Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

VIABILIDADE TÉCNICA DE UM SISTEMA AQUAPÔNICO PARA PRODUÇÃO DE FORRAGEM ANIMAL

TECHNICAL FEASIBILITY OF AN AQUAPONIC SYSTEM FOR ANIMAL FORAGE PRODUCTION

Fernanda de Freitas Borges [I]
Celso Antonio Jardim [II]
Fabio Camiloti [III]
Fabio Alves Julião [IV]

RESUMO

A união da aquicultura com a hidroponia resulta na aquaponia. Esta integração dos dois sistemas de produção, peixes e vegetais, permite o reúso da água diminuindo a poluição, os custos e o aumento da eficiência na produção de alimentos. O objetivo do trabalho foi avaliar a viabilidade técnica da produção milho hidropônico e um sistema de aquaponia visando a produção da forragem animal, por meio de uma revisão bibliográfica sobre o tema. A forragem pode servir de suplementação alimentar de várias espécies de animais, principalmente em períodos secos do ano, onde a pastagem natural se torna escassa. O milho é um cereal bastante utilizado, pois possui bom rendimento e boa aceitabilidade dos animais. O sistema de produção pode ser usado o ano todo e pode ser implantado em qualquer região do país. Em regiões com pouca disponibilidade hídrica, a qualidade e quantidade da forragem disponível durante a seca são fundamentais para muitos criadores na pecuária de subsistência. A produção de milho para forragem em um sistema aquapônico pode ser considerado uma técnica ecológica, pois não utiliza insumos químicos. O sistema é simples e o custo de produção é baixo, apresenta alta produtividade com ciclos curtos e contínuos gerando resultados rápidos. Essa técnica de produção de alimentos pode reduzir um consumo de água em até 90% e promover o reaproveitamento integral do efluente gerado dentro do próprio sistema, além de produzir alimentos saudáveis e agregar renda ao pequeno produtor.

Palavras-chave: Aquaponia. Alimentação animal. Forragem de milho. Produção.

ABSTRACT

The union of aquaculture with hydroponics results in aquaponics. This integration of the two production systems, fish and vegetables, allows the reuse of water, reducing pollution, costs and increasing efficiency in food production. The aim of this work was to evaluate the technical feasibility of producing hydroponic corn and an aquaponics system aiming at the production of animal forage through a literature review on the subject. Forage can serve as food supplementation for various animal species, especially in dry periods of the year, when

[I] Profa. Dra. da Faculdade Nilo De Stéfani (Fatec-JB) de Jaboticabal – São Paulo – Brasil. E-mail: ferfreitasborges@gmail.com
[II] Prof. Dr. da Faculdade de Tecnologia Nilo De Stéfani de Jaboticabal (Fatec-JB) – São Paulo – Brasil. E-mail: caj.jardim@yahoo.com
[III] Prof. Dr. da Faculdade Nilo De Stéfani (Fatec-JB) de Jaboticabal – São Paulo – Brasil. E-mail: fabio.camilotti@fatec.sp.gov.br
[IV] Discente do curso de Tecnologia em Biocombustíveis da Faculdade Nilo De Stéfani (Fatec-JB) de Jaboticabal – São Paulo – Brasil. E-mail: fabioalves1583@gmail.com

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

natural pasture becomes scarce. Corn is a widely used cereal because it has good yield and good acceptability to animals. The production system can be used all year round and can be deployed in any region of the country. In regions with low water availability, the quality and quantity of forage available during the drought is fundamental for many farmers in subsistence livestock. The production of corn for forage in an aquaponic system can be considered an ecological technique, as it does not use chemical inputs. The system is simple and the production cost is low, it has high productivity with short and continuous cycles, generating quick results. This food production technique can reduce water consumption by up to 90% and promote the full reuse of the effluent generated within the system itself, in addition to producing healthy food and adding income to the small producer.

Keywords: Aquaponics. Animal feed. Corn fodder. Production.

