

Produção de alface (*Lactuca sativa*) em sistema aquapônico com tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) sob diferentes porcentagens de alimento alternativo

Débora Alves de Miranda^{1*}; Henrique Guevara Lopes Vieira²; Walter Augusto Fonseca de Carvalho³; Wander Murilo Alves Pereira⁴

¹ Engenharia Agrônômica, Centro Universitário Adventista de São Paulo – UNASP-EC, Engenheiro Coelho, SP, Brasil.

² Engenharia Agrônômica Centro Universitário Adventista de São Paulo – UNASP-EC, Engenheiro Coelho, SP, Brasil.

^{1*} deehalves.alves928@gmail.com

Resumo: A alface (*Lactuca sativa*) é a hortaliça folhosa de maior consumo no Brasil. Dentre os métodos de produção, o cultivado por hidroponia vem sendo bastante utilizado nos últimos anos. O presente projeto foi realizado no Centro Universitário Adventista de São Paulo (UNASP). Neste experimento foi trabalhado o sistema de aquaponia, um método que envolve a criação de peixes juntamente com o cultivo de hortaliças hidropônicas. O objetivo geral é propiciar uma produção da alface da variedade “crespa” sob diferentes porcentagens de alimentação dada aos peixes. Portanto, foi montado um sistema que se dividiu em três partes: A- hidroponia, B- filtro biológico e C tanque de piscicultura. O experimento teve uma duração de 6 meses (abril/2020-outubro/2020), o delineamento foi inteiramente casualizado (DIC) para crescimento das plantas e blocos casualizado para parâmetro de nitrato. Foram analisadas diferentes porcentagens de alimentação dada aos peixes, sendo ração e alimento alternativo (macrofitas aquáticas), e visto que de todos os tratamentos concedidos com alimento alternativo o mais viável é quando concedido até 20% de alimento alternativo, acima disso haverá nas plantas uma maior deficiência de nutrientes e consequentemente um menor desenvolvimento das plantas. Também foi observado que houve diferença significativa de altura das plantas; não houve diferença significativa em relação aos parâmetros de qualidade da água, contudo o índice de condutividade elétrica se demonstrou menor para o tratamento com 30% do que todos os outros tratamentos e para nitrato houve diferença significativa no primeiro plantio, contudo o parâmetro estava no ideal o que não prejudicou o desenvolvimento das plantas.

Palavras-chave: Hidroponia; Hortaliças; Aquaponia; Alimento alternativo; Peixes.

Production of lettuce (*Lactuca sativa*) in aquaponic system with nilotic tilapia (*Oreochromis niloticus*) under different percentages of alternative food

Abstract: Lettuce (*Lactuca sativa*) is the most instilled leafy vegetable in Brazil. Among the production methods, hydroponics cultivated has been widely used in recent years. This project was carried out at the Adventist University Center of São Paulo (UNASP). In this experiment, the aquaponics system was worked, a method involving fish farming along with the cultivation of hydroponic vegetables. The general objective is to provide a lettuce production of the variety "curly" under different percentages of feed given to fish. Therefore, a system was set up that was divided into three parts: A- hydroponics, B- biological filter and C fish farming tank. The experiment lasted 6 months (April/2020-October/2020), the design was completely randomized (IHD) for plant growth and randomized blocks for nitrate parameter. Different percentages of feeding given to fish were analyzed, being ration and alternative food (aquatic macrophylls), and since of all treatments granted with alternative food the most viable is when granted up to 20% of alternative food, above that there will be in the plants a greater nutrient deficiency and consequently a lower development of the plants. It was also observed that there was a significant difference in plant height; there was no significant difference in relation to water quality parameters, however the electrical conductivity index was shown to be lower for treatment with 30% than all other treatments and for nitrate there was a significant difference in the first planting, however the parameter was ideal, which did not impair plant development.

Keywords: Hydroponics, Vegetables, Aquaponia, Alternative food, Fish.

