



CULTIVO ACUAPÓNICO

GUÍA ESPECIALIZADA

AQUAPONIC CULTURE - TOOL KIT



Obra Social "la Caixa"



málaga.es diputación



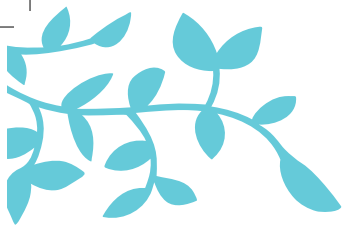
cifal
Malaga



United Nations Institute for Training and Research



unitar



CRÉDITOS

EDITA

Aula del Mar

AUTOR

Juan Antonio López Jaime

COLABORADORES

Ramón de Haro
Diego Gallegos
Pepe Lobillo
Víctor Fernández
Cristina Moreno
Paula López
Lucrecia Souviron
Javier Quevedo
Ulrich Eich
Lorraine Lucette
Salvador Alba

DISEÑO Y MAQUETACIÓN

DIKA estudio creativo S.L.U.
(www.dikaestudio.com)

PRÓLOGO

Si con un solo proyecto quisiéramos cumplir y promover los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de Naciones Unidas y alcanzar las metas de la Agenda 2030, ese sería la ACUAPONÍA. ¿Y por qué tal aseveración? La acuaponía como actividad agropecuaria, innovadora y sostenible se convierte en una alternativa a la producción tradicional primaria, consiguiendo una doble productividad: peces y vegetales en un mismo espacio; sin lugar a dudas, un ejemplo de economía circular con grandes beneficios que aporta múltiples soluciones tanto a nivel económico, como alimentario y medioambiental.

Es por ello, que esta publicación de la Asociación para la Conservación del Medio Marino del Aula del Mar de Málaga, nos dota de conocimiento y herramientas vitales para conocer todo el proceso de la acuaponía y su vinculación inequívoca con cada uno de los ODS, sirviendo como modelo productivo en cualquier parte del mundo y en cualquier medio donde se desee aplicar.

Cada uno de los Objetivos de la Agenda 2030 está implícito en esta actividad. Su producción es saludable, respeta el medio ambiente, se puede dimensionar a cualquier escala, ofrece un mantenimiento sencillo al alcance de cualquier colectivo o persona, no discrimina, favorece la creación de empleo verde, apoya la economía sostenible y la innovación social, facilita el autoconsumo y diversifica los huertos urbanos.

Además, es una actividad transversal que unifica diversos sectores productivos y coyunturales como son: acuicultura y pesca, agricultura, gastronomía, hostelería, alimentos ecológicos locales, sector industrial, energías renovables y gestión adecuada del recurso hídrico.

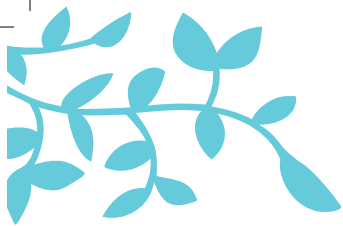
El desarrollo de la acuaponía a gran escala supondría también la lucha contra el cambio climático y la pérdida de biodiversidad, la reducción de la brecha de género, la capacitación de sectores productivos a distintos niveles, y en general el uso de una tecnología para mejorar la calidad de vida de las personas.

Es una satisfacción para CIFAL Málaga poder apoyar esta publicación e iniciativa de desarrollo sostenible, que sin lugar a dudas aportará en positivo a los diferentes sectores de la sociedad que buscan integrarse a un modelo productivo que beneficie a las actuales y futuras generaciones.

Julio Andrade Ruiz

Fellow del Instituto de las Naciones Unidas para la Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR) y Director CIFAL Málaga.





INTRODUCCIÓN

Los recursos naturales son cada vez más limitados, mientras la población humana y sus necesidades siguen creciendo sin límites.

Necesitamos más que nunca, aprender a gestionar y aprovechar el agua disponible, el espacio, las especies que cultivamos para alimentarnos, la energía y los materiales de nuestro entorno, con el fin de garantizar una sostenibilidad en el tiempo de todos estos recursos naturales, y de nuestra propia existencia y calidad de vida.

El agua es, sin duda, el recurso natural más indispensable para cualquier forma de vida en el Planeta, siendo necesaria para cualquier asentamiento humano, y disponer de ella en la cantidad y calidad suficiente.

Hacer una adecuada gestión del agua, tanto para su consumo directo como para producir alimentos, es esencial. Hay que implantar la cultura del agua, del ahorro ambiental y del reciclaje. Hay que volver a imitar la Naturaleza, donde no existen residuos, porque todo se aprovecha.

La Acuaponía es un sistema de cultivo basado en la cultura del agua y del reciclaje natural. Es mucho más que una técnica o un método, es

Natural resources are increasingly limited, while the human population and its needs continue to grow without limits.

More than ever, we need to learn to manage and take advantage of the available water, space, the species we grow to feed ourselves, the energy, and the materials of our environment, in order to guarantee a sustainability over time of all these natural resources, and of our own existence and quality of life.

Water is, undoubtedly, the most indispensable natural resource for any form of life on the Planet, being necessary for any human settlement, and having it in sufficient quantity and quality.

Proper water management, both for direct consumption and for food production, is essential. We have to implement a culture of water, environmental saving and recycling. It is necessary to imitate Nature again, where there is no waste, because everything is used.

Aquaponics is a cultivation system based on the culture of water and natural recycling. It is much more than a technique or method, it is a philosophy of life, a way of understanding the balance between living beings and their environment.

With this methodology we can produce vegetables

una filosofía de vida, una forma de entender el equilibrio entre los seres vivos y su entorno.

Con esta metodología podemos producir vegetales y pescados de forma permanente, en un mismo espacio donde recirculamos y reutilizamos el agua, gracias a su depuración natural por parte de bacterias y plantas, que crecen al mismo tiempo, por el abonado que le aportan los peces.

Producimos alimentos, ahorrando agua, espacio y energía, dando mayor cantidad y diversidad de productos en menos tiempo.

La Acuaponía promueve y cumple con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas.

Con esta publicación, podrás conocer las claves, técnicas y aspectos principales para diseñar, construir y mantener con éxito un sistema acuapónico, a cualquier escala, y con diferentes materiales.

Practicando la Acuaponía, y especializándote, contribuirás con la economía circular y local, la sostenibilidad ambiental, la lucha contra el Cambio Climático, el despoblamiento rural, y en definitiva, promoverás un Planeta más saludable y una sociedad más justa y equitativa.

and fish permanently, in the same space where we recirculate and reuse the water, thanks to its natural purification by bacteria and plants, which grow at the same time, by the fertilizer that the fish provide.

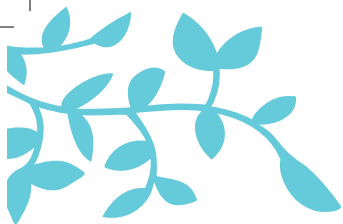
We produce food, saving water, space and energy, offering more quantity and diversity of products in less time.

Aquaponics promotes and accomplishes the United Nations Sustainable Development Goals.

This publication provides the keys, techniques and main aspects to design, build and maintain a successful aquaponic system, at any scale, and with different materials.

The aim of this book is to generate a new generation of skilled professionals in Aquaponics. They will contribute to the circular and local economy, environmental sustainability, the fight against Climate Change, rural depopulation, and ultimately, they will promote a healthier Planet and a more just and equitable Society.





ÍNDICE

ESPAÑOL

Tema 1. INTRODUCCIÓN A LA ACUAPONÍA.

Tema 2. ¿CÓMO FUNCIONA LA ACUAPONÍA?

Tema 3. COMPONENTES DEL SISTEMA ACUAPÓNICO.

Tema 4. TIPOS Y MODELOS ACUAPÓNICOS.

Tema 5. MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE UN SISTEMA ACUAPÓNICO.

Tema 6. MANTENIMIENTO DE UN SISTEMA ACUAPÓNICO.

Tema 7. DIMENSIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL DE LA ACUAPONÍA.

Tema 8. ESPECIES ACUÁTICAS EN ACUAPONÍA.

Tema 9. PRINCIPALES PLANTAS EN ACUAPONÍA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS RECOMENDADAS.

INDEX

ENGLISH

Unit 1. INTRODUCTION TO AQUAPONICS.

Unit 2. HOW DOES THE AQUAPONICS WORK?

Unit 3. COMPONENTS OF THE AQUAPONICS SYSTEM.

Unit 4. AQUAPONIC TYPES AND MODELS.

Unit 5. ASSEMBLY AND STARTUP OF AN AQUAPONIC SYSTEM.

Unit 6. SUPPORTING AQUAPONICS SYSTEM.

Unit 7. ENVIRONMENTAL AND SOCIAL DIMENSION OF AQUAPONICS.

Unit 8. AQUATIC SPECIES IN AQUAPONICS.

