

## **AQUAPONIA: UMA ALTERNATIVA DE AGRICULTURA DE HORTALIÇAS COM BASE NA AGROECOLOGIA**

**AQUAPONICS: AN ALTERNATIVE FOR AGRICULTURE OF VEGETABLES BASED ON AGROECOLOGY**

---

### **Thaís Ferreira de Oliveira Magalhães**

BACHAREL E LICENCIADA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS NO CENTRO UNIVERSITÁRIO SÃO JOSÉ; RIO DE JANEIRO – RJ.

### **Carem Cristina Araujo Valente**

BACHAREL E LICENCIADA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS. UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS, MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS. ESPÍRITO SANTO – ES.

### **Luan Cesar Fontes Moura**

LICENCIADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS NO CENTRO UNIVERSITÁRIO SÃO JOSÉ; RIO DE JANEIRO – RJ.

### **Carlos Alberto Soares Raimundo**

BACHAREL E LICENCIADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS. ÁRVORE ENGENHARIA; PATOS DE MINAS – MG.

### **Daniel Medina Corrêa Santos**

DOUTOR EM CIÊNCIAS NO CENTRO UNIVERSITÁRIO SÃO JOSÉ; RIO DE JANEIRO – RJ.

## RESUMO

O domínio das técnicas de cultivo conhecidas hoje teve início no século XVII na Europa Ocidental. A partir deste período, a agricultura em larga escala, aumentou a produção de alimentos e a expectativa em relação à erradicação da fome. Porém, o modelo trouxe uma série de preocupações ligadas a problemas sociais, econômicos e ambientais. Assim, um novo modelo de agricultura alternativa buscou estabelecer estilos de cultivo menos agressivos, capazes de proteger os recursos naturais e mitigar impactos negativos. A agroecologia é a ciência que estabelece as bases para estilos sustentáveis de agricultura. Neste trabalho comparamos a agricultura convencional com o sistema de aquaponia, mostrando os benefícios como alternativa sustentável baseada na agroecologia, através de dados na literatura, utilizando como referência estudos realizados com o cultivo da hortaliza *Lactuca sativa* L. Os dados apontam que a aquaponia oferece vantagens em comparação ao de agricultura convencional, como o uso reduzido de recursos não renováveis, redução do espaço de cultivo e dos impactos, trazendo benefícios para o meio-ambiente, o consumidor, a sociedade e o produtor.

**Palavras chaves:** Agricultura sustentável; *Lactuca sativa* L.; Meio Ambiente; Impacto Ambiental.

## ABSTRACT

The domain of cultivation techniques known today began in the 17th century in Western Europe. From this period on, large-scale agriculture increased food production and the expectation of eradicating hunger. However, the model brought a serie of concerns linked to social economic and environmental problems. Thus, a new mode of a alternative agriculture sought to establish less aggressive cultivation styles, capable of protecting natural resources and mitigating negative impacts. Agroecology is the science that lays the foundation for sustainable styles of agriculture. In this work we compare the conventional agriculture with the aquaponics system, showing the benefits as an sustainable alternative based on agroecology, through the data in the literature, using as reference studies conducted with vegetable crop *Lactuca sativa* L. The data show that aquaponics system offer advantages compared to the conventional agriculture, as a reduced use of non-renewable resources, reduction of cultivation space and impacts, bringing benefits to the environment, the consumer, the society and the producer.

**Keywords:** Sustainable Agriculture, *Lactuca sativa* L.; Environment; Environmental Impact.

## INTRODUÇÃO

As práticas de cultivo da terra tiveram início há mais ou menos dez mil anos, em alguns povos no norte da África e no oeste asiático. Contudo o domínio do homem sobre as técnicas de cultivo e produção ainda era precário e a fome dizimava milhares de pessoas (EHLERS, 2009). Apenas no século XVII, na Europa Ocidental, teve início a agricultura moderna, onde o homem começou a produzir alimentos em maior escala, juntamente com uma série de inovações tecnológicas, como adubos químicos, tratores e sementes melhoradas geneticamente, aumentando a produção de alimentos e trazendo grande esperança em relação a erradicação da fome (EHLERS, 2009). Este modelo tecnológico de produção agrícola foi conhecido como Revolução Verde (ALBERGONI; PELAEZ, 2007). Contudo este modelo trouxe também uma série de preocupações relacionadas à problemas sociais, econômicos e ambientais. Estabelecendo já naquela época vertentes contrárias a utilização de adubos químicos e agrotóxicos nos processos de produção (EHLERS, 2009). Este movimento contrário foi conhecido como agricultura alternativa, onde o homem busca estabelecer estilos de agricultura menos agressivos ao meio ambiente, capaz de proteger os recursos naturais de efeitos danosos como erosão de solos, poluição das águas, contaminação dos alimentos por resíduos agroquímicos, dilapidação das florestas e destruição da camada de ozônio, fugindo do estilo hegemônico da agricultura convencional (EHLERS, 1994).

O capítulo 4 da Agenda 21 (1992), diz que a pobreza e a degradação do meio ambiente estão estreitamente relacionadas, tendo como as principais causas da deterioração do meio ambiente mundial os padrões insustentáveis de consumo e produção. Sendo assim uma atenção deveria ser dada à demanda de recursos naturais gerada pelo consumo insustentável, bem como ao uso desses recursos, com o objetivo de reduzir ao mínimo seu esgotamento e reduzir a

poluição. Vasconcelos (2008) retrata em uma releitura de “Geografia da Fome”, de Josué de Castro de 1946, que a problemática da fome no Brasil, esteja muito mais associada às desigualdades sociais, a distribuição de alimentos e a falta de dinheiro para comprá-los, do que a carência de alimentos e capacidade de os produzir. Ehlers (2009) levanta uma questão que nos faz refletir se o surgimento da expressão “agricultura sustentável” significa que o atual padrão produtivo seria insustentável diante da insatisfação com o status quo.