Data de submissão do artigo: 14/07/2021.
Data de aprovação do artigo: 08/12/2021.
DOI: **10.52138/citec.v13i1.198**

1 INTRODUÇÃO

A aquaponia é a união da aquicultura (criação de organismos aquáticos) com a hidroponia (cultivo de hortaliças em meio aquoso). Esta integração dos dois sistemas de produção permite o reúso da água diminuindo a poluição e os custos e promovendo o aumento da eficiência na produção de alimentos. A aquaponia é um sistema simples e de baixo custo, que une o cultivo de peixes e vegetais. É um sistema de recirculação de água, podendo ser considerado ecológico, pois não há lançamento de resíduos no ambiente. O efluente que sai da produção de peixes é carregado de nutrientes, que são utilizados pelas plantas e, por esse motivo, não é utilizado nenhum tipo de insumo químico, tais como fertilizantes, agrotóxicos e hormônios (OLSEN, 2020).

O uso da hidroponia para a produção de alimentos possibilita a minimização de diversos problemas ambientais, como a grande quantidade de água utilizada nos cultivos agrícolas (FAO, 2006). Já a aquaponia pode reduzir este consumo em 90%, pois reaproveita os efluentes gerados no sistema evitando assim a contaminação dos corpos d'água receptores com lançamentos de efluentes da criação de animais, possibilitando o aproveitamento dos nutrientes dissolvidos na água para a produção agrícola (CARNEIRO *et al*., 2015).

As forragens podem ser conservadas e fornecidas aos animais na forma de silagens. Embora existam várias plantas forrageiras, anuais e perenes, que servem para a produção de silagem, o milho é uma das culturas mais utilizadas neste processo no Brasil por apresentar um bom rendimento de matéria verde, excelente qualidade de fermentação e manutenção do valor nutritivo da massa ensilada. Outras vantagens que o cereal proporciona são um baixo custo operacional de produção e uma boa aceitabilidade por parte dos animais (CRUZ *et al*., 2005). A forragem é todo alimento, gramíneas e leguminosas, consumido por animais e utilizados, por exemplo, na pecuária de subsistência. A produção de forragens por hidroponia pode ser uma alternativa para pequenos e médios produtores que possuem dificuldades em manter a produção de alimentos para a criação de forma regular o ano todo (AMORIM *et al.,* 2000).

Porém podem ser fornecidas *in natura*, entre as vantagens desse alimento em relação à silagem ou feno, destacam-se o ciclo rápido para produção contínua, o desenvolvimento sob quaisquer condições climáticas e a alta produtividade por área. Por ser uma inovação

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

tecnológica simples, produtores recorrem à sua produção como opção de complementação ao programa alimentar dos animais, quando a forragem disponível não é suficiente para todo o período de estiagem (OLIVEIRA, 1998).

O objetivo do trabalho foi investigar a viabilidade técnica de produzir forragem de milho em um sistema aquapônico, assim como já é realizado em sistemas hidropônicos. A hipótese dessa pesquisa é de que a aquaponia pode ser utilizada em substituição a hidroponia para a produçãodo milho destinado a forragem animal.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Um sistema de aquaponia possui entradas e saídas de energia que funcionam conjuntamente; as entradas são água, oxigênio, luz, alimento, organismos e eletricidade e as saídas são os vegetais produzidos pela hidroponia e os peixes (biomassa vegetal e animal) (AQP BRASIL, 2017). Neste sistema de produção de alimentos ocorre a combinação da criação de peixes (aquicultura), com a produção de vegetais (hidroponia) em um ambiente simbiótico (Figura 1). Pode ser produzida em pequenos espaços (cultivos domésticos) ou em grandes (produção comercial), sendo possível produzir diversos vegetais e peixes sem a necessidade de adubo, pois as fezes dos peixes mineralizam e liberam nutrientes na água.

Figura 1 - Sistema de aquaponia



Fonte: Globo Rural (2016)

No sistema aquapônico, a água da aquicultura alimenta um sistema hidropônico, onde os subprodutos nitrogenados excretados pelos peixes são sintetizados por bactérias nitrificantes e o produto (nitrato) são utilizados pelas plantas como nutrientes para seu crescimento. A água é, então, recirculada de volta ao sistema de aquicultura sem os resíduos metabólicos tóxicos para os peixes (DIAS, 2015).