Unit 9. PLANTS SPECIES IN AQUAPONICS.

BIBLIOGRAPHY.

TEMA 1

INTRODUCCIÓN A LA ACUAPONÍA

PRESENTACIÓN.

¿QUÉ ES ACUAPONÍA?

¿POR QUÉ ES MEJOR CULTIVAR CON SISTEMAS ACUAPÓNICOS?

¿QUÉ RETOS TIENE LA ACUAPONÍA?

REFERENCIAS HISTÓRICAS DE CULTIVOS ACUAPÓNICOS.

PROMOTORES DE LA ACUAPONÍA MODERNA.

ALGUNAS INICIATIVAS RECIENTES.

UNIT 1

INTRODUCTION TO AQUAPONICS

PRESENTATION.

WHAT IS AQUAPONICS?

WHY IS IT BETTER TO CULTIVATE WITH AQUAPONIC SYSTEMS?

WHAT ARE THE CHALLENGES OF AQUAPONICS?

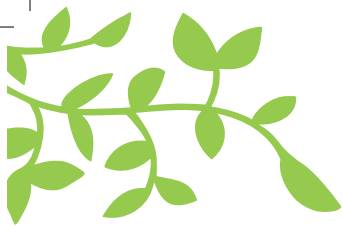
AQUAPONICS IN ANCIENT TIMES: HISTORICAL REFERENCES.

PIONEERS OF MODERN AQUAPONICS.

SOME RECENT AQUAPONICS INITIATIVES WORLDWIDE.

AQUAPONICS INITIATIVES DEVELOPED IN SPAIN.





PRESENTACIÓN

El Planeta donde vivimos está formado en su mayor parte por agua. Los océanos, los Polos, la Atmósfera, los ríos y lagos, las aguas subterráneas, y el agua que forma parte prioritaria de todos los seres vivos que lo habitamos.

De hecho, debería llamarse Planeta Agua. El agua es vida, y si queremos producir vida, necesitamos agua para conseguirlo.

Nuestro Planeta también es finito, y el crecimiento demográfico de la población humana, y especialmente su forma de vida, agresiva con los recursos naturales de los que depende, está poniendo en peligro el futuro de todos.

Estamos agotando dichos recursos, contaminando y deteriorando el suelo, el aire, y sobretodo el agua. Se está poniendo en peligro la biodiversidad y la geodiversidad.

Nuestros hábitos, y el consumo desproporcionado, promueven sistemas de explotación de los recursos que no tienen en cuenta la regeneración y sostenibilidad de los mismos.

Vivimos en una sociedad y una época donde cada vez nos alejamos más de la Naturaleza,

PRESENTATION

Planet where we live is mainly covered by water. The oceans, the ice poles, the atmosphere, rivers and lakes, groundwater, and the water that forms part of all living beings inhabiting it.

In fact, it should be named The Water Planet. Water is life, and if we want to produce life, we need water for getting it.

Our Planet is finite, and the human demographic growth, especially their way of live, aggressive with the natural resources on which they depend, it is endangering everyone's future.

We are depleting those resources, polluting and deteriorating the soil, the air, and above all the water. Biodiversity and geodiversity are being endangered for us.

Our habits and disproportionate consumption are promoting systems of exploitation of resources that do not take into account their regeneration and sustainability.

We live in a society and an era where we move further and further away from nature, forgetting that we are also part of it.

Nowadays everything happens so quickly, information, communication, events, world changes around us and in our immediate environment, that

olvidándonos que formamos parte de Ella.

Todo transcurre con tanta rapidez, la información, la comunicación, los acontecimientos, los cambios del mundo que nos rodea y de nuestro entorno inmediato, que pocas veces tenemos ocasión de reflexionar como colectivo y ser capaces de reaccionar ante tantos problemas económicos, sociales y ambientales.

Necesitamos reaccionar cuanto antes, y volver a entender que somos Naturaleza, y dependemos de Ella. Que debemos utilizar los recursos sin agotarlos ni deteriorarlos. Que tenemos que consumir de forma sostenible, eficiente, reutilizando, reciclando y ahorrando, especialmente energía, espacio, recursos naturales, y sobretodo agua.

Los métodos tradicionales de producción de alimentos, como la agricultura convencional, ganadería y acuicultura, deben evolucionar hasta ser realmente sostenibles, hacia una economía circular, más local, ecológica, equitativa y justa socialmente.

La acuaponía es, en este sentido, totalmente innovadora y clave para esta evolución. Es una actividad útil, sencilla, económica, accesible a cualquier persona, y con posibilidad de realizarse en cualquier lugar del Planeta, siguiendo unas directrices básicas.

we rarely have the opportunity to reflect as a social group and be able to react to so many economic, social and environmental problems.

We need to react as soon as possible, and re-understand that we are Nature, and we depend on it. We must use resources without depleting or deteriorating them. We have to consume in a sustainable, efficient way, reusing, recycling and saving, especially energy, space, natural resources and above all, water.

Traditional methods of food production, such as conventional agriculture, livestock and aquaculture, must evolve to become truly sustainable, towards a circular, more local, ecological, equitable and socially just economy.

Aquaponics is, in that sense, completely innovative and the key of this evolution. It is a useful activity, simple, economic, available for any person and with the possibility to being carried out anywhere on the Planet, following some basic guidelines.





¿QUÉ ES ACUAPONÍA?

La acuaponía está basada en la Naturaleza, en los ciclos del agua y las redes tróficas.

La acuaponía no es otra cosa que perfeccionar, con el conocimiento y la tecnología actual, tradiciones ancestrales de pueblos, comunidades y personas, que supieron producir alimentos y recursos diversos de forma integrada y en armonía con la Naturaleza.

Es una actividad que combina la acuicultura (cría de especies acuáticas) y la hidroponía (cultivo de plantas sin suelo, sobre soportes con soluciones acuosas de nutrientes) en un mismo sistema integrado y sostenible.

La palabra acuaponía es un anglicismo tomado del término inglés “aquaponics”, que procede de “aquaculture” e “hydroponics”.



Acuicultura / Aquaculture

WHAT IS AQUAPONICS?

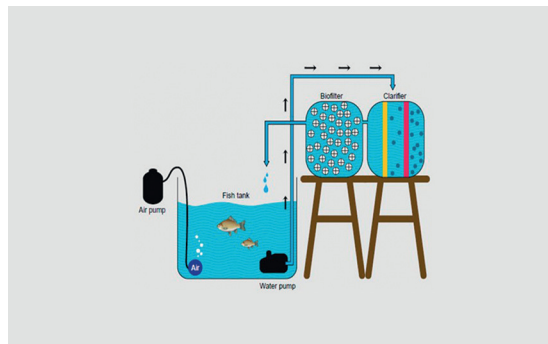
Aquaponics is based on Nature, water cycles and food webs.

It is nothing more than to refine, with current knowledge and technology, the ancestral traditions of peoples, communities and people who knew how to produce food and diverse resources in an integrated way and in harmony with Nature.

Aquaponics is an activity which combines the aquaculture (raising fish) and hydroponics (the soil-less growing of plants; on supports with aqueous solutions of nutrients) that grows fish and plants together in one integrated and sustainable system.

The term “aquaponics” is an anglicism which comes from “aquaculture” and “hydroponics”.

The aquaculture farming (which can be performed on different groups of species, such as fish,



Acuicultura / Aquaculture

El cultivo acuícola (que puede ser de diferentes grupos de especies, como peces, crustáceos, o moluscos), se encuentra unido de forma permanente o periódica al cultivo agrícola hidropónico, a través de un único sistema de recirculación de agua.

En este sistema, los desechos metabólicos generados por los peces u otras especies, y los restos de su alimento, son transformados por una amplia población de bacterias y microorganismos en general, en minerales disueltos, y utilizados por los vegetales para su crecimiento, transformándose en materia orgánica vegetal. De esta forma se genera un producto de valor, a través de un subproducto desechable, con la ventaja de que el agua, filtrada y libre ya de nutrientes, queda disponible para ser reutilizada por los peces o especies acuícolas.

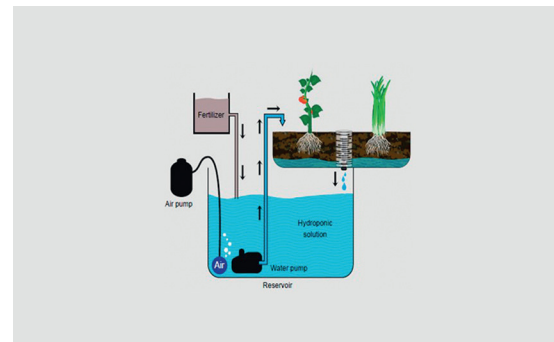
crustaceans, or mollusks), is permanently or periodically linked to the hydroponic agricultural farming, through a single water recirculation system.