A agroecologia às vezes é confundida como um modelo de agricultura, no entanto esta ciência estabelece as bases para a construção de estilos de agriculturas sustentáveis (ASSIS; ROMEIRO, 2002). Tornou-se uma vertente que busca transmitir uma estrutura metodológica para a compreensão de uma nova abordagem que integra os princípios agrônômicos, ecológicos e socioeconômicos, além da compreensão e avaliação do efeito das tecnologias sobre os sistemas agrícolas e a sociedade como um todo (EHLERS, 2009). A agroecologia não se apresenta como um modelo fixo e um método padrão, pois leva em consideração fatores da ecologia local, integrando a biodiversidade e componentes naturais para melhorar e diversificar a produção, reduzindo os danos ambientais (SCHUTTER, 2020). Assim, pode ser considerada como um modo alternativo de produção com objetivo não só de reduzir os impactos ambientais dos modelos tradicionais de cultivo, mas também reduzir impactos e diferenças sociais, uma vez que esta ciência não se preocupa apenas com o modelo de produção, mas também com um modo de vida sustentável (BENICÁ; BONATTI, 2020).

O consumo de hortaliças teve um grande aumento relacionado à mudança de hábitos alimentares da população, sendo assim, os consumidores das mesmas têm se tornado mais exigentes, havendo a necessidade de um produto de qualidade e que esteja em disponibilidade de mercado durante todo o ano (CARVALHO et al., 2017). A hortaliça *Lactuca sativa* L. é uma das hortaliças mais vendidas no Brasil (SANTOS et al., 2001), sendo possivelmente este sucesso de vendas atribuídas às características relacionadas ao paladar, valor nutritivo e produção de baixo custo, este caso pode ser reflexo do seu sabor, qualidade nutritiva e por ser uma hortaliça de baixo custo (COMETTI et al., 2004).

Neste contexto foi realizado uma comparação da agricultura convencional com o sistema de aquaponia, utilizando como modelo o cultivo de *Lactuca sativa* L. por meio de uma revisão da literatura, mostrando seus benefícios como alternativa para estilo atual de agricultura com base nos fundamentos da agroecologia.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho trata-se de um ensaio teórico, executado a partir da coleta de dados na literatura. Apresentando vantagens e desvantagens do sistema convencional de agricultura comparados com o sistema de aquaponia, realizadas por meio de levantamento de dados secundários publicados na literatura nacional e internacional. Buscamos uma análise crítica dos estudos e uma discussão dos resultados apresentados na literatura. De acordo com Matos et al. (2011) existem diversos grupos de alface no mundo. No mercado brasileiro predomina o consumo da alface cressa.

Na agricultura convencional os canteiros de alface geralmente possuem 1 m de largura e comportam três fileiras longitudinais com espaçamento 30cm entre plantas (MATOS et al., 2011), ou ocupando uma área de 0,0625 m<sup>2</sup> (AMARO et al., 2007), com uma densidade aproximada entre 100 e 160 indivíduos em 10 m<sup>2</sup> respectivamente.

A comparação, entre os métodos de cultivo, foi feita a partir de dados da produção da hortaliça *Lactuca sativa* L.. Utilizando como base para a comparação da produção no modelo tradicional a área de 10 m<sup>2</sup> e as informações por Matos et al. (2011).

As buscas literárias do conteúdo científico foram executadas a partir das plataformas de pesquisa Google Scholar® e ResearchGate®, utilizando os termos de busca, em português e em inglês: “agricultura convencional”, “*Lactuca sativa* L. agricultura”, “*Lactuca sativa* L. aquaponia”, “convetional agriculture”, “*Lactuca sativa* L. agriculture”, “*Lactuca sativa* L. aquapony”. Foram selecionados artigos, livros, capítulos de livros e monografias de pós-graduação *strictu senso*, que apresentavam discussão técnica e científica sobre os modelos de produção e cultivo da verdura *L. sativa* L. nos sistemas tradicional e de aquaponia. Também foram utilizados os documentos técnicos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), que fornecem orientações técnicas sobre as formas de produção com cultivo tradicional e de aquaponia.

Os resultados expostos foram compilados a partir da análise dos seguintes parâmetros, apresentado na literatura, relacionados à produção nos distintos sistemas: quantidade de hortaliças *Lactuca sativa* L. por unidade de área; quantidade de água para irrigação; ecotoxicologia do solo; contaminação de lençóis freáticos por descarga de efluentes; fertilização e nutrição da hortaliça; tempo de pousio; investimento em maquinários; incidência de pragas; e tempo de cultivo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### A produção nos dois tipos de sistemas

O sistema de aquaponia pode ser desenvolvido em pequena e larga escala, como por exemplo, para consumo próprio e familiar em sistemas caseiros. Estes, são sistemas menos complexos devido às dimensões reduzidas, no entanto, viabilizam um certo alívio para a demanda nos setores alimentícios. Outras escalas possíveis são as de médio e grande porte, caracterizadas como cultivos comerciais, que possuem fins lucrativos, com base no fornecimento dos produtos provenientes dos sistemas de cultivo. Os principais métodos de aquaponia utilizados no mundo são: “*Media Based Systems*”; “*Nutrient Film Technique Systems*” e “*Deep Flow Systems*” (HUNDLEY; NAVARRO, 2013).

O primeiro método, “*Media Based Systems*” (MBA), é o mais comum aplicado nas aquiculturas de pequena escala. Consiste no cultivo onde a biomassa vegetal é subordinada a um substrato de sustentação com fluxo contínuo d’água fornecido pelo tanque de peixes (AZAD et al., 2016; VENTURA et al., 2019). No entanto, sendo utilizados artifícios de granulometria ampla, permitindo o total escoamento, mantendo assim a umidade nas raízes, permitindo a elas, o processo de nitrificação em simbiose com nitrobactérias e absorção dos nutrientes conforme o fluxo d’água atinge as raízes das plantas, posteriormente retornando, com a qualidade necessária, para o desenvolvimento da biomassa animal.

Diferentes substratos podem ser utilizados no MBAS, cada qual apresentando vantagens e desvantagens específicas. No entanto, o meio deve ser orgânico e ter uma área de superfície adequada para permitir que as bactérias cresçam e a água flua para as raízes das plantas. Os mais comuns são: a argila expandida, cascalho, seixos e pedras vulcânicas (VENTURA et al., 2019). A escolha correta do substrato permite a criação de uma reserva nutritiva ao redor das raízes das plantas e fornece espaço de ar adequado para a respiração aeróbica (SIKAWA; YAKUPITIYAGE, 2010).

