



Erasmus+

Manual de aquaponia

e outros métodos de produção sustentáveis

2019-10-01-2021-09-30



FISH

Farmers
Innovation
Science
Hub



FISH
Farmers
Innovation
Science
Hub

AUTORES DESTE MANUAL:

IMAGINA, Educación y Ocio, S.L. – Rodrigo Carlos Rodríguez García e Álvaro Ruiz Hidalgo
| **APS WE DO FABLAB** – Massimiliano Ferré, Alice Briola e Gabriele Sasso | **Associação Terra Maronesa** -Duarte Gomes Marques e Marco André de Almeida Fernandes-.

Con la colaboración de **Asociación Plantío Chinampa** -Pepe Lobillo Eguíbar e Juan Manuel Selma- e **Edintra Consulting S.L.** -Luis Miguel Sanabria Lucena-.

ENTIDADES PARTICIPANTES:



Cofinanciado pela
União Europeia

O projeto “FISH Farmers Innovation Science Hub” é cofinanciado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos nesta publicação são exclusivamente dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou do Serviço Espanhol para a Internacionalização da Educação (SEPIE). Nem a União Europeia nem a Agência Nacional SEPIE podem ser responsabilizadas pelos mesmos.

ÍNDICE

1. Projeto Erasmus+ FISH e o presente manual.....	4
1.1. Projeto Erasmus+ FISH Farmers Innovation Science Hub.....	4
1.2. Entidades colaboradoras no Projeto FISH.....	6
1.3. Estrutura do presente manual.....	10
1.4. Quem pode utilizar este manual.....	10
2. A produção sustentável de plantas e peixes na Europa.....	12
2.1. O desenvolvimento sustentável e a sua vinculação com a produção sustentável de plantas e peixes.....	12
2.2. Os princípios da agricultura sustentável, a hidroponia e a aquaponia.....	14
2.3. Exemplo de boas práticas na Europa.....	19
3. Criação de um sistema aquapónico.....	30
3.1. Como é uma instalação aquapónica básica?	32
3.2. Antes da montagem de uma instalação aquapónica.....	33
3.3. Montagem da instalação aquapónica.....	43
3.4. Depois da montagem da instalação.....	45
3.5. Recomendações finais.....	62
4. Agricultura Agroecológica e Pastoreio Extensivo.....	64
4.1. Principais desafios.....	65
4.2. Estratégias de implementação.....	66
4.3. A pecuária extensiva como parte da solução climática.....	68
4.4. Casos práticos destacados.....	71
4.5. Lições aprendidas.....	75
5. Criação de sistemas de cultivo inovadores e monitorização ambiental com tecnologias de código aberto.....	77
5.1. Construção de um Wicking Bed.....	77
5.2. Protótipo de wicking bed em miniatura (germinador de plantas).....	85
5.3. Sistema de monitorização ambiental com Micro:bit (estação meteorológica DIY).....	87

Projeto Erasmus+ FISH e este manual

Este manual é um guia que pode servir para melhorar a produção sustentável de plantas e peixes e é fruto da colaboração das diferentes entidades que participaram no Projeto ERASMUS+ KA210 FISH.

Neste manual pode encontrar conteúdos teóricos e práticos para poder melhorar a produção agropecuária e complementá-la com a produção de peixes. Pode ser lido na sua totalidade ou separadamente, de forma que este manual prioriza a facilidade de utilização, tal como está dirigido para todo o tipo de pessoas, quer mostrem um interesse pessoal e queiram iniciar estas iniciativas para o seu autoconsumo ou desde um ponto de vista profissional, tanto como produtor ou como se fizer parte de uma entidade educativa e vinculada com a sustentabilidade.

1.1. Projecto Erasmus+ FISH Farmers Innovation Science Hub.

Farmers Innovation Science Hub (FISH) é um projeto ERASMUS+ KA210 cujo objetivo principal é promover a sustentabilidade ambiental e a segurança alimentar através da melhoria da eficiência dos recursos -principalmente água- através da implementação de novas técnicas que combinam métodos tradicionais com novas técnicas e tecnologias (hidroponia, aquaponia, sensores eletrónicos, etc.).

Desta forma, pretende-se melhorar a produção vegetal com o cultivo de peixes através dos seguintes objetivos:

- ✓ Promover oportunidades de aprendizagem e o desenvolvimento de conhecimentos e competências em adultos.
- ✓ Fornecer ferramentas práticas para a melhoria do cultivo de plantas e peixes.
- ✓ Contribuir para a proteção e conservação do meio ambiente.
- ✓ Aumentar a resiliência das pessoas e comunidades através da implementação de sistemas produtivos sustentáveis e que melhorem a segurança alimentar.

Através de uma série de recursos e ferramentas pedagógicas, procura-se desenvolver e potenciar uma série de competências verdes, de melhoria da produção sustentável de plantas e peixes, ao mesmo tempo que se otimizam os recursos.

Desta forma, o projeto pretende conseguir uma adaptação melhor e potenciar a luta contra as alterações climáticas e a seca, ao mesmo tempo que se favorece e fomenta o desenvolvimento comunitário graças às sinergias e colaborações que se geram.

O Projeto está dirigido a pessoas adultas que residem na União Europeia, preferentemente nos países de Espanha, Portugal e Itália.

Neste sentido, diferenciam-se dois grupos-alvo atendendo a diferentes perfis de pessoas adultas:

- **Pessoas com experiência e conhecimentos** que já desenvolvem iniciativas de produção com fins educativos, de lazer e/ou de autoconsumo e que fazem parte de um coletivo (como uma associação de horticultores ou sociocultural), instituição (como centros educativos ou universidade) ou possui uma atividade profissional (agricultores e pecuários de produção extensiva).
- **Pessoas interessadas a título individual** e num âmbito ou escala doméstica. São pessoas que possuem mais ou menos conhecimentos e experiência em iniciativas de autoconsumo.

O grupo prioritário do projeto é o primeiro.

Através de uma metodologia participativa, realizaram-se uma série de ações formativas, de investigação e intercâmbio de conhecimentos ao longo do ano 2025 das quais é fruto este manual.

Como o projeto propõe a continuidade no tempo, convida-se a visitar o seu site www.hidroedulab.eu para se manter informado sobre o mesmo.



1.2. Entidades colaboradoras no Projeto FISH.

A seguir, mostra-se uma breve descrição das entidades que colaboraram no projeto.

1.2.1. Espanha

IMAGINA, Educación y Ocio, S.L.

Fundada em 2005, é uma consultora andaluza especializada em programas educativos e de formação, campanhas de fomento da participação e projetos ambientais. A principal linha de trabalho é a realização de atividades educativas e formativas com pessoas de todas as idades, desde a Educação Infantil e Primária a pessoas idosas, passando por jovens que estudam em institutos e universidades.

Trabalha a sustentabilidade, a abordagem STEAM e a sensibilização ambiental em hortas educativas e comunitárias de uma maneira prática, através do cultivo de plantas e peixes, entre outras ações, como possa ser aprender a compostar os resíduos orgânicos.

A IMAGINA está especializada na dinamização social, envolvendo entidades públicas com coletivos, empresas e associações, trabalhando além disso em zonas urbanas de transformação social. Destaca-se no âmbito da educação ambiental, promovendo a economia circular, a poupança de água, uma produção sustentável, etc.

Asociación Plantío Chinampa

A Plantío Chinampa é uma organização que se dedica ao estudo e à promoção da aquaponia e de outros sistemas de produção sustentáveis e respeitadores do meio ambiente. Entre os seus membros conta com investigadores e professores da Universidade de Sevilha.

O seu nome evoca as chinampas, um antigo sistema mesoamericano de cultivo em ilhéus flutuantes utilizado por civilizações pré-hispânicas para expandir o território cultivável em lagos (como em Xochimilco, México). A associação adapta estes princípios a contextos modernos, especialmente em Espanha, de maneira que está centrada na investigação e difusão da aquaponia, e no desenvolvimento de outros sistemas de produção sustentáveis. O seu objetivo é produzir de maneira que se reduza o impacto ecológico.

Para isso, organizam workshops práticos dirigidos a particulares, agricultores e educadores, e colaboram em programas formativos para escolas e centros, utilizando a aquaponia para ensinar biologia, sustentabilidade e economia circular.

Desenvolvem projetos aquapónicos ornamentais, com sistemas decorativos para lares ou espaços públicos que integram peixes e plantas, como os que se encontram na Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agrónoma (ETSIA) da Universidade de Sevilha; educativos, para usar a aquaponia como ferramenta didática em colégios e institutos, como o IES Joaquín Romero Murube, de Sevilha; ou familiares, com desenhos acessíveis para autoconsumo em lares ou comunidades, promovendo a soberania alimentar, como o projeto "El Milagro de los Peces" realizado no Polígono Sur de Sevilha.

Oficina del Parque del Alamillo

O Parque del Alamillo é um espaço natural que se encontra numa zona verde dos termos municipais de Sevilha e Santiponce, Andaluzia. Desde o seu escritório operativo, pertencente à Consejería de Fomento, Articulación del Territorio y Vivienda da Junta de Andalucía, gerem-se os recursos naturais do parque ao mesmo tempo que se realizam numerosas atividades educativas, culturais, desportivas, lúdicas e solidárias.

O Parque é um lugar de encontro e aberto para todo o tipo de pessoas e coletivos.

Torreblanca Verde

A Torreblanca Verde é uma iniciativa de carácter ecológico e social nascida desde o Grupo TAR da Escuela Politécnica de Ingenieros da Universidade de Sevilha e o Centro Cívico Juan Antonio González Caraballo de Torreblanca em colaboração com as associações e vizinhos do bairro, um dos mais pobres de Sevilha. Trata-se de um movimento transformador na conceção dos seus espaços para melhorar a sua imagem e, por sua vez, a perceção dos seus vizinhos e visitantes em relação ao meio ambiente.

Todas as ações promovidas desde esta iniciativa avalizada pelo Grupo TAR, o Centro Cívico e, claro, pelos próprios vizinhos, realizaram-se com o objetivo de contribuir na medida do possível, para a melhoria dos seus espaços públicos sem depender das administrações públicas, mas que possam realizar-se desde a participação vecinal e a colaboração de entidades interessadas do e no bairro de Torreblanca.

1.2.2. Itália

APS We Do FabLab

O We Do FabLab é um laboratório de fabricação partilhada e inovação social situado em Omegna (Itália), nascido para promover práticas sustentáveis, inclusivas e participativas no campo da educação e da tecnologia. A associação opera como plataforma de

colaboração entre a escola, a cidadania e o território, com um forte compromisso com a sustentabilidade ambiental, a inclusão social e a transição digital.

No contexto da sustentabilidade, a associação We Do experimenta e promove soluções ligadas à economia circular, a autoprodução, o uso consciente dos recursos naturais (como no caso de projetos de hidroponia e biomateriais), integrando tecnologias de baixo impacto e percursos educativos respeitadores do meio ambiente.

Na frente da inclusão, a associação desenvolve atividades intergeracionais e interculturais que envolvem jovens, idosos e pessoas com menos oportunidades, utilizando a criatividade e a manualidade como ferramentas de participação ativa e acesso à cultura digital.

Finalmente, o We Do está fortemente comprometido com a transição digital, oferecendo percursos formativos no âmbito da fabricação digital, a programação, a inteligência artificial aplicada à educação, e a realização de protótipos com ferramentas como Arduino, Micro:bit e a impressão 3D. Desta forma, a tecnologia utiliza-se como alavanca para a cidadania ativa e a inovação educativa.

Pro Senectute ODV

A associação Pro Senectute, ocupa-se há 45 anos do voluntariado ao serviço da terceira idade ativa e da "comunicação" entre gerações. A sua missão é promover o envelhecimento ativo através do voluntariado e de iniciativas de sensibilização cultural. Graças a um acordo com o Município de Omegna, a associação gere o espaço "Oasi della Vita". Neste espaço há um parque, um bar restaurante e meia centena de hortas cultivadas por idosos ou por utilizadores de serviços sociais e escolas. Também dispõe de infraestruturas para realizar atividades culturais, educativas e lúdicas.

VCO Formazione

A VCO Formazione nasce em 2003 da união de várias entidades formativas da região italiana do Piemonte, oferecendo serviços de formação, orientação e políticas ativas de emprego na região. Promove e organiza cursos bienais e trienais para jovens em idade de escolaridade obrigatória para os formar em diferentes empregos. Também, a VCO Formazione oferece um serviço de orientação escolar e profissional cuja finalidade é apoiar o desenvolvimento das competências necessárias para que as pessoas definam um projeto formativo, escolar e profissional.

Dessa forma, a escola promove a inclusão laboral e a descoberta dos próprios talentos e potencialidades, guiando as pessoas para oportunidades de desenvolvimento pessoal, formativo e profissional.

1.2.3. Portugal

Associação Terra Maronesa

"*Terra Maronesa*" é uma comunidade de prática portuguesa que busca, desde uma abordagem holística e sistémica, valorizar o território de habitat da raça bovina autóctone "*Maronesa*" e um vasto património alimentar nos seus diferentes aspetos económicos, culturais, sociais, ambientais e turísticos.

Nasceu em 2018 como resposta à crise provocada pelo abandono do sistema agro-silvo-pastoril tradicional, a perda do pastoreio e do uso do fogo técnico, o que conduziu à invasão de matos, aumento do risco de incêndios, erosão e perda de fertilidade e carbono do solo. Perante este deterioro, a Terra Maronesa propõe um modelo integral e moderno de gestão territorial que combina saberes tradicionais e científicos: a "*herbivoria pírica*", uma gestão sinérgica do pastoreio e do fogo controlado.

A associação trabalha principalmente em 2 linhas de atuação: por um lado, o desenvolvimento local e regional através da promoção do bem-estar e da criação de valor social, económico, cultural e ambiental do território; e, por outro, o desenvolvimento das capacidades cívicas, profissionais, humanas e sociais das populações.

Desenvolve a sua atividade nos seguintes temas: modos de produção extensivos; gestão da paisagem, sequestro de carbono e sustentabilidade ambiental; equilíbrio entre pessoas, animais e natureza; ofertas complementares de produtos e serviços; gestão integrada da atividade/negócio; colaboração e ações coletivas; e a economia digital.

Está formada por um grupo de agricultores e, principalmente, pecuários com experiência na produção sustentável e respeitadora do entorno. Entre os seus fins está a conservação do seu património e o desenvolvimento das capacidades cívicas, profissionais, humanas e sociais dos seus membros e das populações rurais nas quais se assenta.

A Terra Maronesa lidera ou participa em projetos emblemáticos como o LIFE Maronesa, Rebanhos+ e o protocolo com a REN que introduz a ideia de "brigadas florestais animais" para a gestão preventiva de combustíveis. Além disso, criou a Escola de Pastores e a Casa da Pecuária, centros de formação que profissionalizam a atividade pecuária.

1.3. Estrutura deste manual.

O presente Manual de aquaponia e outros métodos de produção sustentáveis estrutura-se em duas partes bem diferenciadas.

Na primeira parte, de carácter mais teórico, introduz-se os princípios de produção sustentável de plantas e peixes através da agricultura sustentável, a hidroponia e a aquaponia. Apresentando, por sua vez, exemplos de boas práticas que atualmente se estão a desenvolver na Europa.

Em segundo lugar, e de carácter eminentemente prático, descreve diferentes iniciativas que se podem desenvolver. Desde uma escala mais doméstica e urbana, como possa ser a criação de um germinador de sementes, uma *wicking bed* ou criar um sistema aquapónico, até ir a uma escala mais profissional e extensiva como possa ser uma exploração agropecuária.

Desta maneira, pretendeu-se incentivar a sua utilização, seja no seu conjunto ou separadamente, adaptando-se às necessidades de cada pessoa interessada e do seu contexto.

Por último, complementa-se com uma série de vídeos tutoriais que permitem aprofundar os seus conteúdos.

1.4. Quem pode utilizar este manual.

Este manual prático está pensado para pessoas que estejam a pensar em melhorar os seus sistemas de produção de plantas e animais -principalmente peixes através da aquaponia- ou começar com este tipo de iniciativas, seja desde um ponto de vista de autoconsumo, comercial ou educativo, seja num contexto urbano ou rural e adaptando-se à escala que se deseje, pondo-se como exemplo um sistema que possa abranger o pátio ou jardim de uma vivenda numa cidade ou uma exploração agropecuária de produção extensiva. Ou aplicar as iniciativas num centro educativo para produzir alimentos "e ciência". Também, este manual pode ser utilizado em zonas ou países em vias de desenvolvimento para melhorar a segurança alimentar. Graças à aquaponia e à hidroponia pode-se fornecer alimentos frescos e seguros em áreas onde o acesso a terras cultiváveis é limitado (como pode acontecer em ilhas ou cidades).

A aquaponia destaca-se pela sua escalabilidade. Utilizando depósitos de água de um volume de 1.000 litros e uma superfície de cultivo de cerca de 3 m², podem conseguir-se iniciativas muito efetivas para o autoconsumo doméstico, permitindo a produção simultânea de diversas espécies vegetais, ervas aromáticas e peixes como a tilápia. Esta abordagem, cada vez mais difundida em fóruns e grupos de amadores, é ideal para

quem deseja cultivar os seus próprios alimentos em espaços reduzidos e em contextos urbanos. Ou num centro educativo ou hortas comunitárias.

Sistemas aquapónicos de carácter comercial requerem um alto investimento inicial e um manejo técnico mais complexo. Tem-se constatado o sucesso de projetos que se desenvolveram em ilhas ou lugares de difícil acessibilidade nos quais por vezes a disponibilidade de certos alimentos não está garantida. Ou produzindo monocultivos de espécies como o manjeriço ou outras similares que são altamente procuradas pela hotelaria (como sucede, por exemplo, na cozinha asiática).

Como o uso de um maior número de peixes pode supor mais riscos de doenças e de ter que recorrer a tratamentos que utilizem antibióticos que podem ser mortais para o filtro biológico de bactérias, nestes casos, o **sistema aquapónico pode ser desacoplado**, de forma que essa água "contaminada" não continua o percurso tradicional de ir para o filtro e o sistema de cultivo hidropónico.

2. Produção sustentável de plantas e peixes na Europa.

O sistema agropecuário pode beneficiar-se enormemente da integração entre aquaponia, agricultura sustentável e boas práticas pecuárias. Um bom exemplo é o aproveitamento dos resíduos orgânicos da pecuária (como o estrume), que podem usar-se como biofertilizantes em cultivos e sistemas aquapónicos. Da mesma forma, a água rica em nutrientes procedente da aquaponia pode empregar-se para fertilizar pastagens ou campos agrícolas, fechando o ciclo dos nutrientes e reduzindo insumos externos.

A diversificação produtiva, combinando produção vegetal com pecuária e pastoreio gerido, não só aumenta a resiliência do sistema perante mudanças climáticas ou do mercado, como também melhora a segurança alimentar e a sustentabilidade económica das explorações. O manejo sustentável do pastoreio (por exemplo, mediante técnicas rotativas) pode regenerar os solos e estimular a biodiversidade, alinhando-se com os princípios da agricultura regenerativa e sustentável.

A integração destes sistemas gera sinergias que potenciam a redução da pegada ecológica e o aumento da resiliência perante desafios ambientais, constituindo um modelo mais eficiente e estável que a agricultura e/ou a pecuária tradicional.

2.1. O desenvolvimento sustentável e a sua ligação com a produção sustentável de plantas e peixes.

A produção de alimentos no mundo enfrenta pressões sem precedentes. Alguns dos problemas e desafios que enfrentam os sistemas agropecuários encarregados de fornecer às cadeias alimentares são: a escassez dos recursos naturais; a necessidade de alimentar uma população crescente; as tensões políticas e socioeconómicas que acontecem a nível local, nacional e internacional; ou o stresse que recebem os ecossistemas naturais, como consequência do impacto ambiental das atividades humanas e os efeitos das alterações climáticas.

Em questões medioambientais, desde a segunda metade do século XX, a preocupação ambiental levou a acordos internacionais chave. A **Conferência da ONU em Estocolmo de 1972** marcou o início da ação ambiental global, reconhecendo a degradação do entorno como assunto internacional. Relatórios como "**Os limites do crescimento**" do **Clube de Roma** (também do ano 1972) alertaram sobre os riscos de um crescimento económico e demográfico ilimitado, sublinhando a necessidade de repensar o desenvolvimento sustentável.

Em 1987, o **Relatório Brundtland** introduziu o conceito de **desenvolvimento sustentável**, equilibrando as necessidades presentes e futuras nos âmbitos ambiental, social e económico. Posteriormente, seguiram-se a **Cimeira da Terra do Rio 1992**

(Agenda 21) e, mais recentemente, a **Agenda 2030 da ONU com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)**.

Nesta linha de produzir de maneira mais sustentável desenvolvem-se boas práticas nos setores agropecuários, tais como a **produção ecológica**, e estendem-se e aperfeiçoam-se outros meios de produção como a hidroponia, a aquicultura e a aquaponia, que têm sido utilizadas desde a antiguidade.

A **hidroponia** é o método de cultivo de plantas em água enriquecida com nutrientes, sem terra. A **aquicultura** é a criação e engorda de peixes e, por último, a **aquaponia** ergue-se como um sistema que integra ambas.

Neste sentido, a aquaponia surge como resposta aos desafios globais de sustentabilidade na produção de alimentos. Combina a aquicultura tradicional (criação de peixes) com a hidroponia (cultivo de plantas em água) num circuito fechado onde os resíduos de uns servem de nutriente a outros. Antes de nos aprofundarmos na prática e detalhar como levá-la a cabo, é importante compreender o seu contexto sustentável e os seus fundamentos biológicos.

Neste quadro, a aquaponia e a agricultura sustentável apresentam-se como soluções práticas inovadoras para transformar os sistemas agroalimentares para uma maior eficiência, resiliência e respeito aos ecossistemas naturais. Estas iniciativas permitem "*viver e produzir dentro dos limites do planeta*" --tal como propôs o Clube de Roma anteriormente citado-- compatibilizando a produção de alimentos com a proteção do meio ambiente e a justiça social. Por exemplo, a aquaponia contribui diretamente para vários ODS da Agenda 2030:

- **ODS 2:** Fome zero. Facilita a produção contínua de alimentos frescos (inclusive em zonas urbanas ou com pouca terra fértil) e que proporcionam aportes de proteína animal.
- **ODS 6:** Água potável e saneamento. Os seus sistemas de recirculação minimizam o consumo e desperdício de água.
- **ODS 12:** Produção e consumo responsáveis. É um modelo circular eficiente que reduz resíduos e otimiza o uso de recursos.
- **ODS 13:** Ação climática. Diminui emissões de gases de efeito de estufa face à agricultura tradicional.
- **ODS 15:** Vida dos ecossistemas terrestres. Protege solos e biodiversidade ao evitar pesticidas e fertilizantes químicos em excesso.