In this system, the generated metabolic wastes by fish or other species and the remains of their food are transformed by a large population of bacteria and microorganisms into dissolved minerals, and they are used by plants for growth, becoming organic plant matter. Thus it is generated a valuable product through a disposable by-product, with the advantage that the water, filtered and free of nutrients, is available for reuse by fish or other aquaculture species.

Thanks to this, aquaponics systems work on two points of great interest in production: profitability and waste treatment (Rakocy, 1999).

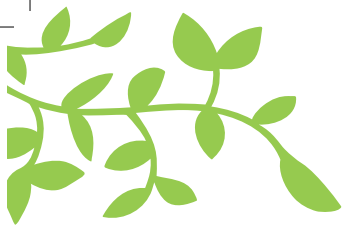


Hidroponía / Hydroponics



Hidroponía / Hydroponics





Gracias a esto, los sistemas acuapónicos trabajan sobre dos puntos de gran interés en producción: rentabilidad y tratamiento de desechos (Rakocy, 1999).

Pero la acuaponía también es una filosofía de vida, una forma de autoconsumo ecológico y sostenible, una forma de entender la vida, en armonía con la Naturaleza.

La acuaponía también es ciencia, tecnología. Un método científico para investigar el funcionamiento de los ciclos naturales. Y un recurso educativo.

Por último, y no menos importante, la acuaponía es una actividad económica, pudiendo llegar a convertirse en un sector importante. Un recurso para el empleo verde y azul, para la profesionalización y la especialización.

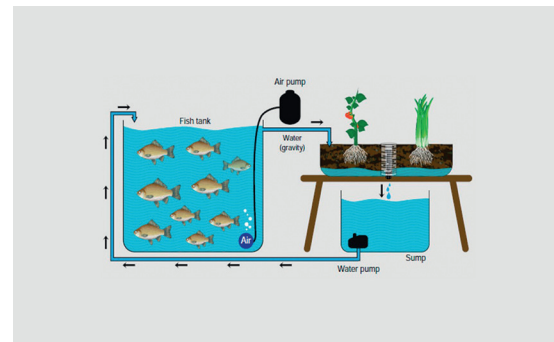
But aquaponics is also a philosophy of life, a form of ecological and sustainable self-consumption, a way of understanding life, in harmony with Nature.

Aquaponics is also science and technology. A scientist method for investigating the functioning of natural cycles and an educational resource.

Last, but not least, aquaponics is an economic activity and it can become an important sector. A resource for green and blue jobs, for professionalization and specialization.



Acuaponía / Aquaponics



Acuaponía / Aquaponics

¿POR QUÉ ES MEJOR CULTIVAR CON SISTEMAS ACUAPÓNICOS?

Con la elección de un sistema acuapónico, ante un sistema de cultivo convencional, para la producción de vegetales o especies acuáticas, se consigue:

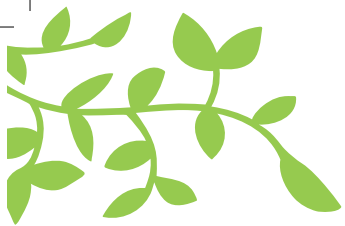
- Reducción del agua y energía utilizada, y por tanto, de los costes de producción.
- Eliminación de los fertilizantes para las plantas, reduciendo también costes y contaminación al medio ambiente y al consumidor final.
- Reducción de generación de desechos o basuras. Los pocos productos que quedan en la decantación de los filtros o sumideros, como restos de heces o pienso no consumido en su totalidad por los microorganismos y plantas, pueden ser secados y reutilizados como abonos de alta calidad para su posterior distribución y consumo.
- La contaminación acústica, del agua, aire o suelo, es prácticamente nula.
- Aumento de la bioseguridad de los productos, gracias a un mejor control de posibles patógenos que pueden provenir del agua que utilizamos, ya que la cantidad requerida de agua es baja, y se puede hacer un control biológico de toda la que entra al sistema.

WHY IS BETTER AQUAPONIC SYSTEM TO CULTURE?

With the choice of an aquaponics system, versus a conventional cultivation system, for the production of vegetables or aquatic species, is achieved:

- *Reduction of water and energy used, and therefore of production costs.*
- *Elimination of fertilizers for plants, also reducing costs and pollution to the environment and the final consumer.*
- *Reduction of waste generation. The few products left in the decantation of filters or sumps, such as remains of faeces or fodder not consumed entirely by microorganisms and plants, can be dried and reused as high quality fertilizers for subsequent distribution and consumption.*
- *Noise pollution, water, air or soil, is virtually zero.*
- *Increased biosecurity of products, thanks to a better control of possible pathogens that may come from the water we use, as the amount of water required is low, and can be made a biological control of all that enters the system.*
- *Increased biosecurity due to the zero concentration of chemical residues potentially dangerous to human health, both in fish and in*





LA ACUAPONÍA ES UNA ACTIVIDAD QUE CUMPLE TODOS LOS OBJETIVOS (ODS) DE NACIONES UNIDAS.

AQUAPONICS IS AN ACTIVITY THAT MEETS ALL THE OBJECTIVES (ODS) OF UNITED NATIONS.



- Aumento también de la bioseguridad por la nula concentración de residuos químicos potencialmente peligrosos para la salud humana, tanto en peces como en plantas, ya que no pueden usarse fitosanitarios convencionales para tratar eventuales plagas que pudieran aparecer en las plantas (porque son letales para los peces y principalmente para las poblaciones de microorganismos que sostienen el sistema acuapónico); y tampoco pueden usarse medicamentos convencionales en acuicultura como antibióticos o desinfectantes para hacer frente a posibles patologías de peces, porque igualmente dañarían a las plantas y microorganismos.
- Reducción de espacio y superficie necesaria de cultivo, en relación a los cultivos tradicionales, traduciéndose también en reducción de costes.
- Posibilidad de producir cerca de los centros de consumos, al tratarse de instalaciones más pequeñas o medianas, y con menos demanda de agua. Esto facilita la distribución local de productos frescos y ecológicos.
- Mientras que en el sistema acuícola de recirculación tradicional se trabaja con un recambio de agua mínimo del 5 al 10 % diario, para evitar la acumulación de desechos metabólicos, en el sistema acuapónico se puede conseguir hasta un 1,5 % de recambio de agua diario o menos, con una buena gestión (Mc Murtry, 1997).

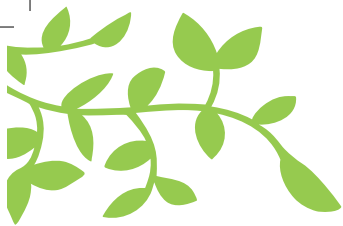
plants, since conventional phytosanitary products cannot be used to treat eventual pests that could appear in plants (because they are lethal for fish and mainly for the populations of microorganisms that sustain the aquaponics system); and conventional medicines cannot be used in aquaculture as antibiotics or disinfectants to face possible pathologies of fish, because they would also damage plants and microorganisms.

- *Reduction of space and area needed for cultivation, in relation to traditional crops, which is translated in an important reduction of costs.*
- *Possibility of producing close to consumption centres, as they are smaller or medium sized installations, and with less demand for water. This facilitates the local distribution of fresh and ecological products.*



Pesca con red (F.A.O.) / Net fishing (F.A.O.)





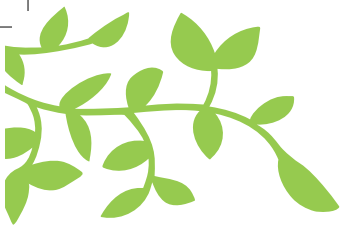
- El hecho de producir al mismo tiempo vegetales y peces, aportan al cultivo acuapónico un valor añadido de diversificación de productos, a partir de unas mismas instalaciones, compartiéndose igualmente costes e inversión.
- Está constatado científicamente que, tras seis meses de funcionamiento y manteniendo el cultivo maduro y estable, los productos acuapónicos crecen más rápido, y consiguen mejores cualidades nutritivas y organolépticas que los cultivos tradicionales, e incluso que los cultivos vegetales hidropónicos.
- La acuaponía ayuda a pequeños productores agrícolas a mejorar la calidad e imagen de sus productos, y puede promover el agroturismo.
- Con la acuaponía se evita un consumo innecesario de agua para uso agrícola, las infiltraciones de contaminantes hacia aguas subterráneas, y por tanto, la sostenibilidad de los terrenos y empresas agrícolas a largo plazo.
- Todo esto termina repercutiendo positivamente sobre los vertidos fluviales y a zonas costeras, evitando la proliferación de algas y eutrofización de las aguas marinas.
- Es un sistema ideal de producción de alimentos para lugares con falta de espacio o suelo fértil, como desiertos, islas, edificaciones urbanas o rurales, zonas degradadas, o terrazas de edificios.
- *Whereas in traditional recirculation aquaculture systems a minimum water exchange of 5 to 10 % per day is used to avoid metabolic waste accumulation, in aquaponics systems up to 1,5 % per day or less water exchange can be achieved with good management (Mc Murtry, 1997).*
- *The fact of producing at the same time vegetables and fish, contribute to the aquaponics an added value of diversification of products, from the same facilities, sharing costs and investment.*
- *It is scientifically proven that, after six months of operation and keeping the crop ripe and stable, aquaponics products grow faster, and achieve better nutritional and organoleptic qualities than traditional crops, and even than hydroponic vegetable crops.*
- *Aquaponics helps small agricultural producers to improve the quality and image of their products, and can promote agro-tourism.*
- *Aquaponics avoids an unnecessary consumption of water for agricultural use, infiltrations of pollutants into groundwater, and thus, the long-term sustainability of agricultural land and enterprises.*
- *All this produces a positive impact on river discharges and coastal areas, preventing the proliferation of algae and eutrophication of marine waters.*