Em função da baixa necessidade de materiais técnicos para a composição e manutenção do sistema, essa metodologia é amplamente utilizada entre os produtores de pequena escala. Nesse sistema, fica dispensado o uso de tanques de decantação e biofiltros separados. A presença do substrato de cultivo atua como uma unidade de filtração e fornecimento área de superfície para o crescimento microbiano ao mesmo tempo, tornando o MBAS popular na aquaponia (RAKOCY et al., 2006; ZOU, Y., et al., 2016).

Na forma de cultivo “*Nutrient Film Technique Systems*” (NFTS) a parte vegetal do cultivo é organizada em linhas horizontais de desenvolvimento. Sendo utilizados, geralmente, tubos de PVC com um fluxo raso e contínuo de água rica em nutrientes fornecidos pela biomassa animal (VENTURA et al., 2019). Cada planta é colocada em vasos plásticos, perfurados para o desenvolvimento das raízes, dispostos em pequenos orifícios feitos ao longo das tubulações. As raízes dos indivíduos ficam parcialmente submersas, recebendo constantemente a suplementação nutritiva e oxigenação necessária para o metabolismo das plantas através da recirculação d’água (WILSON, 2005).

O NFTS é comum dentre os cultivos comerciais devido a sua viabilidade, facilidade de manejo e baixo custo da infraestrutura. Essa técnica também é mais útil em locais urbanos onde o espaço e a produção de alimentos são reduzidos. No entanto, para ser mantido em seu pleno funcionamento deve ser considerado um custo maior em relação às demais técnicas. Sua produção é estritamente direcionada às herbáceas e vegetais folhosos. Outro ponto negativo, é a necessidade do uso de tanques decantadores, separadores de sólidos e de biofiltros (AZAD et al., 2016; HUNDLEY; NAVARRO, 2013).

No “*Deep Flow Aquiculture Systems*” (DFAS), também conhecido como sistema de balsas, o cultivo ocorre em reservatórios, onde a biomassa vegetal é disposta em placas de material flutuante, geralmente isopor, contendo pequenos furos para suporte dos recipientes. As raízes das plantas ficam totalmente submersas na água, recebendo um aporte nutritivo contínuo. Comumente, os tanques de produção vegetal ficam separados dos tanques de produção animal (AZAD et al., 2016).

O DFAS é tido como a metodologia mais vantajosa em sistemas de larga escala devido sua eficiência na produção de biomassa e alcance de um maior número de safras por ano. No entanto, sua seleção de espécies vegetais é limitada às hortaliças e herbáceas. Além da necessidade de tanques anexos para coleta de sólidos e um investimento maior para um sistema de aeração para as raízes das plantas (HUNDLEY; NAVARRO, 2013). Dependendo do tamanho dos tanques e do sistema produtivo de hortaliças não há a necessidade de filtros (VENTURA et al., 2019).

Aqui usaremos como referência o estudo realizado por Carneiro et al. (2016) testado e validado no Laboratório de Pesquisa em Aquaponia da Embrapa Tabuleiros Costeiros (Lapaq), em Aracaju, Sergipe, ocupando a área de aproximadamente 10 m<sup>2</sup>. Este sistema, que utiliza o método de cultivo em canaletas.

O sistema apresentado por Carneiro et al. (2016) é modelado para o cultivo de hortaliças e outros vegetais. Assim, aqui iremos considerar e adaptar para a produção apenas de hortaliças como a alface. Para isso sistema é composto, por um tanque de criação de peixes de 1m<sup>3</sup>, um filtro decantador de 240 L, um filtro biológico de 240 L, dez canaletas de PVC de 3 m de comprimento com 0,075m de diâmetro, com distâncias entre canaletas de 0,13 m e entre orifícios na mesma canaleta para o plantio de vegetais de 0,25 m, com orifícios de 0,05 m para melhor aproveitamento do espaço, totalizando uma produção de 100 pés. O que corresponde a aproximadamente 62,5% da produção comparado com a apresentada por Matos et al. (2011), utilizada em um método convencional de agricultura. Porém, ao considerarmos apenas a área de cultivo das hortaliças, de aproximadamente 6 m<sup>2</sup>, a produção corresponde à, aproximadamente, 167% ou 104% da produção, em uma área equivalente do cultivo tradicional, levando em consideração as densidades apresentadas por Matos et al. (2011) e Amaro et al. (2007), respectivamente.

No entanto, o sistema de aquaponia produz não somente a hortaliça, mas também a proteína animal. Carneiro et al. (2016) recomenda que a introdução dos peixes no sistema seja realizada de forma parcelada, com 20 animais, pesando entre de 30-40 g, a cada 60 dias. O autor recomenda que a primeira despesca seja realizada após 180 dias, quando os peixes da primeira coorte já devam ter atingido um peso de 500 g. Nesse caso, o sistema operará totalmente apenas seis meses após o início do processo, trabalhando com uma quantidade rotativa de 60 peixes.

Várias são as espécies de peixes que podem ser implementadas neste sistema como, por exemplo: *Ictalurus punctatus* (Rafinesque, 1818) (bagre americano), *Micropterus salmoides* (Lacépède, 1802) (achigã), *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) (truta arco-iris), *Lates calcarifer* (Bloch 1970) (perca gigante), *Maccullochella peelii* (Mitchell, 1838) (bacalhau australiano do rio), *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766) (beijupirá), *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (pacu), *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (tambaqui), *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829) (pintado), *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) (robalo), *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) (jundiá), o *Astyanax lacustris* (Lütken, 1875) (lambari-de-rabo-amarelo) (HUNDLEY; NAVARRO, 2013; CARNEIRO et al., 2016; OLIVEIRA, 2017; PINHO et al., 2021). Para a criação de peixes ornamentais, pode ser utilizada a carpa colorida (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) (CARNEIRO et al., 2016;). Também é possível a utilização de crustáceos no sistema, como o *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (camarão-da-Amazônia) (CASTELLANI et al., 2009). Entretanto, de acordo com Carneiro et al. (2015) a tilápia-do-Nilo (*O. niloticus* Linnaeus, 1758), tem sido a espécie mais utilizada na produção de sistemas de aquaponia por ser um peixe rústico e resistente, apresentar boa conversão alimentar, tolerar altas densidades de estocagem por ter, em geral, bom valor comercial.

