamente e se tornam necróticas.

Podridão mole dos frutos (bactéria: *Erwinia spp.*). Microorganismo que penetra por ferimentos nos frutos (Figura 6). Daí a importância de controlar os insetos vetores.

Vírus vira-cabeça do tomateiro. A virose é causada por várias espécies de tospovírus. Nas famílias Solanaceae e Compositae estão a maioria dos hospedeiros. Em tomateiros, quando a infecção ocorre na fase inicial da cultura, as perdas são consideráveis.

Além das doenças acima citadas também se destacam no cultivo hidropônico as causadas pelo *pythium*, o oídio e a esclerotínia.

MÉTODOS ALTERNATIVOS DE CONTROLE DE PRAGAS E DOENÇAS DAS PLANTAS

Para os hidroponistas existem alguns métodos alternativos para proteger a lavoura do ataque de pragas e doenças sem o uso de inseticidas orgânicos sintéticos, geralmente de elevada toxicidade para o homem e animais. O inseticida caseiro tem a vantagem de ser pouco tóxico ao homem e animais e sua ação ser de curto período, podendo-se consumir a hortaliça dois dias após aplicado (MAKISHIMA *et al.*, 2005). Podem ser de origem biológica, orgânicos ou naturais.

Para o controle de pragas e doenças comumente são utilizados extratos de plantas, óleos essenciais, caldas, óleos minerais, etc. Esses produtos podem provocar mortalidade, repelir os insetos e atuarem por contato e ingestão. E, quando utilizados em ambientes fechados, podem ter efeito fumigante. Os extratos podem ser preparados mediante: fermentação, infusão, maceração, etc. Os inseticidas feitos em casa não deixam de ser tóxicos ao homem. Por isso, deve-se ter muito cuidado durante a sua preparação e aplicação, não levando as mãos à boca, não fumando, não aspirando-os (MAKISHIMA *et al.*, 2005). Os extratos e preparados de plantas não utilizadas na alimentação humana só poderão ser utilizados em partes comestíveis de plantas cultivadas mediante estudos prévios que comprovem a inocuidade à saúde humana e aprovação por Organismos de Avaliação da Conformidade (OAC) ou por Organização de Controle Social (OCS). Os extratos de fumo, piretro, rotenona e nim (*Azadirachta indica*) para uso em qualquer parte da planta, deverão ter seu uso autorizado pelo OAC ou OCS. O uso da nicotina pura é proibido (VENZON *et al.*, 2010).

Calda de fumo de rolo. A nicotina é um alcalóide que se obtém do fumo, e um poderoso inseticida de fácil obtenção em pequenas propriedades agrícolas. É utilizado contra pulgões, lagartas pequenas, ácaros, cochonilhas e moscas-brancas (MAKISHIMA *et al.*, 2005).

Preparo. Colocar 800 ml de álcool em uma garrafa plástica de 1,5 litro. Colocar na garrafa 100 gramas de fumo de rolo picado, deixando por 24 horas. No dia seguinte, colocar 1 copo (200 mL) de água na garrafa, fechar bem, agitar e deixar em local escuro por 3 dias. Depois, coar a solução em pano fino, espremendo bem o fumo. Colocar o líquido em garrafa de vidro escuro ou de plástico escuro, bem fechada, nela escrito VENENO e guardar. Para preparo do espalhante adesivo ralar 50 g de sabão de coco (metade de uma barra de 100 g), colocar em 1 litro de água quente e misturar até dissolver completamente. Depois, misturar em 4 litros de água fria e guardar em recipiente de plástico. Antes de usar, agitar o recipiente. Para pulverizar, agitar o frasco e colocar 1 copo (200 ml) da calda de fumo em 2 litros do espalhante de sabão (ou meio copo para 1 litro), agitando bem a mistura (MAKISHIMA *et al.*, 2005). Existem na literatura variações dessa fórmula.

Salienta-se que o preparo e aplicação do produto deve ser efetuado com EPI (equipamento de proteção individual), a fim de evitar problemas de toxicidade.



Figura 7. Fumo de rolo.
(Fonte: www.luizberto.com).



Figura 8. Folhas de Nim com frutificações. (Fonte: commons.wikimedia.org).