Em um tanque, que pode ser a partir de 500 ou 1.000 litros, ocorre a criação de uma ou várias espécies de peixes, o qual é integrado a unidade contendo os vegetais. A água do tanque é enriquecida com vários nutrientes tais como nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio, cálcio, enxofre e outros que oriundos dosrestos de ração e excretas. Eles são reciclados pelas bactérias nitrificantes e a utilização desses nutrientes pelos vegetais faz com que a água retorne aos peixes limpa, viabilizando o sistema de produção (APTA, 2015).

Os custos para a montagem de um sistema de aquaponia variam muito. Os fatores determinantesao investimento são o tamanho da estrutura, o tipo de organismos vivos, a ração

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

fornecida e os tipos de filtros utilizados. É importante ressaltar também a importância da bomba de água no funcionamento do ciclo, inclusive no orçamento, pois ela que mantém a eficiência do sistema e será responsável pela circulação da água e oxigenação (PETAGRONOMIA, 2020).

2.1 Tipos de sistemas de aquaponia

A aquaponia pode ser realizada de várias maneiras, utilizando diferentes técnicas e tipos de substratos para os vegetais, em diversos ambientes. Porém, dois tipos são mais utilizados: o cultivo em cascalho, denominado cama de cultivo (Figura 2) e em canaletas (Figura 3) (CARNEIRO *et al*., 2015).

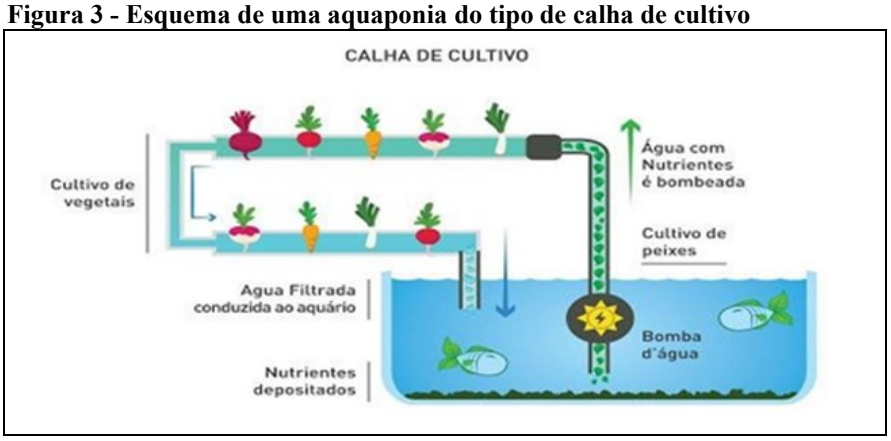
Na cama de cultivo, as plantas são fixadas sobre o meio filtrante que age como substrato, que pode ser feito com diversos materiais, inclusive de reúso, como brita, argila expandida, *bioballs*, tampas de garrafas plásticas, cacos de tijolos, sombrite, entre outros. A água proveniente da criação de peixes passa por esses materiais e eles funcionam como um filtro mecânico e biológico, pois auxiliam na fixação das colônias de bactérias nitrificantes (AQP BRASIL, 2017).

Figura 2 - Esquema de uma aquaponia do tipo cama de cultivo



Fonte: AQP Brasil (2017)

Figura 3 - Esquema de uma aquaponia do tipo de calha de cultivo



Fonte: AQP Brasil (2017)

E por essa razão em relação a superfície, o volume do substrato a ser utilizado deve ser alto, para permitir o desenvolvimento adequado de muitas colônias de bactérias e, com isso, aumentar aeficiência do processo de nitrificação da amônia produzida pelos peixes. O uso de

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

material com partículas muito pequenas não é recomendado, pois pode haver problemas de entupimento, principalmente quando o sistema não contar com filtragem prévia para a retirada de sólidos (CARNEIRO *et al*., 2015).