Apesar da tilápia-do-Nilo apresentar um grande potencial para o uso em sistemas de aquaponia, nem sempre este peixe é bem aceito pela população, ademais, esta é uma espécie introduzida nos sistemas brasileiros. No entanto, a escolha da espécie para o cultivo, deve levar em consideração as características do próprio sistema e dos mercados locais, onde pretende-se comercializar a proteína (PINHO et al., 2021).

Segundo Silva et al. (2013) dependendo do sistema de produção, o espaço utilizado na aquaponia pode ser inferior àquele utilizado nos sistemas tradicionais, gerando economia nos custos de espaço e produção. O rendimento do vegetal na aquaponia, tem mostrado equivalência em relação a diversas plantas cultivadas em sistemas hidropônicos (CELESTRINO et al., 2018; JORDAN et al., 2018).

#### O consumo de água

Comparada à agricultura tradicional, a aquaponia demonstra ser superior e mais vantajosa em diversos parâmetros. Um desses parâmetros é a quantidade de água utilizada relativa à irrigação das plantas, utilizando um volume menor (FERREIRA, 2013). A água é reutilizada através do seu tratamento para a remoção dos resíduos tóxicos que tem origem justamente em função de seu reaproveitamento. Entretanto, esses subprodutos tóxicos também podem ser reutilizados se houver um direcionamento para plantações secundárias, o que pode gerar um ganho adicional ao sistema (RAKOCY et al., 2006).

De acordo com Valiati et al. (2012) a agricultura é a atividade humana que mais utiliza água no mundo, correspondendo a cerca de 72% da água doce total consumida. Estima-se que no Brasil esse consumo chegue a 63% (VALIATI et al., 2012).

O cultivo de alface é extremamente exigente em água, em todo seu ciclo (MATOS et al., 2011) dependendo principalmente das condições climáticas, tipo de solo, espécie e fase do ciclo da planta (AMARO et al., 2007). Normalmente é recomendado, para o cultivo em solo, irrigações diárias para hortaliças folhosas de 4 a 10 litros de água por metro quadrado de canteiro, divididos em dois períodos, sendo um pela manhã e outro a tarde (SIMÃO, 1956; AMARO et al., 2007). No entanto, melhores resultados podem ser alcançados com irrigação de 15 litros de água diários

por metro quadrado e havendo aumento de peso das alfaces em função do aumento da quantidade de água (SIMÃO, 1956). Durante as fases iniciais do ciclo devem ser feitas irrigações mais frequentes e com menor volume, e com menor frequência e maior volume do meio para o final do ciclo. Porém deve-se monitorar a da umidade do solo para a determinação dos períodos e intensidade de rega (AMARO et al., 2007). Cabe ressaltar que a irrigação, no sistema tradicional, deve observar o ponto de saturação dos solos cultivados.

No Brasil, são utilizados diferentes tipos de sistemas de irrigação, no entanto o sistema de aspersão e de gotejamento são os mais frequentes para a cultura de alface (MATOS et al., 2011). O sistema de irrigação por aspersão deve ser instalado após o levantamento dos canteiros e normalmente é montado com espaçamento de 12 x 12 m entre os aspersores. Assim como o sistema de irrigação por aspersão, o sistema de irrigação por gotejamento deve ser instalado na mesma fase, geralmente dois tubos gotejadores são instalados em um espaçamento de 30 cm (MATOS et al., 2011).

Um sistema de aquaponia em pleno funcionamento só necessita de reposição da água perdida por evaporação e evapotranspiração dos vegetais (CANASTRA, 2017), pois trata-se de um sistema fechado de recirculação de água. Tornando esse sistema mais eficiente na utilização da água tendo uma economia de 90% no consumo destinado à produção de hortaliças em comparação ao cultivo tradicional (CARNEIRO, 2015). Com o intuito de reduzir ainda mais o uso de recursos naturais e os custos, na aquaponia, poderia ser integrado um sistema de captação de água da chuva, já que a pequena perda poderia ser facilmente compensada com pequenos reservatórios. Para o sistema tradicional, a construção de cisternas para armazenamento da água da chuva deverá ocupar uma grande área, uma vez que é necessário um grande volume diário para a irrigação.

#### A utilização de insumos

O consumo de agrotóxicos no Brasil aumentou de forma expressiva em 2008, fazendo com que o país assumisse o posto de maior mercado consumidor de agrotóxico no mundo na década passada (GOMES; BARIZON, 2014).

Ao final do século XX o Brasil teve um avanço em relação a legislação, com a publicação da Lei 9.974, de 06 de junho de 2000 que alterou a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que estabeleceu, em suas diretrizes, um processo de logística reversa para o recolhimento das embalagens vazias de agrotóxicos (BRASIL, 2000). Logo em seguida foi criado o Sistema Campo Limpo, programa gerenciado pelo Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (INPEV), onde é realizado o processo de logística reversa das embalagens vazias de agrotóxicos (INPEV, 2013). O efeito desta medida reduziu a exposição do solo a estas substâncias e, conseqüentemente, a exposição ao ar e a água (GOMES; BARIZON, 2014).

As informações sobre a presença de agrotóxicos nos solos, em águas superficiais e em águas subterrâneas são limitadas em todas as regiões do país (GOMES; BARIZON, 2014). Os relatos mais antigos referem-se principalmente aos compostos organoclorados, resultantes de aplicações sucessivas na cafeicultura entre as décadas de 50 e 70 (GOMES; BARIZON, 2014).

Outra importante contaminação é aquela por coliformes fecais. Em um estudo realizado por Abreu et al. (2010) não foi constatada contaminação no solo, mas foi verificada contaminação da água e, conseqüentemente, da alface colhida. Os resultados encontrados são similares aos observados por Souto (2005), nos quais a água utilizada na irrigação foi o foco de contaminação das hortaliças, com índices inaceitáveis pela legislação vigente. Por isso, o consumo de hortaliças cruas é um importante meio de transmissão de doenças infecciosas e parasitárias na população, em função das contaminações geradas pelo processo de irrigação (TAKAYANAGUI et al., 2000).