Nim (*Azadirachta indica* A. Juss). É uma planta originária do sul da Ásia, que tem vários ingredientes ativos, sendo o principal a azadiractina. Seus derivados possuem além da ação de contato, ação sistêmica e translaminar. Pode ser obtido em preparações caseiras ou em produtos formulados, os quais estão disponíveis no mercado brasileiro (VENZON *et al.*, 2010).

Preparo (a partir das folhas). As folhas de Nim são coletadas juntamente com os talos e colocadas à sombra, em uma fina camada para secagem ao ar, por um período aproximado de dez dias, até ficarem desidratadas e quebradiças. Em seguida, deve-se separar as folhas do talo, visando o uso somente das folhas. Com o auxílio de um moinho, as folhas são moídas, para a obtenção do pó, que será utilizado no preparo do extrato. Para o preparo do extrato, colocam-se 150 g do pó de folha de Nim em um litro de água. Ao misturar o pó na água, deve-se mexer bem, para homogeneizar a mistura e, em seguida, deixar em repouso por 24 horas. Após esse período, filtrar o extrato, utilizando um tecido de algodão, evitando-se resíduos de partículas na calda (Viana *et al.* 2006).

Preparo (a partir das sementes). Coletar as sementes e despoldar. Depois colocar para secar à sombra. Separar quatro quilos de sementes sem a casca e pisar no pilão. A seguir colocar o pó das sementes em tambor com 200 litros de água. Deixar descansar por 12 horas. Antes de aplicar, coar e colocar 200 mL de detergente neutro ou sabão em pó. Armazenar em garrafas em local escuro por três dias. Assim, o preparado tem um poder maior de combate às pragas (Moura e Soares, 2006).

Aplicação. Fazer a aplicação por meio de pulverizadores.

Indicações. Principalmente no controle de lagartas, mosca-branca, pulgões e larvas de besouros.

Atualmente existe um produto comercial a base de Nim, denominado Azamax que está liberado para controle de pragas na agricultura orgânica. O mesmo tem se mostrado eficiente e de fácil uso.

Calda de pimenta, alho e sabão. O alho e a pimenta são geralmente cultivados para consumo humano, mas também podem ser usados na proteção de planta como inseticida, fungicida e antibacteriano, além de repelente de várias pragas.

Preparo. Picar e amassar uma cabeça de alho e duas pimentas vermelhas (malagueta). Ralar 25 g de sabão de coco e dissolvê-lo em 2 litros de água



Figura 9. Alho e pimenta. (Fonte: Benjamin Coelho).

quente, juntando o alho e a pimenta. Deixar em repouso até esfriar e depois coar em pano fino e aplicar (MAKISHIMA *et al.*, 2005).

Indicações: Principalmente para pragas de solanáceas (jiló, berinjela, pimentão e tomate). Esta calda pode ser utilizada no controle de pulgões, ácaros e cochonilhas, em hortaliças, flores e ornamentais (COSTA E CAMPANHOLA, 1997).

Calda bordalesa. É um excelente fungicida que atua também como repelente contra vários insetos. É obtida mediante a reação entre o sulfato de cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) e a cal virgem (CaO).

A calda bordalesa consiste na mistura de sulfato de cobre e óxido de cálcio, sendo utilizada especialmente como fungicida e como adubo foliar. Porém, em algumas culturas como olerícolas, têm sido usada com o intuito de controlar pragas, em especial ácaros (VENZON *et al.*, 2010).

Preparo. Em um balde de plástico, com 5 litros de água, dissolver 100 g de sulfato de cobre. A dissolução pode ser facilitada usando cerca de 1 litro de água quente. Em outro balde, com capacidade para 10 litros, colocar 100 g de cal virgem, adicionando vagarosamente a água, até obter uma pasta pouco consistente. Obtida esta pasta, continua-se colocando água, até completar 5 litros do chamado “leite de cal”. Em seguida, despejar os 5 litros da solução de sulfato de cobre no balde com “leite de cal”, agitando a mistura com auxílio de uma pá de madeira. Neste momento, antes de aplicar o produto na planta, é necessário fazer o teste da acidez. A calda bordalesa deverá ser aplicada com pH na faixa de 8 a 9. Estando a calda com o pH adequado, filtrar os 10 litros preparados, em peneira fina e/ou tecido de malha fina e abastecer o pulverizador. Depois de pronta, a calda tem validade por até três dias (MOTA, 2008).