Introdução

A aquaponia é uma das formas de cultivo que está sendo aprimorada ainda no Brasil, sendo um método muito interessante e econômico para o cultivo de hortaliças. O termo “aquaponia” é derivado da combinação entre “aquicultura” (produção de organismos aquáticos) e “hidroponia” (produção de plantas sem solo) e refere-se à integração entre a criação de organismos aquáticos, principalmente peixes, e o cultivo de vegetais hidropônicos (Carneiro et al., 2015).

A aquaponia se apoia em dois critérios: O sistema de produção de peixes em sistema de recirculação de água e o sistema hidropônico, unificando sua produção, ocorrendo benefícios para ambas as partes (Duarte e Oliveira, 2016). Essa técnica se apoia a estrutura NFT (Nutrient Film Technique), que através de um fluxo laminar de nutrientes a água com excretas dos peixes serve como uma solução nutritiva para as plantas. Essa atividade é vista como ambientalmente sustentável, pois através da produção de alimentos naturais e orgânicos reúne-se os melhores atributos da aquicultura e da hidroponia sem o descarte de efluente, nem a necessidade do uso de fertilizantes e adubos químicos (Silva, 2016).

Segundo Bentsen (1998), uma das espécies estudadas para o uso em ambiente aquapônico são as tilápias. Devido apresentarem uma boa aceitação tanto de rações, quanto das plantas aquáticas em suas dietas.

Neste sistema é possível, juntamente com a criação de peixes, tilápia, produzir também alfaces, devido essa hortaliça apresentar um alto consumo e se desenvolver em um curto período. Como a alface se desenvolve com uma baixa demanda de nutrientes em meio aquapônico comparado a de outras culturas, por isso a escolha neste trabalho (Roosta e Afsharipoor, 2012).

Por meio desse projeto de pesquisa iremos abordar a produção de alface em um sistema aquapônico utilizando tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), qual o efeito que isso trará para qualidade da água utilizada e para a produção de alface, para isso foi realizado a biometria das alfaces a cada 15 dias até a colheita, foi avaliado a massa úmida e seca das alfaces no final do ciclo e aferido os parâmetros da qualidade da água.

Material e Métodos

O projeto prático foi desenvolvido no Campo do Conhecimento no Centro Universitário Adventista de São Paulo – UNASP-EC, localizado a 22°29'43.1"S 47°10'04.3"W, nos meses de abril/2020 a outubro/2020. O meio aquapônico de cultivo é composto pela estufa que foi

construída com materiais disponibilizados pela própria instituição, nela continham a criação de peixes em caixas de 750L, cultivo de plantas em bancadas de cano de PVC e filtro físico e filtro das bactérias nitrificantes em tambores de plástico com capacidade de 200L, onde através de uma bomba (1000L/h) submersa no filtro biológico fazia com que a água fosse enviada para as calhas onde estavam as plantas, e que novamente por gravidade a água já filtrada retornava a caixa dos peixes. Nesse projeto foram conciliados a criação de Tilápias com Alface crespa.

O projeto começou a ser iniciado quando as bactérias nitrificantes chegaram, estas vieram de doações da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), onde foram adicionadas no filtro biológico já instalado na área do sistema.

Os peixes vieram com aproximadamente cerca de 30g, em cada caixa foram colocados 60 animais, os quais se alimentaram de ração introduzida diariamente alimentação (3x ao dia) e de macrófitas *Landoltia punctata* e *Azolla foliculoides* (um gênero de plantas aquáticas de livre flutuação, que está tendo resultados significativos na produção de peixes no que diz respeito a diminuição de custos).

Foi necessário a montagem de cinco sistemas aquapônicos idênticos, e estudado três tipos de comparações relacionadas as alimentações diferentes. Sendo que em cada sistema foi analisado se houve diferença no desenvolvimento das alfaces em relação a alimentação concedida aos peixes, deficiência nutricional das plantas de maneira significativa ou não. Sendo oferecido as seguintes porcentagens de alimentações diárias.