- La acuaponía se está convirtiendo en un recurso muy útil para la producción de alimentos en campos de refugiados, poblaciones o comunidades sin recursos, y por tanto, es una buena aliada para la cooperación al desarrollo.
 - La acuaponía es un gran recurso educativo, de cara a la enseñanza de las diferentes disciplinas como ciencias naturales, ciencias sociales, matemáticas, física, química, biología, tecnología, ingeniería, etc.
 - La acuaponía, al tratarse de una actividad de producción primaria, sencilla y de poca inversión, ofrece oportunidades de inclusión laboral y social a colectivos de personas con inferioridad de oportunidades, por razones económicas, de edad, sexo, discapacidad, o por residir en zonas rurales.
- *It is an ideal food production system for places with lack of space or fertile soil, such as deserts, islands, urban or rural buildings, degraded areas, or building terraces.*
 - *Aquaponics is becoming a very useful resource for the production of food in refugee camps, populations or communities without resources, and is therefore a good ally for development cooperation.*
 - *Aquaponics is a great educational resource, teaching different disciplines such as natural sciences, social sciences, mathematics, physics, chemistry, biology, technology, engineering, etc.*
 - *Aquaponics, being a primary production activity, simple and with little investment, offers opportunities for labour and social inclusion to groups of people with lesser opportunities, due to economic reasons, age, sex, disability, or because they live in rural areas.*



Campo de refugiados (F.A.O.) / Refugee camp (F.A.O.)





Volumen de agua usado en algunos sistemas acuícolas

<i>Sistema Acuícola</i>	<i>Agua Usada m3/Kg de producción</i>
Producción de bagres en estanques de agua dulce	1.70-4.54
Producción de langostinos en estanques de agua salobre	19.90-45.40
Truchas en estanques	7.57-53.00
Producción de tilapia en estanques	14.34-119.70
Producción de Tilapa y lechugas en sistema acuapónico (1 Kg de tilapia mas 50 cabezas de lechuga).	0.15

Volume of water used in some aquatic systems

<i>Aquatic System</i>	<i>Used Water m3/Kg production</i>
Catfish production in freshwater ponds	1.70-4.54
Production of prawns in brackish water ponds	19.90-45.40
Trout in ponds	7.57-53.00
Tilapia production in ponds	14.34-119.70
Production of tilapia and lettuce in aquaponic system (1 Kg of tilapias plus 50 heads of lettuce)	0.15

(Rackocy, 2002)

Ejemplo del ahorro de agua que se produce en Acuaponía / Example of the water saving that occurs in aquaponics

¿QUÉ RETOS TIENE LA ACUAPONÍA?

La acuaponía, como actividad y sector productivo, acaba prácticamente de nacer. Hay mucho que desarrollar todavía, mucho que mejorar y perfeccionar.

Entre los retos pendientes, podríamos comentar las siguientes:

- La inversión inicial es más elevada que un cultivo convencional de igual superficie, si se plantea con carácter empresarial.
- Necesita de formación previa, o disponer de un conocimiento mínimo sobre el funcionamiento básico acuapónico, además de nociones sobre el cultivo de peces y plantas.
- Necesita disponibilidad de energía eléctrica para el funcionamiento de las bombas de recirculación y otros equipos, y garantizar un rango permanente de temperatura, entre 18 y 28°C, en las instalaciones. Los errores o accidentes en el manejo del sistema podrían provocar pérdidas totales o muy importantes de la producción (por ejemplo, una suspensión prolongada en el suministro eléctrico).
- Se requiere una revisión y control diario de la producción.

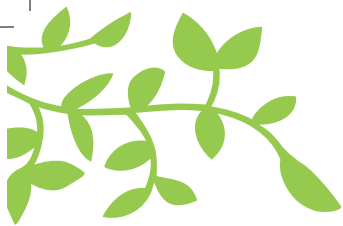
WHAT ARE THE CHALLENGES OF AQUAPONICS?

Aquaponics, as an activity and productive sector, has practically just been born. This means that there is still much to be developed, improved and perfected.

Among the remaining challenges, we could comment on the following points:

- *The initial investment is higher than in a conventional crop with the same area, if it is a business crop.*
- *Requires prior training, or minimal knowledge of basic aquaponics functioning, plus notions of fish and plant culture.*
- *It needs availability of electrical energy for the operation of recirculation pumps and other equipment, and to guarantee a permanent range of temperature, between 18 and 28°C, in the installations. Errors or accidents in the handling of the system could lead to total or very significant production losses (for example, a prolonged suspension in the electrical supply).*
- *A daily review and control of the production is required.*
- *It is recommended that a personalised production or profitability study be carried out beforehand,*





- Se recomienda realizar previamente un estudio de producción o rentabilidad personalizado, según las características de cada instalación y las especies a utilizar.
 - Se debe estudiar en cada caso el tipo de materiales más adecuado para la instalación del sistema, según disponibilidad de cada lugar, costes, y siempre recomendable el uso de materiales no contaminantes, reciclados y naturales.
 - Es conveniente la utilización de energías renovables, como la solar y la eólica, especialmente en instalaciones de ciertas dimensiones, para el ahorro energético y la conservación del medio ambiente.
 - Hay mucho que investigar todavía sobre las especies más idóneas a cultivar, tanto de peces u otras especies acuáticas, como de plantas. También es importante considerar la disponibilidad y abastecimiento de estas especies.
 - Al tratarse de una actividad tan novedosa, necesita todavía un recorrido de implantación, mediante campañas de información y divulgación, formación y capacitación, así como estudios económicos y de marketing.
- depending on the features of each installation and the species to be used.*
- *In each case, typology of the most suitable materials for the installation of the system must be studied, according to the availability of each place and costs. The use of non-polluting, recycled and natural materials must always be recommended.*
 - *It is desirable the use of renewable energies, such as solar and wind energy, especially in installations of certain dimensions, for energy saving and environmental conservation.*
 - *There is still a lot of research to be done on the most suitable species to cultivate, both fish and other aquatic species, as well as plants. It is also important to consider the availability and supply of these species.*
 - *Aquaponics is a novel activity, so it still needs an implementation path, through information and outreach campaigns, education and training, as well as economic and marketing studies.*

REFERENCIAS HISTÓRICAS DE CULTIVOS ACUAPONÍCOS

El origen o uso de este tipo de sistemas, donde se complementaban las producciones vegetales y animales de forma integrada, y basadas en el agua, es muy antiguo.

Podríamos decir que la acuaponía ya se practicaba en tiempos remotos, pero con diferentes modalidades:

AQUAPONICS IN ANCIENT TIMES: HISTORICAL REFERENCES

The origin or use of this type of systems, where vegetable and animal productions based on water were complemented in an integrated way, is very ancient.

We could say that aquaponics was already practiced in ancient times, although with different modalities.



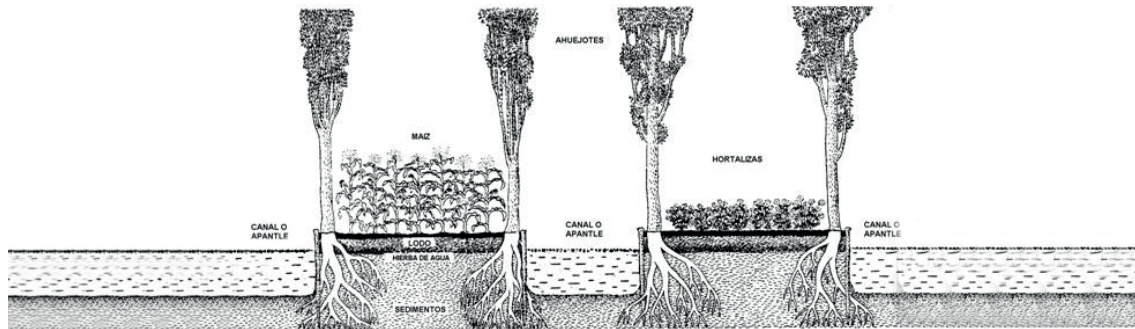
Chinampa

Los aztecas desarrollaron un sistema muy singular de cultivo agrícola, mediante la construcción de balsas flotantes o chinampas (del náhuatl chinamitl, seto o cerca de cañas), construidas con troncos y varas, y cubiertas con tierra y restos de hojas, pasto, y cáscara de diferentes frutas y verduras.