Para melhor aderência da calda à planta, pode-se utilizar espalhantes adesivos.

Indicações. Controla a requeima, a pinta preta e a septoriose do tomate. Só iniciar a aplicação quando as plantas estiverem com 4 folhas ou mais. Controla a mancha púrpura e outras manchas da folha da cebola e do alho. Na beterraba controla a mancha das folhas (*Cercospora beticola*), enquanto na alface e chicória controla míldio e podridão de esclerotínia.

Na pulverização, as caldas inseticidas podem irritar as mucosas ou causar alergias no aplicador. Portanto, não pulverizar contra o vento, não esfregar



Figura 10. Cal virgem e Sulfato de cobre. (Fonte: comofazerumahorta.com.br).

os olhos com as mãos molhadas por elas e não aspirá-las. Após a preparação ou aplicação, lavar bem o rosto, as mãos e os equipamentos (MAKISHIMA *et al.*, 2005).



Figura 11. Mandioca. (Fonte: EMBRAPA).

Manipueira. É um subproduto ou resíduo da industrialização da mandioca, de aspecto leitoso e cor amarelo-claro que escorre de raízes da mandioca por ocasião da prensagem das mesmas, com vista à obtenção da fécula ou da farinha de mandioca.

Indicações.

- Acaricida: manipueira diluída em água (uma parte de manipueira para duas partes de água) – no mínimo, 3 pulverizações foliares, a intervalos semanais.
- Inseticida: manipueira diluída em igual volume de água (uma parte de manipueira para uma parte de água. Três pulverizações foliares, a intervalos semanais.
- Fungicida: controle de oídios e ferrugens; 100 mL de manipueira anteriormente diluída em igual volume de água) + 1g de farinha de trigo.

Óleos Minerais. Os óleos minerais matam insetos e ácaros por asfixia. Possuem algumas características favoráveis tais como, mínimo perigo à saúde humana, inaptidão de ácaros e insetos desenvolverem resistência e reduzidos custos. Recomenda-se empregar diluído em água, na concentração de 1 a 2%.

OUTROS MÉTODOS ECOLÓGICAMENTE ADEQUADOS DE CONTROLE DE PRAGAS E DOENÇAS EM PLANTAS

Controle biológico de pragas. Estudos demonstram que agricultores podem fazer uso de insetos inimigos naturais de pragas para fazer o controle. Consiste na regulação das populações de pragas através da liberação de seus inimigos naturais (predadores, parasitoides e patógenos). O sucesso na aplicação desses produtos depende, dentre outros fatores, do uso de produtos com qualidade, do momento correto da aplicação/liberação do produto/agente de controle biológico e da manutenção de condições adequadas à atuação e permanência desses agentes em campo (Nicholls e Altieri, 2007). Como exemplo tem-se o fungo *Trichoderma* sp. que controla o fungo *Pythium* sp, muito comum em cultivos hidropônicos causando podridão de raiz.

Controle cultural. A eliminação de frutas, folhas ou plantas doentes; rotação de cultura, como por exemplo cenoura-chicória-pimentão, alface-beterraba-couve, também podem ser usadas no sentido de minimizar a ocorrência de pragas e doenças (MAKISHIMA *et al.*, 2005).

Uso de armadilhas: Em algumas situações podem ser usadas também armadilhas luminosas que consistem na emissão de luz que atrai insetos de hábito noturno que voam (EMBRAPA, 2006) ou ainda armadilhas adesivas coloridas que se constituem de bandejas plásticas impregnadas de óleo. A cor amarela é atrativa da mosca-branca enquanto a cor azul é atrativa do trips (Figura 12).



Figura 12. Armadilha colorida amarela impregnada de mosca-branca (Fonte: promip-controlebiologico.blogspot.com) e armadilha colorida azul impregnada de tripses (Fonte: promip.agr.br).

Feromônios. Usados como alternativa no controle de pragas. Esses compostos são classificados de acordo com o contexto específico da comunicação entre os indivíduos. Assim, podem ser feromônios sexuais, de agregação, de alarme, de dispersão, de marcação de território, de trilha, etc (VENZÓN *et al.*, 2010).