Ainda segundo os autores, esse tipo de sistema é propício para o cultivo do milho. Existem vários outros tipos de substratos que podem ser utilizados para o crescimento dos vegetais, em sistemas de aquaponia tal qual a fibra de coco e a areia. De acordo com Andrade Junior (2019) nesse tipo de ambiente a água com os nutrientes chegam às plantas por capilaridade através do substrato e promovem o seu crescimento. Devido às características físicas da areia ou da fibra de coco, esse ambiente é muito propício para o cultivo de raízes como o milho para forragem.

No sistema do tipo calha de cultivo, a produção de plantas é muito semelhante a utilizada na hidroponia. As plantas são colocadas sobre um sistema de canos, por onde a água tratada em um filtro biológico percorre os canos e, quando em contato com as raízes das plantas, os nutrientes serão absorvidos antes de retornar ao tanque. Neste caso, o sistema de filtragem deve ser capaz de eliminar todas as partículas sólidas para que a água que entre em contato com as raízes possua apenas os nutrientes nela dissolvidos (AQP BRASIL, 2017).

A água entra nesse ambiente pela parte inferior (na base) através de canos de PVC perfurados que, com auxílio de um dreno, mantém uma lâmina d'água de aproximadamente 5 cm de altura. Por capilaridade, essa água pode subir pelo substrato por cerca de 20 cm até a superfície, levando consigo os nutrientes necessários para o crescimento dos vegetais enraizados no substrato (CARNEIRO *et al*., 2015).

2.2 Produção de Peixes

A espécie de peixe utilizada em um sistema de aquaponia pode variar, porém deve ser tolerante as condições de estocagem aos manejos frequentes. A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma das espécies mais utilizada na aquaponia por ser um peixe rústico e resistente, apresentar boa conversão alimentar, tolerar altas densidades de estocagem, possuir um pacote tecnológico de cultivo difundido por todo o mundo e por ter, em geral, um bom valor comercial e boa aceitação pelo consumidor a (HUNDLEY, 2013).

No sistema de aquaponia, pode utilizar além da tilápia, outras espécies de peixes como o tambaqui (*Colossoma macropomum*) (HOSHINA, 2019). Esta, por ser uma espécie nativa da Bacia Amazônica, possui fácil adaptação ao clima e manejo e resistência ao estresse (ARAUJO-LIMA; GOULDING, 1997).

Outra opção também bastante utilizada em um sistema de aquaponia são as carpas, tanto a comum (*Cyprinus carpio*) como a ornamental, também conhecida como *Koi* ou *Nishikigoi*, pois são espécies tolerantes à estocagem e apresentam bom desempenho neste tipo de produção integrada (RAKOCY; MASSER; LOSORDO, 2016).

2.3 Produção vegetal

O modelo denominado Sisteminha (Figura 4), desenvolvido pela Embrapa, pode ser utilizado para aquaponia, obtendo bons resultados tanto para a produção de verduras, como alface, quanto para a forragem de milho. Este sistema potencializa o uso dos resíduos produzidos pelos peixes. Esses resíduos são ricos em nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e outros nutrientes disponibilizados a partir da composição da ração dos peixes. Para obter o resultado esperado, a planta precisa dos nutrientes dissolvidos na água, oriundos dos resíduos metabólicos dos peixes, fixados no substrato. Dessa forma, a

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

água enriquecida pode ser utilizada sem nenhum acréscimo de outro tipo de adubo natural para o milho (GUILHERME; SOBREIRA; DE OLIVERIA, 2019).

A cada ciclo de 90 dias, em um tanque contendo aproximadamente 150 peixes, o meio aquático atinge a capacidade de suporte, havendo um acúmulo desses nutrientes. Em 50 kg (dois sacos) de ração industrial, usada na alimentação dos peixes durante um ciclo de produção (90 dias), são disponibilizados para os peixes 2,4 kg de N, 0,35 kg de P e 0,3 kg de K. Desse total, a tilápia assimila cerca de 5,6 g de N/kg, 3,4 g de P/kg e 3,8 g de K/kg. O restante ficará disponível para as culturas vegetais (Tabela 1). Esses resíduos são suficientes para atender a demanda por nutrientes, tanto do milho quanto de outros vegetais, e estão presentes na água e no concentrado sólido, que se acumula no sedimentador ou fundo do tanque (GUILHERME; SOBREIRA; DE OLIVERIA, 2019).