	<i>L. punctata e</i> <i>A. foliculoides</i>	Ração
Tratamento 1	30%	70%
Tratamento 2	0%	100%
Tratamento 3	20%	80%
Tratamento 4	10%	90%
Tratamento 5	5%	95%

Para fins de pesquisa a taxa de alimentação foi fixada 3% da biomassa do tanque. A quantidade de alimento alternativo de *L. punctata* e *A. foliculoides* foram oferecidas 50% de cada, levando em conta sua umidade para que assim houvesse uma equivalência com a ração.

Para a produção da mesma foi usado cama de frango curtido como adubação, adicionado

semanalmente em cada caixa de cultivo de 1000L aproximadamente 1000 gramas de esterco de galinha, conforme a literatura advertia (Souza, 2018), e diariamente retirava-se as quantidades necessárias para a alimentação dos peixes.

Para a produção de alfaces, o sistema possuía uma bancada hidropônica de 2m de comprimento x 1,20 m de largura, as plantas foram cultivadas no sistema NFT (Nutrient Film Technique, traduzido para o português como fluxo laminar de nutrientes) feita com cano de PVC de DN 75mm. Nessa bancada havia 5 tubos dispostos a 30 cm um do outro e com aproximadamente um furo a cada 60 mm onde estavam as mudas de alface. Foi utilizada a variedade Blueseeds BS 55 em espuma fenólica (sendo produzidas por um produtor da região).

O período de transplante até a colheita foi de 40 dias como informavam as especificações da variedade. A hidroponia tem capacidade para 30 plantas, contudo para o plantio necessitou de apenas 20 plantas por tratamento. Foram utilizadas 6 bancadas de cultivo onde foram distribuídos, aleatoriamente as mudas de alface.

Foi realizado a biometria a cada 15 dias, desde o momento do transplante para as bancadas até o período de colheita, anotando o peso em gramas (g) da produção de massa das plantas e seu tamanho. Sendo assim foi analisado se as diferentes alimentações que influenciaram de modo significativo no crescimento das alfaces, bem como na qualidade da água.

No final do ciclo da cultura, as alfaces foram colhidas e avaliadas seu peso úmido total (massa verde) e depois as partes foram secadas em estufa infravermelho e estufa de esterilização, disponibilizadas pelo próprio laboratório da Universidade e aferido a massa seca das plantas e sua parte nutricional sendo realizada visualmente.

Para o processo de secagem da matéria seca foi utilizado uma estufa esterilizada a uma temperatura de 105°C, que é o processo mais usual de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (Zenebon et al, 2008). O teor de umidade da alface foi determinado a partir da secagem de duas gramas de amostras, que foram pesadas em uma balança analítica previamente tarada obtendo o valor de três casas decimais, para que não houvesse nenhum vestígio de umidade nos cadinhos foi inicialmente colocado por 24hrs em estufa para a secagem total de qualquer partícula de umidade que pudesse ter, e após esse período foi colocado no dessecador para que resfriasse até à temperatura ambiente, foi pesado e anotado o seu valor e logo após deu-se início ao processo de secagem com a inserção da amostra no cadinho, pesado a massa úmida inicial, inserido na estufa já aquecida, o tempo deixado na estufa foi de 24hrs, retirou-se da estufa e após resfriado no dessecador foi inserido novamente por mais 2 horas na estufa para

que a massa se mantivesse até peso constante ou tivesse uma diferença $\leq 0,001$ g., a percentagem de umidade final foi obtida pela diferença entre a massa inicial e final (Martins, 2016).

Para a secagem em estufa infravermelho a metodologia foi a mesma indicada pelo Instituto Adolf Lutz (Zenebon et al, 2008), juntamente com as instruções do manual do Medidor de Umidade do aparelho, se atentando para as seguintes condições do calor sendo transferido para o material a ser seco na forma de energia eletromagnética. A determinação, no espectro, do comprimento de onda de uma radiação depende da natureza e da temperatura da fonte de calor (Nascimento, 2014). Para isso utilizou-se cerca de 2 gramas por amostras, a temperatura foi ajustada a 105° C, sendo que a cada 30 segundos o próprio equipamento media-se a umidade da folha, passados alguns minutos e a estufa emitia um som informando que o processo de secagem já havia sido realizado, obtendo assim a quantidade de matéria seca final e a porcentagem de umidade na qual a folha obteve.