Além disso, a integração da aquaponia com outras práticas agropecuárias (como a reutilização da água nutritiva da aquaponia para rega em pastos) gera sinergias que

reduzem a pegada ecológica e aumentam a resiliência do sistema produtivo. A diversificação combinando produção vegetal, criação de peixes e pastoreio manejado melhora a segurança alimentar e a sustentabilidade económica, regenerando solos e biodiversidade segundo princípios de agricultura regenerativa.

E, por último e não menos importante, a adaptabilidade e a escalabilidade dos sistemas de produção são enormes, abarcando desde pequenos projetos domésticos até grandes operações comerciais. Assim, o tamanho de um sistema aquapónico pode adaptar-se ao tamanho de uma varanda ou um pátio num entorno urbano, ou ao de uma horta num centro comunitário ou num centro educativo, empregando-se em muitos casos para produzir hortícolas e peixes para autoconsumo. Nestes casos, além de oferecer alimentos frescos e saudáveis, é uma ferramenta para educar em sustentabilidade. À escala comercial, desenvolveram-se instalações aquapónicas que inclusive alcançam certificações orgânicas e abastecem restaurantes ou mercados locais.

2.2. Os princípios da agricultura sustentável, a hidroponía e a aquaponía.

2.2.1. Agricultura sustentável: equilíbrio entre culturas e pecuária.

A agropecuária sustentável é a maneira de produzir alimentos combinando cultivos e animais para que o solo melhore com o tempo, a água se use de maneira racional e o bem-estar animal seja real. Integra práticas que fecham ciclos: os cultivos alimentam o gado; o estrume, bem manejado, volta ao campo como adubo; e os restos vegetais compostam-se. Assim, a zona de cultivo funciona como um ecossistema vivo "que rende hoje sem hipotecar o amanhã".

Pode desenvolver-se em pequenas hortas que se complementam com animais como galinhas, em programas de hortas e compostagem comunitária em contextos urbanos que incluem **avicompostores** -o situado no Parque de Los Sentidos de Noáin (Navarra, Espanha) é referência-- e em quintas e explorações de um diferente tamanho, incluídas aquelas de numerosos hectares.

Recomenda-se **produzir sob critérios ecológicos**, seguindo normas reconhecidas que proíbem fertilizantes e pesticidas de síntese (usando principalmente adubos orgânicos), e que exigem bem-estar animal, alimentação ecológica e sanidade preventiva. Não há que esquecer que se se quiserem vender os produtos com selo ecológico requer-se uma certificação.

Outras opções que são respeitadoras são a **produção integrada** e a **produção extensiva**. Na integrada, concebe-se a exploração como um conjunto coordenado:

cultivos + gado + árvores/horta, dando lugar a uma conexão das atividades: palha → cama → composto → solo (coberturas verdes, etc.); galinhas → controlo de insetos; leguminosas → azoto natural. Nela, podem usar-se apoios pontuais e racionais (armadilhas, feromonas, etc.), priorizando-se a prevenção e a eficiência.

A produção extensiva relaciona-se mais a diretamente com a pecuária, com rebanhos que aproveitam pastos naturais e restolhos com carga animal moderada e pastoreio rotacional (mover o gado e deixar descansar a erva é o que permite rendimentos maiores e uma sustentabilidade a longo prazo). Bem feita, este tipo de produção regenera prados, reduz incêndios, melhora a paisagem, o bem-estar animal e evita que as aldeias e os territórios sejam abandonados.

Adicional a isto, também é muito interessante introduzir **os princípios da permacultura como método de desenho**, que busca sistemas eficientes, diversos e fáceis de manter, "pensados para durar". Embora as suas práticas excedam o âmbito deste projeto, é uma ferramenta útil que propõe ações como a captação e armazenamento de água; a criação de pequenas valas a nível ou camalhões que travem escoamento superficial; sistemas de captação de água da chuva; tanques para rega e fauna útil (os anfíbios evitam possíveis pragas); ou a reutilização de águas cinzas tratadas para regar sebes, entre outras.

Entre as vantagens da agropecuária sustentável destacam-se:

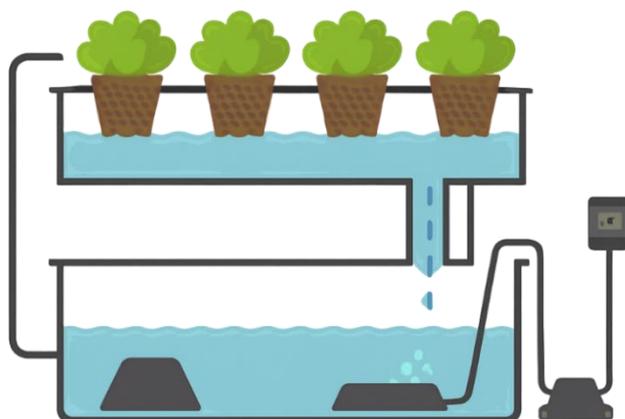
- **Solos mais férteis e esponjosos.** O uso de composto, rotações e coberturas vegetais aumenta a matéria orgânica, melhora a estrutura e reduz a erosão. As raízes chegam mais fundo e as plantas crescem mais saudáveis.
- **Bem-estar animal e sanidade preventiva.** Sombra, água limpa, espaço para se mover e pastoreio planificado reduzem o stresse e a necessidade de medicamentos. Baseia-se na premissa de animais tranquilos, produção estável.
- **Poupança de água e menos contaminação.** Rega ajustada (gota a gota, coberturas) e manejo correto do estrume e chorumes evitam perdas e escoamento superficial que contaminariam rios ou poços.
- **Economia circular na quinta.** A palha é cama e depois adubo, os restolhos alimentam umas horas mais, os resíduos transformam-se em composto. Isto traduz-se em menos compras externas e mais autossuficiência.
- **Resiliência perante o clima.** Os solos com mais vida retêm melhor a humidade na seca e drenam mais eficientemente em chuvas fortes. Além disso, armazenam carbono, ajudando a mitigar as alterações climáticas.

- **Biodiversidade útil e menos pragas.** As sebes floridas, as associações de cultivos e as rotações dão refúgio a polinizadores e fauna auxiliar, diminuindo a pressão de pragas sem depender de químicos.
- **Qualidade e confiança alimentar.** As práticas limpas e rastreáveis dão alimentos com melhor sabor e menos resíduos, apreciados em venda direta e circuitos curtos.

Tal como se explica mais adiante ao tratar a hidroponia e a aquaponia, estas tecnologias podem integrar-se com uma abordagem sustentável para reciclar nutrientes, poupar água e complementar a produção, mantendo sempre o objetivo principal: solo vivo, animais saudáveis e alimentos de qualidade.

2.2.2. Hidroponia: cultivo sem solo.

A hidroponia é o método de cultivo de plantas em água enriquecida com nutrientes, sem terra. Dado que a aquaponia integra a hidroponia, é útil entender as suas bases. Na hidroponia, as raízes das plantas crescem em meios inertes ou substratos que lhes dão suporte (como gravilha, areia, perlite e/ou argila expandida) mas não aportam nutrição. Todos os nutrientes os recebem da água em forma de solução nutritiva preparada com os elementos essenciais que a planta necessita.



Entre as **vantagens da hidroponia** destacam-se:

- **Poupança de água:** A água recircula continuamente no sistema, perdendo-se muito pouco por drenagem ou evaporação. Estima-se que a hidroponia consome apenas uma fração da água que requereria a rega no solo, pelo que é ideal em regiões áridas.
- **Menos pragas e doenças:** Ao não usar terra, evitam-se muitas pragas do solo e patógenos associados a este. Os substratos inertes vêm livres de sementes de infestantes ou bactérias prejudiciais, reduzindo a necessidade de pesticidas. Além disso, os substratos podem reutilizar-se após desinfetá-los, baixando custos.
- **Cultivo em espaços não agrícolas:** A hidroponia permite instalar hortas em telhados, interiores, contentores ou solos inférteis onde a agricultura convencional não é

possível. Isto abre a porta a quintas urbanas, hortas verticais e produção local em locais insuspeitados.

- **Controlo total sobre a nutrição:** O cultivador hidropónico controla exatamente a composição de nutrientes e o pH da água que recebem as plantas, ajustando-os em tempo real segundo as necessidades de cada etapa de cultivo. Este controlo fino geralmente traduz-se em crescimentos mais rápidos e rendimentos maiores comparado com a terra, onde as plantas dependem das condições naturais do solo.
- **Ausência de infestantes:** Sem terra não há sementes de infestantes, o que elimina o trabalho de monda e a competição por nutrientes com as plantas desejadas.

Tal como se explica mais adiante, no apartado de aquaponia, a hidroponia converte-se em hidroponia orgânica natural quando os nutrientes provêm dos peixes em vez de se dissolverem fertilizantes comerciais. Isto torna-a ainda mais sustentável, pois não se adicionam químicos sintéticos e reciclam-se resíduos biológicos.

2.2.3. A aquicultura sustentável

A **aquicultura** é a criação controlada de organismos aquáticos (peixes, crustáceos, moluscos, plantas aquáticas –como agriões, ou lentilhas-de-água para alimentos para animais, algas –tipo wakame ou nori– ou cianobactérias como a espirulina) em ambientes confinados. É uma fonte fundamental de proteína animal a nível mundial (aproximadamente metade do peixe consumido globalmente provém da aquicultura), aliviando a pressão sobre a pesca silvestre. No entanto, a aquicultura intensiva tradicional enfrenta dois grandes desafios para ser sustentável:

- **O tratamento da água residual:** Os tanques de peixes geram água rica em nutrientes (efluente) que, se for descarregada sem tratamento, pode causar eutrofização (proliferação excessiva de algas) e hipóxia (défice de oxigénio) em rios e costas. Este impacto ambiental obriga a buscar métodos para depurar ou reutilizar essa água.
- **A dependência de alimentos balanceados comerciais:** As rações para peixes costumam ser feitas à base de farinha e óleo de peixe ou outros ingredientes cujo fornecimento acarreta impactos ambientais (por exemplo, sobrepesca para obter farinha, ou desflorestação para cultivos de soja). Isto pode converter a aquicultura num sistema que resolve um problema criando outro se não forem manejas fontes alternativas de alimento.

A aquaponia aborda criativamente o primeiro desafio: em vez de ver a água carregada de resíduos como um resíduo a eliminar, **reutiliza-a como fertilizante para plantas**. Deste modo, evita-se a contaminação do meio aquático e obtêm-se duas produções com a mesma água. Ou seja, a aquaponia converte um passivo ambiental (efluente de

aquicultura) num recurso para outra atividade (hidroponia). Isto fecha o ciclo de nutrientes: nada se desperdiça, tudo se transforma.

Respeitante ao segundo desafio, a aquaponia não o resolve diretamente (os peixes aquapónicos também necessitam de alimento), mas a sua abordagem holística impulsiona a investigação em rações mais sustentáveis e inclusive a integração de sistemas como **cultivo de insetos ou minhocas** que reciclam restos orgânicos em alimento para peixes. Além disso, ao ser geralmente de menor escala que as quintas aquícolas industriais, é mais viável na aquaponia experimentar com alimentos caseiros ou locais (como vegetais, restos de colheita, etc., dependendo da espécie de peixe).

Em conjunto, a aquaponia representa uma visão de aquicultura mais **ecológica e integrada**, alinhada com os princípios da Economia Circular. Ao controlar a recirculação da água e aproveitar todos os subprodutos, a aquaponia minimiza a pegada hídrica e química de produzir peixe. **Economicamente**, após um investimento inicial em equipamentos, os custos operativos são baixos e obtêm-se duas colheitas (peixes e plantas) em paralelo. **Socialmente**, permite a produção local de proteína e vegetais de alta qualidade, inclusive em comunidades rurais isoladas ou em zonas urbanas marginais, melhorando a segurança alimentar e oferecendo oportunidades educativas e de emprego verde. Em países em desenvolvimento, os pequenos sistemas aquapónicos familiares podem empoderar mulheres e populações vulneráveis ao fornecer alimento e rendimentos adicionais, reduzindo a dependência de terras cultiváveis.

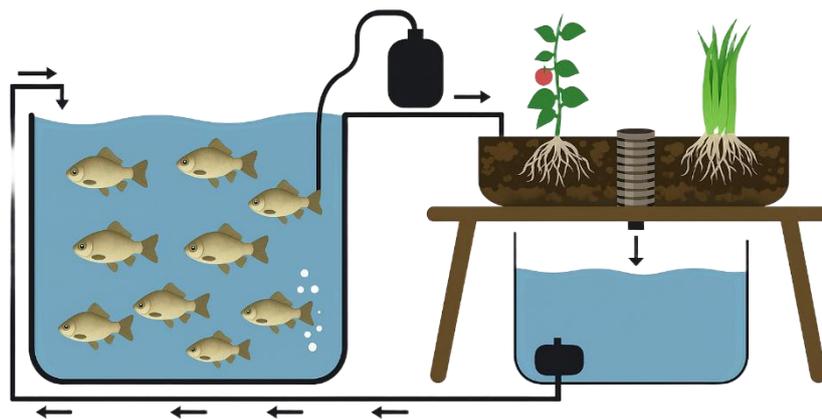
2.2.4. A aquaponía.

A aquaponia é uma técnica inovadora e natural que integra a criação de peixes (principalmente) com o cultivo de plantas num mesmo sistema biológico. Em essência, aproveita o ciclo natural do azoto: os resíduos que geram os peixes (principalmente amoníaco) são transformados por bactérias em nutrientes assimiláveis pelas plantas; por sua vez, as plantas absorvem esses nutrientes limpando a água, que retorna purificada ao tanque de peixes. Cria-se assim uma relação simbiótica onde cada componente beneficia os outros:

- Os **peixes** aportam os resíduos orgânicos ricos em compostos azotados.
- As **bactérias nitrificantes** convertem os resíduos tóxicos dos peixes (amoníaco) em formas não tóxicas (nitratos) que nutrem as plantas.
- As **plantas** tomam esses nutrientes da água para o seu crescimento, filtrando e melhorando a qualidade da água.

Num sistema aquapónico tipo coexistem, portanto, três protagonistas: peixes, plantas e bactérias, formando um ecossistema interdependente. Na prática, um sistema aquapónico básico consta de:

1. **Tanque de peixes (aquicultura):** recipiente onde se criam os peixes, alimentados regularmente.
2. **Biofiltro (colónia de bactérias):** normalmente associado à área de raízes ou a um filtro específico com materiais porosos (como possam ser arlitas), onde se assentam as bactérias nitrificantes encarregadas de depurar a água.
3. **Sistema hidropónico de plantas:** pode ser um leito de cultivo com substrato inerte, tubos com fluxo de nutrientes (sistema NFT), balsas flutuantes, etc., onde crescem as plantas sem solo.
4. **Bomba de recirculação:** que envia a água desde o tanque de peixes para as plantas e de regresso, mantendo o fluxo constante.



Este sistema é circular e sustentável, de maneira que a água atua como veículo de nutrientes e se reutiliza constantemente, reduzindo drasticamente o seu consumo face à agricultura tradicional (com perdas apenas por evaporação, transpiração das plantas e pela parte de água que se incorpora na massa da planta no seu desenvolvimento e crescimento). Ao eliminar o solo, evitam-se muitas pragas terrestres e podem cultivar-se alimentos em espaços reduzidos (por exemplo, em pátios, terraços ou entornos urbanos) que antes se consideravam inúteis para a agricultura. Assim mesmo, ao reciclar os resíduos dos peixes como fertilizante para as plantas, minimiza-se o uso de fertilizantes químicos externos e a geração de resíduos, fazendo da aquaponia um método limpo e ecológico.

2.3. Exemplo de boas práticas na Europa.

2.3.1. Ação COST FA1305.

COST é a abreviatura do Projeto "*Centro de Aquaponia da UE: Realização de uma integração sustentável de peixes e hortícolas*", que se levou a cabo entre 2014 e 2018 e cujo objetivo principal foi fomentar o desenvolvimento da aquaponia na Europa. Este

projeto fez com que se estabelecesse uma rede de colaboração científica e técnica para impulsionar a aquaponia como sistema de produção sustentável.

No projeto COST FA1305, investigou-se como a aquaponia pode melhorar a produção sustentável de alimentos ao otimizar o uso de recursos e reduzir desperdícios, destacando o papel dos microorganismos na otimização destes sistemas.

COST FA1305 tinha como objetivo principal fomentar o desenvolvimento da aquaponia na Europa, explorando a viabilidade destes sistemas como uma alternativa sustentável à agricultura convencional.

Entre os seus objetivos específicos estavam:

- Consolidar o conhecimento existente sobre aquaponia, ampliando a rede de especialistas na matéria.
- Facilitar o intercâmbio de conhecimentos entre investigadores, a indústria e os responsáveis por políticas.
- Analisar o papel dos microorganismos na interação entre peixes e plantas.
- Otimizar a produção utilizando microorganismos benéficos que favoreçam o crescimento vegetal e a saúde dos peixes.

Para levá-lo a cabo, estabeleceu-se uma plataforma chamada **EU Aquaponics Hub** que reuniu distintos investigadores, empresas e responsáveis políticas. Graças a esta plataforma, a UE passou a converter-se num líder mundial em aquaponia.

Dentro da sua labor divulgativa, chegaram a publicar-se 24 artigos científicos revistos por pares (contrastados por especialistas na matéria). Geraram-se 17 folhas informativas com informação técnica em aquaponia. Por último, realizaram-se numerosos eventos de divulgação e sete conferências internacionais.

Respeitante à formação, criaram-se 7 escolas de formação onde havia alunos de 21 países diferentes. Realizaram-se numerosos vídeos educativos aos quais se podia aceder online e desenvolveram-se, em colaboração com as universidades, diversos materiais e recursos.

Para fomentar a inovação tecnológica em aquaponia, exploraram-se diferentes técnicas para melhorar a eficiência, estudaram-se soluções para otimizar a nutrição das plantas mediante os resíduos dos peixes e analisaram-se os desenhos de sistemas de aquaponia mais eficientes.

Tudo isto produziu um impacto positivo na sociedade e indústria da UE, constatável em:

- **Desenvolvimento económico e novas oportunidades de negócio.** Exploraram-se diferentes modelos de negócios para a aquaponia urbana e produção a grande escala, o que supôs a criação de novas empresas aquapónicas por toda a Europa.

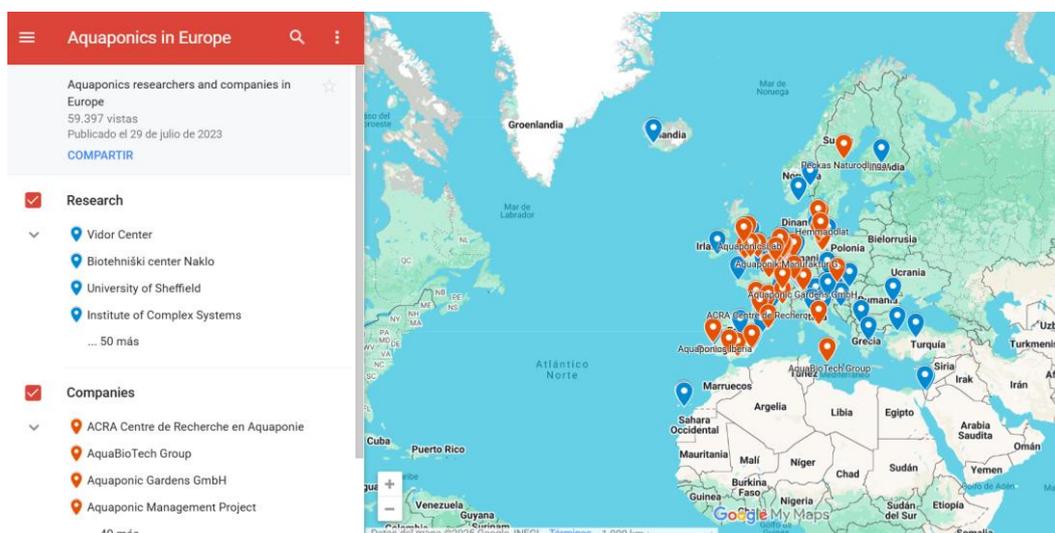
Para além das fronteiras europeias, promoveu-se a aquaponia em países em desenvolvimento, com estudos na Ásia e África.

- **Avanços em regulamentações políticas.** Para regular estas novas políticas em aquaponia, elaboraram-se recomendações para as normativas da UE. Além disso, para se poderem impulsionar padrões comuns, propôs-se a criação de uma Associação Europeia de Aquaponia. Por último, apresentaram-se iniciativas para apoiar a aquaponia dentro da Política Agrícola Comum.
- **Sustentabilidade e meio ambiente.** Graças aos projetos aquapónicos que se realizaram, conseguiu-se reduzir o consumo de água e fertilizantes mediante diferentes estratégias para reduzir o impacto ambiental da produção agrícola. Também se utilizou este modelo de produção em zonas de escassez de recursos hídricos e na agricultura urbana.

A raiz destes resultados, pode considerar-se que a Ação COST FA1305 foi um sucesso, já que se conseguiu uma expansão sem precedentes na investigação, formação e colaboração mundial em matéria de aquaponia, consolidando-a como setor emergente na Europa. Este projeto assentou as bases para que a UE continue a desenvolver a aquaponia como uma alternativa sustentável para a produção de alimentos no futuro, cumprindo diversos pontos dos ODS.

No entanto, ainda ficam ações por desenvolver. Principalmente, haveria que fomentar a colaboração internacional com as diferentes regiões do mundo no uso da aquaponia. É imprescindível continuar com a investigação pondo o foco na sustentabilidade e a eficiência. Também é necessário que a UE impulse uma normativa clara sobre a aquaponia. Há que tentar reduzir os custos iniciais e desenvolver incentivos financeiros para facilitar a adoção da aquaponia na indústria.

Neste mapa pode ver-se todos os atuais projetos de aquaponia que se estão a levar a cabo na Europa.



2.3.2. Projeto “Oasis en el que envejecer bien”.

Financiado pela Região Piemonte em Itália, entrelaça-se naturalmente com os objetivos e as práticas do projeto FISH, já que ambos contam com o nexo comum do We Do FabLab, que os promove dentro de um processo mais amplo de inovação social e sustentabilidade ambiental. Se com o FISH se exploram tecnologias acessíveis para cultivos hidropónicos, aquapónicos e modelos educativos relacionados com a sustentabilidade, "Oasis no qual envelhecer bem" adapta e declina esses princípios num contexto de envelhecimento ativo, promovendo o cuidado do território através da participação das pessoas idosas. Em ambos os projetos, o uso consciente dos recursos naturais, o desenho partilhado dos espaços e a abordagem intergeracional representam ferramentas chave para construir novas formas de bem-estar e participação.