Figura 4 – Modelo de tanque de peixes em um sistema denominado "Sisteminha" desenvolvido pela Embrapa



Fonte: (GUILHERME; SOBREIRA; DE OLIVERIA, 2019).

Tabela 1 - Proporção de nutrientes presentes na ração, que são disponibilizados na água e que podem ser assimilados pelos peixes e vegetais

Nutrientes	Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Quantidade de nutrientes presentes em 1 kg de ração	48 g	7 g	6 g
Quantidade de nutrientes disponíveis para os peixes	5,6 g/kg	3,4 g/kg	3,8 g/kg
Percentual dos nutrientes disponíveis para os peixes	11,67%	48,57 %	63,33%
Quantidade de nutrientes disponíveis para os vegetais	42 g	3,6 g	2,2 g
Percentual de nutrientes disponíveis para os vegetais	88,33%	51,43%	36,67%

Fonte: Elaborado pelos autores (2021) adaptado de Guilherme, Sobreira e De Oliveira (2019)

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho foi realizado através de uma pesquisa bibliográfica. Este método tem sido utilizado com grande frequência em estudos exploratórios ou descritivos a partir de fontes bibliográficas (LIMA; MIOTO, 2007) e possibilita uma vasta abrangência de informações, permitindo a utilização de dados dispersos em inúmeras publicações (GIL, 1994). Para a pesquisa foram realizados levantamentos bibliográficos sobre aquaponia e seus tipos de sistemas de produção, hidroponia e produção de forragem de milho hidropônico para criação animal.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção é rápida, possibilitando vários ciclos de produção no ano e o fornecimento de volumoso é de qualidade, com alto valor energético e proteico para alimentação animal. É altamente palatável e atende às necessidades de uma alimentação suplementar volumosa e de qualidade, além de poder ser utilizado para amenizar, em alguns casos, a escassez de volumoso no período invernal, para o gado leiteiro e de corte, e pode ser utilizado na complementação alimentar de outros animais, como aves, equinos, suínos, ovinos, caprinos e até mesmo peixes. O milho hidropônico é uma alternativa viável para enfrentar a estiagem, porque o custo-benefício é compensatório e pode ser instalado em pequenos espaços, dependendo da necessidade de produção. Pode ser utilizado em qualquer época do ano e em qualquer região do país, com pequenas adaptações.

Alguns pontos positivos e negativos podem ser observados em um sistema de aquaponia e, desta forma, podem ser feitas adaptações a fim de melhorar a produção e reduzir os custos (Quadro 1).

Quadro 1 - Pontos positivos e negativos de um sistema de aquaponia

Positivos	Negativos
Recirculação de água e aproveitamento de nutrientes pelas plantas	Tem um alto gasto de energia elétrica
Não ocorre lançamento de efluente no ambiente	Mão de obra constante
O sistema é simples e de baixo custo	Necessidade de manutenção contínua.
O sistema é recomendado para regiões com baixa disponibilidade hídrica	Escolha da espécie ideal de peixe (clima local)
O milho hidropônico pode ser viável economicamente e ambientalmente	Nutrição adequada para os peixes (ração balanceada e controlada)
Ideal para pequenas áreas e alternativa para produtores de médio e grande porte nas regiões mais secas	Temperatura do tanque deve ser controlada
Dispensa o uso de produtos químicos (agrotóxicos e fertilizantes)	Monitoramento constante dos parâmetros de qualidade de água
Tem alta produtividade, ciclo curto e produção contínua durante o ano todo	
Essa técnica de produção de alimentos reduz muito o consumo de água	

Fonte: Elaborada pelos autores (2021)

4.1 Hidroponia

Alguns fatores influenciam o produtor na escolha do cultivo hidropônico, como o baixo custo de produção devido a pouca mão de obra e despensa de uso de defensivos agrícolas (HENRIQUES, 2000) e alta produtividade por tempo (aproximadamente 20 Kg/m^2 quinzenalmente) (COMPRE RURAL, 2015).