Visto isso, após todas as coletas de dados, estes foram analisados estatisticamente com nível de significância de 5% para todos os parâmetros e teor de umidade seca e úmida da alface. Um outro viés dessa pesquisa foi analisar a parte da água qualidade da água que circula no sistema, utilizando kit de teste rápido para aquário, sendo assim quinzenalmente foram coletados pequenas amostras de cada caixa com os peixes e verificado os parâmetros da água em relação a concentração de amônia, pH, condutividade elétrica (EC), dureza total, nitrito, oxigênio dissolvido (O₂) e concentração de CO₂. Foi coletado também amostras da água e levado ao laboratório da Universidade local (UNASP), onde foi realizado análise mensalmente e aferido as quantidades de nitrato disponível, tanto direcionada ao cultivo das alfaces quanto ao retorno para as tilápias, essa coleta averiguava as quatro passagens da água em 4 pontos de coletas de cada tratamento, sendo desde a saída da água do tanque de criação dos peixes para o filtro sólido; saída da água do filtro sólido para o filtro biológico; saída da água do filtro biológico para a cama de cultivo das alfaces e retornando a água da cama de cultivo das alfaces para o tanque de criação dos peixes.

Resultados e Discussão

Ocorreu diferença significativa entre os tratamentos. O tratamento cuja porcentagem recebida de alimento alternativo equivalente a 20%, teve um melhor desenvolvimento quando comparado aos outros tratamentos (Tabela 1), (Figura 3, 6).

As plantas apresentaram um tom verde mais claro devido a sua caracterização da

variedade cultivada. O tratamento que recebia 30% de alimentação alternativa demonstrou visivelmente uma maior deficiência em relação a todos os outros tratamentos. Sugere-se Rigo e Pereira (1994), que isso esteja ligado as condições de absorção de nutrientes da alface, que de acordo com a Lei de Liebig ou Lei dos mínimos prevê que a falta de nutrientes disponíveis pode acarretar na diminuição de seu crescimento e desenvolvimento, portanto a falta de nitrogênio, potássio e outros macronutrientes podem ter gerado esse resultado limitante para a planta. (Figura 1, 6).

Figura 1 - Tratamentos 1- 30% alimento alternativo.



Figura 2 - Tratamento 2 - 0% de alimento alternativo.



Figura 3 - Tratamento 3 - 20% de alimento alternativo.



Figura 4 - Tratamento 4 - 10% de alimento alternativo.



Figura 5 - Tratamento 5- 5% alimento alternativo.



Deduz-se que esse tratamento obteve o pior desenvolvimento comparado a todos os outros, devido as quantidades de alimento alternativo conter uma baixa quantidade de lipídeos e mais de proteínas, e por isso os peixes não obtém todo o complemento necessário para a nutrição das plantas (Mohedano, 2004).

A testemunha cujo alimento alternativo era de 0% (figura 2, 6) demonstrou um crescimento inicial mais tardio do que os outros, por ter sido o tratamento que mais sofreu desestabilização, os parâmetros da água dificultaram um avanço no crescimento das plantas, contudo demonstrou um crescimento satisfatório relacionado ao objetivo proposto. (tabela 1).

Ocorreu diferença significativa de comprimento da planta (figura 6), sendo considerado o que recebeu 20% de alimento alternativo foi melhor do que todos os outros tratamentos inclusive a testemunha, isso refletiu de maneira considerável na matéria úmida da planta.