O projeto centra-se no compromisso cívico e no protagonismo das pessoas idosas, que se materializa na realização de atividades coletivas e no desenvolvimento concreto das relações entre gerações. Assim, apoia-se na colaboração da Pro Senectute, que gere 70 hortas sociais, ativas desde há décadas na Oasi della Vita de Omegna Bagnella, administradas pelos seus voluntários. É nestas hortas que o projeto se propõe promover práticas agrícolas sustentáveis, através da informação e da formação em técnicas avançadas de cultivo como a hidroponia, a aquaponia e o *wicking bed*.

O objetivo principal é melhorar a qualidade de vida dos horticultores, facilitando a participação ativa na comunidade através da aprendizagem e da partilha de competências. Aos jovens estudantes do itinerário agrícola da entidade formativa VCO Formazione, oferece-se-lhes a oportunidade de interagir na modalidade "aprender fazendo" durante as atividades formativas e de aprender das experiências mais ricas dos seus idosos.

Através destas ações, o projeto pretende:

- Informar e formar, oferecendo sessões formativas e workshops interativos sobre técnicas de cultivo sustentável a pessoas idosas, com o foco na hidroponia, aquaponia e *wicking bed*, e envolver os estudantes dos itinerários agrícolas das escolas locais como assistentes durante os laboratórios.
- Promover o envelhecimento ativo, evidenciando como a participação ativa no cultivo pode melhorar o bem-estar físico e mental dos idosos.
- Fomentar a experimentação prática e o intercâmbio de conhecimentos, mediante a organização de workshops de instalação de kits hidropónicos e *wicking bed*, onde os idosos estão acompanhados pelos estudantes para partilhar competências e experiências, criando um ambiente de aprendizagem colaborativo.

- Favorecer o intercâmbio intergeracional de conhecimentos, animando os idosos a partilhar as suas práticas agrícolas tradicionais, enquanto os estudantes aportam novas perspetivas e competências.
- Realizar estudos para monitorizar e avaliar o impacto das novas técnicas na produção agrícola, a qualidade do produto e a sustentabilidade ambiental.

No terreno destinado às hortas sociais, a Pro Senectute tinha duas estufas em desuso que o WeDo FabLab, junto com os estudantes do itinerário agrícola da VCO Formazione, reconcionou introduzindo 3 tipos diferentes de torres hidropónicas.

Além das torres, os estudantes iniciaram a implementação de **Smart Gardens**: pequenas estufas domésticas desenhadas para cultivar plantas sem terra, de forma automatizada. As raízes das plantas estão sempre submersas numa solução de água enriquecida com nutrientes, enquanto uma pequena bomba permite a recirculação da água e um sistema de LED integrados simula os raios solares.

2.3.3. Los invernaderos de los Jardines Margherita.

Na cidade italiana de Bolonha, dentro do parque urbano Giardini Margherita, encontra-se "*Le Serre dei Giardini*", ou as estufas dos jardins, um espaço público reabilitado e convertido em centro cultural híbrido que integra arte, empreendedorismo social e agricultura urbana. Ocupa um total de 650 m² das antigas estufas municipais, restauradas graças ao investimento da cooperativa social Kilowatt (com apoio da região Emilia-Romanha).

Neste entorno vibrante que combina criatividade e natureza, destaca-se a Serra Madre: uma estufa e café onde as estações de *coworking* estão literalmente imersas num sistema de aquaponia chamado Serra Orto. Ou seja, empreendedores e visitantes trabalham ou descansam rodeados de leitos de cultivo hidropónico com peixes e plantas, exemplificando uma harmoniosa convivência entre tecnologia, trabalho colaborativo e ecologia.



O projeto consta de três elementos principais:

- O tanque: Contém 10 m³ de água e aloja mais de 200 peixes entre carpas koi, gambusias, medakas, etc.
- A "mesa aquapónica": É o elemento que caracteriza todo o sistema e o faz único em Itália. Está composto por 12 minitanques de diferentes dimensões unidos entre si pelo princípio dos vasos comunicantes.
- As «torres verticais»: 21 torres de 3 m de altura cada uma, com 11 ranhuras por torre, para um total de 231 plantas cultiváveis em vertical ocupando menos de 4 m² de solo.



As motivações do projeto são:

- Reduzir o impacto humano no meio ambiente e preservar os recursos para as gerações futuras.
- Iniciar um processo de sensibilização para os novos sistemas de cultivo fora de solo.
- Experimentar uma produção a "metro zero" para utilizá-la no bistro VETRO de Le Serre.
- Sensibilizar e envolver quem frequenta Le Serre, fazendo com que as pessoas entrem em contacto com o sistema, compreendam o seu funcionamento e participem no seu cuidado.

Este espaço abriu em 2015 e tem sido reconhecido por impulsar a inovação social verde, demonstrando que inclusive no centro de uma cidade histórica é possível criar um oásis onde a agricultura sustentável e a comunidade se encontram.

2.3.4. Jardín de Nemo.

Trata-se de uma iniciativa inovadora situada na costa de Noli, na região da Ligúria (Itália), que implica o cultivo de plantas terrestres em ambientes submarinos, formando um verdadeiro jardim aquático. Este sistema emprega esferas cheias de ar, fixadas ao leito marinho, para crescer vegetais em condições reguladas sob o oceano. O seu impulsionador é Sergio Gamberini, um mergulhador experiente e apaixonado pela botânica, quem concebeu a ideia enquanto estava de férias, provando inicialmente com manjeriço, um cultivo emblemático da zona e chave na preparação do *pesto*. Ao envolver a planta com uma barreira protetora submersa, esta beneficiava-se da evaporação para a sua rega, resultando em exemplares com níveis elevados de antioxidantes, algo importante não só a nível nutritivo mas também desde um ponto de vista farmacêutico.

Após o sucesso desta prova inicial, a horta alberga atualmente cerca de 40 variedades de plantas terrestres, como tomilho, morangos, orégão e tomates *cherry*, todas elas de tipo aromático e hortícola, cultivadas mediante técnicas hidropónicas.

O propósito deste projeto vai para além de ampliar os limites do cultivo alimentar; busca fazê-lo de forma sustentável, integrando-se harmoniosamente com o meio ambiente marinho. As biosferas, denominadas domos ou esferas, são construções transparentes infladas com ar em áreas de baixa profundidade, atuando como estufas subaquáticas que aproveitam a temperatura constante e a humidade elevada da água para favorecer o desenvolvimento vegetal.

Estas instalações criam um ecossistema artificial que favorece a vida marinha local, funcionando como recifes artificiais que proporcionam abrigo e áreas de forrageamento para moluscos, crustáceos e peixes pequenos, contribuindo assim para a preservação do equilíbrio ecológico e para o impulso da biodiversidade na zona. De facto, a sua implantação provou ter efeitos positivos na diversidade marinha.

Cada uma destas esferas pode conter até 120 plantas por ciclo produtivo. A abordagem de cultivo centra-se na hidroponia, oferecendo um ambiente controlado onde o solo tradicional se substitui por um meio inerte, irrigado com uma solução rica em nutrientes essenciais. As plantas desenvolvem-se sob uma pressão de 1,8 bar, que aparentemente acelera a sua expansão. Além disso, as cúpulas resguardam-nas de fatores externos nocivos. O sistema alimenta-se de energia solar para os monitores e processos de dessalinização, gerando um microclima autossuficiente ótimo para o crescimento, sem necessidade de recursos energéticos extras.

Em comparação com a agricultura convencional, o "Jardim de Nemo" destaca-se pela sua superior proteção contra doenças e parasitas, graças ao isolamento num espaço regulado e isolado de riscos terrestres. Assim mesmo, detetou-se que as plantas produzidas ali exibem maiores concentrações de antioxidantes e óleos essenciais, indicando uma qualidade nutricional superior à dos cultivos em terra firme.



Assista no YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=OaQpXSYsgr4>

2.3.5. Projeto "El milagro de los peces".

"O Milagre dos Peixes" é um projeto de aquaponia no Polígono Sur de Sevilha, uma das zonas mais empobrecidas de Espanha, que busca capacitar famílias desta zona para instalar nos seus lares um sistema de produção de alimentos a pequena escala que combina a criação de peixes e o cultivo de plantas. A iniciativa foi possível graças à colaboração das associações Plantío Chinampa e Verdes del Sur, além da Universidade de Sevilha e o IES (Instituto de Educação Secundária) Joaquín Romero Murube, situado no bairro. Com ele busca-se a autossuficiência alimentar, a integração social e a capacitação dos vizinhos, utilizando um protótipo que integra um tanque de peixes com uma bandeja superior de plantas, dando alimentos com pouco consumo de água.

O projeto iniciou-se em 2012 com uma experiência piloto num dos lares do bairro. A instalação aquapónica que se colocou ali contribuiu para a alimentação de toda uma família, já que produziu 20 quilos de peixe e 60 quilos de hortícolas variadas em apenas

4 m² e com apenas 2.800 litros de água. Em 2014 foi o ano de maior participação com um total de 180 famílias implicadas, todas elas compostas por pessoas com menos oportunidades e num contexto urbano, num bairro considerado como o mais pobre da Europa.



Assista no YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=2QICEobU2ac>

Junto a essa instalação, colocou-se outra no IES Joaquín Romero Murube para poder ensinar aos estudantes deste centro e às suas famílias este sistema de produção sustentável de alimentos, de modo a que pudessem replicá-lo nos seus lares.

O projeto tem quatro objetivos:

- **Autossuficiência alimentar:** permitir aos vizinhos desta barriada cultivar os seus próprios alimentos, tanto peixe como hortícolas.
- **Integração social:** revitalizar o bairro através da colaboração dos vizinhos e da criação de uma comunidade de produtores.
- **Gerar autoemprego:** demonstrar a viabilidade destes sistemas de produção de alimentos que são mais económicos e sustentáveis, além de pouparem água e energia, convertendo-se numa saída laboral numa zona castigada pelo desemprego.
- **Ferramenta educativa:** utilizar o método como recurso educativo na zona, tanto pela sua funcionalidade nos lares como pela sua vertente ambiental.

Atualmente, neste projeto, a Plantío Chinampa segue como associação ativa e desenvolvendo a aquaponia como meio educativo no IES Joaquín Romero Murube, ao mesmo tempo que assessora entidades e pessoas de todo o tipo em temas aquapónicos. Fruto do seu conhecimento, são grande parte dos conteúdos do presente manual.

2.3.6. Sistema aquapónico da Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica (ETSIA) de la Universidad de Sevilla.

Liderado pelo professor Víctor Fernández Cabanás, a ETSIA da Universidade de Sevilla conta desde há anos com um sistema aquapónico nas suas instalações. Situados nas estufas que a Escola possui, há até três tipos diferentes de sistemas inovadores: um jardim ornamental vertical aquapónico, uma wicking bed e uma horta, todos eles NFT e baseados nos modelos da FAO.



Assista no YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=1CW9VmlW6IY>

2.3.7. Planta Acuapónica del Restaurante Sollo, en Fuengirola, Málaga (España).

Em 2016, o Restaurante Sollo, do chefe Diego Gallegos, ganhador de 1 Estrela Michelin, converteu-se em pioneiro ao ser o primeiro a autoabastecer-se não só com verduras ecológicas, mas também com o peixe que leva aos seus pratos graças a uma instalação aquapónica no próprio local.

Para levar a cabo este projeto, contou com a colaboração da Fundação La Caixa e da Aula del Mar, que se encarregou da montagem e manutenção dos tanques. No total, a planta aquapónica compõe-se de 3 tanques de água doce de 5.000 litros de capacidade que produzem cada um, aproximadamente, 150 quilos anuais de peixe, seguindo os indicadores da aquicultura ecológica no que toca a densidade de animais (20 quilos/metro cúbico).

Durante a temporada de verão, nos tanques criam-se espécies como tilápia, bagre, vários tipos de carpas, camarões e gambas. Na temporada invernal, com a descida de temperatura das águas, introduzem-se também esturjões, trutas e tenças.



Assista no YouTube: : <https://www.youtube.com/watch?v=DxenQPL7WE0>

Este projeto não é o único que está a tentar fomentar a vertente comercial da aquaponia na província de Málaga, já que a própria Fundação La Caixa, junto com a Aula del Mar e o Clube Gastronómico Quilómetro Zero leva a cabo uns cursos de "Aquaponia e Cozinha de Peixe Sustentável", iniciando mais de 150 estudantes e profissionais da cozinha da província de Málaga, além de a jovens desempregados e em risco de exclusão social, nas vantagens da aquaponia e na cozinha das verduras e peixes obtidos com este sistema.

3. Criação de un sistema aquapónico.

A aquaponia ou produção aquapónica é o cultivo conjunto de peixes, ou mais em geral de organismos aquáticos (**AQU**icultura), e de plantas sem solo (**hidroPONIA**), num sistema de recirculação de água.

AQUICULTURA



+

HIDROPONIA



Para saber montar e manejar bem uma instalação aquapónica antes há que recordar o funcionamento de um sistema aquapónico.

Após alimentarem-se, os peixes libertam na água os seus resíduos e matéria orgânica (urina, fezes e amoníaco pelas brânquias os peixes de água doce) que são transformados em sais minerais por milhões de bactérias e outros microorganismos benéficos. Estes sais minerais são nutrientes, "comida" para as plantas, que são absorvidos pelas suas raízes, eliminando-os portanto da água, que volta limpa aos peixes para voltar a iniciar este ciclo. A aquaponia reproduz **o ciclo de nitrogénio** da natureza, ou mais em geral, da mineralização da matéria orgânica, o que permite depurar e manter em equilíbrio a água dos rios, ribeiros e mares, e em geral dos corpos de água de todo o Planeta. A aquaponia reproduz este ciclo natural em condições controladas, produzindo além disso alimentos em forma de peixes e plantas.

SABIA QUE...

As bactérias realizam muitas reações químicas para decompor os resíduos provenientes dos peixes e dos restos do seu alimento, mas uma das mais importantes é a nitrificação. Esta reação é tão importante porque o amoníaco ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$) que os peixes libertam na sua urina ou pelas brânquias é muito tóxico para os próprios peixes e deve ser eliminado o mais cedo possível. Isso é conseguido por um tipo de bactérias, que o transformam rapidamente em nitrito (NO_2^-). Mas o nitrito também é muito tóxico, por isso outro tipo de bactérias o transforma em nitrato (NO_3^-), que já não é tóxico nas doses que normalmente encontramos na água

A aquaponia não é uma invenção nova, já o faziam os asiáticos nos seus arrozais há milhares de anos e os astecas aperfeiçoaram-na nas suas "chinampas" do vale central do México há séculos. Há 30-40 anos modernizou-se esta "invenção" para o tornar mais produtivo, sem alterar o mecanismo básico e natural que emprega a natureza para purificar a água.

A **aquaponia tem benefícios** face à aquicultura e à agricultura com solo ou sem solo (hidroponia), como são:

- **Poupança de água** (só para o enchimento inicial da instalação e para repor as perdas por evaporação). Menor quantidade de água para produzir 1 kg de peixes e de plantas.
- Não se usam **fertilizantes químicos** (os nutrientes dissolvidos na água procedem da mineralização que fazem as bactérias dos resíduos dos peixes).
- Plantas e peixes para consumo humano de **alta qualidade e saudáveis**, sem resíduos químicos potencialmente perigosos (devido a que não se usam nem fertilizantes químicos, nem pesticidas, nem antibióticos ou desinfetantes).
- **Baixo ou nulo impacto no medio ambiente** (a água residual da instalação aquapónica tem poucos nitratos e fosfatos; e nenhum resíduo contaminante).
- A obtenção de duas **fontes de rendimentos**, plantas e peixes, que partilham infraestruturas e custos.
- **Níveis produtivos** similares ou superiores à agricultura, hidroponia e aquicultura por separado.
- **Menos doenças** de peixes e das raízes das plantas (por bactérias benéficas que competem contra bactérias e fungos que causam doenças).

Por outra parte, a **aquaponia** tem debilidades e aspetos aos que há que pôr especial atenção, como são:

- Estudo prévio para reduzir ao máximo os custos energéticos da bomba de recirculação, compressores de ar e possível climatização.
- Cortes acidentais do fornecimento elétrico podem pôr em risco todo o sistema aquapónico ao deter-se a recirculação da água que transporta os nutrientes e o oxigénio.
- Disponibilidade de espécies de peixes adaptadas ao clima de cada país.
- Disponibilidade do alimento comercial para os peixes.

Finalmente, a **aquaponia precisa de formação e treino prévio** nos seguintes aspetos:

- Maneio simultâneo dos 3 grupos de seres vivos (peixes, plantas e bactérias) que convivem na instalação aquapónica, até conseguir um equilíbrio que permita o

bem-estar dos trê e ao mesmo tempo produções ótimas de peixes e plantas para consumo.

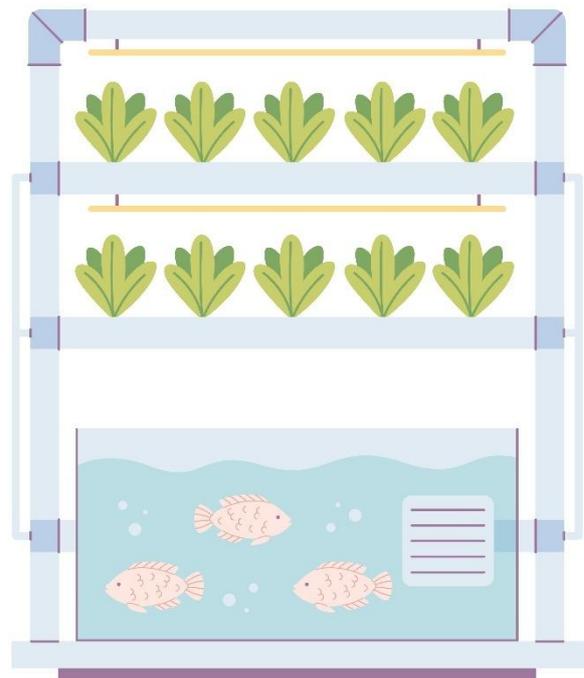
- Controlo e regulamento de alguns parâmetros da água como o oxigénio, o pH, os nitratos ou a temperatura.
- Controlo biológico e ecológico de pragas de plantas e doenças dos peixes.
- Controlo de sólidos ou lamas na instalação aquapónica.

A aquaponia permite a obtenção de hortícolas e peixes muito saudáveis e de alta qualidade, que em muitos países são certificados como produção sustentável e ecológica. Dada também a contaminação de muitas zonas do nosso Planeta e o difícil que segue a resultar na maioria dos casos conhecer a origem dos alimentos que compramos e comemos, os sistemas aquapónicos assim como a agricultura ecológica e outros sistemas sustentáveis para o autoabastecimento de alimentos a nível familiar, estão a converter-se num meio para contribuir para a soberania alimentar.



3.1. ¿Como é uma instalação aquapónica básica?

No desenho da direita pode observar-se um desenho básico de uma instalação aquapónica, denominado sistema de raiz flutuante. Este é um exemplo de uma instalação aquapónica onde as plantas crescem em condições hidropónicas (sem solo). Mais adiante, neste guia, explicam-se outros dois sistemas hidropónicos: o de substrato ou leito de sementeira e o NFT.



Numa instalação aquapónica os peixes mantêm-se num depósito onde são alimentados. A água deste depósito, carregada dos seus resíduos e de matéria orgânica, leva-se mediante uma bomba e um tubo até umas bandejas onde há plantas que estão a crescer com as suas raízes metidas diretamente dentro de diferentes substratos (argila expandida, gravilha, tijolos partidos, gravilha vulcânica, etc.) por onde se vai filtrando a água. Nestes substratos aninham milhões de bactérias benéficas que transformam a matéria orgânica e resíduos que leva a água em sais minerais (NUTRIENTES), que absorvem diretamente as plantas para crescer. As raízes das plantas absorvem os sais minerais e a água volta limpa por um esgoto ao tanque onde estão os peixes, iniciando de novo a sua recirculação.

Para desenhar corretamente o sistema há que ter em conta duas chaves:

- A primeira é buscar dentro da instalação um lugar para os peixes, um lugar para as plantas e um lugar para as bactérias, e colocar uma bomba de água a recircular a água entre os 3 lugares conectando-os.
- A segunda chave é encontrar as proporções (denominado “ratio”) ótimas entre o número de peixes, de plantas e de bactérias, de modo que estejam num equilíbrio saudável e produtivo para os três. Falaremos da ratio no capítulo 3.2.4 deste manual.

3.2. Antes da montagem de uma instalação aquapónica.

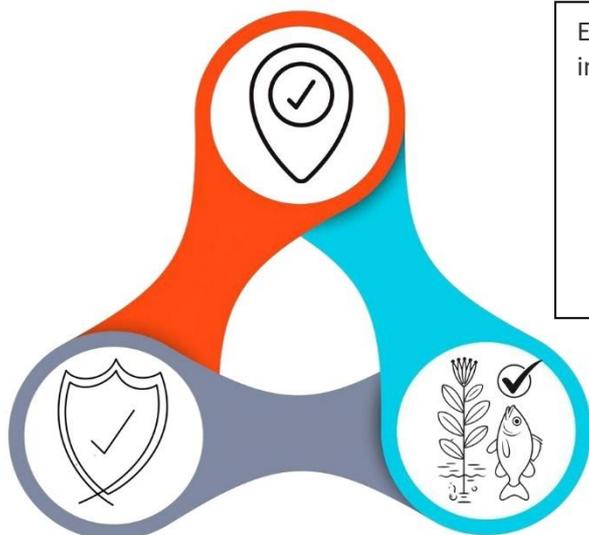
Montar um sistema aquapónico a nível familiar é simples, embora se recomende sempre começar por uma instalação pequena com poucos peixes, para aprender o manejo básico. Posteriormente, pode-se ampliar a instalação e começar a produzir mais peixes e mais plantas.

3.2.1. Condições prévias.

Antes de desenhar, montar e pôr em marcha uma instalação aquapónica, há que pensar em condições prévias. É indispensável cumprir todas estas condições, de outro modo não será possível que funcione o sistema aquapónico.

Por isso, é importante ter em conta as seguintes condições:

:



Escolher o local adequado para a instalação, que disponha de:

- Uma tomada ou fonte de água
- Uma tomada de corrente elétrica
- Um escoamento
- Sol direto - luz natural

Proteger a instalação aquapónica

Escolher o sistema aquapónico que melhor se adapte às tuas

O lugar adequado

Tomada ou fonte de água. A água para a sua instalação aquapónica deve ter uma mínima qualidade e, por vezes, é necessário fazer uma análise de água. Pode utilizar-se desde água da chuva ou água de poço até água osmotizada ou destilada, ou inclusive uma mistura de todas estas. Também pode usar-se água potável da rede, embora isto possa estar proibido ou restringido a nível municipal. Em qualquer caso, não é uma solução sustentável medioambientalmente para o seu uso em aquaponia.