A análise do solo é um método de avaliação das propriedades químicas e físicas presentes no solo e a partir desta avaliação é possível saber a quantidade existente de nutrientes, de matéria orgânica e o nível de acidez do solo, bem como sua textura. Possibilitando determinar suas limitações e necessidades de corretivos e fertilizantes para o plantio (MATOS et al., 2011).

As hortaliças necessitam de macronutrientes [nitrogênio (N); fósforo (P); potássio (K); cálcio (Ca); magnésio (Mg); enxofre (S)] em maiores quantidades, e micronutrientes [manganês (Mn); zinco (Zn); cobre (Cu); ferro (Fe); molibdênio (Mo); boro (B); cloro (Cl)] em menores quantidades (AMARO, 2007). Na agricultura convencional esta suplementação do solo é realizada a partir da adubação por fertilizantes, adubação mineral ou de forma orgânica (MATOS et al., 2011).

As análises de trocas catiônicas (CTC), que devem ser realizadas a cada dois anos, também são importantes para monitorar o equilíbrio da retenção de nutrientes, onde é feito uma relação entre cálcio e magnésio, cálcio e potássio e magnésio e potássio junto com a condutividade elétrica do solo (MATOS et al., 2011).



Os resíduos da piscicultura, provenientes do fornecimento da ração dos peixes nem sempre possuem concentrações adequadas de nutrientes para o crescimento normal dos vegetais, e em alguns casos é necessário a suplementação de Cálcio (Ca), Ferro (Fe), Fósforo (P) e Potássio (K) (FALLOVO et al., 2009; NICOLETTO et al., 2018). Normalmente, nos cultivos tradicionais, o cálcio e o potássio são suplementados pelo uso do hidróxido de cálcio e hidróxido de potássio utilizados para a manutenção do pH (QUEIROZ et al., 2017). A relação de insumos (ração) utilizado em relação à quantidade de nutrientes que será disponibilizado para as plantas pode ser calculada de 60 a 100 gramas de ração por dia para produzir 1m<sup>2</sup> de produção vegetal (RAKOCY, 2006), o equivalente à aproximadamente 16 pés da hortaliça. Utilizando as razões alimentares para a espécie de peixe de tilápia-do-Nilo apresentadas por Ventura et al. (2019), temos uma relação de 13 peixes para cada metro quadrado de área cultivada.

O fornecimento de ração é essencial dentro de um sistema de aquaponia, isto porque, as excretas dos peixes provenientes da alimentação consistirão na fonte de compostos nitrogenados, convertidas em nutrientes via ciclos biológicos e serão absorvidos pelas plantas, sendo as bactérias nitrificantes responsáveis pela conversão da amônia (NH<sup>3</sup>) em nitrito (NO<sup>2-</sup>) e deste em nitrato (NO<sup>3-</sup>) (CANASTRA, 2017). Desta forma a amônia, produto de excreção dos peixes, classificada como tóxica para um sistema isolado de cultivo de peixes, ou seja, sem o processo de aproveitamento por outros organismos, são transformadas em nutrientes que serão assimilados pelas plantas, deixando de acumular neste (CANASTRA, 2017).

A exploração permanente da terra causa o seu desgaste por meio da diminuição dos nutrientes que a compõem e tem, por consequência, a redução de sua produtividade (AMARO et al., 2007). No entanto, a degradação deste solo pode ser revertida por meio de técnicas de rotação de culturas e pousio (AMARO et al. 2007; CARVALHO et al., 2013). O pousio é uma técnica que mantém uma área sem cultivo por certo período, para restabelecer os nutrientes perdidos com o plantio anterior (Carvalho et al., 2013).

A amônia e o nitrito são tóxicos para os peixes em baixa concentração, enquanto o nitrato apresenta uma curva inversa de toxicidade, tornando-se tóxico para a população em altas concentrações. Deste modo, para reduzir a concentração destes compostos no sistema de cultivo, o plantio das mudas pode realizado primeiro para que a redução da toxicidade ocorra de imediato, com o aproveitamento destes nutrientes de forma concomitante com o lançamento destes pelo metabolismo dos peixes, melhorando a qualidade da água e reduzindo perdas no ambiente (CARVALHO et al., 2017).

Os custos da produção da alface na agricultura convencional em relação a utilização de insumos e serviços dentro deste sistema são: adubo mineral (bórxax, sulfato de zinco, uréia, sulfato de amônia, superfosfato, cloreto de potássio), adubo orgânico (esterco de galinha), agrotóxico (imidacloprido, iprodiona, parationa-metílica, aplicação), irrigação (energia elétrica, aspersão, água), substrato para as mudas, mecanismos de adubação (foliar, adubação de cobertura, distribuição manual, incorporação mecânica), capina (manual), colheita, lavagem, classificação, acondicionamento, processamento das mudas (bandejas, sementes), preparação do solo (levantamento de canteiro com encanteirador, gradagem), transporte, mão de obra, maquinário, ferramentas e equipamentos (MATOS et al., 2011).

Em geral, um sistema de aquaponia é constituído por cinco partes: um ambiente de piscicultura onde se encontra a criação de peixes, o filtro decantador de sólidos, o filtro biológico onde é encontrada a cultura de bactérias, um ambiente hidropônico onde se encontra o cultivo de vegetais e o sistema de aeração. No entanto, dependendo do tipo de cultivo, desenho e materiais disponíveis, elementos podem ser somados ou estar ausentes como citado por Ventura et al. (2019). O ambiente de criação de peixes pode ter dimensões diversas dependendo do objetivo da produção, o sistema de aquaponia pode ser desenvolvido para consumo próprio e familiar em sistemas caseiros e com menos tecnologia, no meio urbano, em casas, varandas de edifícios ou até mesmo em grandes escalas e com a utilização de mais recursos tecnológicos (VENTURA et al., 2019).

Uma das vantagens deste sistema de cultivo é possibilidade de utilização de diversos materiais recicláveis na sua montagem, tais como: tonéis, container do tipo IBC, caixa d'água (para criação de peixes), garrafas pets, corda de nylon, balde de plástico alimentício reutilizável, pedras brita, pedaços de tijolos no biofiltro, garrafas pets, cano de PVC, copo plástico como recipiente para a germinação e fixação dos vegetais) (CARNEIRO et al., 2016). Demonstrando uma redução do consumo e redução dos impactos na biodiversidade do planeta.