A hidroponia pode ser utilizada para produção de hortaliças em escala comercial, principalmente, nas proximidades dos grandes centros urbanos, onde as terras agricultáveis têm menor índice de água e há demanda por esses produtos agrícolas (COMPRE RURAL, 2015). Ou então, em regiões de escassez de água (BRK AMBIENTAL, 2020). Na hidroponia

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

todos os nutrientes são oferecidos às plantas na forma de solução. Esta solução é preparada com sais fertilizantes, contendo macronutrientes, que se dissolvem na água, e são facilmente encontrados no mercado (TEIXEIRA, 1996).

O cultivo da forragem hidropônica é um sistema que produz uma grande quantidade de massa foliar por área. São utilizadas plantas que possuem crescimento acelerado, com ciclo de crescimento curto e que possuam um alto rendimento de massa verde, como por exemplo, o milho (FAO, 2006). Além disso, produz um alimento saudável, pois possui um baixo teor de fibras e alto teor de proteínas, sendo um alimento com boa digestibilidade e rico em aminoácidos livres, que os animais aproveitam bastante no seu desenvolvimento (SANTOS, 2004).

A forragem hidropônica, por necessitar de pequenas quantidades de água, devido à recirculação é muito recomendada para regiões com baixa disponibilidade hídrica. Porém, além da água utilizada, existem alguns fatores que devem ser controlados para o completo e perfeito desenvolvimento da planta, como a temperatura e a nutrição. A temperatura pode influenciar na absorção dos nutrientes; não deve ser menor de 10 ºC ou ultrapassar dos 30ºC; a faixa ideal de desenvolvimento das plantas entre 18º e 24º C em períodos quentes (verão) e 14º e 16ºC em períodos frios (inverno). Temperaturas muito abaixo ou acima desses limites causam danos a plantas, bem como uma diminuição na absorção dos nutrientes e, consequentemente, uma menor produção (ALBERONI, 1998).

4.2 Forragem de milho hidropônico

A forragem hidropônica é um produto barato e oferece alternativa, para pequenos pecuaristas em regiões secas ou estações de estiagem. O alimento é barato e fácil de ser produzido. Em apenas um metro quadrado pode-se semear 2 kg de grãos de milho do tipo orgânico ou milho grão sem tratamento. Em duas ou três semanas, de 20 a 30 kg de forragem verde estarão prontas para o consumo por bovinos, caprinos, ovinos (COMPRE RURAL, 2015).

O cultivo de forragem hidropônica é uma tecnologia de produção de biomassa vegetal obtida por meio de germinação de sementes aptas e do crescimento inicial de plantas. Nesse caso, são utilizados vegetais de crescimento acelerado, com ciclo curto de produção e elevado rendimento de biomassa fresca, assim como o milho (SANTOS, 2004).

Além das sementes de milho, vários outros cereais podem ser utilizados na produção de uma boa forragem em um sistema de hidroponia. Com um pequeno espaço de tempo, de aproximadamente 8 a 10 dias, recebendo luz solar e uma solução nutritiva ocorre um crescimento acelerado. Os elementos minerais necessários às plantas para se desenvolverem são nitrogênio, fósforo, enxofre, cálcio, magnésio, ferro, manganês, cobre, boro e zinco (CPT, 2021).

A forragem pode ser fornecida inteiramente aos animais, com sementes, caule, folhas e raízes, juntamente com seus substratos orgânicos, sendo assim uma dieta rica em nutrientes em carboidratos, açúcares, proteína, minerais e vitaminas. Possui uma grande aceitação dos animais e favorece o aumento da ingestão de outros alimentos (FAO, 2006).

Com a técnica do sistema hidropônico, o milho pode ser colhido em 15 dias, enrolado como se fosse um tapete (Figura 6) ou processado na forrageira para homogeneizá-lo, e em seguida, misturado com farelo de trigo ou soja, ficando assim pronto para ser fornecido aos animais (Figura 7)(COMPRE RURAL, 2015).