The Aztecs developed a very unique agricultural cultivation system, through the building of floating rafts or chinampas (from the Nahuatl chinamitl, hedge or near reeds), built with trunks and sticks, and covered with soil and remains of leaves, grass, and peel of different fruits and vegetables.

Chinampas were arranged on the lakes and lagoons of the central valleys of Mexico, where different





Esquema de Chinampa / Scheme of a chinampa

Las chinampas se disponían sobre los lagos y lagunas de los valles centrales de México, y en ellas se cultivaban diferentes especies vegetales, tanto flores como verduras, al mismo tiempo que recolectaban, a través de canales, peces, y lodos que servían después para fertilizar las propias chinampas.

Las chinampas tenían grandes dimensiones, y sobre ellas solían plantar un sauce, para que las raíces llegaran desde el agua a la orilla, fijándola, y además aprovechando su sombra para plantar en su entorno diferentes vegetales.

Sabemos poco sobre los orígenes y el desarrollo de la agricultura de chinampas. Algunos investigadores sugieren que la agricultura de chinampas comenzó alrededor de 1400 a. c. Otros lo datan en el periodo temprano Azteca (ad 1150–1350). En 1981, Jeffrey Parsons dirigió excavaciones en varios sitios

species of flowers and vegetables were cultivated , at the same time that they collected, through channels, fish, and mud that served later to fertilize the own chinampas.

Chinampas had great dimensions, and on them they used to plant a willow, so that the roots arrived from the water to the shore, fixing it, and in addition taking advantage of its shade to plant in its surroundings different vegetables.

Little is know about the origins and development of chinampas farming. Some researchers suggest that chinampas agriculture began around 1400 BC. Others date it to the early Aztec period (ad 1150-1350). In 1981, Jeffrey Parsons conducted excavations at several archaeological places in the Chalco and Xochimilco Lakebeds to explore the development of chinampas agriculture.

There are indications that this technique began in the time of the Toltecs, and its maximum

arqueológicos en los lake beds de Chalco y Xochimilco para explorar el desarrollo de la agricultura de chinampas.

Existen indicios de que esta técnica se inició en la época de los toltecas, y su máximo desarrollo se consiguió en el siglo XVI. Hacia 1519 este sistema ocupó casi todo el lago Xochimilco, y su combinación con otras técnicas como la irrigación por canales y la construcción de bancales, permitió sustentar a una gran población.

Este sistema de cultivo permitió al pueblo azteca ampliar territorio, llegando a convertir a México-Tenochtitlan en una ciudad flotante, y aportando con estos cultivos entre dos tercios y la mitad de la alimentación de la población, estimada entre 150.000 y 200.000 habitantes, en el momento del contacto con los españoles.

En el momento del contacto español existían lagunas cubiertas de aproximadamente 1000 km² en la cuenca de México. Estudios arqueológicos muestran que grandes extensiones de los lagos se convirtieron en chinampas. Hoy los lagos están casi completamente drenados y cubiertos por el crecimiento urbano, pero sobreviven unas pocas iniciativas de agricultura de chinampas, siendo una atracción turística popular, denominados los “jardines flotantes de Xochimilco”.



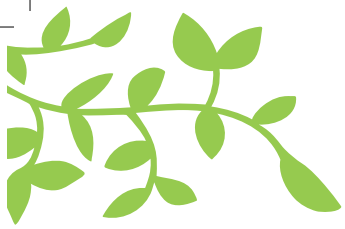
Recreación de una Chinampa / Recreation of a Chinampa

development was achieved in the sixteenth century. By 1519, this system occupied almost the entire Lake Xochimilco, and its combination with other techniques such as irrigation by canals and the construction of terraces, allowed to sustain a large population.

This cultivation system allowed the Aztec empire to enlarge their territory, turning Mexico-Tenochtitlan into a floating city, and providing with these crops between two thirds and half of the population's diet, estimated between 150,000 and 200,000 inhabitants, at the time of contact with the Spaniards.

At the time of the Spanish contact there were covered lagoons of approximately 1000 km² in the Mexican basin. Archaeological studies show that large extensions of the lakes became chinampas. Today the lakes are almost completely drained and covered by urban growth, but a few chinampas





En el sur de China y Tailandia también se utilizaron, desde hace miles de años, sistemas de cultivo donde combinaban la producción de arroz y peces simultáneamente (rizi-piscicultura). Estos sistemas de policultivo se extendieron en muchos países del Lejano Oriente.

Hoy día perduran aún numerosas iniciativas en el medio rural asiático, procedentes de tradiciones ancestrales, donde los campesinos combinan cultivos de vegetales, peces y ganado, en diferentes modalidades, lo que se conoce como agroacuicultura integrada, y donde se incluyen técnicas de acuaponía.

farming initiatives survive, being a popular tourist attraction, called “The Floating Gardens of Xochimilco”.

For thousands of years, southern China and Thailand have also used cultivation systems where rice and fish production were combined simultaneously (rice-fish culture). These polyculture systems spread to many countries in the Far East.

Nowadays there are still numerous initiatives in rural Asia, coming from ancestral traditions, where farmers combine crops of vegetables, fish and livestock, in different modalities, what is known as integrated agro-aquaculture, and where aquaponics techniques are included.



Cultivo de arroz / Rice cultivation



Peces en arrozal / Fish in rice paddy

Los antiguos egipcios también mostraron su ingenio con el aprovechamiento de las inundaciones periódicas del río Nilo, para cultivar sobre zonas anegadas plantas y peces simultáneamente, consiguiendo mejores cosechas, de mayor talla y más sanas.

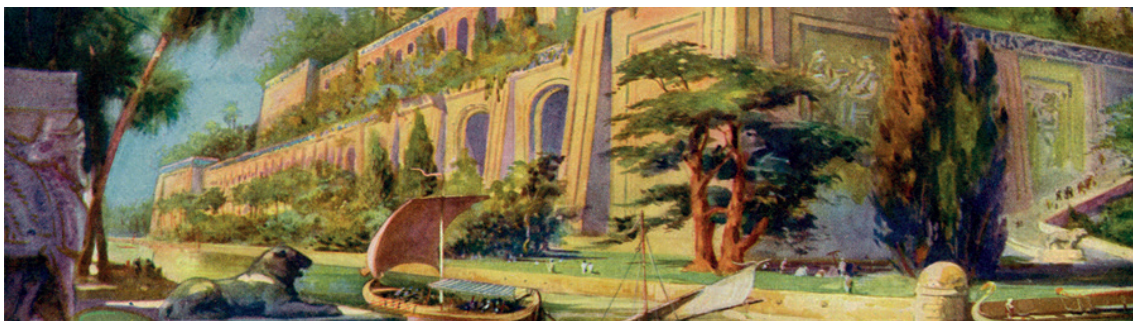
Los famosos Jardines Colgantes de Babilonia estaban, del mismo modo, basados en técnicas acuapónicas, para garantizar la fertilización de las plantas que tapizaban sus muros.

The ancient Egyptians also showed their ingenuity in taking advantage of the periodic flooding of the Nile River to cultivate plants and fish on flooded areas simultaneously, achieving better, larger and healthier harvests.

The famous Hanging Gardens of Babylon were, in the same way, based on aquaponics techniques, to guarantee the fertilization of the plants that covered their walls.

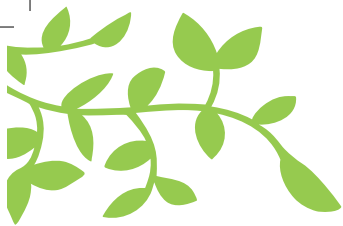


Cultivo en el río Nilo / Cultivation in the Nile river



Jardines colgantes de Babilonia / Hanging gardens of Babylon





PROMOTORES DE LA ACUAPONÍA MODERNA

Podríamos citar a los hermanos John y Nancy Todd, junto a William Mc Larney, que crearon el Instituto “New Alchemy” de Estados Unidos en 1969, como los pioneros de la acuaponía moderna, mediante sus investigaciones sobre agricultura orgánica y acuicultura sostenible, y diseñando los “bio-refugios” (invernaderos que albergan en su interior ecosistemas en equilibrio).

Posteriormente Lewis (1978), publicó los primeros ensayos modernos sobre acuaponía, donde demostraba que los desechos metabólicos que los peces generan pueden ser utilizados para el cultivo de plantas, en forma hidropónica.