As doenças em hortaliças são ocasionadas principalmente por fungos, bactérias, vírus e nematoides. Seu controle é feito a partir de um manejo adequado como equilíbrio de adubações, eliminação de restos de culturas contaminadas, controle de irrigação, uso de cultivares resistentes, sementes certificadas, rotação de culturas e plantio em épocas favoráveis à hortaliça Matos et al. (2011). Os defensivos agrícolas são recomendados apenas em condições de danos econômicos, sendo os inseticidas e os fungicidas os principais defensivos utilizados no controle de doenças e pragas nas hortaliças (AMARO et al., 2007).

Alguns produtos naturais também são utilizados como defensivos biológicos como alternativa, principalmente em agricultura familiar. Dentre eles: extrato de nim, fumo, cravo-de-defunto, pimenta, cebola, camomila, losna, calda de sabão neutro, calda sulfocálcica e outros. Por sua vez, estes defensivos biológicos têm sua eficiência limitada ao início dessas doenças ou da infestação das pragas (AMARO et al., 2007).

#### Aquaponia como prática agroecológica

A agricultura convencional tem como foco principal a alta produção e maximização dos lucros, o que muitas vezes faz com que deixe de lado a preocupação com o meio ambiente, a forma de descarte de efluentes e o padrão de uso dos recursos naturais não renováveis (MARIANI; HENKES, 2015).

Nesse contexto a aquaponia estabelece um sistema de cultivo de agri-aquicultura, combinando técnicas de aquicultura com agricultura de base hidropônica, com a vantagem do compartilhamento e redução do uso de recursos, estabelecendo uma prática mais sustentável do que aquelas praticadas nos cultivos isolados (GOODEK; LENNARD, 2019). Neste modelo há uma relação simbiótica entre os peixes e vegetais, onde os peixes fornecem nutrientes para o desenvolvimento das plantas, que por sua vez, ajudam a purificar a água evitando a eutrofização do sistema. (GOODEK et al., 2015; PALM et al., 2020). A aquaponia apresenta-se como alternativa sustentável para a produção de alimentos, em função da redução dos impactos para o meio ambiente (GOODEK et al., 2015).

No Brasil, esta ocorre em estágio experimental e está embasada nas tecnologias publicadas na literatura internacional, proveniente, principalmente, de países com escassez de oferta hídrica, como Austrália, Estados Unidos, Israel e México, o que os obriga a buscar alternativas viáveis para a produção de alimentos com o máximo aproveitamento de água (HUNDLEY, 2013).

Este sistema tem grande potencial acerca da redução dos impactos na biodiversidade do planeta, isto porque tem a capacidade de reduzir drasticamente a área necessária para produção de plantas e organismos aquáticos, diminuindo consideravelmente as áreas de cultivo, o desmatamento e consequentemente a emissão de gases de efeito estufa (MARTINELLI et al., 2010; DELONGE et al., 2016). Sendo assim esse sistema ajusta-se de perto à definição de agricultura sustentável, pois combina a produção de plantas e animais integrada ao fluxo de nutrientes por ciclos biológicos naturais, possuindo diversos benefícios para o produtor, o meio-ambiente, o consumidor e a sociedade (KÖNIG et al., 2018).

## CONCLUSÕES

Dada à importância da conservação dos ecossistemas, conservação dos recursos renováveis e não renováveis e de uma alimentação mais saudável, podemos mensurar a importância deste trabalho, trazendo o sistema de aquaponia como uma alternativa de agricultura sustentável, em relação aos sistemas tradicionais de cultivo. Existe extensa literatura internacional que apresenta pesquisas e desenvolvimento de tecnologias de cultivo para aprimorar os ganhos e reduzir as perdas no processo de produção na aquaponia. No entanto, no Brasil, ainda é incipiente o estudo sobre as possibilidades de cultivo utilizando a aquaponia. Existe uma série de documentos que dão suporte para aqueles que desejam iniciar o cultivo, mas são poucas as pesquisas para prospectar novas tecnologias e formas de cultivo visando a difusão do uso deste sistema, ampliando a diversidade de cultivo tanto das hortaliças, como dos organismos da fauna aquática.

Os dados aqui apresentados demonstram que o sistema de aquaponia se destaca vantajosamente em diversos parâmetros em comparação ao sistema de agricultura convencional adotado no Brasil. É possível observar que este sistema traz diversos benefícios ao meio-ambiente, ao consumidor, a sociedade e ao produtor. Com a difusão e aumento das produções em pequenas e médias escalas de aquaponia, é possível reduzir custos operacionais com transporte e distribuição das hortaliças e da biomassa animal, uma vez que os pontos de produção podem estar cada vez mais próximos dos locais de consumo. Com isso, há uma diminuição das emissões de gases de efeito estufa e o consumo de combustível fóssil utilizado no transporte. Há também a redução dos impactos ambientais, já que é reduzido drasticamente a quantidade de efluentes, a quantidade de insumos e produtos químicos e reduz as áreas de cultivo e consequentemente de desmatamento, pois em pequenas áreas é possível o cultivo de hortaliças e de biomassa animal.