Podem fazer-se pequenas correções para ter água com maior qualidade, por exemplo, mudando o pH com ácidos ou bases, misturando-a com outras águas para baixar o nível de sais, ou - se estiver a utilizar água potável da rede- eliminando os restos de cloro (seja agitando-a durante umas horas ou deixando-a repousar até que se dissipe o cloro).



À esquerda, pode ver-se uma instalação aquapónica familiar feita com depósitos tipo IBC ou GRG, com os peixes em baixo e as plantas em cima. Dentro dos substratos onde metem as suas raízes as plantas, encontram-se as bactérias protegidas da luz.

Esgotos. Periodicamente, há que fazer lavagens ou mudanças de água nas instalações aquapónicas e, por isso, é necessário ter disponível um esgoto. Não obstante, recomenda-se recolhê-las em recipientes e utilizá-la para a rega, ao ser um fertilizante natural para a sua horta.

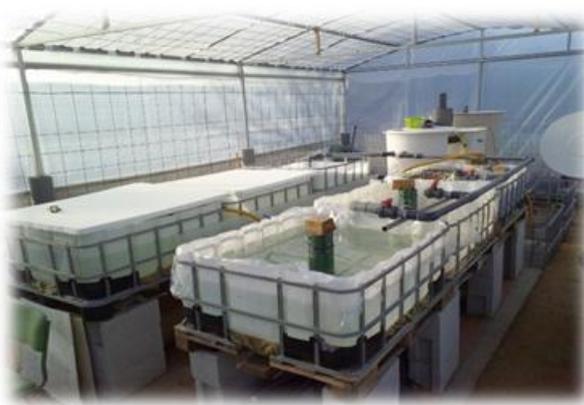
Zona com luz solar direta e zona com sombra. As plantas em aquaponia devem receber a luz solar, enquanto que os peixes e bactérias devem permanecer na escuridão ou à sombra (pode usar-se rede de sombreamento, materiais isolantes ou refletores, ou qualquer outro material que impeça a passagem da luz).

Fonte de energia. É necessário que os aparelhos elétricos da sua instalação (bomba de água e compressores de ar) estejam ligados a um quadro elétrico com proteção perante eventuais derivações ou sobretensões elétricas.

Proteger a instalação aquapónica.

É necessário proteger a instalação de chuvas e ventos fortes, assim como de mudanças bruscas de temperatura. Também há que proteger as ligações elétricas.

Por isso, é necessário colocar a instalação sob **telhado** ou dentro de uma **barraca, coberto,** ou uma **pequena estufa.**



Escolher o tipo de instalação aquapónica (desenho da instalação)

Escolher os três lugares para os peixes, as bactérias e as plantas.

Em qualquer tipo de instalação aquapónica têm que existir três lugares ou espaços para os três tipos de seres vivos que vão conviver nela:

1. Lugar para os peixes.
2. Lugar para as bactérias.
3. Lugar para as plantas.

Estes lugares ou espaços podem estar os três juntos, ou bem separados de maneira independente cada um, ou agrupados dois deles e o outro de maneira independente.

LEMBRA...

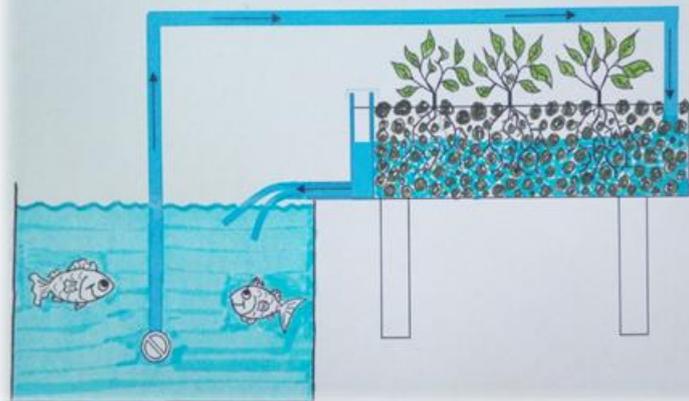
É sempre melhor começar por uma instalação pequena, simples e com poucos peixes, para aprender a gerir e saber como funciona corretamente para que peixes, plantas e bactérias possam conviver de forma satisfatória. E uma vez aprendido o manuseio básico e como corrigir os erros que vão aparecendo, só então ampliar a instalação, adicionando mais peixes e mais plantas, ou fazendo outra nova e de maior tamanho

3.2.2 Los 3 tipos de sistemas hidropónicos que podem existir numa instalação aquapónica.

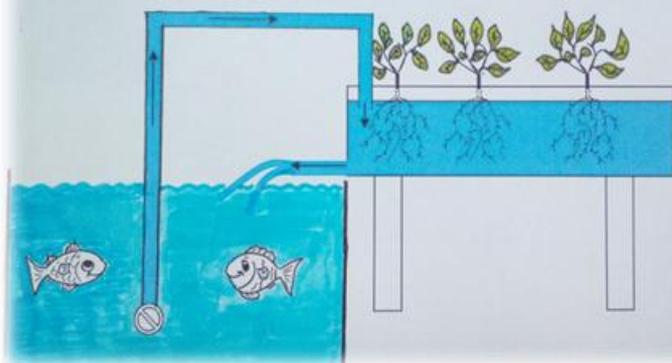
Numa instalação aquapónica as plantas crescem com as suas raízes metidas diretamente na água de onde absorvem os nutrientes.

Há 3 tipos de sistemas hidropónicos e segundo o que usemos na instalação aquapónica, teremos diferentes tipos de instalações como se mostram a seguir:

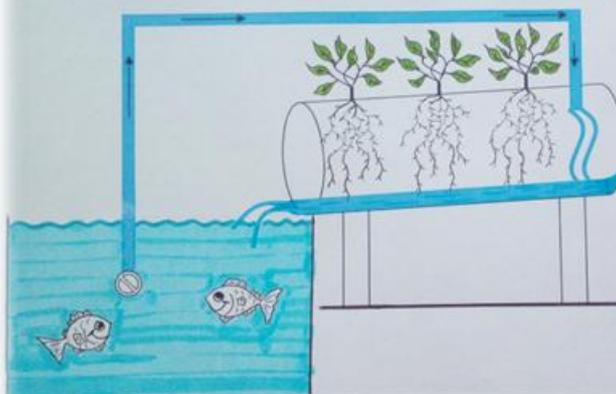
Hidroponia em substratos ou leitos de cultivo (*“grow bed”*). As plantas crescem em tabuleiros contendo materiais altamente porosos (substratos), como argila expandida, rocha vulcânica, seixos de rio, biobolas, etc., onde prosperam triliões de bactérias.



Hidroponia em leito flutuante ou sistema radicular flutuante (*“Raft system”* o *“Deep water culture”*). Neste sistema, as plantas flutuam sobre rolhas brancas e crescem com as raízes submersas diretamente na água.



Hidroponia com a Técnica de Fluxo Laminar de Nutrientes (“NFT” *Nutrient Film Technique*). As plantas são colocadas sobre orifícios feitos em tubos de PVC, e as suas raízes crescem para baixo, procurando os nutrientes misturados com água numa fina película ou camada.



3.2.3 Exemplos de instalações aquapónicas.

A seguir, enumeram-se algumas instalações aquapónicas simples com fins educativo e de autoconsumo familiar que são adequadas para começar.

- **Tanques/balsas ou depósitos de rega:** Reutiliza a balsa como tanque, com leitos de cultivo próximos. De grande volume e simples, exceto se se quiser aumentar o rendimento e se utilize arejamento para promover a circulação da água.
- **Aquários + mini depósitos e tubos:** Aquário doméstico ligado a pequenos depósitos/tubagens. Ideal para uma casa ou uma sala de aula educativa.
- **Pequenos depósitos:** Um bidão como tanque e um leito de cultivo. Baixo custo e fácil manutenção.
- **Ornamental em vertical:** Jardim vertical sobre aquário. Precisa de plantas leves. Tem uma abordagem estética e educativa.
- **Depósitos tipo IBC:** IBC cortado: tanque em baixo, leito em cima. Robusto, barato e modular. Este sistema é um dos mais populares e usados a nível mundial pela sua simplicidade e por ser muito prático.

MAIS INFORMAÇÃO

Este sistema com IBCs foi concebido na Austrália e espalhou-se pelo mundo inteiro graças ao fórum de “Backyard Aquaponics”. Podes consultar mais informação em <http://www.backyardaquaponics.com/forum/>

Também, em 2011, “Backyard Aquaponics” publicou o livro digital e interativo [HYPERLINK "https://es.slideshare.net/slideshow/the-ibc-of-aquaponics/54254576"](https://es.slideshare.net/slideshow/the-ibc-of-aquaponics/54254576) *The IBC of aquaponics*”.

- **IBC com plantas em vertical:** IBC como tanque + torre vertical de vasos. Alta densidade e pouco espaço.
- **Acuaponía usando barriles o depósitos cilíndricos ("Barrel ponics"):** Similar a la anterior pero aprovechando la forma cilíndrica de este tipo de depósitos.
- **IBC combinados (diseños FAO):** Vários IBCs ligados com sedimentação, biofiltro e leitos. Desenho provado e escalável. No desenho, extraído da publicação da FAO "*Small-Scale aquaponics food production*", mostra-se uma instalação aquapónica com plantas em hidroponia de leito de sementeira ("Grow bed"). Neste caso os peixes ocupam um lugar independente e as plantas e bactérias partilham o mesmo lugar nas bandejas com o substrato de arlita.

Illustration of a small media bed unit



- **Familiar com depósitos e tubos:** Tanque pequeno com canais/balsas. Produção básica e contínua para autoconsumo. Na imagem mostra-se uma instalação de aquaponia em sistemas NFT, com monocultivos de tomates, alfaces e morangos, combinado com tenças (*Tinca tinca*). Situado na estufa da Escola de Agronomia (ETSIA) da Universidade de Sevilha.



- **Aquaponia familiar com depósitos e piscinas.** Aquaponia em sistemas de raiz ou leito flutuante ("Raft System" ou "Deep Water Culture"). Na imagem os monocultivos de manjeriço combinado com tenças (Tinca tinca) da estufa da Escola de Agronomia (ETSIA) da Universidade de Sevilha.



CONSELHO

É muito útil fazer um desenho ou um pequeno plano da instalação aquapónica, com uma lista que inclua todos os materiais que serão necessários para a montagem. É importante também dedicar tempo a procurar e localizar na internet, por telefone, ou na cidade ou aldeia onde se localize a instalação, as empresas e fornecedores dos materiais e equipamentos que serão necessários.

IMPORTANTE

Para uma instalação aquapónica pequena que não requeira realizar uma obra de construção, não são necessários permisos. Se se fizer uma ampliação grande da instalação que requeira realizar uma obra ou instalar uma nova instalação elétrica, então será necessário consultar a administração pública correspondente se são necessários ou não permisos.

Do mesmo modo, se a instalação for grande, é provável que seja necessária uma avaliação de impacto ambiental pelo município, bem como o permiso da administração pública de Agricultura para assegurar que cumpre os requisitos de bem-estar animal. Por último, se as plantas e os peixes se vão comercializar para consumo humano, também serão necessários os permisos correspondentes da administração pública de Saúde.

Em qualquer caso, para instalações pequenas ou familiares de autoconsumo, geralmente não são necessários permisos da administração pública.

3.2.4 A RATIO

A "RATIO" é um indicador que relaciona a **quantidade de comida diária** (em gramas) que há que dar aos peixes, com a **superfície de plantas** (em m²) que pode cultivar-se na instalação aquapónica.

Por exemplo, se a Ratio tiver um valor de 20 g/m², significa que com 20 gramas de comida diária que usemos para alimentar os nossos peixes, podemos cultivar 1 m² de plantas na instalação aquapónica.

O número de peixes com o seu peso total (ou biomassa) determina a quantidade diária de comida que necessitam. Parte desta comida transformar-se-á depois em resíduos que os peixes libertam na água (fezes, urina e amoníaco). As bactérias, posteriormente, transformam estes resíduos em minerais que absorvem as raízes das plantas. Portanto, a quantidade de comida para os peixes determina a superfície de cultivo de plantas que se pode manter na instalação.

Há várias referências para os valores da RATIO, já que depende da espécie de peixe que tenhamos na instalação e do tipo de alimento que coma. Também depende da temperatura e do tipo de plantas que cultivemos (se são para produção de folha verde ou para frutos).

Para começar e ter uma boa referência pode usar-se o seguinte valor geral da FAO:

CONSELHO

Aproximadamente 50 gramas de alimento para peixes podem manter 1 m² de cultivo de plantas.

O Rácio é um indicador muito importante para manter a instalação aquapónica num nível ótimo de produção de peixes e de plantas.

3.2.5 Eleger a especie de peixes

A eleição da espécie de peixe depende do objetivo da instalação aquapónica, se tem um objetivo educativo, para *hobby*, para autoconsumo ou comercial.

Para principiantes em aquaponia é melhor escolher uma espécie que seja resistente, fácil de manter, que possa suportar temperaturas baixas e altas da água e que se possa comprar facilmente, tanto os peixes como o seu alimento. Um dos peixes que cumpre esta característica e que se consegue facilmente em lojas de aquário, é o *carassius auratus* (vulgo "peixe-dourado"). É uma espécie ornamental que não se destina ao consumo humano, mas é uma boa eleição para aprender, treinar no maneo de uma instalação aquapónica e adquirir experiência.



Peixe Dourado (*Carassius auratus*)

Outra espécie resistente e que suporta temperaturas altas e baixas é a carpa-comum (*Cyprinus carpio*), que cresce além disso rápido a temperaturas temperadas de 25-27°C. A tença (*Tinca tinca*) também é muito resistente, com o inconveniente do seu lento crescimento.



Carpa-comum (*Cyprinus carpio*)



Tença (*Tinca tinca*)

Para pessoas que já têm mais experiência em aquaponia podem usar-se espécies de peixes de água temperada-quente que crescem muito rápido, como a tilápia (*Oreochromis spp.*). A sua margem de temperaturas da água é entre 18-20 e 30-32°C, com médias ótimas à volta dos 25-27°C.

Em climas frios será necessário manter a temperatura da água no inverno acima de 13-15°C, de outro modo as tilápias morrem. Para climas frios pode usar-se a truta (*Salmo trutta*) com temperaturas ótimas da água à volta de 15°C (por acima de 20°C durante vários dias as trutas adoecem ou morrem).



Tilápia (*Oreochromis niloticus*)



Truta (*Trutta fario*)

3.2.6 Eleger os cultivares de plantas

Numa instalação aquapónica podem cultivar-se muitos tipos de plantas, tanto as que se consomem em verde (alface, acelga, etc.) como as que se consomem os seus frutos

(tomates, pimentos, beringelas, abóboras, pepinos, etc.). Também podem cultivar-se tubérculos como batatas ou cenouras, ou plantas aromáticas, ornamentais, flores, inclusive algumas árvores.

À semelhança da eleição da espécie de peixes, a eleição das plantas dependerá do objetivo da instalação aquapónica, se é para autoconsumo ou comercial. Também é possível cultivar um só tipo de plantas (em monocultivo) ou misturas delas (policultivo).

3.2.7 Densidade de peixes e tamanho dos biofiltros de bactérias

A densidade de peixes é o peso total dos peixes na instalação (em gramas ou quilos) por cada 1.000 litros de água (1 m^3) do tanque ou depósito onde vivem. Por exemplo, se tiver 20 peixes que pesam 1.000 gramas e vivem num depósito que tem 1.000 litros de água, a densidade será 1 kg/m^3 .

A densidade é importante porque por cada 1.000 gramas ou 1 kg de peixes produzem-se 250 gramas de resíduos sólidos (fezes, restos de alimento não consumido, restos de bactérias e algas, etc.). Logo, a maior densidade de peixes produzem-se mais resíduos, que se se acumularem podem ser perigosos porque reduzem o oxigénio da água e pela sua toxicidade. Por esta razão, a densidades grandes (normalmente por acima de 1 a 5 kg de peixes/ m^3) há que colocar depósitos à saída de peixes, chamados sedimentadores, que o que fazem é capturar parte do excesso de sólidos, que depois haverá que retirar da instalação.

CONSELHO

Para os principiantes em aquaponia, é aconselhável não exceder a densidade de 1 a 5 kg de peixes/ m^3 . Uma vez aprendido a gerir peixes nessas densidades baixas, então pode-se aumentar a densidade. Normalmente, as instalações aquapónicas familiares podem chegar a trabalhar com densidades de 20-25 kg de peixes/ m^3 , sendo necessário o emprego dos sedimentadores mencionados.

O tamanho do biofiltro é a última questão importante à hora de desenhar a instalação aquapónica. O biofiltro é o lugar da instalação onde as bactérias depuradoras da água se acumulam a uma altíssima concentração. Também tem que existir um equilíbrio entre a quantidade de peixes, plantas e a quantidade de bactérias que transformam os seus resíduos (urina, fezes e amoníaco) em sais minerais para as plantas.

Normalmente, o biofiltro é outro depósito onde introduzimos um substrato feito de um material poroso para que as bactérias o possam colonizar e multiplicar-se em grandes quantidades. O substrato mais popular e barato em aquaponia é a arlita, também chamada argila expandida, usada na construção no isolamento de tetos e coberturas.



O tamanho do biofiltro é um indicador da quantidade máxima de bactérias que pode ter a instalação.

CONSELHO

Existe um método muito simples que utiliza 4 fórmulas matemáticas simples para calcular com precisão o tamanho de um biofiltro em função do peso dos peixes e do que comem. No entanto, também se pode usar uma regra prática e aproximada, pois o tamanho do biofiltro (expresso em litros do substrato, no nosso caso de arlita) costuma ser no mínimo 10% do volume total de água da instalação aquapónica. Por exemplo, se o volume total de água que recircula pela instalação for de 1000 litros, serão necessários 100 litros (10%) de bolinhas de arlita para encher o depósito que funcionará como biofiltro.

3.3 Montagem da instalação aquapónica.

Este capítulo do manual apresenta-se em formato de vídeo ensinando passo a passo a montagem de 2 tipos de instalações familiares para autoconsumo de peixes e plantas:

Instalação com um depósito tipo IBC

É a instalação aquapónica familiar mais simples, que se faz com um só depósito tipo IBC (como se vê na imagem seguinte). Estes depósitos são cúbicos, de aproximadamente 1 metro de largo, 1,20 metros de comprimento e 1 metro de altura. Podem conseguir-se em qualquer parte do planeta, seja novo, seminovos ou usados. Uma vez lavados, cortam-se com a sua armação de metal, deixando uma parte mais alta (onde irão os peixes) e outra mais baixa (mínimo 23 cm, máximo 35 cm) que se utilizará como bandeja para as plantas. Esta bandeja coloca-se em cima do depósito para os peixes e numa zona

da sua base faz-se-lhe um buraco e coloca-se-lhe um passamuros com o seu tubo de esgoto. Alguns esgotos utilizam o famoso "autosifão" ou sifão de campânula.



MAIS INFORMAÇÃO

O uso de depósitos IBCs para construir instalações aquapónicas espalhou-se rapidamente por todo o planeta desde a década de 2000 e nesta difusão mundial interveio um fórum internacional de aquaponia chamado "Backyard Aquaponics", com sede na Austrália. Muitos produtores aquapónicos de muitos países trocaram uma grande quantidade de informação sobre aquaponia neste fórum, e em 2011 "Backyard Aquaponics" publicou o livro digital e interativo "<http://www.backyardaquaponics.com/Travis/IBCoofAquaponics1.pdf>" "The IBC of Aquaponics" (Backyard Aquaponics. 2011).

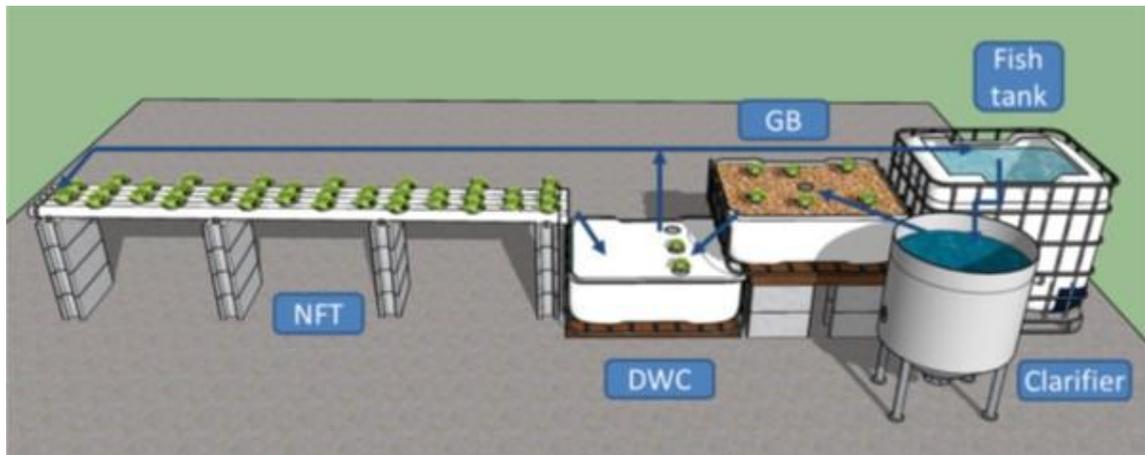
No vídeo explica-se a montagem passo a passo de uma instalação aquapónica a partir de um depósito IBC, com as modificações que introduziu a Associação Plantío Chinampa, principalmente no esgoto (sifão de campânula) e na ligação de subida de água desde a bomba ao lugar para as plantas e bactérias.



Assista no YouTube: <https://youtu.be/1D2voKFctJo>

3.3.1. Instalação tipo FAO com 2 depósitos IBCs e os 3 sistemas hidropônicos.

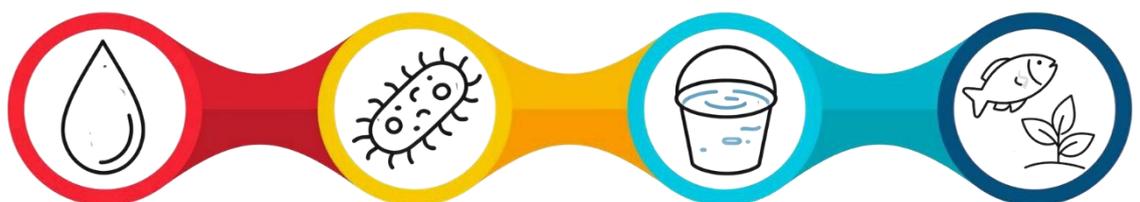
É uma instalação a pequena escala descrita pela FAO no seu manual "[Small scale aquaponics food production](#)". A Associação Plantío Chinampa introduziu modificações nesta instalação para a fazer mais produtiva, adaptá-la ao clima na cidade de Sevilha (Espanha) e conseguir integrar na mesma instalação os 3 sistemas hidropônicos para produzir plantas: NFT ("*Nutrient Film Technique*") ou sistema da película de nutrientes; DWC ("*Deep Water Culture*") ou sistema de cultivo em leito ou raiz flutuante; e GW ("*Grow Bed*") ou sistema de leito de crescimento em arlita.