Mark Mc Murtry y Doug Sanders, en la Universidad de Carolina del Norte, pusieron en marcha en la década de los 80 los primeros sistemas acuapónicos en circuito cerrado, sobre filtros de arena.

Tom y Paula Speraneo, con su pequeño invernadero en Missouri, modificaron el sistema de Mc Murtry y separaron la zona de peces de la de las plantas, y donde los efluentes de los peces (tilapias), llegaba a bandejas elevadas con vegetales sobre sustratos de arena, volviendo

PIONEERS OF MODERN AQUAPONICS:

John and Nancy Todd brothers, along with William McLarney, who created the New Alchemy Institute of the United States in 1969, could be cited as the pioneers of modern aquaponics, through their research on organic agriculture and sustainable aquaculture, and by designing “bio-refuges” (greenhouses that house ecosystems in equilibrium inside).

Lewis (1978), published later the first modern essays on aquaponics, where he demonstrated that the metabolic wastes that fish generate can be used for the cultivation of plants in hydroponic form.

Mark McMurtry and Doug Sanders at the North Carolina University, started in the eighties the first closed circuit aquaponics systems.

Tom and Paula Speraneo, with their small greenhouse in Missouri, modified the McMurtry’s system and separated fish and plants in two different areas, where the fish effluents (particular of tilapia) reached to elevated trays with vegetables on sand substrates, returning the water by drainage to the fish tanks, which were on the ground. The Speraneo aquaponics (flooding and drainage) was widespread in Australia and promoted by Joel Malcolm and Murray Hallan.

el agua por drenaje a los tanques de peces, que estaban sobre el suelo. El método Speraneo (inundación y drenaje) fue muy difundido en Australia, promovidos por Joel Malcolm y Murray Hallan.

El Dr. James Rakocy es considerado uno de los más importantes investigadores en esta área. Siguiendo los resultados de Carolina del Norte, desde la Universidad de las Islas Vírgenes, desarrolló un sistema de cultivo acuapónico ("UVI system") trabajando con tilapias y diversos vegetales en el sistema de raíz o cama flotantes ("Deep water culture"), que lleva en funcionamiento hasta la actualidad, siendo el primer sistema comercial que demostró su rentabilidad. Con dicho sistema fueron realizadas numerosas experiencias, obteniendo valiosos resultados para el desarrollo de esta actividad.

En los primeros ensayos de acuaponía, se utilizaron lechos de sustrato con arena (Lewis, 1978) o grava (Rakocy, 1999). Aunque estos sistemas siguen utilizándose actualmente, sobre todo a escala familiar, a escala comercial se usan más los de "raíz o cama flotante" (Raft system), o los de "película de nutrientes" (NFT: Nutrient Film Technique).

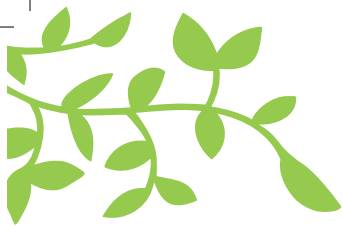
En 1997, Rebecca L. Nelson y John S. Pade comenzaron a publicar "Aquaponics Journal",

Dr. James Rakocy is considered one of the most important researchers in this area. Following the results of North Carolina, he developed at the University of the Virgin Islands an aquaponics culture system ("UVI system") using tilapia and diverse vegetables in the named "Deep water culture" system, which operates until today, being the first commercial system that has demonstrated its profitability. With this system, numerous experiences were made, obtaining valuable results for the development of this activity.

In the first aquapony trials, substrate beds with sand or gravel were used (Lewis, 1978; Rakocy, 1999). Although these systems are still used today, especially on a family scale, on a commercial scale the most aquaponics systems used are "Grow Raft System" (where the plants are grown rafts that float on top of water) or "Nutrient Film Technique- NFT" (where in a very shallow stream of water containing all the dissolved nutrients required for plant growth is re-circulated past the bare roots of plants in a watertight gully, also known as channels).

In 1997, Rebecca L. Nelson and John S. Pade began publishing "Aquaponics Journal", a quarterly scientific journal that brings together research and various applications of aquaponics worldwide. In 2008, they published the first book on aquaponics: "Aquaponic Food Production".





una revista científica cuatrimestral que reúne investigación y varias aplicaciones de acuaponía de alrededor del mundo. En 2008, ellos publicaron el primer libro en acuaponía: “Aquaponic Food Production”.

En 2010, se creó la “Comunidad de Jardinería Acuapónica” (“Aquaponic Gardening”), convirtiéndose en el foro más grande de encuentro para los amantes de la acuaponía en Norteamérica. Al mismo tiempo fue creado otro de los foros acuapónicos más conocidos a nivel mundial, el “Backyard Aquaponics Forum”, en Australia.

Miembros de Aquaponics Gardening fundaron la primera asociación de Acuaponía (Aquaponics Association), tras celebrarse el Primer Congreso sobre Acuaponía, en Orlando (Florida), en septiembre de 2011.

In 2010, the “Aquaponic Gardening Community” was created, becoming the largest gathering forum for aquaponics enthusiasts in North America. At the same time, another of the world’s most famous aquaponics forums, the “Backyard Aquaponics Forum”, was created in Australia.

Members of Aquaponics Gardening founded the first Aquaponics Association following the First Aquaponics Congress in Orlando, Florida, in September 2011.



Invernadero para investigación / Research greenhouse

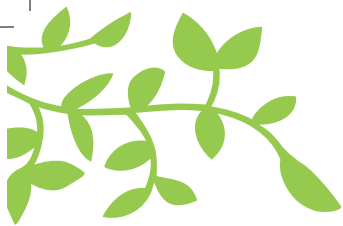


Sistema UVI del Dr. Rakocy / UVI Dr. Rakocy system



Flor del pimiento / Pepper flower





ALGUNAS RECIENTES

Podemos afirmar que la acuaponía está todavía naciendo, en comparación con las demás actividades de producción primaria, como la agricultura, ganadería o acuicultura.

Vamos a comentar algunas de las iniciativas surgidas en años recientes.

El mayor portal virtual sobre acuicultura, “Aquahoy”, ha lanzado varios informes de vigilancia tecnológica que tienen como tema central la acuaponía. Estos informes nos dan una visión panorámica del desarrollo científico y tecnológico en los sistemas acuapónicos.

El último informe de vigilancia tecnológica, titulado: “Unamirada a la investigación, desarrollo e innovación en Acuaponía”, fue elaborado por los biólogos acuicultores Milthon Lujan Monja y Carmen Chimbor Mejía. El documento presenta información sobre el número de artículos científicos y patentes publicados que están relacionados con la acuaponía.

Según el informe, Hamid Reza Roosta es el científico que más ha publicado con respecto a la acuaponía, y la Vali-e-Asr University of Rafsanjan (Irán) lidera a las universidades y organizaciones científicas con mayor número

INICIATIVAS

SOME RECENT AQUAPONICS INITIATIVES

In comparison with other primary production activities, such as agriculture, livestock or aquaculture, aquaponics is still a brand new sector.

Some initiatives that have emerged in recent years are the following:

One of the largest virtual portal specialized in aquaponics, “Aquahoy”, has launched several technology watch reports focusing on aquaponics. These reports give an overview of scientific and technological development in aquaponic systems.

A technology watch report, entitled: “A Look at Research, Development and Innovation in Aquaponics,” was prepared by aquaculture biologists Milthon Lujan Monja and Carmen Chimbor Mejía. The document presented information on the number of published scientific articles and patents related to this topic.

According to the report, Hamid Reza Roosta would be the most published scientist on aquaponics, and the Vali-e-Asr University of Rafsanjan (Iran) would lead the universities and scientific organizations with the highest number of scientific publications on aquaponics. However, at the country level, the United States was still the leader.



Lechugas cultivadas en un sistema acuapónico / Aquaponics system with lettuce

de publicaciones científicas en acuaponía; sin embargo, a nivel de países, EEUU es el líder.

Las Tilapias son el grupo de peces más utilizados en investigación sobre acuaponía, y los vegetales son el tomate y la espinaca. La temática más desarrollada es el aprovechamiento de los compuestos nitrogenados generados mediante el cultivo de peces.

Las principales instituciones/inventores que han registrado patentes relacionadas con la acuaponía son Forschungs verbund Berlin EV (Alemania), seguido por XylecoInc, Medoff Marshall y Bear Wood Inc., entre otros.

En cuanto al número de patentes por países, EEUU es el líder, seguido por Taiwán, Alemania y Canadá. En el ámbito latinoamericano, sólo México registra patentes relacionadas con acuaponía.

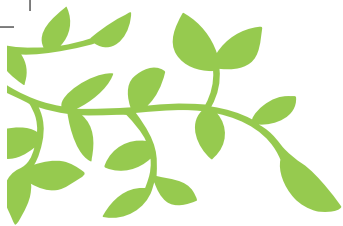
Tilapias are the most used group of fish in aquaponics, while tomatoes and spinaches are the most common used vegetables. The most developed theme is the use of nitrogen compounds generated by fish culture.