Para o sistema que recebia 10% de alimento alternativo, seu desenvolvimento foi um pouco mais tardio, devido haver no início do cultivo da alface um contratempo que entupiu a saída da água do filtro biológico para as plantas, gerando assim o vazamento escapando boa parte da água e tendo que ser repostas, diminuindo a capacidade de nitrato disponível para as plantas, o que resultou na dificuldade das plantas de absorverem os nutrientes necessários para

o seu desenvolvimento. Apesar disso ainda sim houve um desenvolvimento considerável nesse tratamento, que assim como no trabalho de Rigo (1994), demonstrou a mesma resposta.

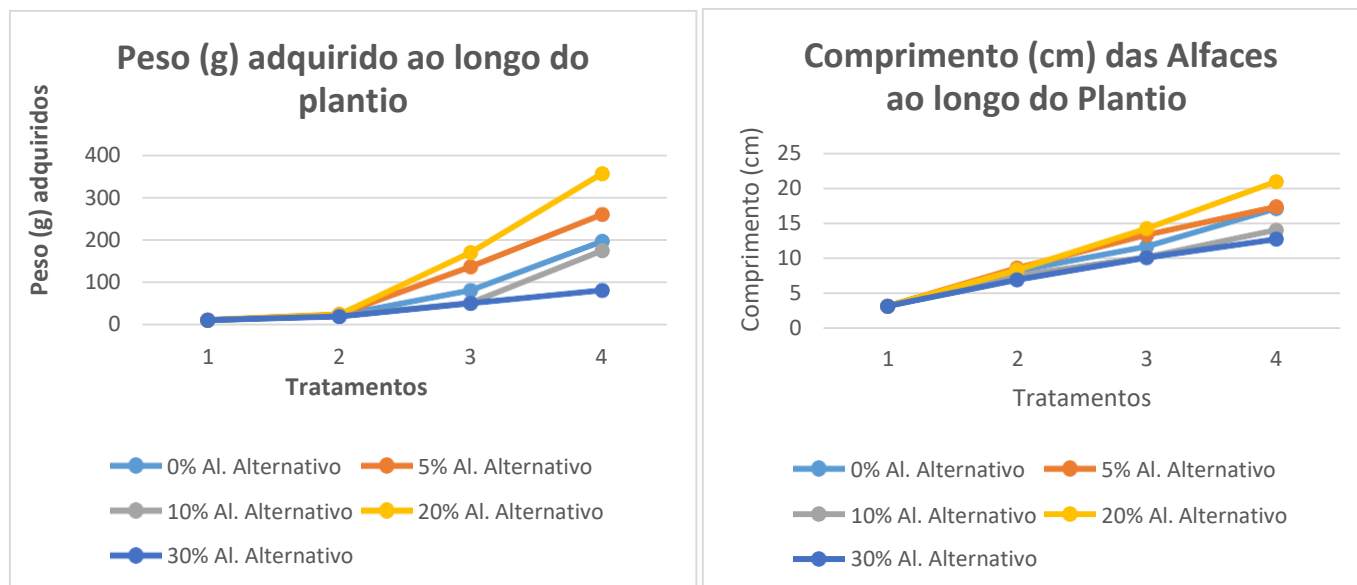
Assim também o tratamento que recebia 5% de alimento alternativo (figura 5, 6), demonstrou um crescimento bem satisfatório, com resultados bem apreciáveis utilizando alimento alternativo a essa proporção, onde revela que alimentos alternativos de 5% os custos com ração não seriam ainda tão significantes quando comparados com 20% de alimento alternativo, onde os custos seriam visíveis obter um bom crescimento de plantas tendo uma redução e custos na alimentação. O teor de umidade obtido no equipamento com infravermelho não apresentou diferença significativa de umidade quando comparado com a estufa, cujos resultados foram maiores.

Tabela 1 - A Análise de Variância (ANOVA) com valores de F a 5% foi utilizada para determinar a significância das diferenças entre os tratamentos, visando comparar quantidade de massa úmida (MU), massa seca infravermelho (MSI), massa seca estufa (MSE), altura (cm) presente em cada tratamento em função de porcentagem de alimento alternativo.