Na imagem mostra-se uma instalação aquapónica familiar com sedimentador ("Clarifier"), 5 tubos de PVC e 2 depósitos IBCs, um para tanque de peixes e o outro cortado em duas metades: uma para Coletor com sistema DWC e outro para leito de sementeira com arlita ("GB"). As setas indicam a direção da água desde a bomba submersível que se encontra dentro do Coletor no ponto mais baixo da instalação.

3.4. Depois da montagem da instalação.

Uma vez terminada a montagem da nossa instalação, temos que levar a cabo quatro operações ou ações para pôr em marcha a instalação.



Encher com água a instalação

Colocar as bactérias na instalação

Encher com água o tanque de reposição ou de armazenamento

Colocar os peixes primeiro e as plantas depois

1. Encher com água a instalação.

O primeiro passo é encher a instalação e ligar a bomba que começa a recircular a água entre todos os elementos da mesma. Isto tem de ser o primeiro de tudo porque nos serve para observar que não haja fugas ou perdas de água. Em caso de se detetarem fugas há que repará-las antes de continuar com o resto dos passos.

2. Meter as bactérias na instalação: ativação do biofiltro

A seguir, há que adicionar bactérias nitrificantes na água da instalação. Estas bactérias conseguem-se facilmente em lojas de aquarofilia. Uma vez feito isto, há que deixar a instalação em marcha **durante 4-6 semanas, SEM PECES NEM PLANTAS**, para que as bactérias se multipliquem por milhões (principalmente no biofiltro). Cada 2-3 dias adiciona-se à água um pouco de alimento de pezes finamente moído, que ao decompor-se na água servirá de alimento para as bactérias.

3. Encher com água o tanque de reposição ou de armazenamento.

É necessário encher com água um depósito que não esteja unido à instalação aquapónica. Isto servirá para armazenar água e repor as perdas de água pela evaporação e evapotranspiração; e também para limpezas e mudanças periódicos de água que há que fazer na instalação.

IMPORTANTE

Se a água deste tanque provém da rede de água potável, não deve ser usada para a instalação aquapónica até depois de 24-48 horas, para que o cloro se evapore (caso contrário, matará as bactérias).

4. Meter os peixes primeiro e as plantas depois.



Passadas as 4-6 semanas, meter os peixes no tanque correspondente da instalação. Os peixes não podem meter-se diretamente no tanque, antes há que adaptá-los ao tipo de água onde vão viver.

O processo de adaptação é simples: introduzir o saco onde venham os peixes dentro do tanque ou depósito, mas fechada e sem que se misture a água do saco com a do tanque. Dejar assim o saco a flutuar durante 30-45 minutos até que se igualem as temperaturas da água do tanque e do interior do saco. Então abrir o saco e meter um pouco de água do tanque no interior do saco e esperar 15 minutos. Repetir esta operação 2 vezes mais. Finalmente libertar os peixes dentro do tanque.

Alimentar os peixes diariamente e, passados 10 dias ou 2 semanas, medir o nível de nitratos na água. Quando alcançarem os 30-40 ppm (partes por milhão ou miligramas por litro), já se podem meter as primeiras plantas.

RECORDA...

A quantidade de plantas que pode ser colocada é proporcional ao número de peixes e à quantidade de comida que consomem diariamente, conforme o que explicámos no apartado 3.2.4. relativo ao RÁCIO.

3.4.1. As 20 operações de rotina para uma instalação aquapónica

As rotinas são as tarefas ou o trabalho diário, semanal, quinzenal ou mensal, que há que dedicar à instalação aquapónica para que produza e funcione bem, e para que peixes, plantas e bactérias tenham saúde e bem-estar. Numa instalação aquapónica familiar que já se conheça bem as suas rotinas e funcionamento, não levarão mais de 5 ou 10 minutos de trabalho diário. Só rotinas como a limpeza dos substratos ou a sifonagem (aspiração) dos sólidos que se irão depositando em zonas dos depósitos, levar-te-ão algo de mais tempo quando tocar fazê-lo.

ROTINAS DIÁRIAS

Rotina 1. Medir e anotar a temperatura da água e do ar.

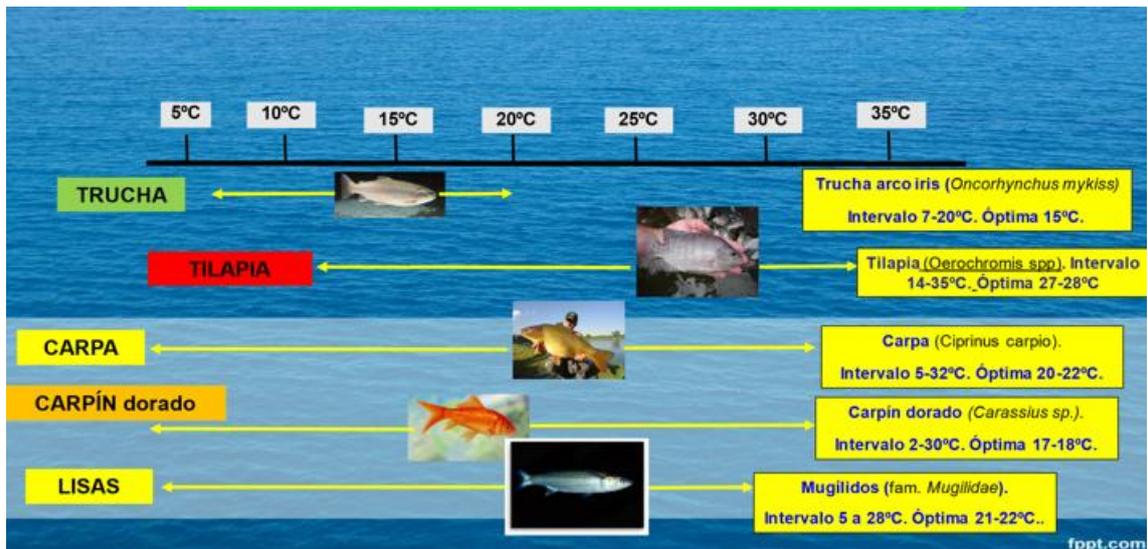
A maior temperatura os peixes comerão mais, pelo que haverá que aumentar um pouco a ração diária de comida que tomam. E a menor temperatura, comerão menos, portanto, há que reduzir a ração. Se a temperatura da água baixar ou subir muito, saindo do intervalo ótimo de temperatura para a espécie de peixe que tenhamos na instalação, então os peixes comerão muito menos e haverá que reduzir drasticamente a ração.

IMPORTANTE

É fundamental controlar as rações diárias de comida porque se sobrar alimento decompõe-se rapidamente na água e o oxigénio dissolvido pode cair muito rápido, o que é perigoso para peixes, plantas e bactérias.

Por isso, é necessário medir a temperatura da água e do ar cada 24 horas aproximadamente, à mesma hora e pelas manhãs, registando os valores máximo e mínimo (há termómetros que fazem estas medições).

Intervalos ótimos e temperaturas ótimas para diferentes espécies de peixes:



Rotina 2. Medir e regular o pH da água.

O pH mede o grau de acidez da água da instalação aquapónica. É necessário medi-lo pelo menos 1 vez por semana com um peachímetro. O pH na água é diferente quando começa a funcionar a instalação que semanas ou meses depois. E segundo o momento (se é no início ou quando a instalação já tem uns meses) haverá que fazer operações diferentes para o controlar e mantê-lo num intervalo ótimo para peixes, plantas e bactérias.



Vamos ver, então, como atuar em cada uma das duas situações:

- Primeiras semanas ou 3-4 meses: ao começar o funcionamento da instalação.

O pH da água começará a baixar (far-se-á mais ácida) pela atividade das bactérias e pela respiração dos peixes, até colocar-se num valor ótimo à volta de 7. Segundo o pH do tipo de água que se tenha utilizado para o enchimento inicial da instalação, haverá que regular o pH de duas formas ou com procedimentos diferentes.

- ✓ Caso A). Se a água para o enchimento inicial da instalação aquapónica e para repor as perdas por evaporação, for água com pH neutro (sobre 7), ou menor de 7,5 (água da chuva, osmotizada, ou de poço ou agrícola com pH neutro), então não é necessário fazer nada, simplesmente deixar que o pH vá baixando pouco a pouco até 7 ou menos.

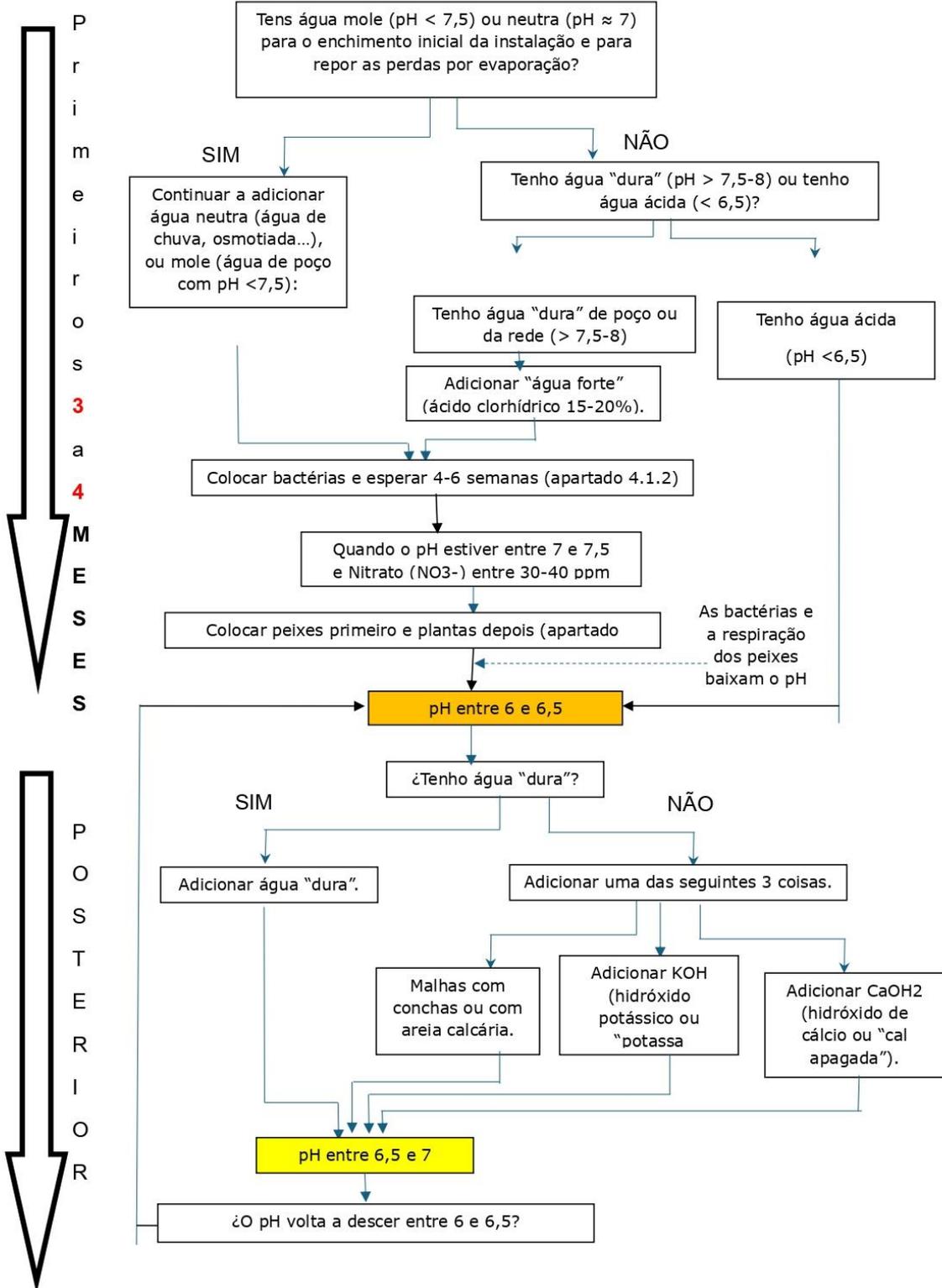
- ✓ Caso B). Mas se a água para o enchimento ou para repor as perdas por evaporação, for água "dura" com pH alto (maior de 7,5 e com frequência maior de 8), então há que corrigir o seu pH, porque muitas plantas não podem absorver pelas suas raízes os nutrientes dissolvidos na água a estes pH por acima de 7,5:
 - Opção B.1: adicionar "água forte" (ácido clorídrico comercial a 15-20%) à água da instalação aquapónica quando ainda não tenha peixes nem plantas (como se tem explicado no apartado anterior), a uma dose 180 ml de água forte por cada 900 litros de água da instalação. Isto provoca que o pH baixe aproximadamente desde 8 até 7,5 (medir às 2-3 horas após adicionar a água forte e comprovar que baixou o pH. Se não tiver baixado o suficiente, adicionar outros 50 ml e voltar a medir o pH às 3 horas até comprovar que baixou a 7,5).
 - Opção B.2: adicionar água da chuva, água osmotizada, ou água de poço (se tiver um pH por abaixo de 7,5), ou uma mistura delas.
- Depois dos primeiros 3-4 meses.

O pH da água baixará até 6,5 ou menos e então há que fazer o contrário, subir o pH até 6,5-7 (por abaixo de 6,5 as bactérias que depuram a água travam a sua atividade e tóxicos a baixas doses como amoníaco e nitritos podem acumular-se perigosamente na água). Isto consegue-se de várias maneiras:

- ✓ Opção A). Adicionar água "dura" diretamente na instalação aquapónica e SEM adicionar "água forte" (só se adiciona "água forte" se quisermos baixar o pH, nunca para o subir).
- ✓ Opção B). Se não tiver água "dura", tem várias alternativas:
 - Opção B.1: Introduzir redes de areia calcária ou com conchas partidas em zonas de corrente do circuito aquapónico para que a água vá dissolvendo o carbonato que contém as conchas ou a areia.
 - Opção B.2: Adicionar potassa cáustica (hidróxido de potássio: KOH) ou hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂), a uma dose de 3,7 gramas por cada 800 litros de água da instalação, cada 3 dias. Observar se deste modo se mantém o pH entre 6 e 6,5 ou algo mais.

Quando os peixes aumentarem o seu tamanho e, portanto, consumirem mais comida, o pH baixará de 6,5 cada 2-4 dias. Por esta razão, haverá que medir o pH como mínimo semanalmente ou cada 3 dias, de modo que quando voltar a baixar de 6,5 se repetem alguma das operações mencionadas anteriormente.

Figura 31 Esquema de procedimentos para regular o pH numa instalação aquapónica



P
r
i
m
e
i
r
o
s
3
a
4
M
E
S
E
S

P
O
S
T
E
R
I
O
R

IMPORTANTE

És que debes ser MUITO CUIDADO ao usar substâncias químicas com o pH muito baixo (muito ácidas) como a “água forte”; ou com o pH muito alto (muito básicas) como a potassa ou o hidróxido cálcico. Deve-se seguir as normas correspondentes de proteção para as manipular (óculos protetores, luvas, etc.) e adicionar SEMPRE estas substâncias químicas na água, nunca ao contrário (NUNCA a água sobre as substâncias)

Rotina 3. Observar os peixes diariamente

Há que olhar para os peixes todos os dias, por exemplo, no momento de uma das tomas da comida (a ração diária divide-se em 2-4 tomas). Observar se estão ativos, sem feridas, sem manchas, etc. Em caso de haver algum morto, é importante sacá-lo para fora da água rapidamente.

Rotina 4. Observar as plantas diariamente.

Observar se as plantas estão verdes e vigorosas, a crescer bem; ou se pelo contrário estão débeis, a crescer pouco, se as folhas estão a mudar a cor normal para cada espécie, se estão demasiado alongadas, ou se estão a ser atacadas por algum tipo de praga (pulgões, mosca-branca, ácaro-vermelho, fungos, etc....). Eliminar as folhas secas ou as plantas que tenham morrido.



Rotina 5. Observar os caudais de água e que não haja fugas.

A água tem que circular bem pela instalação para levar oxigénio e nutrientes a peixes, plantas e bactérias. Comprovar que não há entupimentos nem fugas e ajustar os caudais se se observar uma diminuição na quantidade de água entre depósitos ou na entrada em algum deles (especialmente no depósito para os peixes).

Rotina 6. Alimentar os peixes.

A quantidade de comida diária que comem os peixes chama-se RAÇÃO, que normalmente há que reparti-la em várias tomas ao dia para evitar que sobre comida na água e se decomponha. Há comedouros automáticos para aquários e tanques de peixes

que podem programar-se para repartir a ração até em 4 vezes. Basicamente há 2 formas de alimentar os peixes:

Mediante a observação direta:

Tomar uma pequena quantidade de comida pela manhã, pesá-la e deitá-la no tanque. Se os peixes a comerem em menos de 3-4 minutos, então deitar a mesma pequena quantidade de comida. Seguir assim deitando pequenas quantidades (com o mesmo peso) até observar que os peixes não comem mais e não fica nenhum alimento sobrando. Somar as pequenas quantidades de comida que se tenham deitado e assim determinar que esta é a quantidade máxima que os peixes podem consumir numa toma. Pela tarde, repetir o mesmo procedimento até que os peixes deixem de comer e não sobre alimento. A soma da quantidade de comida fornecida pela manhã e pela tarde será a ração diária. Quando os peixes crescerem haverá que ir aumentando progressivamente esta ração.



Mediante as tabelas de alimentação.

A maioria dos peixes mantém a temperatura dos seus corpos igual à da água onde vivem. Para cada espécie de peixe, há um intervalo ótimo de temperatura no qual crescem, alimentam-se e reproduzem nas melhores condições. Por exemplo, as tilápias têm estes ótimos entre 27-28°C, ou as trutas sobre 13-15°C.

A maior temperatura os peixes estão mais ativos e comem mais, mas só até limites por acima dos quais cada peixe deixa de comer. Por exemplo, uma tilápia comerá mais alimento diário a 28°C que a 23°C. No entanto, por acima de 33°C, ou por abaixo de 18°C começam a deixar de comer.

Por esta razão existem tabelas de alimentação para muitos tipos de peixes e cada uma vem a uma temperatura concreta. Em função de cada temperatura, cada tipo de peixe come diferente quantidade comida diária (diferentes RAÇÕES). A

seguir, pomos um exemplo de uma tabela de alimentação para tilápias a 27 graus de temperatura da água.

Peso aproximado das tilápias (gr)	Ração diária de comida para tilápias (é o percentual do peso total que todas as tilápias na instalação somam)	Número de vezes em que se distribui a ração diária de comida
0,1 a 1 gramo	10 %	
1 a 10 gramos	6 %	6
10 a 30	5 %	6
30 a 50	4 %	6
50 a 70	3 %	4-5
70 a 100	2,7	4-5
100 a 150	2,5	4
150 a 200	2,2	4
200 a 300	2,0	3
300 a 400	1,9	3
400 a 500	1,7	3
500 a 600	1,5	2

Por exemplo, se tivermos na instalação aquapónica 10 tilápias de 50 gramas cada uma, terei um peso total (biomassa total) de 500 gramas de tilápias, que segundo a tabela há que dar-lhes 3% diário de alimento, que seriam 15 gramas de comida diária, repartida por sua vez em 4-5 tomas ao dia.

Estas tabelas são para alimento seco e em grânulos ("*pellets*"), que é como normalmente vem o alimento comercial para peixes. Outra opção para as instalações familiares de aquaponia, quando se têm poucos peixes, é fabricar parte ou o total do alimento para os peixes, ou complementar os *pellets* com alimentos frescos como folhas de hortícolas, farinhas, etc., ou alimentos vivos, como por exemplo a lentilha-de-água, minhocas ou a mosca-soldado. Cada espécie de peixe poderá ou não consumir estes alimentos, portanto, é necessário fazer provas

Rotina 7. Alimentar as suas plantas.

Em aquaponia não é necessário adicionar fertilizantes químicos à água, já que as plantas alimentam-se dos sais minerais que contém a "sopa" aquapónica de nutrientes, que por sua vez procedem das bactérias transformando os resíduos que libertam na água os peixes depois de comer. A maior peso (biomassa total) de todos os peixes da instalação, mais resíduos libertam na água e mais sais minerais alimentarão as suas plantas. Portanto, podemos ampliar a superfície de cultivo das suas plantas conforme cresçam os peixes.

No entanto, nenhuma "sopa aquapónica" é perfeita, e uns nutrientes estarão em maior quantidade que outros. Dos 16 nutrientes que necessitam as plantas para viver e crescer bem (azoto, fósforo, potássio, ferro, cálcio, etc.), as "sopas aquapónicas" normalmente contêm-nos todos, mas podem ter pouca quantidade de alguns e não ser suficientes para que a planta cresça forte e saudável. Nestes casos, aparecem deficiências de nutrientes nas plantas, que se notam nas folhas (mudanças de cor, forma, etc.) e há que adicionar os nutrientes que faltam, seja na água, ou bem pulverizando-os nas folhas.



2 instalações aquapónicas ao introduzir as primeiras



As mesmas instalações 2 meses depois



E essas instalações após 5 meses

ROTINAS SEMANAIS

Rotina 8. Medir nitratos na água.

O nível de nitratos na água indica a quantidade de nutrientes que há disponível para as plantas. Normalmente, quando os nitratos superam os 30-40 ppm ou mg/litro, o total de nutrientes na "sopa aquapónica" está em níveis suficientes para as plantas.

Ao crescerem os peixes, comem mais quantidade de comida e os nitratos aumentarão também. Quando os nitratos alcançam os 80-90 ppm, ou por cima de 120-140 ppm, podem meter-se mais quantidade de plantas na instalação aquapónica. Normalmente, o nível de nitratos na água não é tóxico nem para peixes, nem para as plantas ou bactérias, a não ser que alcancem concentrações muito altas (maiores de 300 a 500 ppm).

Há duas maneiras de reduzir o nível de nitratos na água sem deixar de alimentar os peixes:

- Fazendo mudanças de água, normalmente quando se superam os 200 ppm. Uma mudança de água é sacar um volume de água da instalação aquapónica e meter o mesmo volume de água nova e limpa (ver rotina 15).
- Aumentando a superfície de cultivo para as plantas dentro da instalação.