The main institutions/inventors that have registered patents related to aquaponics are Forschungs verbund Berlin EV (Germany), followed by XylecoInc, Medoff Marshall and Bear Wood Inc. among others.

In terms of the number of patents by country, the USA is the leader, followed by Taiwan, Germany and Canada. In Latin America, only Mexico registers patents related to aquapony.

On the other hand, authors conclude that "economic profitability appears as the main pending challenge to overcome by aquaponics", due to the fact that there are not many studies that support the economic benefits that aquaponic systems can provide.





Por otro lado, los autores concluyen que “la rentabilidad económica figura como el principal desafío pendiente de superar por la acuaponía”, debido a que no existen muchos estudios que sustenten los beneficios económicos que pueden brindar los sistemas acuapónicos”.

China

El proyecto de Acuaponía más grande del mundo se puso en marcha en 2014, en el tercer lago más grande de China, el Lago Taihu.

El Lago Taihu experimentó su mayor floración de algas nunca visto antes, al parecer por la eutrofización de las aguas y contaminación por los vertidos de más de 2.000 fábricas a sus aguas.

Esta situación, que salió a los medios de comunicación internacionales en 2007, obligó a las autoridades chinas a plantearse el cierre de todas las fábricas, y llevó a los investigadores a buscar soluciones.

Decidieron probar una nueva tecnología, el “Aqua biofiltro”, diseñado para separar contaminantes y algas. Un aspecto ambicioso del proyecto era poner en marcha el sistema de acuaponia más grande del mundo, más de 4 hectáreas, el uso de las nuevas tecnologías en combinación con el viejo bambú, que se utiliza en la construcción tradicional china.

China

The world's largest Aquapony project was launched in 2014 on Lake Taihu, China's third largest lake.

The Lake Taihu experienced the largest algal bloom ever seen, apparently due to eutrophication of the water and pollution from more than 2,000 factories discharging into its waters.

This situation, which appeared in the international media in 2007, forced the Chinese authorities to consider closing all factories and led researchers to seek solutions.

They decided to try a new technology, the “Aquabiofilter”, designed to separate pollutants and algae. An ambitious aspect of the project was to implement the world's largest aquaponia system, more than 4 hectares, using new technologies in combination with the old bamboo, which is used in traditional Chinese construction.

This technology is part of the new strategy on Nature-Based Solutions, promoted by the International Union for Conservation of Nature (IUCN), and using biomaterials that can remedy and restore the balance of Nature with non-toxic and sustainable processes.

Three months after the project was implemented, the water became completely clean, with no visible toxic algae, and water transparency improved by

Esta tecnología forma parte de la nueva estrategia sobre Soluciones Basadas en la Naturaleza, promovida por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), y utilizando biomateriales que pueden remediar y restaurar el equilibrio de la Naturaleza con los procesos no tóxicos y sostenibles.

Tres meses después de la implementación del proyecto, el agua se aclaró completamente, sin algas tóxicas visibles, y la transparencia del agua mejoró en un 250%. Las plantas habían absorbido el exceso de nutrientes, cortando el suministro de nutrientes a las floraciones de algas tóxicas.

Madagascar

En Madagascar, a través de la fundación española de Cooperación al Desarrollo “Agua de Coco”, se está poniendo en marcha una iniciativa acuapónica que sirva como complemento para



Asociación agua de coco / Agua de Coco Foundation

250%. Plants had absorbed the excess nutrients, cutting off the supply of nutrients to the toxic algae blooms.

Madagascar

In Madagascar, through the Spanish Development Cooperation Foundation “Agua de Coco”, an aquaponics initiative is was being launched in XXXX2018 through schools and educational farms to complement local food production. Thus students along with their local communities can manage this alternative production activity themselves.

Australia

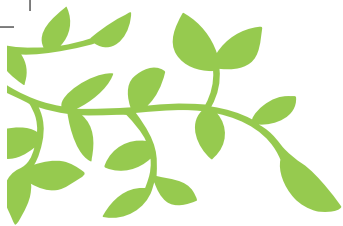
Australia is one of the pioneering countries in aquapony, expanding to academic, domestic and self-consumption levels.

In addition, university chairs and specialties in aquaponics have been developed, contributing



Proyecto de acuaponia en el lago Taihu, China / Aquaponic project in Taihu lake, China





la producción local de alimentos, en escuelas y granjas educativas, donde puedan ser gestionadas por los propios estudiantes, junto a la población local.

Australia

Australia es uno de los países pioneros en acuaponía, expandiéndose a nivel académico, doméstico y de autoconsumo, principalmente.

Además, se han desarrollado cátedras y especialidades universitarias en acuaponía, aportando investigación y desarrollo tecnológico a esta actividad.

Por las restricciones de carácter ambiental que el gobierno australiano mantiene, respecto a la importación de especies exóticas, la casi totalidad de experiencias se realizan con especies autóctonas de Australia, como el pez Barramundi o la langosta australiana.

Como excepción, hay casos como el de un productor acuapónico que ha tenido éxito en criar trucha arcoíris cerca de Tamworth, en New South Wales, a pesar de ser un pez de aguas frías y de origen americano.

Europa

En Europa se ha desarrollado el proyecto EU Aquaponics Hub, entre 2014 y 2018, a través del Programa de Financiación europea COST.

research and technological development to this activity.

Because of the environmental restrictions that the Australian government maintains on the importation of exotic species, almost all experiments are carried out with native species, such as the Barramundi fish (Lates calcarifer) and the Australian lobster.

As an exception, there are cases such as that of an aquaponics producer who has succeeded in raising rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) near Tamworth, in New South Wales, despite being a cold water, American origin fish.

Europe

The Europe Aquaponics Association was created between 2014 and 2018. It consists of a multidisciplinary group of scientists and commercial aquaponics companies from 28 member countries and collaborating states, in addition to 4 participating countries. This association was created with several objectives:

- To promote Aquaponics in Europe and worldwide.*
- To promote the benefits of the products obtained from aquaponics, as well as their quality and food safety.*
- To build a platform that facilitates the exchange of information between those interested in European aquaponics.*

Entre sus productos, nace la asociación europea de acuaponía (EU Aquaponics Association), compuesta por un grupo multidisciplinar de científicos y compañías acuapónicas comerciales de 28 países miembros y estados colaboradores, además de 4 países participantes. Esta asociación se creó con varios objetivos:

- Promover la acuaponía en Europa y el resto del mundo.

- *To provide support to aquaponics farms and entrepreneurs within the ACAC (Association of Commercial Aquaponics Companies).*

- *To Support and promoting the use of aquaponics as a viable option for sustainable organic food production.*

- *To Promote aquaponics as a tool for education from school to university level.*



Sistema acuapónico en Australia / Australia Aquaponics system

- Promocionar los beneficios de los productos obtenidos de la acuaponía, así como su calidad y su seguridad alimentaria.

- Construir una plataforma que facilite el intercambio de información entre los interesados en la acuaponía de Europa.

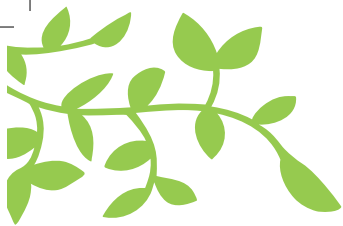
- Proporcionar apoyo a las granjas acuapónicas y a los empresarios dentro del ACAC (Asociación

Germany

The European project "Innovative Aquaponics for Professional Application" (INAPRO), promoted the installation of a series of aquaponics demonstration farms with the organizations participating in the project.

The coordination of the INAPRO project is located at Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Island





de compañías acuapónicas comerciales).

- Apoyar y promover el uso de la acuaponía como opción viable para la producción de comida orgánica sostenible.
- Promocionar la acuaponía como herramienta para la educación desde nivel escolar hasta el universitario.

Alemania

El proyecto europeo “Innovative Aquaponics for Professional Application” (INAPRO), promovió la instalación de una serie de granjas demostrativas de acuaponía con las organizaciones participantes en el proyecto.

La coordinación del proyecto INAPRO se localiza en Leibniz Institute of Fresh water Ecology and Land Fisheries (IGB). Los científicos del IGB han desarrollado la tecnología “ASTAF-PRO” (sistema acuapónico para la producción de tomates y peces en invernaderos), que provee las condiciones ideales de crecimiento para peces y vegetales al mismo tiempo.

ASTAF-PRO ofrece una cadena de valor agregado sustentable, con una significativa reducción de agua y la huella de carbono, comparado con los sistemas existentes” (Prof. Werner Kloas).