Tratamentos	MU	MSI	MSE	cm
Alimento alternativo 30%	82,25 a	0,127 a	1,936 a	6,92 a
Alimento Alternativo 0%	196,91 bc	0,121 a	1,911 a	8,17 a
Alimento alternativo 20%	355,58 d	0,13 a	1,936 a	8,83 b
Alimento alternativo 10%	119,75 ab	0,129 a	1,955 a	7,5 a
Alimento alternativo 5%	259,83 c	0,119 a	2,008 b	8,58 b
CV%	98,87	3,05	0,07	7,57

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05% de significância.

Figura 6 - Peso (g) e altura (cm) adquiridos ao longo do plantio.



A temperatura da água foi coletada diariamente, duas vezes por dia no primeiro trato e no último trato dos peixes, assim seria possível verificar a necessidade de alguma intervenção caso a temperatura estivesse muito alta ou baixa e para que não afetasse os peixes e nem as plantas, assim de acordo com a tabela 1, mostram as médias de cada tratamento.

Quanto ao nível de condutividade elétrica, o tratamento com 30% de alimento alternativo foi inferior ao de todos os outros, supõe que esse parâmetro tenha interferido no desenvolvimento das planta, que segundo Kämpf e Fermio (2000), relacionam a baixa quantidade de sais solúveis na água com o desenvolvimento das plantas.. Já o pH, amônia e a temperatura não houve diferença entre os tratamentos.

Houve diferença significativa em relação aos parâmetros da qualidade da água para o nitrato em relação a tratamentos, por pontos de coleta não houve diferença significativa. sendo o tratamento que recebia 0% de alimento alternativo demonstrou ter mais nitrato do que o tratamento que recebia 30% e 20%, contudo o tratamento que recebia 10% e 5% demonstraram ter ainda mais nitrato do que todos os outros, Esse acúmulo de nitrato pode ter acontecido em função do desbalanço nutricional da água, que acabou impedindo as plantas de absorverem nitrato. Pois de acordo com Lopes; Silva, Guedes (2015), o desbalanço nutricional de sais pode levar a deficiência ou toxicidade mineral, resultando até na morte das raízes por queima. No tratamento com 30% apresentou deficiência nutricional e o tratamento com 10% não havia uma boa quantidade de raízes quando comparado ao Tratamento 20%. Contudo ainda assim esses parâmetros estavam no padrão requerido pela aquaponia de acordo com SORMEVILLE et al. (2014) o ideal é que esteja numa faixa de 5-150mg/L. (Tabela 3).

Tabela 2 - Valores das médias de temperatura (T°C), amônia (NH₄), nitrito (NO₂), índice de condutividade elétrica (Ec) e pH.

Tratamentos	T°C	NH ₄	NO ₂	Ec	pH
	°C	mg/L		µs/cm	
Alimento Alternativo 0%	23.5	0,001	0,5	916	7
Alimento alternativo 5%	22.3	0,0003	0,417	1348,67	7
Alimento alternativo 10%	22.7	0,0006	0,667	964	6.9
Alimento alternativo 20%	22.5	0,0006	0,333	1065	6.9
Alimento alternativo 30%	23.6	0,0006	0,583	871,33	6.3

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05% de significância.

Tabela 3 - Quantidade de Nitrato (NO₃) (mg/L) presentes em cada tratamento e nos pontos de coleta em função da porcentagem de alimento alternativo.

Tratamentos (% de alimento alternativo)	Nitrato (mg/L)	Blocos (pontos de coleta)	Nitrato (mg/L)
Trat. 0%	5,90a	PC1	6,08
Trat. 5%	6,33b	PC2	5,74
Trat. 10%	6,34b	PC3	5,81
Trat. 20%	5,24a	PC4	5,83
Trat. 30%	5,52a		

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05% de significância.