O nível de nitratos mede-se muito facilmente com test kits disponíveis em lojas de aquário.

Rotina 9. Possível aplicação de tratamentos para corrigir deficiências de potássio e outros nutrientes em plantas.

As deficiências de potássio corrigem-se pulverizando sobre as folhas uma mistura de sulfato de potássio em água. No verão ou com temperaturas altas esta mistura será de 7,5 gramas em 1 litro de água, enquanto que no inverno ou com temperaturas baixas, será de 15 gramas em 1 litro. Esta mistura pulveriza-se pela página superior e inferior das folhas, bem pelas manhãs cedo ou ao anoitecer. Repete-se este tratamento cada 3-4 dias até que desapareçam os sintomas. Na imagem da direita mostram-se as típicas manchas secas que indicam a falta de potássio, neste caso numa folha de courgette.



Na imagem da direita mostra-se a clorose em folhas de morangos por deficiência de ferro (as nervuras das folhas mantêm-se de cor verde e entre as nervuras aparece a cor amarelada ou verde pálido). A correção das deficiências de ferro explica-se na rotina 14 por ter uma frequência quinzenal.



Rotina 10. Possível aplicação de tratamentos perante pragas de plantas e peixes.

Em aquaponia não podem usar-se pesticidas perante pragas das plantas, nem antibióticos para tratar doenças dos peixes, já que ambas as coisas matam as bactérias que depuram a água. E, sem bactérias, não funciona a aquaponia.

Para as pragas das plantas usam-se produtos ecológicos que não danificam as bactérias. É muito importante começar a aplicá-los quando observemos que o ataque da praga está a começar, não quando já se tenha estendido. Apontamos a seguir alguns dos tratamentos mais comuns que se usam em aquaponia:

- Tratamento contra insetos como pulgões, mosca-branca e tripses: preparar uma mistura de 20 mililitros (ml) de sabão de potássio em 1 litro de água e pulverizar pela página superior e inferior das folhas. Esta mistura pode ser mais eficaz se se adicionarem 3 ml de álcool a 70º e 1-2 ml de óleo de Neem. Aplicar cada 3-7 dias.

Na imagem, pulgões em folha de pepino de uma instalação aquapónica.



IMPORTANTE

O óleo de neem pode ser tóxico para os peixes. Embora neste caso esteja muito diluído no litro de água da mistura, para evitar que parte da mistura se infiltre na água da instalação aquapónica, podem-se colocar sacos de plástico ou pedaços de papel absorvente sob as plantas antes de pulverizar.

Outro tratamento é o puré de urtigas (comercial ou doméstico), fazer uma mistura de 50 a 150 ml de puré de urtiga em 1 litro de água e pulverizar sobre as folhas. Repetir cada 3-7 dias.

- Tratamento contra o ácaro-vermelho: fazer uma mistura de 3 gramas de pó de enxofre micronizado em 1 litro de água e pulverizá-la sobre as folhas. Repetir cada 7 dias até ao controlo dos ácaros-vermelhos. Usar também sacos de plástico e/ou papel absorvente para evitar que parte da mistura se filtre na água da instalação.
- Tratamento contra fungos (Oídio, a "negrilla", etc.): usar a mesma mistura anterior com enxofre em pó micronizado em água. Aplicar cada 7 dias.
- Tratamento contra lesmas e caracóis: usar sulfato de ferro em "pellets" repartidos na base da planta.

Os peixes não costumam adoecer em aquaponia, sempre que se mantenham boas condições da água (pH, temperatura e nível de oxigénio adequados), se retirem os sólidos (sedimentos no fundo dos depósitos) com frequência e se lhes alimente corretamente. Em caso de aparecer alguma patologia, haveria que sacar os peixes a pequenos depósitos com bom arejamento nos quais se tenha dissolvido o tratamento químico para curar a doença. Esta forma de tratar as doenças dos peixes denomina-se "banhos", e podem conter sal comum e outras substâncias como água oxigenada, antibióticos, etc. Nos "banhos" os peixes permanecem uns minutos e depois devolvem-se ao tanque correspondente da instalação aquapónica.

Rotina 11. Colher plantas, introduzir novos pés de plantas e por tutores.

Quando as plantas (as suas folhas ou frutos) estiverem prontas para consumir há que colhê-las e posteriormente semear no vazio que deixaram outra planta da espécie que queiramos.

Em aquaponia as plantas crescem a maior densidade, mais próximas umas das outras, portanto há que pensar em que parte da instalação semeá-las para que as mais altas ou de maior porte, não deem sombra excessiva às que alcançam menor tamanho. Devido a esta maior densidade também é necessário tuturar algumas plantas de grande

tamanho (beringelas, tomates, pimentos, pepinos, melões, melancias, abóboras, etc.) e ir podando as folhas inferiores para lhe dar forma à planta para que cresça para cima.

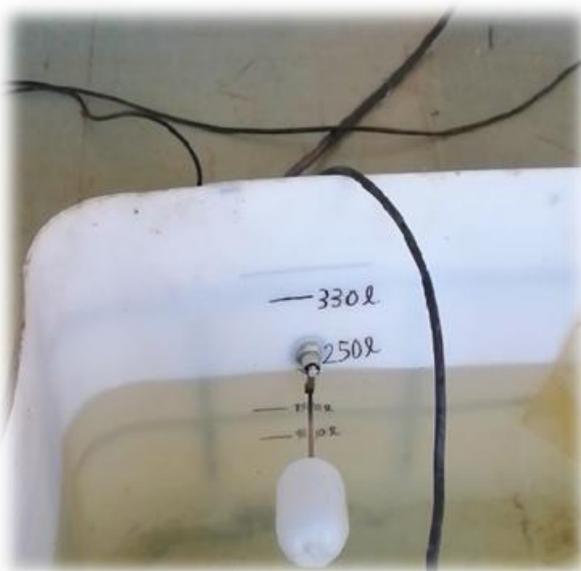
O tutoramento, além de dar suporte à planta, também serve para a dirigir para onde mais nos convier para não sombrear outras plantas.

Algumas variedades de alfaces, como a "Romana", é necessário atar as suas folhas (quando tenham um mínimo de 20) no terço superior da planta, para que o rebento central cresça apertado e adquira uma cor mais clara.

ROTINAS QUINZENAIS

Rotina 12. Repor as perdas de água por evaporação e evapotranspiração das plantas

Ao aumentar a temperatura do ar vai evaporando-se a água da instalação aquapónica, pelo que há que repor a quantidade de água evaporada. Para isso, é útil colocar uma marca do nível de água no Coletor ou em qualquer outro depósito, e utilizá-la de referência para saber a quantidade de água evaporada e a que há que repor. O nível de água também diminui devido à evapotranspiração das plantas.



Para recuperar o nível normal de água na instalação, utiliza-se a água do tanque de reposição ou armazenamento. Também pode colocar-se um medidor ou bóia de nível ligada por uma mangueira ao tanque de armazenamento, para que meta a água de maneira automática.

Rotina 13. Medir oxigénio na água (opcional).

Medir o nível de oxigénio na água não é necessário se se observar todos os dias os peixes, já que são os seres vivos da instalação que antes sofrem uma diminuição brusca do oxigénio na água. Se deixarem de comer e aparecerem na superfície do tanque abrindo a boca, isto indica que falta oxigénio na água.

Também é importante saber que os níveis de oxigénio começam a diminuir se aumentar muito a densidade de peixes ou o seu tamanho, a acumulação de sólidos na água e a temperatura da água. Há que estar atentos a estas mudanças. O oxigénio não só é importante para os peixes ou as raízes das plantas, como também para que as bactérias decomponham bem os resíduos dos peixes.

Não obstante, pode medir-se facilmente o oxigénio dissolvido com *test kits* disponíveis em lojas de aquários. Há que medi-lo no tanque dos peixes, com a bomba desligada uns minutos e sem apanhar bolhas na amostra de água. Se o oxigénio estiver por baixo de 4 ppm, haverá que adicionar mais arejamento no tanque de peixes, com um pequeno compressor de ar, ou com outros dispositivos (quedas de água, sistema Venturi, etc.)

Rotina 14. Possível aplicação de tratamentos perante deficiências de ferro e outros nutrientes em plantas.

Se as plantas apresentarem deficiência de ferro, o tratamento para a corrigir é muito simples, adicionando cada 15 dias quelato de ferro (Fe-EDDHA) diretamente na água da instalação aquapónica. Dissolvem-se 9 gramas de quelato de ferro em pó em 1 litro de água da instalação que se recolheu numa garrafa ou recipiente. Mistura-se e adicionam-se entre 100-150 ml desta mistura. A água tingir-se-á de uma cor avermelhada similar ao vinho tinto. Esta substância usa-se também em agricultura ecológica e não danifica as bactérias nem os peixes nem plantas.

Rotina 15. Mudanças de água.

Uma mudança de água consiste em sacar um volume de água da instalação e meter o mesmo volume de água nova e limpa. As mudanças de água fazem-se em 2 casos:

- Caso 1. Se a concentração de nitratos na água superar os 200-250 ppm (mg/litro). Este caso não é frequente, porque raramente se supera esta concentração. Se se superar, pode sacar-se pouca quantidade de água, por exemplo, 50 litros de água da instalação, e meter depois 50 litros de água limpa. Voltar a medir os nitratos após 1 hora para ver quanto baixaram os níveis de nitratos. Em função da redução de nitratos aumenta-se ou diminui-se o volume de água da mudança.
- Caso 2. Se se observar que se estão a acumular muitos sólidos no fundo dos depósitos (o tanque de peixes, os sedimentadores ou o Coletor se o tiver a instalação).

O caso 2 é o mais frequente. Os sólidos ou lamas conformam-nos:

- Restos de resíduos dos peixes (fezes principalmente).
- Restos de comida não consumida.
- Restos mortos de algas, bactérias e raízes das plantas.

Estes vão-se sedimentando e depositando no fundo dos depósitos da instalação. Quando se acumulam em excesso há que eliminá-los quanto antes, já que podem produzir gases tóxicos dissolvidos na água e uma descida rápida do oxigénio dissolvido.



Quanto mais grandes forem os peixes (maior densidade de peixes), mais comerão e, portanto, maior quantidade de sólidos se irão acumulando no fundo dos seus depósitos. Estima-se que por cada 1 kg de comida (em pellets secos) se produzem 250 gr de sólidos ou lamas, assim que quanto maior for a densidade de peixes, mais vezes haverá que eliminar os sólidos.

Os sólidos eliminam-se mediante aspiração com uma bomba submersível unida a uma mangueira; ou diretamente por gravidade usando uma mangueira cheia de água ou sugando com a boca (recomenda-se o primeiro). Ao aspirar os sólidos aspira-se também água da instalação, pelo que é necessário observar o volume de água com sólidos que se saca para fora da instalação, para repor o mesmo volume de água limpa. Assim, nesta operação estão-se a fazer duas coisas: dar uma mudança de água e eliminar sólidos.



IMPORTANTE

Se se usar como biofiltro para as bactérias as camas de arlita ou camas de crescimento (sistema “grow bed”), pode ser necessário limpar a arlita 1 vez ao ano (novamente conforme a densidade de peixes). No caso do sistema NFT, terá que limpar os tubos de PVC por dentro, enquanto que no de raiz flutuante, a limpeza afetará aos fundos das bandejas onde flutuam as rolhas.



Em resumo, as mudanças de água podem usar-se para vários fins:

- Para melhorar a QUALIDADE da ÁGUA.
- Para eliminar os sólidos ou lamas do Coletor (Rotina 21), do tanque de peixes ou dos sedimentadores (Rotina 17).
- Para baixar o pH (se a água nova que se mete na instalação for de chuva ou osmotizada).
- Perante situações de EMERGÊNCIA para baixar a concentração de tóxicos na água, como o amoníaco ou os nitritos.

Rotina 16. Encher com água o tanque de reposição ou armazenamento

O tanque de armazenamento sempre deve estar cheio de água, já que se vai utilizar para repor as perdas pela evaporação, para dar mudanças de água ou inclusive para fazer limpezas (da bomba, de filtros ou esponjas filtrantes, etc.). Em momentos de ano com altas temperaturas, a evaporação será maior e há que ter sempre água disponível neste tanque.

ROTINAS MENS AIS

Rotina 17. Aspirar os sólidos ou lamas do sedimentador.

Eliminar os sólidos do fundo do sedimentador mediante aspiração, como se tem descrito na rotina 15, e repor com água limpa do tanque de armazenamento, descrito na rotina 16.

Rotina 18. Limpar a bomba de recirculação.

Os sólidos também vão aderindo-se ao eixo e a outras partes da bomba, baixando a sua capacidade para impulsionar a água, o oxigénio e os nutrientes, por esta razão há que parar a bomba, desmontar as suas partes e limpá-la. Com maior densidade de peixes será conveniente limpar a bomba com mais frequência. Na imagem da direita mostra-se a limpeza da bomba submersível.



Rotina 19. Mudar as esponjas de filtração

Se houver esponjas de filtração em alguma zona da instalação, há que limpá-las para evitar a acumulação de sólidos. Na imagem da esquerda, uma esponja de material filtrante cheia de sólidos.

Rotina 20. Aspirar os sólidos do Coletor e do tanque de peixes.

Eliminar os sólidos do fundo do Coletor e do tanque de peixes mediante aspiração como se tem descrito na rotina 15; e repor com água limpa do tanque de armazenamento.

3.5. Recomendações finais.

Para terminar, um resumo das recomendações mais importantes já mencionadas neste manual para principiantes em aquaponia:

- É melhor começar por uma instalação pequena e simples.
- Ter uma baixa densidade de peixes, entre 1 a 5 quilos de peixes por metro cúbico de água.
- Escolher uma espécie de peixe que seja resistente, que suporte baixas e altas temperaturas da água e que se possa comprar com facilidade (tanto os peixes como a sua comida). Um dos peixes em Espanha que cumpre estas características e que se consegue facilmente é o *carassius auratus*, também chamado "cometa vermelho" ou "peixe-dourado".

- Não esquecer os elementos de proteção e segurança elétrica na instalação; e as medidas básicas de segurança em caso de uso ou manipulação de substâncias químicas.
- Não sobrealimentar os peixes, observar se comem bem e não deixam restos de comida. Se houver restos, reduzir a ração.
- Controlar os níveis de água, pH, nitratos, temperatura e oxigênio.
- Controlar que os sólidos ou lamas não se acumulem na instalação.

4. Agricultura Agroecológica e Pastoreio Extensivo.

A agricultura agroecológica é um modelo de produção de alimentos que combina a ecologia, o conhecimento científico e as práticas tradicionais para criar sistemas agrícolas sustentáveis, socialmente justos e ambientalmente amigáveis. O seu objetivo é promover sustentabilidade e resiliência mediante a redução de insumos externos, o uso eficiente da água, a minimização de emissões contaminantes, a valorização de resíduos (convertidos em subprodutos) e a preservação de recursos naturais (solo fértil e saudável, água, biodiversidade, etc.).

Ao contrário da agricultura convencional, evita o uso excessivo de agroquímicos sintéticos e baseia-se em técnicas como a reciclagem de matéria orgânica, a rotação de cultivos e a associação de espécies.

Por seu lado, o pastoreio extensivo é um sistema de pecuária circular que utiliza amplas extensões de terreno para que os animais se alimentem, aproveitando os recursos naturais disponíveis. Este método, que requer baixos investimentos e é compatível com raças autóctones, oferece importantes benefícios ambientais, como a redução do risco de incêndios, a melhoria da biodiversidade do solo e a conservação da paisagem, ao mesmo tempo que promove o desenvolvimento rural e o bem-estar animal.

Baseia-se em:

- Pastagens permanentes e subprodutos agrícolas.
- Baixa dependência de fatores externos.
- Promoção de serviços ecossistémicos.
- Luta contra a desertificação.



4.1. Principais desafios.

Os principais desafios que enfrenta atualmente o uso da agricultura agroecológica e do pastoreio extensivo são:

- **Falta de conhecimento técnico.**

Existe um acesso limitado tanto à tecnologia apropriada como às ferramentas que tornam possível este tipo de sistemas. A isso soma-se a escassa investigação neste campo, já que a I+D está normalmente focada na agricultura industrial mais do que nestes modelos agroecológicos ou extensivos. Isto acarreta uma grande dificuldade para adotar práticas sustentáveis e integrá-las com outras atividades agrícolas.

- **Défice de comercialização.**

Os sistemas agroecológicos e extensivos costumam necessitar de mais tempo para alcançar uma produtividade estável, provocando baixa rentabilidade a curto prazo. Isto pode provocar desmotivação nos agricultores que se propõem a este tipo de modelo. Além disso, não existem incentivos nem ajudas adequadas, já que as políticas agrárias ainda favorecem em muitos casos as explorações intensivas, e também não se aposta por um sistema de certificação próprio. A isso soma-se a ausência de canais de venda especializados, provocando uma escassa visibilidade em mercados locais e uma competição direta com produtos industriais, mais baratos e acessíveis. Tudo isto provoca um baixo reconhecimento do valor do pastoreio extensivo e da pecuária agroecológica.

- **Necessidade de investimento.**

Mudar do modelo convencional para um agroecológico implica investimentos e um período de aprendizagem que pode afetar os rendimentos do produtor. Infraestruturas como biodigestores, sistemas eficientes de água, energias renováveis e tecnologias de monitorização supõem um alto custo inicial que demora tempo a ser rentável, pelo que sem as ajudas adequadas ou um alto investimento inicial estes sistemas são muito difíceis de adotar.

- **Regulamentação insuficiente.**

Ainda não existem políticas públicas com uma estratégia integral nem normas específicas para agricultura agroecológica. Além disso, as pequenas explorações enfrentam muitas dificuldades burocráticas e administrativas para aceder às poucas ajudas ou certificações ecológicas que atualmente existem.

- **Falta de renovação geracional.**

O envelhecimento da população rural e a escassa incorporação de jovens limitam a continuidade de práticas sustentáveis. Técnicas como a agroecologia e o pastoreio

extensivo costumam ser percebidas como atividades antiquadas ou menos produtivas, provocando rejeição entre os jovens.

4.2 Estratégias de implementação.

Os desafios anteriormente descritos demonstram que é essencial abordar uma abordagem integral, que abranja educação, investimento em I+D, regulamentação e financiamento, para se poderem implementar sistemas de agricultura e pecuária sustentáveis. Além disso, é essencial também a colaboração entre setores para se poderem superar os obstáculos e garantir um futuro sustentável.

A partir destas ideias, propõe-se uma série de medidas ou estratégias para se poderem implementar sistemas de agricultura agroecológica e pastoreio extensivo.

- **Capacitação de Produtores.**
 - Realização de cursos, workshops e assistência técnica para ensinar técnicas, como a gestão integrada de recursos, a sanidade animal ecológica, o uso de subprodutos, compostagem e a planificação de áreas a pastorear.
 - Criar redes de intercâmbio e plataformas digitais para por em contacto produtores, técnicos e centros de investigação para o intercâmbio de conhecimentos.
 - Promover orientação técnica personalizada para acompanhar a transição a partir de modelos convencionais



Participantes del Proyecto LIFE+ Maronesa.

- **Conscientização do Consumidor.**
 - Realizar campanhas que destaquem os benefícios ambientais e sociais dos produtos agroecológicos.

- Criação de uma marca certificada que reconheça as boas práticas locais para garantir confiança.
 - Potenciar canais curtos de comercialização (venda direta, mercados locais, comércio eletrônico) expandindo os que existem atualmente.
 - Impulsionar alianças entre produtores, consumidores e administrações locais.
 - Integrar a pecuária extensiva em programas educativos e de interpretação ambiental.
- **Investigação e Inovação.**
 - Valorização de subprodutos (lã, cornos, resíduos de queijarias e matadouros) para biocombustíveis, cosméticos, materiais de construção, etc.
 - Substituição de plásticos por alternativas biodegradáveis.
 - Implementar planos de manejo adaptativo perante secas e variabilidade climática.
 - Fomentar o uso eficiente da água (tanques, captação de chuva, rega gota a gota em zonas agrícolas associadas).
 - Desenhar planos de pastoreio rotacional ou dirigido que favoreçam a regeneração da pastagem e a fertilidade do solo.
 - Promover o uso de raças autóctones adaptadas ao meio, mais resistentes às condições locais e com menor impacto ambiental.
 - Fomentar a integração pecuária-florestal (silvopastorícia) para aproveitar recursos naturais, prevenir incêndios e conservar biodiversidade.
 - Recuperar e manter infraestruturas tradicionais (bebedouros, currais, cercas vivas, canadas e vias pecuárias).
 - Reduzir a dependência de insumos externos (rações, fertilizantes, herbicidas) mediante autonomia alimentar e compostagem de estrume.
- **Financiamento e Apoio.**
 - Estabelecer linhas de crédito acessíveis para pequenos produtores.
 - Promover incentivos para infraestruturas sustentáveis (energias renováveis, biodigestores comunitários, etc.).

- **Regulamentação e Políticas Públicas.**
 - Desenvolvimento de uma marca para a agricultura circular.
 - Potenciar alianças entre governo, setor privado e sociedade civil.
 - Incluir a pecuária extensiva como ferramenta chave na gestão de espaços naturais e prevenção de incêndios, facilitando a sua inclusão em ajudas de políticas agrárias e programas de desenvolvimento rural com objetivos de conservação e sustentabilidade.
 - Favorecer contratos territoriais de exploração sustentável.
 - Simplificar trâmites burocráticos e administrativos para o acesso a ajudas e certificações ecológicas.

4.3. A pecuária extensiva como parte da solução climática

Ao contrário da percepção generalizada de que a pecuária é uma das principais causadoras das alterações climáticas, os sistemas pecuários extensivos e agroecológicos, quando se gerem de forma adequada, podem desempenhar um papel chave na mitigação e adaptação às alterações climáticas.

Ao contrário dos modelos industriais ou intensivos, que dependem de rações importadas, fertilizantes sintéticos e grandes consumos energéticos, a pecuária extensiva baseia-se no aproveitamento sustentável dos recursos naturais locais, mantendo o equilíbrio entre produção, ecossistema e clima.

Para ser parte da solução, a pecuária deve basear-se em:

- Maneio adaptativo e rotacional de pastagens.
- Uso de raças autóctones e recursos locais.
- Integração de árvores e vegetação natural.
- Redução do uso de insumos externos e energias fósseis.

Segundo estimativas da FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura), as pastagens geridas de maneira sustentável poderiam compensar até 8 % das emissões globais de gases de efeito de estufa do setor agropecuário. Estes dados evidenciam o enorme potencial destes ecossistemas como sumidouros naturais de carbono e o seu papel estratégico na luta contra as alterações climáticas.