De acordo com os estudos de Eduardo (2017) o milho hidropônico vem se destacando cada vez mais no mercado, por ser viável economicamente e ambientalmente, de fácil manejo

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

e nutritivo para o rebanho ovino, caprino e bovino. É ideal para ser utilizado em pequenas áreas, mas também está sendo uma alternativa para produtores de médio e grande, porte nas regiões mais secas do Brasil.

Figura 6 – Milho hidropônico enrolado



Fonte: Eduardo (2017)

Figura 7 - Milho hidropônico para alimentação do gado



Fonte: Compre Rural (2015)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método de produção de forragem hidropônica pode ser adaptado para o sistema aquapônico. O sistema do tipo cama de cultivo, possui uma área de superfície para o desenvolvimento do vegetal maior do que a do sistema de canaletas, possibilitando maior rendimento. Neste caso, o solo é substituído por um substrato, que podem ser materiais reaproveitáveis pelo produtor, como restos de telhas ou tijolos triturados, diminuindo o custo de implantação. E o efluente é reaproveitado do tanque dos peixes, economizando insumos, como fertilizantes e água e tornando o sistema menos oneroso. Essa técnica de produção de alimentos de diferentes naturezas reduz o consumo de água e promove o reaproveitamento integral do efluente gerado dentro do próprio sistema, além de produzir alimentos saudáveis e agregar renda ao pequeno produtor.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

O sistema aquapônico, além de ser viável para produção de milho hidropônico, pode ser considerável sustentável nas dimensões ambiental, econômica, social e, possivelmente, econômica. O milho aquapônico para forragem é um produto ecológico, pois dispensa o uso de produtos químicos, além de ter alta produtividade, ciclo curto e contínuo durante o ano. O sistemaé simples e, de acordo com a literatura, o custo de produção é baixo e pode ser adotado por pequenos produtores. Desta forma, espera-se contribuir significativamente com o setor de produção de alimentos, aliando novas tecnologias de produção que minimizem os impactos no ambiente. Porém, mais estudos devem ser realizados para testar o desempenho produtivo do milho e de outras espécies forrageiras neste sistema, além de diferentes substratos.

REFERÊNCIAS

ALBERONI, R. B. **Hidroponia:** como instalar e manejar o plantio de hortaliças dispensando o uso do solo – alface, rabanete, rúcula, almeirão, chicória, agrião. São Paulo: Nobel, 1998.102 p.Disponível em: http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/hidropo.htm. Acesso em: 18 maio 2021.

ANDRADE JUNIOR, J. M. **Sustentabilidade, globalização e inovação.** Campo Grande: Editora Inovar, 2019. 85p.

ARAUJO-LIMA, C.A. R.; GOULDING, M. **So fruitful a fish. Ecology, conservation and aquaculture of the Amazon's tambaqui.** New york: Columbia University Press, 1997. 191p.

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

APTA. **Tecnologia da APTA pode reduzir em 95% a quantidade de água usada na produção de peixes e hortaliças.** 2015. Disponível em: http://www.aptaregional.sp.gov.br/noticias/tecnologia-da-apta-pode-reduzir-em-95-a-quantidade-de-agua-usada-na-producao-de-peixes-e-hortalicas.html. Acesso em: 04 nov. 2020.

AQP BRASIL. **Tipos de sistemas de aquaponia.** 2017. Disponível em: http://aqpbrasil.com/tecnica-de-nutrientes-em-filme/. Acesso em: 16 out. 2020.

BRK AMBIENTAL. **Crise hídrica: entenda as principais causas da escassez de água. 2020.** Disponível em: https://blog.brkambiental.com.br/escassez-de-agua/. Acesso em: 17 maio 2021.

CARNEIRO, Paulo César Falanghe *et al*. **Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia.** 2015. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142630/1/Doc- 189.pdf. Acesso em: 15 maio 2018.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

COMPRE RURAL. **Milho hidropônico na alimentação do gado**. 2015. Disponível em: https://www.comprerural.com/milho-hidroponico-na-alimentacao-do-gado/. Acesso em: 22 abril 2021.

CPT. **Hidroponia segredo da produção na solução nutritiva** em Disponível em: https://www.cpt.com.br/artigos/hidroponia-segredo-producao-solucao-nutritiva. Acesso em: 15 maio 2021.