Conclusões

As informações presentes desse trabalho nos permitem comprovar que produzir alface em sistema aquapônico utilizando tilápia sob diferentes porcentagens de alimentação alternativa é realmente viável. Pode ser visto que quando cultivado sob apenas ração, ou seja, tendo 0% de alimento alternativo é possível produzir alimentos frescos sem deficiência e em tamanho comercial. Contudo, para que haja uma diminuição de custos com ração, o mais indicado é

conceder alimentos alternativos em pequenas quantidades no máximo até 20%; com 30% as plantas não terão um bom desenvolvimento, devido a disponibilidade de nutrientes acessíveis serem menores.

Um outro detalhe encontrado é que esse sistema exige muito o cuidado com a qualidade da água, que os três organismos vivos (peixe, plantas e bactérias) presentes no sistema dependem de um bom balanceamento nos parâmetros e portanto é necessário haver um monitoramento constante do nível de amônia, nitrito, nitrato, pH, condutividade elétrica, oxigênio e temperatura.

Referências

BENTSEN, H. B. ET AL; **Melhoramento genético de tilápias cultivadas: desempenho de crescimento em um experimento cruzado dialélico completo com oito linhagens de *Oreochromis niloticus*.** [s.l: s.n.].

CARNEIRO, P. C. F. et al. Montagem e Operação de um Sistema Familiar de Aquaponia para Produção de Peixes e Hortaliças. **Circular Técnica 72**, n. C, p. 1–12, 2015.

DUARTE, S.; OLIVEIRA, D. E. Sistema De Aquaponia. 2016.

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

LOPES, C. A.; SILVA, J. B. C. DA; GUEDES, Í. M. R. Doenças em Cultivos Hidropônicos e Medidas de Controle. Comunicado Técnico - Embrapa. p. 1–12, 2015.

MARTINS, L. M. Cultivares de alface produzidas em três sistemas de produção. 2016.

MOHEDANO, R. DE A. Tratamento de efluente e produção de alimento, em cultivos de tilápias (*Oreochromis niloticus*), através da macrófita aquática *Lemna valdiviana* (Lemnaceae). p. 52, 2004.

NASCIMENTO, V. R. G. “Secagem convectiva e com radiação infravermelha de grãos de *Moringa oleifera* Lam.” 2014.

RIGO, C.D; PEREIRA, A. A. A. Avaliação de desempenho entre substrato e um sistema de aquaponia com tilápias (*Oreochromis niloticus*) para o cultivo de alface (*Lactuca sativa*) e chicória (*Cichorium intybus*). **Japanese Journal of Radiological Technology**, v. 50, n. 12, p. 15, 1994.

RIGO, C. D. Avaliação de desempenho entre substrato e um sistema de aquaponia com tilápias (*Oreochromis niloticus*) para o cultivo de alface (*Lactuca sativa*) e chicória (*Cichorium intybus*). **Japanese Journal of Radiological Technology**, v. 50, n. 12, p. 15, 1994.

ROOSTA, H. R.; AFSHARIPOOR, S. Effects Of Different Cultivation Media On Vegetative Growth , Ecophysiological Traits. v. 6, n. 2, p. 543–555, 2012.

SILVA, C. E. V. DA. Montagem e operação de um sistema de aquaponia: um estudo de caso de agricultura urbana para produção de jundiá (*Rhamdia quelen*) tilápia (*Oreochromis niloticus*) e alface (*Lactuca sativa*). **Journal of Chemical Information and Modeling**, v. 53, n. 9, p. 51, 2016.

SORMEVILLE, C. et al. **Produção de alimentos com aquaponia de pequena escala: cultivo integrado de peixes e plantas artigo técnico FAO 589**. [s.l.: s.n.]

SOUZA, F. B. DE. Produção de biomassa de algas e macrófitas em lagoas de tratamento de efluentes sanitários. p. 102, 2018.

ZENEBON, O.; PASCUETN. S.; TIGLEA, P. 1^a Edição Digital. **Métodos físicos-químicos para análise de Alimentos**, p. 1020, 2008.