4.3.1. Sequestro de carbono mediante pastoreio bem gerido.

O pastoreio rotacional ou racional consiste em dividir as pastagens em parcelas e permitir um tempo de descanso suficiente entre pastoreios.

Isto favorece que as plantas:

- Aumentem a fotossíntese ao regenerarem-se, capturando mais CO₂ da atmosfera.
- Desenvolvam raízes mais profundas, que armazenam carbono no solo a longo prazo.
- Melhorem a estrutura e fertilidade do solo, aumentando a sua capacidade de reter água e resistir à erosão.

Diversos estudos mostram que um pastoreio bem planejado pode sequestrar entre 0,5 e 3 toneladas de CO₂ por hectare e ano, dependendo do tipo de vegetação e clima. Assim, uma análise da FAO¹ sobre pastagens geridas assinala que, se se incrementar o carbono orgânico do solo (SOC) no horizonte 0-30 cm em pastagens mediante boas práticas de manejo, se poderia sequestrar cerca de 0,3 toneladas de carbono/ha ao ano. Isto equivaleria aproximadamente a 1,1 t CO₂/ha ao ano (usando o fator 3,67 para passar de C a CO₂).

Existem varios estudos sobre pastoreio gerido ("managed grazing")² que descreve ganhos médios de carbono de aproximadamente 0,77 t C/ha ao ano (uns 2,8 t CO₂/ha ao ano) sob certas condições ótimas, enquanto que um estudo da Universidade de Cambridge³ assinala que em pastagens europeias se observaram incrementos de SOC equivalentes a uns 5 ± 30 g C/m² ao ano, o que equivale a $0,05 \pm 0,30$ t C/ha ao ano para a média de dados recopilados.



¹ <https://www.fao.org/newsroom/detail/fao-publishes-its-first-global-assessment-of-soil-carbon-in-grasslands/en>

² <https://www.dpi.nsw.gov.au/about-us/media-centre/releases/2025/general/new-study-managed-grazing-shows-promise-for-boosting-soil-carbon-in-temperate-pasture-systems>

³ <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/article/abs/mitigating-the-greenhouse-gas-balance-of-ruminant-production-systems-through-carbon-sequestration-in-grasslands/75C37264D0DBC0B6175DFA61574E3A6D>

4.3.2. Sistemas agrosilvopastoris: integração dos vários níveis de produtividade.

Os sistemas agrosilvopastoris combinam vegetação lenhosa (árvores, arbustos), pastagens e animais num mesmo espaço.

Estes sistemas oferecem múltiplos benefícios climáticos:

- Capturam carbono tanto na biomassa aérea (árvores) como no solo.
- Reduzem a erosão e aumentam a infiltração de água, tornando os ecossistemas mais resilientes perante secas.
- Modulam a temperatura local e criam microclimas que protegem a biodiversidade e o bem-estar animal.
- Permitem reduzir o uso de insumos externos, já que as árvores aportam sombra, forragem natural e matéria orgânica.

Exemplos típicos destes sistemas são as pastagens mediterrânicas, que armazenam grandes quantidades de carbono e sustentam uma pecuária de baixo impacto ambiental, além de providenciarem habitats valiosos para a fauna silvestre.



4.3.3. Redução de emissões e melhoria da eficiência ecológica.

Uma pecuária extensiva e agroecológica reduz as suas emissões líquidas por várias vias:

Diminui o uso de fertilizantes azotados sintéticos, principais emissores de óxidos de azoto (N₂O).

- Favorece a autonomia alimentar, evitando as emissões associadas ao transporte e produção de rações.
- Melhora o balanço de emissões de metano: os ruminantes em pastoreio produzem metano biogénico que faz parte de um ciclo natural curto, ao contrário do CO₂ fóssil libertado pela agricultura industrial.

- Gera serviços ecossistêmicos que compensam emissões: regulação hídrica, biodiversidade, prevenção de incêndios e manutenção de paisagens abertos.

Assim, em termos líquidos, a pecuária extensiva bem gerida pode alcançar emissões próximas a zero ou inclusive ser climaticamente positiva, ao capturar mais carbono do que emite.

4.3.4. Benefícios adicionais para as adaptações climáticas.

Além de mitigar as alterações climáticas, este tipo de manejo ajuda a adaptar-se aos seus efeitos, já que tem os seguintes benefícios:

- Melhora a resiliência dos solos perante a seca e as chuvas torrenciais.
- Diversifica a produção (carne, leite, lã, lenha, frutos, serviços turísticos).
- Mantém paisagens em mosaico, menos vulneráveis a incêndios e perda de biodiversidade.
- Favorece a soberania alimentar local, reduzindo a dependência de mercados globais vulneráveis a crises climáticas.

4.4. Casos práticos em destaque.

4.4.1. Projecto LIFE Maronesa.

O projeto enquadra-se no programa Programa LIFE da União Europeia, na categoria de "Governança, Informação e Ação Climática" (Adaptação às alterações climáticas), com título completo "*Market Awareness Raising for Opportunities in Needed Extensification and Soil-friendly Agriculture*". A raça bovina autóctone Vaca Maronesa, no norte de Portugal, é o centro deste projeto. Esta raça tradicional --e as pastagens de montanha que a sustentam-- têm-se visto afetadas pelo abandono, a redução de efetivos e a degradação da paisagem pecuária e agrária associada. Esta degradação tem provocado um incremento do mato, a redução de pastagens de qualidade, uma menor captura de carbono no solo e um maior risco de incêndios florestais.

O objetivo principal do projeto, portanto, é a conservação da raça autóctone Maronesa e dos seus ecossistemas de montanha promovendo um modelo sustentável de produção pecuária extensiva. Além de difundir, capacitar e valorizar a cadeia de produção da raça Maronesa, tornando-a economicamente viável e ambientalmente relevante. Assim, busca melhorar a fertilidade do solo e o aumento do carbono orgânico mediante um pastoreio rotacional, que ajude também a prevenir incêndios e a manter biodiversidade.

O uso de raças adaptadas ao território provoca também que haja menor dependência de insumos externos.

O projeto iniciou-se em 2020, com data de finalização prevista em 2025. Durante este tempo, tem-se apreciado uma recuperação de fertilidade de solos e um aumento da produção de pastagens e feno através da aplicação de calcário magnésiano e mudança de flora. Além disso, melhorou-se a gestão do monte e reduziu-se o risco de incêndios mediante pastoreio dirigido, intervenções de mato e restauração de mosaicos vegetais. Está a levar-se a cabo também uma monitorização de carbono do solo, apreciando-se melhoras no tempo que leva em prática.

Ampliar estas boas práticas a mais produtores é chave para que o impacto não fique apenas nestas áreas de demonstração. Isso sim, a mudança de mentalidade e cultura pecuária para o pastoreio dirigido, rotação, gestão do mato, etc., requer formação, incentivos e apoio técnico.



Assista no YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=-mCM3LmdwuU>

4.4.2. Casal da Bouça.

Trata-se de uma exploração pecuária usada como modelo no projeto LIFE Maronesa. Situada na aldeia de Souto, no município de Vila Pouca de Aguiar, no norte de Portugal, tem umas 120-130 vacas Maronesa em regime extensivo, além de outras espécies de ovinos e caprinos.

Esta exploração caracteriza-se por aplicar um pastoreio extensivo, no qual as vacas Maronesa estão a maior parte do tempo ao ar livre, entre montanhas e pradarias. O gado encontra-se rodeado de árvores nativas que, além de lhe darem sombra, lhe proporcionam alimento. Realiza-se uma gestão holística do mesmo, ajustando a carga pecuária à capacidade do solo. Assim, estão-se a quantificar dados como a biomassa consumida por vaca ao dia e a produtividade das pastagens, vendo como varia a flora sob diferentes regimes de pastoreio.

Dentro das atividades de melhoria da biodiversidade, aplicou-se calcário magnesiano e fósforo para melhorar a fertilidade dos lameiros e aumentar a produção de pastagem e feno. Além disso, criaram-se ou melhoraram-se charcas para reter a água em épocas de chuva e assim melhorar a capacidade de retenção hídrica do terreno. Também se aplicam medidas de economia circular, usando o estrume produzido pelo gado para fertilizar hortas adjacentes.

Para difundir estas práticas e consciencializar sobre as suas vantagens, levam-se a cabo visitas guiadas à exploração e realizam-se intercâmbios técnicos com outros projetos.

Entre os resultados obtidos, comprovou-se um maior sequestro de carbono ao aumentar a matéria orgânica do solo e melhorar a vegetação. Também se aumentou a capacidade de adaptação às secas ou variabilidade hídrica do gado e reduziu-se o risco de incêndios graças ao pastoreio e um melhor manejo do solo. Por outro lado, a certificação ecológica da carne supõe um valor acrescentado ao produto, facilitando a sua venda.



Assista no YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=pxnB0ir92Nc>

4.4.3. Produção de Castanhas em modo de produção sustentável em zonas de montanha.

Nas zonas montanhosas do norte de Portugal, os soutos (castiçais) são sistemas agroflorestais tradicionais com importância social, económica e ambiental. No entanto, estes ecossistemas encontram-se em perigo pela perda de matéria orgânica e uma maior erosão nos solos das encostas, a contaminação das águas, a perda de fertilidade por lavoura, a pressão de doenças (como a *Phytophthora cinnamomi*), o abandono pastoral e as mudanças climáticas que alternam secas com intensas chuvas.

Comprovou-se que um manejo agroecológico do solo ajuda a mitigar estes problemas. O objetivo é restaurar e manter a fertilidade edáfica e a sua capacidade de retenção hídrica, e incrementar a biodiversidade do solo e a resiliência perante pragas, doenças e extremos climáticos. Isto melhora a produtividade e qualidade de castanha de forma sustentável e favorece serviços ecossistémicos, como a captura de carbono, o controlo da erosão ou a regulação hídrica.

Aplicado aos castiçais, este manejo agroecológico implica:

- **Manter as coberturas vegetais naturais**, como gramíneas e herbáceas autóctones. Os cortes mecânicos precoces (em março-abril) permitem também reduzir a competição hídrica. Com isto, protege-se o solo sem aumentar o risco de infeção de *Phytophthora*, e melhora-se a infiltração de água em pendentes. Comprovou-se que os castiçais com cobertura natural reduziram a erosão um 30 % em comparação com solo lavrado.
- **Pastoreio controlado com ovinos**. Recomenda-se na primavera, antes da floração do castanheiro, com uma carga animal de 8--10 ovelhas por hectare, em rotação. Isto permite um controlo natural das infestantes e adubação orgânica através do estrume. Também ajuda a reduzir o risco de incêndios.
- **Minimizar a perturbação**. Evitar a mobilização do solo, que dispersa a doença e degrada o solo. Se se lavar, deve fazer-se de maneira superficial (5--10 cm) e só quando seja estritamente necessário.
- **Gestão da água**. Captação e armazenamento de água da chuva em pequenos tanques ou valas de infiltração em socalços para recarregar o perfil de solo. A cobertura e as coberturas vegetais naturais também ajudam a reduzir a evaporação. A rega só deve ser em plantas jovens ou em anos críticos, com fontes locais ou água recuperada.
- **Controlo natural de pragas**, evitando herbicidas industriais, que deixam o solo desprotegido no inverno. Assim, realiza-se uma sanidade preventiva mantendo o solo saudável graças à matéria orgânica e a uma boa estrutura que reduza a

incidência de raízes debilitadas e doenças como a Phytophthora em solos mal drenados.



Estas medidas demonstraram que funcionam na produção de castanhas nas zonas de Montanha, em Bragança (Portugal). Aí substituíram-se os herbicidas por controlo de subcoberto programado e reintroduziu-se o pastoreio ovino em colaboração com pastores locais. A capacitação no manejo agroecológico do solo reduziu em 90 % o uso de herbicidas e aumentou 15 % a produtividade. Assim, demonstrou-se que é possível produzir castanhas sem herbicidas combinando coberturas naturais e semeados e pastoreio.

MAIS INFORMAÇÃO

Se quiseres mais informação, podes consultar o [Manual de Buenas Prácticas del Castaño](#).

4.5. Lições aprendidas.

A experiência destes projetos permite elaborar uma série de conclusões de futuro para futuras iniciativas agroecológicas:

- **A adaptação local é chave.** Raças como a Maronesa ou os casos de sistemas como Casal da Bouça ou os castinçais sustentáveis mostram que as soluções específicas ao território são mais eficazes que modelos genéricos.
- **Sinergias clima-biodiversidade.** Todas estas explorações demonstram que a mitigação climática e a conservação de espécies (por exemplo, o lobo-ibérico em zonas de pastoreio) podem coexistir.
- **Rentabilidade.** A venda de produtos com certificação ecológica ou "carbono neutro" melhora a viabilidade económica, pelo que é preciso criar selos de qualidade apoiados pelas administrações públicas.
- **Formação e intercâmbio de conhecimento.** A formação é chave para que agricultores e pecuaristas conheçam as vantagens deste tipo de sistemas e saibam como os adaptar aos seus cultivos. Igualmente, participar em redes de

conhecimento, como os Grupos Operativos da PAC, ampliarão as ferramentas e saberes que podem aplicar.

- **Apoio político.** É fundamental que as administrações públicas se envolvam e financiem projetos piloto baseados nestes modelos.



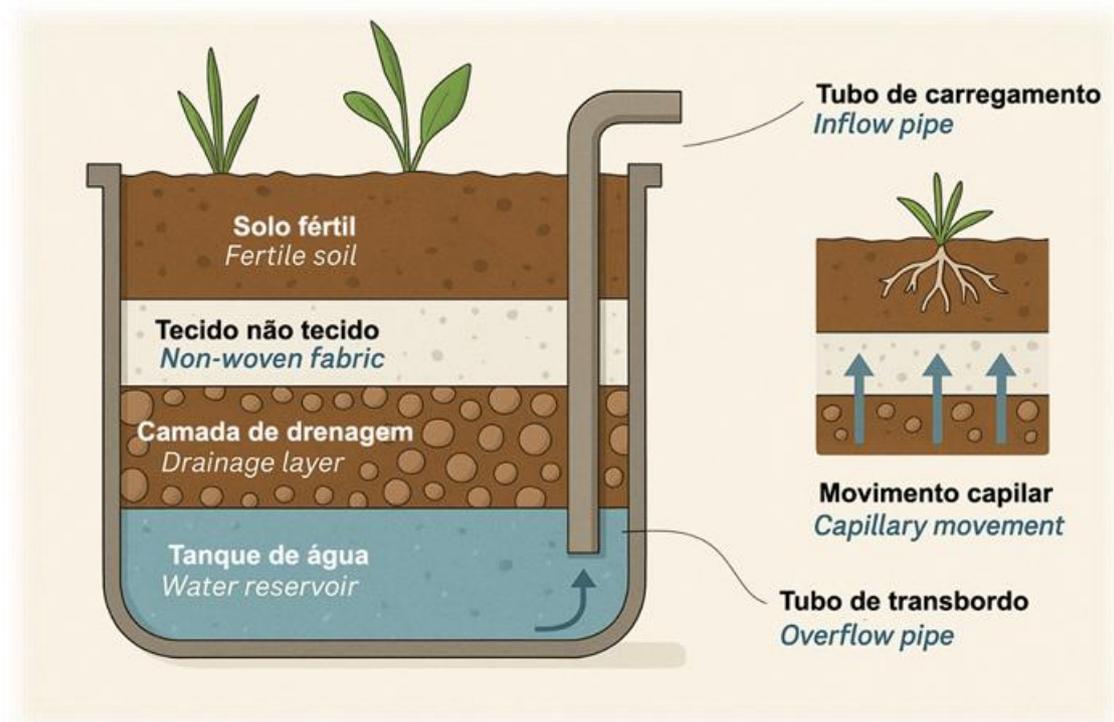
5. Criação de sistemas de cultivo inovadores monitorização ambiental con tecnologias de código aberto.

Esta parte do Manual tem como objetivo propor soluções simples e eficazes que permitam tanto a indivíduos como a comunidades implementar sistemas de cultivo sustentáveis de baixo custo e de fácil construção. Por isso, a seguir, ilustram-se instruções operativas passo a passo para a construção de alguns sistemas de cultivo e monitorização que ajudam a enfrentar problemas atuais como a seca e as alterações climáticas, fomentando ao mesmo tempo a colaboração e o intercâmbio de conhecimentos. Concretamente, apresentam-se três protótipos de "faça-você-mesmo" - Do It Yourself (DIY): um germinador de sementes, uma horta elevada wicking bed e um sistema eletrónico de monitorização ambiental (estação meteorológica caseira com sensores).

5.1 Construção de um Wicking Bed.

Num mundo onde a água é um recurso cada vez mais precioso e muitas pessoas vivem em ambientes urbanos sem acesso direto a um jardim, o *wicking bed* apresenta-se como uma solução de cultivo simples, económica e sustentável para hortícolas, ervas aromáticas e inclusive flores. Trata-se de um sistema de horta elevada com auto-rega por capilaridade, que reduz drasticamente o consumo de água, facilita a agricultura urbana (inclusive para quem tem mobilidade reduzida ou pouca experiência) e gera oportunidades de aprendizagem e inclusão em escolas, comunidades e associações.

Um *wicking bed* é um caixote de cultivo elevado que incorpora um depósito de água na base, o qual mantém húmido o substrato por ação capilar. As raízes das plantas "bebem" a água que necessitam diretamente desde baixo, eliminando a necessidade de regas frequentes. Na prática, consiste num caixote de madeira impermeabilizado por dentro, cujo fundo contém uma camada de material poroso (por exemplo, argila expandida ou gravilha) que atua como reservatório de água. Em cima dessa camada drenante coloca-se um tecido geotêxtil (também chamado tecido não tecido), e sobre ele o substrato ou terra de cultivo. Graças a este desenho, o solo mantém-se constantemente húmido pela ascensão capilar da água desde o depósito no fundo, aproveitando ao máximo o recurso hídrico sem perdas por percolação. Outro benefício é que o nível de água armazenada pode controlar-se mediante um sistema de tubos: um de enchimento desde cima e um tubo lateral de transbordo ou derrame que evita alagamentos, permitindo drenar o excesso.



Entre as vantagens deste sistema estão:

- ✓ Poupança de água: até 80% menos de consumo que uma horta tradicional.
- ✓ Rega pouco frequente: ideal para climas quentes ou situações onde não é possível regar diariamente. O depósito proporciona vários dias (inclusive semanas) de autonomia.
- ✓ Maior autonomia para as plantas: sempre dispõem da humidade necessária sem stress hídrico.
- ✓ Acessibilidade: ao estar elevado, é fácil de manejar por crianças, pessoas idosas ou com deficiência (não é preciso baixar-se e pode adaptar-se a altura).
- ✓ Reciclagem de materiais: pode construir-se com materiais reutilizados ou económicos.
- ✓ Adaptabilidade: as técnicas de construção podem ajustar-se segundo as necessidades (espaço disponível, tamanho desejado, tipo de cultivos, etc.).

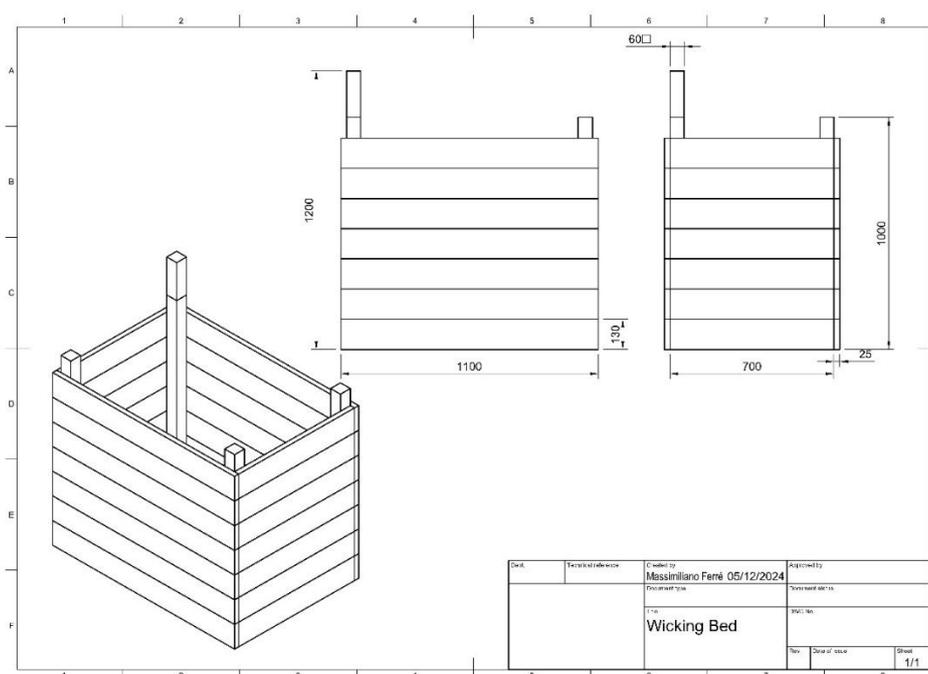
5.1.1 Materiais e ferramentas necessárias

Na tabela seguinte, enumeram-se os materiais necessários para um caixote de uns 155 x 100 cm, assim como a sua função dentro da nossa instalação.

Materiais	Indicações práticas
<i>Tábuas de madeira de lariço⁴ (espessura 25 mm)</i>	<i>Altura máxima da caixa 90 cm</i>
<i>Parafusos para madeira Ø6×55 mm</i>	<i>Para montar a estrutura da caixa</i>
<i>Folha impermeável de PVC (aprox. 3 × 4 m)</i>	<i>Para forrar o interior e tornar estanques o depósito de água</i>
<i>Cascalho ou argila expandida (cerca de 300 L)</i>	<i>Material para a camada de drenagem (25–30 cm)</i>
<i>Tela geotêxtil (ou tela não tecida)</i>	<i>Para separar o cascalho do substrato e evitar que a terra obstrua a drenagem</i>
<i>Substrato fértil de qualidade (aprox. 1000 L)</i>	<i>Terra para encher a caixa. Recomenda-se misturar com composto para melhorar os nutrientes</i>
<i>Tubo de carga de água (diâmetro aprox. de 20 mm)</i>	<i>Tubo vertical para encher o depósito a partir da superfície. Pode ser de PVC ou outro material rígido.</i>
<i>Cotovelo de canalização 3/4" (peça acodada)</i>	<i>Funcionará como saída de transbordo da água excedente (irá no lado da caixa, a certa altura).</i>
<i>Tês de latão de 3/4"</i>	<i>Conector em "T" de 3 vias, usa-se para unir o tubo vertical de carga com o cotovelo de transbordo e o drenagem interno</i>
<i>Nipples (tubos roscados) 3/4" × 25 mm, 2 uds.</i>	<i>Tramos roscados para conectar entre si o tubo de carga, o tê e o cotovelo, atravessando a parede da caixa.</i>

⁴ Serve qualquer madeira resistente ao intemperismo, aconselhamos o lariço porque é duradouro e naturalmente resistente à água

Materiais	Indicações práticas
<i>Acessório passamuros 3/4" (válvula ou união para estanque)</i>	<i>Peça de drenagem que permite selar hermeticamente a saída de água do transbordo através da madeira.</i>
<i>Juntas de borracha 3/4"</i>	<i>Arandela ou selo de borracha para assegurar a estanqueidade do sistema hidráulico nas uniões (coloca-se no passamuros/cotovelo para que não filtre água pela parede).</i>



Ferramentas necessárias:

- Berbequim aparafusador (preferível com broca de coroa para fazer buracos largos em madeira).
- Serra elétrica (circular ou de esquadria) ou serrote de mão para cortar as tábuas.
- Tesoura robusta ou cortador para recortar a lona impermeável e o tecido geotêxtil.
- Nível de bolha (nivelador) para comprovar a horizontalidade do caixote.
- Fita métrica (metro) para medir dimensões.
- Fita de teflon (selador de roscas) para as ligações de canalização.
- Agrafador forte para fixar a lona (opcional).