BIBLIOGRAFIA

ALENCAR, J.A. de; DIAS, R. de C.S. Pragas. In: REIS, A. et al. Sistema de Produção da melancia. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. (Embrapa Semiárido. Sistema de produção, 6). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>.

COSTA. M.B.B. da; CAMPANHOLA. C. A agricultura alternativa no Estado de São Paulo. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1997, 63p. (Documentos. 7).

EMBRAPA. Controle alternativo de pragas e doenças das plantas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 27 p. (ABC da Agricultura Familiar, 4).

MAKISHIMA, N. et al. Projeto horta solidária: cultivo de hortaliças. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2005. 17p.

MOTTA, I. de S. Calda bordalesa: utilidades e preparo. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 2p.

MOURA, M.; SOARES, T. Uso do Nim: uma árvore de muitas utilidades. CAATINGA. Centro de Assessoria e Apoio aos Trabalhadores e Instituições Não Governamentais Alternativas, Ouricuri, 2006. 21p.

NICHOLLS, C.I.; ALTIERI, M.A. Projeção e implantação de uma estratégia de manejo de habitats para melhorar o controle biológico de pragas em Agroecossistemas. In: NICHOLLS, C.I. et al. Controle biológico de pragas através do manejo de agroecossistemas. Brasília: MDA, 2007. 16p.

VENZON, M. et al. Manejo de Pragas na Agricultura Orgânica, In: Paulo César de Lima, Waldênia de Melo Moura, Madelaine Venzon, Trazilbo José de Paula Jr, Maira Christina Marques Fonseca. Tecnologia para produção orgânica. EPAMIG URZM, p.107-128. 2010.

VIANA, P.A. et al. Uso do Extrato Aquoso de Folhas de Nim para o Controle de Spodoptera frugiperda na Cultura do Milho. Circular Técnica. Sete Lagoas: MAPA, 2006. 5p.

WATANABE, M.A.; MELO, L.A.S. Controle biológico de pragas de hortaliças. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente. 2006. 10p.





Realização:



Apoio:



Academia Pernambucana de Ciência Agronômica



MEMORIAL DA ENGENHARIA EM PERNAMBUCO



A hidroponia aplicada ao semiárido

Os princípios de funcionamento da hidroponia, que é o cultivo de plantas sem uso do solo, onde as raízes recebem uma solução nutritiva balanceada contendo água e todos os nutrientes essenciais ao desenvolvimento da planta, estão sendo considerados neste número dos Cadernos do Semiárido como possível alternativa para uso da hidroponia em áreas em que são pequenos ou escassos. Por recursos d'água.

Tendo em vista o êxito obtido por essa técnica da hidroponia, em regiões ou pequenas áreas dotadas de água, entende-se que mesmo em regiões carentes de recursos hídricos o cultivo de plantas (verduras, principalmente) pode representar uma boa alternativa. Basta que haja água para que as raízes das plantas possam estar suspensas em meio líquido ou apoiadas em substrato inerte (areia lavada por exemplo).

Como o Rotary está envolvido intensivamente nas ações desenvolvidas em apoio ao nosso semiárido, graças à participação diuturna e entusiasta do estimado e conceituado companheiro Mário de Oliveira Antonino, achei oportuno levar o meu incentivo aos clubes de Rotary do Distrito 4500 para que deem seu apoio a toda e qualquer ação que beneficie as populações do semiárido.

Pela hidroponia, as plantas são colocadas em canais ou recipientes por onde circula uma solução nutritiva, composta de água não necessariamente pura, porém, potável e de nutrientes dissolvidos em quantidades individuais que atendam à necessidade de cada espécie vegetal cultivada. Esses canais ou recipientes podem ou não ter algum meio de sustentação para as plantas, o substrato, como pedras ou areia.

A palavra hidroponia vem do grego, dos radicais hydro = água e ponos = trabalho. Apesar de ser uma técnica relativamente antiga, o termo hidroponia só foi utilizado pela primeira vez em 1935 pelo Dr. W. F. Gericke da Universidade da Califórnia. Essa técnica pode ser aplicada tanto em escala doméstica (pequenos vasos) bem como em escala comercial (grandes plantações em galpões).

Cordialmente,



JOÃO AZEVEDO DANTAS
Governador do Distrito 4500 – Ano 2016/17 do Rotary International