## REFERÊNCIAS

- ABREU, I. M. de O.; JUNQUEIRA, A. M. R.; PEIXOTO, J. R.; OLIVEIRA, S. A. de. Qualidade microbiológica e produtividade de alface sob adubação química e orgânica. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30(supl.1): 108-118, 2010. 10.1590/S0101-20612010000500018
- ALBERGONI, L.; PELAEZ, V. Da Revolução Verde à agrobiotecnologia: ruptura ou continuidade de paradigmas? *Revista de Economia*, 33(1): 31-53, 2007. 10.5380/re.v33i1.8546
- AMARO, G. B.; SILVA, D. M. da; MARINHO, A. G.; NASCIMENTO, W. M. Recomendações técnicas para o cultivo de hortaliças em agricultura familiar. *Embrapa Hortaliças Circular Técnica*, v.47, p.16, 2007 Disponível em: <[https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPH-2009/33346/1/ct\\_47.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPH-2009/33346/1/ct_47.pdf)> Acesso: 29 out. 2020
- ASSIS, R. L.; ROMEIRO, A. R. Agroecologia e agricultura orgânica: controvérsias e tendências. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 6: 67-80, 2002. 10.5380/dma.v6i0.22129
- AZAD, K. N.; SALAM M. A.; AZAD, K. N. Aquaponics in Bangladesh: current status and future prospects. *Journal of Bioscience and Agriculture Research*, 7(2): 669-677, 2016. 10.18801/jbar.070216.79
- BENICÁ, D.; BONATTI, L. C. Agroecologia: uma opção de sustentabilidade no campo e na cidade. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 15(5): 191-203, 2020. 10.33240/rba.v15i5.23201
- BRASIL. Lei nº9.974, 6 de junho de 2000. Diário Oficial da União, 2000. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9974.htm#:~:text=Altera%20a%20Lei%20no,o%20registro%2C%20a%20classifica%C3%A7%C3%A3o%2C%20o](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9974.htm#:~:text=Altera%20a%20Lei%20no,o%20registro%2C%20a%20classifica%C3%A7%C3%A3o%2C%20o)>. Acesso em: 30 out. 2020
- CANASTRA, I. I. de O. Aquaponia: Construção de um sistema de aquaponia a uma escala modelo e elaboração de um manual didático. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Porto, 2017. 143p.
- CARNEIRO, P. C. F.; MORAIS, C. A. R. S.; NUNES, M. U. C.; MARIA, A. N.; FUJIMOTO, R. Y. Produção Integrada de Peixes e Vegetais em Aquaponia. *Embrapa Tabuleiros Costeiros, Documentos*, n. 189, 2015, 27p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142630/1/Doc-189.pdf>>. Acesso: 18jun. 2020
- CARNEIRO, P. C. F.; MARIA, A. N.; FUJIMOTO, R. Y.; NUNES, M. U. C. Sistema Familiar de Aquaponia em Canaletas. *Embrapa Tabuleiros Costeiros: Circular Técnica*, n. 81, 2016, 16p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/156272/1/CT-81.pdf>>. Acesso: 29 out. 2020
- CARVALHO, A. R.; BRUM, O. B.; CHIMÓIA, E. P.; FIGUEIRÓ, E. A. G. Avaliação da produtividade da aquaponia comparada com hidroponia convencional. *Revista Eletrônica de Extensão da URI*, 13(24): 79-91, 2017.
- CARVALHO, W. P. de; CARVALHO, G. J. de; ABBADE NETO, D. de O.; TEIXEIRA, L. G. V. T. Desempenho agrônomico de plantas de cobertura usadas na proteção do solo no período de pousio. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 48(2): 157-166, 2013
- CASTELLANI, D.; CAMARGO, A. F. M.; ABIMORAD, E. G. Aquaponia: aproveitamento do efluente do berçário secundário do Camarão-da-Amazônia (*Macrobrachium amazonicum*) para produção de alface (*Lactuca sativa*) e agrião (*Rorippa nasturtium aquaticum*) hidropônicos. *Bioikos*, 23(2): 67-75, 2009.
- CELESTRINO, R. B.; VIEIRA, S. C. Sistema Aquapônico: Uma forma de produção sustentável na Agricultura Familiar e em área periurbana. *Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar* 4(1): 71-85, 2018.

COMETTI, N. N.; MATIAS, G. C. S.; ZONTA, E.; MARY, W.; FERNANDES, M. S. Composto nitrogenado e açúcares solúveis em tecidos de alface orgânica, hidropônica e convencional. *Horticultura Brasileira*, 22(4): 748-753, 2004. 10.1590/S0102-05362004000400016

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO - Agenda 21. Rio de Janeiro, 1992.

DELONGE, M. S.; MILES, A.; CARLISLE, L. Investing in the transition to sustainable agriculture. *Environmental Science & Policy*, 55(parte 1): 266-273, 2016. 10.1016/j.envsci.2015.09.013

EHLERS, E. A agricultura alternativa: uma visão histórica. *Estudos Econômicos*, 24(especial): 231-262, 1994.

EHLERS, E. O que é Agricultura Sustentável. Coleção primeiros passos 335. São Bernardo do Campo, SP. Editora Brasiliense, 2009. 92p.

FALOVO, C.; ROUPHAEL, Y.; REA, E.; BATTISTELLI, A.; COLLA, G. Nutrient solution concentration and growing season affect yield and quality of *Lactuca sativa* L. var. *acephala* in floating raft culture. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 18(10): 1682-1689, 2009. 10.1002/jsfa.3641

FERREIRA, B. da S. M. P. Aquaponia: Exploração de uma hipótese. Dissertação (Mestrado em Tecnologia, segurança e qualidade alimentar) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa, Lisboa, 2013. 23p.

GOMES, M. A. F.; BARIZON, R. R. M. Panorama da Contaminação Ambiental por Agrotóxicos e Nitrato de origem Agrícola no Brasil: cenário 1992/2011. Embrapa Meio Ambiente, Documentos, n. 98, 35p. 2014. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/987245/1/Doc98.pdf>> Acesso em: 30 out. 2020

GOODEK, S.; DELAIDE, B.; MANKASINGH, U.; RAGNARSDOTTIR, K. V.; JIJAKLI, H.; THORARINSDOTTIR, R. Challenges of Sustainable and Commercial Aquaponics. *Sustainability*, 7: 4199-4224, 2015. 10.3390/su7044199

GOODEK, S.; LENNARD, W. Aquaponics: The Basics. In: GOODEK, S.; JOYCE, A.; KOTZEN, B.; BURNELL, G. M. (eds). *Aquaponics Food Productions Systems: Combined Aquaculture and Hydroponics Productions Technologies for the Future*. Switzerland: Springer, 2019, p.113-143.