- Luvas de trabalho e óculos de proteção (segurança ao cortar e furar).

5.1.2 Procedimentos passo a passo

- 1. Preparação do caixote:** Corte as tábuas de madeira às dimensões desejadas (por exemplo, formando uma armação de 155 × 100 cm e aprox. 90 cm de alto). Monte o caixote unindo as tábuas com parafusos, usando reforços nos cantos (podem ser ripas quadradas interiores) para lhe dar solidez. Coloque o caixote já montado num solo nivelado e firme.



- 2. Instalação dos tubos:** Faça um orifício num dos lados curtos do caixote (aprox. a 20 cm do fundo) para instalar o tubo de transbordo. Insira nesse orifício o cotovelo de 3/4" ligado à tê, de maneira que a extremidade do cotovelo fique ao nível do interior (esse será o nível máximo de água). Cubra por dentro todo o caixote com a lona impermeável, ajustando-a bem aos cantos (pode segurá-la com agrafos ou ripas para que não se mova). Depois, coloque verticalmente o tubo de carga dentro do caixote, que atravessará a base até à T (será o conduto para encher a água). Coloque também um tubo perfurado de irrigação horizontalmente ao longo do fundo (este tubo, com múltiplos buracos, distribuirá a água do depósito de forma uniforme por baixo da gravilha; pode ser por exemplo um tubo PVC de 20 mm com perfurações, ligado lateralmente à T). Por último, ajuste e rose todas as ligações (utilize teflon nas roscas para prevenir fugas). No final deste passo deverá ter um tubo vertical para cima (enchimento), uma tê que liga com o tubo perfurado no fundo, e um cotovelo que atravessa a parede como transbordador.



- 3. Primeiro teste de estanquidade:** Encha parcialmente de água o depósito através do tubo de carga vertical e verifique que não haja fugas nas ligações (especialmente à

volta do orifício do transbordo e em uniões roscadas). Se gotejar, ajuste as peças ou adicione selador até assegurar que tudo fique estanque.

- 4. Camada drenante:** Coloque a argila expandida ou gravilha enchendo o fundo do caixote até uns 25-30 cm de altura. Esta camada rodeará o tubo de irrigação perfurado. Comprove que a altura do tubo de transbordo seja ligeiramente inferior à altura desta camada drenante (o transbordador deve evacuar a água quando o nível supere a gravilha, para que o substrato por cima não fique submerso). Se for preciso, ajuste a posição do cotovelo.



- 5. Colocação do tecido geotêtil:** Estenda o tecido não tecido sobre a camada de gravilha, cobrindo-a completamente. Este tecido evitará que o substrato se misture com a gravilha e obstrua os poros de drenagem, mas permitirá a passagem da água por capilaridade.

- 6. Preenchimento com substrato:** Encha o resto do caixote com o substrato preparado (terra fértil, preferivelmente misturada com composto). Preencha até à borda, mas sem compactar em excesso, simplesmente assente ligeiramente a terra com a mão para eliminar bolsas de ar.



7. **Pôr em marcha o sistema:** Verta água pelo tubo de carga até encher o depósito inferior. Saberá que está cheio quando começar a sair água pelo tubo de transbordo lateral (o excesso). Deixe repousar umas horas e verifique novamente o nível. A terra absorverá alguma água no início, pelo que pode baixar o nível. Nesse caso, preencha outra vez se for necessário até que se estabilize.
8. **Plantação:** ¡Está pronto para plantar! Semeie ou transplante as suas cultivares (hortícolas, plantas aromáticas, flores, etc.) segundo a temporada. Coloque as plantas na superfície do substrato, deixando espaço suficiente entre elas, e regue-as ligeiramente por cima só a primeira vez para assentar a terra à volta das raízes.



5.1.3 Manutenção gestão

- Revisar o nível de água periodicamente mediante o tubo de carga (pode usar-se uma vareta ou simplesmente olhar se se vê água no fundo do tubo).
- Reencher o depósito aproximadamente cada 1--2 semanas (a frequência dependerá do clima e do tipo de plantas). Em climas muito quentes ou estações secas, rever pelo menos semanalmente.
- Evitar alagamentos prolongados: se se preveem chuvas abundantes, comprovar que o transbordador funciona e drena o excesso; se o sistema permanecer saturado de água demasiado tempo, pode faltar oxigénio nas raízes.
- No inverno (ou em climas frios): esvaziar ou baixar o nível do depósito se existir risco de geadas prolongadas, para evitar danos por congelação da água (o gelo pode expandir-se e romper a lona ou as ligações).
- Renovar parcialmente o substrato cada 1--2 anos, adicionando composto ou terra nova para repor nutrientes, já que com o tempo as plantas esgotam parte da fertilidade.

5.2 Prototipo de wicking bed em miniatura (germinador de plantas).

Depois de apresentar o wicking bed à escala real, também se propõe um modelo à escala reduzida --basicamente um mini-wicking bed-- pensado para quem se aproxima pela primeira vez a este tipo de cultivo ou dispõe de pouco espaço. Trata-se de uma estrutura muito simples, portátil e de custo baixo, que permite familiarizar-se com o sistema sem um grande compromisso de materiais. Além disso, esta mini horta pode usar-se como germinador para iniciar plântulas a partir de semente, que depois se transplantarão para o wicking bed grande ou para outros vasos.

Materiais para o germinador:

- ✓ Caixa de plástico de aproximadamente 55 L de capacidade, preferivelmente de qualidade alimentar (sem substâncias tóxicas) e com rodas ou asas para a mover facilmente. Por exemplo, um contentor de armazenamento de polipropileno.
- ✓ Argila expandida (20 L) para a camada drenante. Alternativamente, gravilha vulcânica ou outro substrato inerte leve.



- ✓ Kit de tubagens e conetores de canalização de menor tamanho: basicamente uma versão reduzida do sistema anterior. Podem usar-se tubos de PVC de Ø16 mm em lugar de 20 mm, com os seus cotovelos, tês e passamuros correspondentes com rosca de 1/2". Um pequeno trecho de mangueira flexível perfurada servirá como tubo de rega no fundo.
- ✓ Tecido geotêxtil para separar a argila da terra (um pedaço suficiente para cobrir a superfície da caixa).
- ✓ Substrato universal (uns 40--50 L) para o preenchimento da caixa (pode misturar-se com turfa ou perlite para a aligeirar se a caixa for móvel).

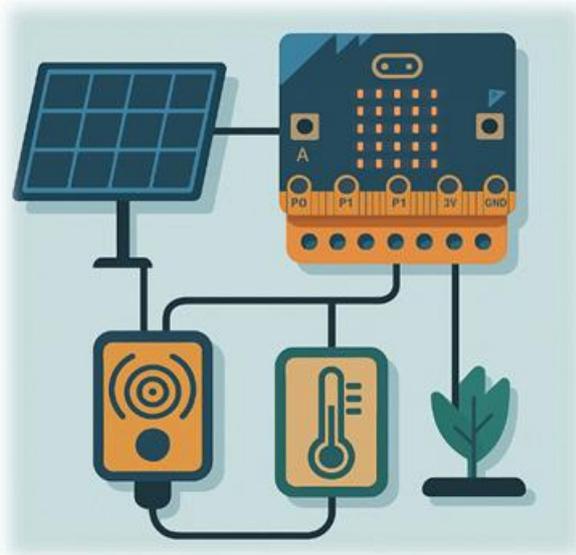
A montagem deste germinador realiza-se de forma análoga ao wicking bed grande, adaptando as dimensões: perfura-se a parede da caixa plástica para instalar um pequeno tubo de transbordo lateral (aprox. a 10 cm do fundo, dependendo da altura da caixa) e coloca-se um tubinho vertical para o enchimento de água. No fundo verte-se a argila expandida (uns 10--15 cm formando o depósito), depois cobre-se com o tecido geotêxtil e em cima agrega-se o substrato até encher. Um tubinho perfurado distribuído no fundo (ligado ao de enchimento) assegurará a irrigação uniforme. Enche-se o depósito de água através do tubo vertical até que saia pelo transbordador, e já está pronto para usar-se.

Este germinador pequeno é ideal para colocar num terraço ou inclusive no interior, perto de uma janela. Permite iniciar sementeiras aproveitando a autorregulação de humidade do wicking bed: as sementes germinam num substrato sempre húmido, mas não alagado. Uma vez que as plântulas cresçam o suficiente, podem-se trasladar (com torrão) para a horta maior ou para vasos individuais. Assim, o mini-wicking bed serve como "viveiro" portátil e também como demonstração educativa: estudantes ou principiantes podem construí-lo rapidamente e observar em poucas semanas o ciclo de germinação, ao mesmo tempo que compreendem o princípio de rega por capilaridade.



5.3 Sistema de monitorio ambiental con Micro:bit (estación meteorológica DIY).

Para complementar os sistemas de cultivo anteriores, propõe-se montar uma pequena estação de monitorização ambiental para hortas, usando tecnologia *open source* e de baixo custo. O coração deste sistema é a placa BBC Micro:bit, um microcontrolador compacto desenhado para a aprendizagem da programação, a eletrónica e o pensamento computacional em contexto educativo. O Micro:bit inclui sensores integrados (luz, temperatura, acelerómetro, magnetómetro), botões, uma matriz de LED e conectividade sem fios, o que permite realizar projetos interativos com uma interface muito simples e acessível inclusive para principiantes absolutos.



No nosso caso, escolheu-se o Micro:bit para a estação de monitorização porque nos permite introduzir conceitos básicos de programação e sensórica de forma prática e intuitiva, inclusive com estudantes sem experiência em eletrónica. Também, estimula-se a curiosidade mediante a experimentação direta, já que os participantes podem montar e ver funcionar os seus próprios sensores ambientais em tempo real. Por isso, o Micro:bit tem demonstrado ser útil com crianças e jovens em risco de exclusão social, já que os seus projetos são tangíveis e divertidos. Além disso, graças à sua flexibilidade, o Micro:bit pode programar-se tanto com linguagens visuais tipo Scratch (o ambiente MakeCode) como em Python, adaptando-se a distintos níveis de competência e permitindo progredir para código mais avançado quando for oportuno.

A estação meteorológica que propomos estará alimentada mediante energia solar (painéis fotovoltaicos + bateria) e será capaz de transmitir os dados recolhidos em tempo real através de uma ligação WiFi para uma página web pública acessível em todo o momento. Deste modo, os dados ambientais locais podem partilhar-se com a comunidade educativa ou em projetos de ciência cidadã.

5.3.1 Kit IoT (Internet das Coisas) para Micro:bit

Para construir um protótipo funcional com fins didáticos, optou-se por utilizar um kit IoT desenhado para Micro:bit (no nosso caso, o ElecFreaks IoT:bit kit). Este kit inclui uma série de sensores, atuadores e módulos de comunicação que se ligam facilmente à placa

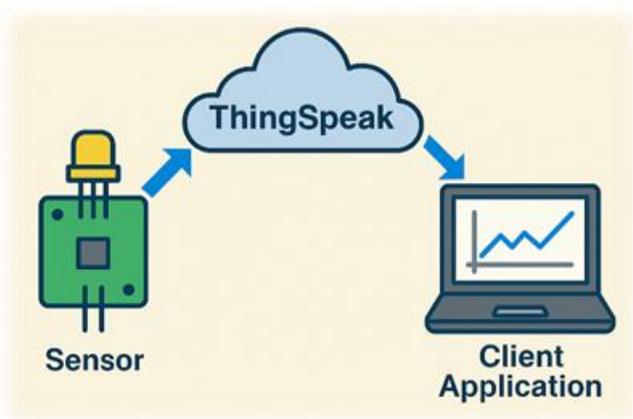
Micro:bit, criando um dispositivo capaz de recolher dados ambientais, processá-los e comunicá-los em rede.

Os componentes típicos de um kit IoT para Micro:bit são:

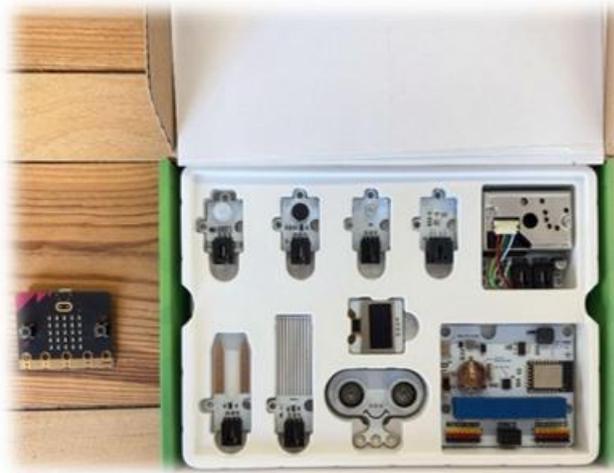
- ✓ Sensores ambientais: de temperatura, humidade relativa, luz, som (ruído), qualidade de ar (gás/CO₂), humidade do solo, pressão atmosférica, entre outros.
- ✓ Atuadores: por exemplo, um pequeno buzina para alertas sonoras, luzes LED ou um mini relé para controlar dispositivos externos.
- ✓ Módulo WiFi: geralmente baseado num chip ESP8266 ou similar, para ligar o Micro:bit à Internet via WiFi.
- ✓ Placa de expansão (shield) com suporte de bateria: insere-se o Micro:bit nesta placa que prove portas adicionais e alimentação autónoma. A expansão IoT:bit, por exemplo, expõe todos os pinos do Micro:bit a 3V em conetores tipo plugue adiciona um relógio de tempo real (RTC), um módulo WiFi integrado e ranhura para baterias, permitindo criar um sistema independente de longa duração.
- ✓ Ecrã OLED (em alguns kits): pequeno ecrã, tipicamente de 0.96" ou 1.3", para mostrar dados locais (temperatura, etc.).
- ✓ Cabos e acessórios de ligação rápida (cabos com conetores tipo jumper, parafusos, etc.).

Este kit permitir-nos-á monitorizar parâmetros ambientais numa horta ou sala de aula (temperatura do ar, humidade, luz solar, nível de ruído, humidade do solo, presença de gases, etc.) e enviar dados para plataformas na nuvem (como ThingSpeak, Blynk, IFTTT) para os armazenar, visualizar graficamente em tempo real ou ativar alertas.

Além disso, pode receber comandos remotos, por exemplo, que um utilizador desde Internet possa acender um atuador (como uma bomba de rega) se a humidade baixar demasiado, ou que a estação notifique via IFTTT ao telemóvel quando ocorrer algo (chuva detetada, etc.). Assim, podemos criar mini estações meteorológicas portáteis, sistemas de rega automatizado, alarmas inteligentes (p.ex. uma buzina que soa se fizer demasiado calor na estufa), etc.



5.3.2 Montagem de Micro:bit



Cada sensor ou atuador ligado ao Micro:bit comporta-se como um pequeno circuito que necessita sempre pelo menos duas ligações: uma de alimentação positiva (VCC, geralmente 3V no caso do Micro:bit) e outra de terra (GND, massa). Além disso, em sensores digitais requer-se um terceiro cabo de sinal, que é o encarregado de transportar o dado desde (ou para) o Micro:bit.

Alguns módulos complexos (por exemplo, sensores de comunicação serial I²C ou SPI) podem requerer inclusive um quarto cabo para sincronizar sinais de relógio ou permitir comunicações bidirecionais, mas em termos gerais três cabos são suficientes para a maioria de sensores básicos. A placa de expansão IoT:bit mencionada anteriormente facilita estas ligações ao brindar portos triplos (VCC-GND-Signal) prontos para ligar sensores sem necessidade de soldar. Além disso, dado que o Micro:bit opera a 3.3 V, todos os sensores escolhidos funcionam a essa voltagem, estando dentro da corrente máxima que o microcontrolador pode fornecer sem problemas.

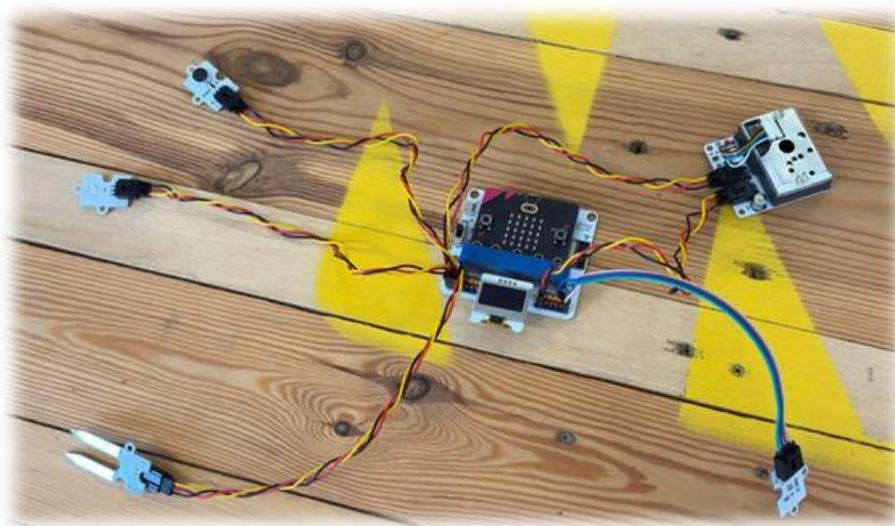
Para programar o Micro:bit utilizamos o ambiente oficial Microsoft MakeCode, disponível em versão web (<https://makecode.microbit.org>) e que também se pode usar *offline*. O MakeCode permite programar com blocos gráficos tipo *puzzle* (muito intuitivo para principiantes) ou mudar para o modo de texto JavaScript/Python para maior controlo. Alternativamente, pode programar-se em Python usando editores como Mu ou o próprio MakeCode em modo Python, o que abre possibilidades mais avançadas se se desejar.

O nosso programa para a estação desenvolveu-se no MakeCode mediante blocos. Ao iniciar a placa Micro:bit, o código realiza os processos de inicialização necessários para o correto funcionamento de todo o sistema:

- Inicializa o ecrã OLED (apagando qualquer dado prévio e preparando a interface para mostrar as leituras).
- Estabelece a ligação WiFi usando o módulo ESP8266 integrado, ligando-se à rede sem fios local com as credenciais configuradas (SSID e palavra-passe).
- Configura os pinos do Micro:bit para comunicar com cada sensor (por exemplo, estabelecendo comunicação I²C com o sensor de temperatura/pressão, definindo entradas analógicas para sensores se correspondesse, etc.).

Após a inicialização, o programa principal entra num ciclo infinito que se encarrega de:

- Ler periodicamente cada sensor (por exemplo, cada minuto ou o intervalo desejado).
- Atualizar o ecrã OLED com os valores medidos (por exemplo: 25°C, 60% HR, 1012 hPa, luz 300 lx, ruído 40 dB).
- Enviar os dados para uma plataforma web para registo. No nosso caso utilizou-se o ThingSpeak, um serviço IoT gratuito onde se podem criar canais de dados. Mediante a API do ThingSpeak, o Micro:bit envia um pedido HTTP após cada leitura com os novos dados, de modo que ficam armazenados na nuvem. Logo, esses dados podem ver-se em gráficos de tempo real acedendo ao canal público do ThingSpeak ou inclusive incorporar-se numa *web* do projeto. (Este processo implica que o Micro:bit esteja ligado à Internet via WiFi. A placa IoT:bit ocupa-se disso, e o MakeCode tem extensões que simplificam o envio de dados a serviços *web*.)



MAIS INFORMAÇÕES

Se quiser ter mais informação sobre como montar e programar um sistema Micro:bit pode consultar no [Anexo: Anexo - Montagem e Programação do Sistema Micro-bit](#)

5.3.3 Utilidade pedagógica de Micro:bit

Este tipo de sistemas é útil em educação ao introduzir de maneira concreta os conceitos de sensores, redes e automação, que costumam ser abstratos, convertendo-os em algo tangível que os alunos podem tocar e entender. Além disso, a sua facilidade de programação, através do MakeCode (editor gráfico da Microsoft para Micro:bit) ou em Python, permite começar com blocos visuais e logo progredir para escrever código, com

o que se pode adaptar ao nível educativo (primária, secundária, formação profissional, etc.).

Instalar e ligar sensores ambientais --como sensores de partículas de pó, luminosidade, temperatura e humidade do ar, humidade do solo, pressão atmosférica ou ruído-- num contexto didático oferece uma oportunidade real para tornar tangível o que normalmente é invisível. Os estudantes podem recolher dados locais do seu entorno escolar ou comunitário, aprendendo sobre a marcha acerca da qualidade do ar, os microclimas, o ciclo da água, etc.

Desde o ponto de vista pedagógico, os alunos aprendem a ler dados em tempo real, refletir sobre fenómenos como a contaminação do ar ou as mudanças climáticas locais, e vincular essas observações com ações concretas de cuidado e gestão sustentável de uma horta. Enquanto que desde um ponto de vista mais técnico ou de investigação, o sistema possibilita comparar medições em distintos pontos, observar variações sazonais ou microclimáticas, e verificar com dados a eficácia de intervenções como os *wicking beds* em comparação com métodos tradicionais.

Em definitiva, a monitorização multissensorial ambiental, associada a um projeto concreto e visível como a horta, contribui para "tornar visível o invisível": mostra como a interação entre entorno e tecnologia pode gerar novas consciências e ferramentas para enfrentar os desafios ambientais do presente.



FISH

Farmers
Innovation
Science
Hub

Este manual é um guia que pode servir para melhorar a produção sustentável de plantas e peixes e é fruto da colaboração das diferentes entidades que participaram no Projeto ERAMUS+ KA210 FISH.

Neste manual pode encontrar conteúdos teóricos e práticos para melhorar a produção agropecuária e complementá-la com a produção de peixes.



Erasmus+