CRUZ, JOSÉ C. *et al.* **Produção e composição bromatológica de cultivares de milho para silagem.** Comunicado Técnico, n. 117. Sete Lagoas: ABMS: Embrapa Milho e Sorgo, 2005, 4p.

DIAS, N. **Conheça o sistema de produção de hortaliças e peixes em pequenos espaços que estárevolucionando as cidades.** 2015. Disponível em: https://viverforadosistema.org.br/conheca-o-sistema-de-producao-de-hortalicas-e-peixes-em-pequenos-espacos-que-esta-revolucionando-as- cidades/. Acesso em: 13 out. 2020.

EDUARDO, L. Milho hidropônico. **Bonfim Notícias**. 2017. Disponível em: http://bonfimnoticias.com/site/2017/08/15/milho-hidroponico-e-alternativa-simples-rapida-e-barata-para-alimentacao-animal-no-semiarido/. Acesso em: 10 maio 2021.

FAO (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION) **Forragem verde hidropônico**. v.1, Santiago-Chile 73 p (Manual técnico), 2006.

GLOBO RURAL. **Aquaponia desperta interesse de produtores e pesquisadores**. 2016. Disponível em: ttps://revistagloborural.globo.com/Noticias/Videos/noticia/2016/06/aquaponia-desperta-interesse-de-produtores-e-pesquisadores.html. Acesso em: 06 de jul. 2021.

GUILHERME, L. C.; SOBREIRA, R. dos S.; DE OLIVEIRA, V. Q. Sisteminha Embrapa-UFU-FAPEMIG: Sistema Integrado de Produção de Alimentos-Módulo1: tanque de peixes. **Embrapa Meio-Norte-Documentos (INFOTECA-E)**, 2019.

HENRIQUES, E. R. **Manual de produção-forragem hidropônica de milho**. Uberaba: FAZU, 2000. 15p.

HOSHINA, T. N. **Manejo de Tambaqui (*Colossoma macropomum* cuvier, 1818) em sistema aquapônico.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Universidade, Belém, 2019.

HUNDLEY, G. C.; NAVARRO, R. D. Aquaponia: a integração entre piscicultura e a hidroponia. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.3, n.2, p.52-61, 2013.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1994.

LIMA, T. C. S.; MIOTO, R. C. T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: uma pesquisa bibliográfica. **Revista Katálysis**, Florianópolis, v. 10, n. esp., p. 37-45, 2007.

Ciência & Tecnologia
Fatec-JB
ISSN: 2178-9436

OLIVEIRA, A.C.L. **Forragem hidropônica de milho**: alternativa para o desenvolvimento sustentável do agente produtivo. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1998. 18p.

OLSEN, Natasha. **Sistema ecológico une cultivo de hortaliças e criação de peixes**. 2020. Disponível em: https://ciclovivo.com.br/inovacao/tecnologia/sistema-ecologico-une-cultivo-de- hortalicas-e-criacao-de-peixes/. Acesso em: 05 maio 2021.

PETAGRONOMIA. **Custos para a montagem de um sistema de aquaponia.** 2020. Disponível em: https://petagronomia-ufsm.medium.com/aquaponia-5ad2e67eba3a. Acesso em: 22 abr. 2021.

RAKOCY, J.; MASSER, M.P.; LOSORDO, T. **Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics—Integrating Fish and Plant Culture.** Oklahoma Cooperative Extension Service. Division of Agricultural Sciences and Natural Resources: Oklahoma State University, 2016.

SANTOS, O.S. **Produção de forragem hidropônica de cevada e milho e seu uso na alimentaçãode cordeiros**. 2004. Santa Maria: UFSM/CCR, Informe Técnico, 8p. Disponível em: http://uenf.br/Uenf/Downloads/PRODVEGETAL_3434_1361878702.pdf. Acesso em: 16 out. 2020.

TEIXEIRA, N. T. **Hidroponia: Uma Alternativa Para Pequenas Áreas.** Guaíba: Agropecuária, 1996. 86p.