HUNDLEY, G. C.; NAVARRO, R. D. Aquaponia: A integração entre Piscicultura e a Hidroponia. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 3(2): 52-61, 2013. 10.21206/rbas.v3i2.218

INPEV - Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias. 2021. Relatório de Sustentabilidade 2020. Disponível em: <<https://inpev.org.br/Sistemas/Saiba-Mais/Relatorio/inpev-RS2020.pdf>>. Acessado em: 10 jul. 2021

JORDAN, R. A.; RIBEIRO, E. F.; OLIVEIRA, F. C. de; GEISENHOF, L. O.; MARTINS, E. A. S. Yield of lettuce grown in hydroponic and aquaponic systems using different substrates. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22(8): 525-529, 2018. 10.1590/1807-1929/agriambi.v22n8p525-529

NICOLETTO, C.; MAUCIERI, C.; MATHIS, A.; SCHMAUTZ, Z.; KOMIVES, T.; SAMBO, P.; JUNGE, R. Extension of Aquaponic Water Use for NFT Baby-Leaf Production: Mizuna and Rocket Salad. *Agronomy*, 8(5): 75-93, 2018. 10.3390/agronomy8050075

KÖNIG, B.; JANKER, J.; REINHARDT, T.; VILLARROEL, M.; JUNGE, R. Analysis of aquaponics as an emerging technological innovation system. *Journal of Clear Production*, 180: 232-243, 2018. 10.1016/j.jclepro.2018.01.037

MARIANI, C. M.; HENKES, J. A. Agricultura orgânica x agricultura convencional soluções para minimizar o uso de insumos industrializados. *Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental*, 3(2): 315-338, 2015. 10.19177/rgsa.v3e22014315-338

MARTINELLI, L. A.; NAYLOR, R.; VITOUSEK, P. M.; MOUTINHO, P. Agriculture in Brazil: impacts, costs, and opportunities for a sustainable future. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2(5-6): 431-438, 2010. 10.1016/j.cosust.2010.09.008

MATOS, F. A. C. de; JÚNIOR, A. D. C.; SERRA, D. D.; BOAVENTURA, E. C.; DIAS, R. de L.; CASCELLI, S. M. F. Alface: Saiba como cultivar hortaliças para colher bons negócios. SEBRAE - Série Agricultura Familiar: Coleção Passo a Passo, 2011. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RN/Anexos/Horticultura-Serie-Agricultura-Familiar-Alface.pdf>> Acesso: 29 out. 2020

OLIVEIRA, G. S. Avaliação de dois sistemas aquapônicos com a halófita *Sarcocornia ambigua* (Michx.) Alonso & Crespo para recirculação de água da piscicultura marinha intensiva. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Federal do Rio Grande Sul, Porto Alegre. 2017. 60p.

PINHO, S. M; DAVID, L. H.; GARCIA, F. South American fish species suitable for aquaponics: a review. *Aquaculture International*. *Aquaculture International*, 29: 1427–1449, 2021. 10.1007/s10499-021-00674-w

QUEIROZ, J. F de; FREATO, T. A.; LUIZ, A. J. B.; ISHIKAWA, M. M.; FRIFHRTTO, R. T. S. Boas práticas de manejo para sistemas de aquaponia. Embrapa Meio Ambiente, Documentos, n. 113, 2017, 29p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/178041/1/2018DC01.pdf>> Acesso em: 17 nov. 2020

RAKOCY, J. E.; MASSER, M. P.; LOSORDO, T. M. L. Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics - Integrating Fish and Plant Culture. *Southern Regional Aquaculture Center-SRAC*, n. 454, 2006, p7. Disponível em: <<http://agrillife.org/fisheries2/files/2013/09/SRAC-Publication-No.-454-Recirculating-Aquaculture-Tank-Production-Systems-Aquaponics-Integrating-Fish-and-Plant-Culture.pdf>> Acesso em: 11 jun. 2020

SANTOS, R. H. S.; SILVA, F. da; CASALI, V. W. D; CONDE, A. R. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 36(11): 1395-1398, 2001. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2001001100010>

SCHUTTER, O. Agroecology. In: MORIN, J.; ORSINI, A. (eds). *Essential Concepts of Global Environmental Governance*. 2ed. Londres: Routledge, 2020, p.3-5.

SIKAWA, D. C.; YAKUPITIYAGE A. The hydroponic production of lettuce (*Lactuca sativa* L) by using hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*) pond water: Potentials and constraints. *Agricultural Water Management*, 97(9): 1317-1325, 2010. 10.1016/j.agwat.2010.03.013

SILVA, M. S. G. M.; LOSEKANN, M. E.; HISANO, H. Aquicultura: manejo e aproveitamento de efluentes. Embrapa Meio Ambiente, Documentos, n. 95, 2013, 39p. Disponível: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/93537/1/Doc95.pdf>>. Acesso: 21 de mar 2021.

SIMÃO, S. Irrigação de alface. *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, v. 12-13, p. 121-128, 1956. 10.1590/S0071-12761956000100015

SOUTO, R. A. Avaliação sanitária da água de irrigação e de alfices (*Lactuca sativa* L.) produzidas no município de Lagoa Seca, Paraíba. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2005, 70p.

TAKAYANAGUI, O. M.; FEBRÔNIO, L. H. P.; BERGAMINI, A. M.; OKINO, M. H. T.; SILVA, A. A. M. C. C.; SANTIAGO4, CAPUANO, D. M.; OLIVEIRA, M. A.; TAKAYANAGUI, A. M. M. Fiscalização de hortas produtoras de verduras do município de Ribeirão Preto, SP. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 33(2):169-174, 2000. <https://doi.org/10.1590/S0037-86822000000200002>

VALIATI, I.; SANTOS, R. F.; ROSA, H. A.; WAZILEWSKI W. T.; CHAVES, L. I.; GASPARIN, E. Eficiência da Irrigação na Cultura da Alface (*Lactuca sativa* L.). *Acta Iguazu*, 1(2): 53-66, 2012. 10.48075/actaiguaz.v1i2.7037

VASCONCELOS, F. de A. G. de. Josué de Castro e a Geografia da Fome no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 24(11): 2710-2717, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2008001100027>

VENTURA, C.; GUILHERME, D. de O.; VIEIRA, E. T. V.; BAUMANN, M. G. Aquaponia como alternativa de produção sustentável à agricultura familiar urbana. In: ANDRADE JUNIOR, J. de M. (org), *Sustentabilidade, globalização e inovação*. Editora Inovar, 2019, p.54-70.

WILSON, G. Aquaculture proves superior to inorganic hydroponics. *Aquaponics Journal*, n. 39, p.14–17, 2005.

ZOU, Y., et al. Effects of pH on nitrogen transformations in media-based aquaponics. *Bioresource Technology*, 210: 81-87, 2016. 10.1016/j.biortech.2015.12.079