Durante el proyecto, cuatro instalaciones de demostración (cada una, de 500 m²) se

Fisheries (IGB). IGB scientists have developed the “ASTAF-PRO” technology (aquaponics system for tomato and fish production in greenhouses), which provides ideal cultivation conditions for fish and vegetables at the same time.

According to Professor Werner Kloas “ASTAF-PRO offers a sustainable value-added chain, with a significant reduction in water and carbon footprint, compared to existing systems”

During the project, four demonstration facilities (500 m² each) were built and evaluated. The facilities were located in Spain, Belgium, Germany and China. In Europe, demonstration sites were located in Abtshagen (Germany), Waren (Germany), Murcia (Spain) and Rumbeke-Beitem (Belgium), while the Chinese farm was located in Shouguang.

In general terms, demonstration facilities usually consist of two parts: the fish production unit and the greenhouse for vegetable production.

These different geographical locations were selected to prove that the INAPRO system is adaptable and economically viable under different climatic conditions.

Urban Horticulture in Berlin: the INFARM - Indoor Urban Farming GmbH.

construyeron y evaluaron. Las instalaciones se ubicaron en España, Bélgica, Alemania y China.

En Europa, los sitios demostrativos están ubicados en Abtshagen (Alemania), Waren (Alemania), Murcia (España) y Rumbek-Beitem (Bélgica), mientras que la granja china se localiza en Shouguang.

Generalmente, las instalaciones demostrativas consisten de dos partes: la unidad de producción de pescado y el invernadero para la producción de vegetales.

Las diferentes ubicaciones geográficas fueron seleccionadas para probar que el sistema INAPRO es adaptable y económicamente viable bajo diferentes condiciones climáticas.

Horticultura urbana en Berlín

Frutas y verduras en antiguas naves industriales: el “urban farming” hace su aparición en ciudades de Alemania, como Berlín, 2015. INFARM – Indoor Urban Farming GmbH.

Pimientos, berenjenas, lechugas y percas crecen entre paredes de ladrillo de una antigua nave industrial en el sur de Berlín, cerca del barrio de Tempelhof. Se abrió en 2015, como la granja urbana acuapónica mayor del centro de Europa.

Donde en otros tiempos había una fábrica de cerveza, la empresa ECF desea cultivar anualmente 25 toneladas de perca y producir otras 30 toneladas de hortalizas sobre 1800 metros cuadrados.

Fruits and vegetables in old industrial buildings: the urbanfarming makes its appearance in cities in Germany, such as Berlin, 2015.

Peppers, aubergines, lettuce and perch grow between the brick walls of an old factory in south Berlin, near the Tempelhof district. It opened in 2015 as the largest aquaponic urban farm in central Europe.

Where once there was a brewery, ECF wants to grow 25 tons of perch annually and produce another 30 tons of vegetables on 1800 square meters.



Sistema acuapónico en Berlín / Berlin Aquaponics system





INICIATIVAS ACUAPÓNICAS EN ESPAÑA

El biólogo canario, Javier Quevedo Ruíz, es el primer español que dio los primeros pasos en acuaponía, fuera de España. Se inició hace 25 años, primero en China y después en las Islas Vírgenes, donde se formó con uno de los “padres” de la acuaponía moderna, el Dr. Rakocy. Acudió a Abu Dhabi (Emiratos Árabes) con la empresa JBA International Agritech, y trabajó en la construcción de una instalación acuapónica, con la asesoría del Dr. Rakocy, con 4 unidades del modelo UVI, convirtiéndose en la mayor instalación acuapónica comercial construida hasta la fecha. Actualmente trabaja como consultor internacional en acuaponía y acuicultura.

MÁLAGA

Aula del Mar de Málaga

La asociación Aula del Mar, desde su Área de Acuicultura, dirigida por Juan Antonio López, comenzó sus primeros pasos acuapónicos, probando la efectividad de los vegetales como biofiltros, en su hatchery experimental de tilapias, ubicada en Torrox, en 2009.

Una vez comprobado la efectividad de los mismos para mantener un equilibrio constante de la calidad del agua de cultivo, siguió utilizando

AQUAPONICS INITIATIVES DEVELOPED IN SPAIN:

The Canarian biologist Javier Quevedo Ruiz, is considered the first Spaniard to take the first steps in aquaponics, outside of Spain. He began 25 years ago, firstly in China and later in the Virgin Islands, where he was trained by one of the “fathers” of modern aquapony, Dr. Rakocy. He went to Abu Dhabi (United Arab Emirates) with the company JBA International Agritech, and worked on the building of an aquaponics installation with the advice of Dr. Rakocy. With 4 units of the UVI model, it became the largest commercial aquaponics installation built to date. He works as an international consultant in aquaponics and aquaculture.

MALAGA

Aula del Mar de Málaga

The Spanish NGO Aula del Mar opened its Aquaculture Area, directed by Juan Antonio López in 2009. They took their first steps in aquaponics, testing the effectiveness of vegetables as biofilters, in its experimental tilapia hatchery, located in Torrox.

Once the effectiveness of these filters in maintaining a constant balance of the quality of the growing water was proven, they continued using this system in their new facilities of aquaculture production

este sistema, cuando trasladó sus instalaciones a su actual centro de producción acuícola, en Málaga capital.

Desde 2014 viene desarrollando un programa de formación y divulgación sobre acuaponía, en la provincia de Málaga, gracias a la colaboración de la Diputación de Málaga y la Obra Social La Caixa, desde el Centro Provincial de Innovación Social La Noria.

En el año 2016 editó el primer manual de acuaponía en España. Durante el año 2017 creó la plataforma web “Acuaponía sin fronteras”, que actualmente cuenta con más de 1.900 miembros de todo el mundo. Ha desarrollado proyecto de acuaponía a nivel nacional con la fundación biodiversidad en Andalucía y Murcia, y ahora está creando programas formativos a escala internacional.



Hatchery de Tilapia de Aula del Mar / Tilapia hatchery at Aula del Mar

centre in Malaga city.

Since 2014, Aula del Mar has been developing a training and dissemination program on aquaponics in the province of Malaga, thanks to the collaboration of the Diputación de Málaga and the Obra Social La Caixa, from the Centro Provincial de Innovación Social La Noria.

Acuaponía sin fronteras” web platform, which currently has more than 1,900 members from all over the world. He has developed a aquaponics project nationwide with the biodiversity foundation in Andalusia and Murcia, and is now creating international formative programs.

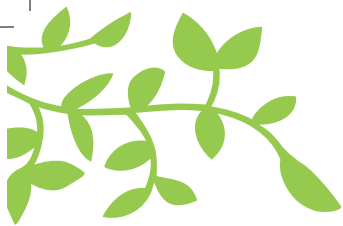
Huerto Lazo Association

It is a social association dedicated mainly to the education and social insertion of teenagers and young people who come from Germany, and who



Instalaciones de Huerto Lazo / Huerto Lazo facilities





Asociación Huerto Lazo

Es una asociación de carácter social, dedicada principalmente a la educación e inserción social de adolescentes y jóvenes, que proceden de Alemania, y que pasan temporadas en España, en un ambiente rural, junto a sus educadores.

El presidente y principal impulsor de esta iniciativa, Ulrich Eich, ha elegido la acuaponía como actividad productiva innovadora, ecológica y social, para que los jóvenes trabajen y aprendan lecciones de vida.

Restaurante Sollo (Fuengirola)

El Chef Estrella Michelin, Diego Gallegos, con el fin de poner en marcha una experiencia pionera de economía circular, basada en la acuaponía, y asesorado por Juan Antonio López (Aula del Mar), ha desarrollado la “Gastro-acuaponía”: Cocinar y

spend seasons in Spain in a rural environment along with their educators.

The president and main promoter of this initiative, Ulrich Eich, has chosen aquaponics as an innovative, ecological and social productive activity, so that young people can work and learn life lessons.

Sollo Restaurant (Fuengirola)

Michelin Start Chef Diego Gallegos, with the aim of implementing a pioneering experience of circular economy based on aquaponics and advised by Juan Antonio López (Aula del Mar), has developed “Gastroacuaponía”. The aim of this initiative is to cook and to offer in his menu products, both vegetables and fish, from his own aquaponics system. For this reason, there is a greenhouse attached to the restaurant, where he cultivates fish and vegetables.



Invernadero del Restaurante Sollo / Sollo Restaurant Greenhouse



Aquaponics Costa del Sol en Mijas / Aquaponics Costa del Sol, Mijas

ofrecer en carta productos propios de vegetales y pescados, mediante el sistema acuapónico. Para ello, se dispone de un invernadero anexo al restaurante, con estos cultivos.

Mijas

En 2017 surge una iniciativa promovida por Salvador Alba y Lorraine Lucette, denominada "Aquaponics Costa del Sol", en Mijas. Disponen de un módulo demostrativo y formativo, y otro de tipo comercial en proyecto, para el abastecimiento local.

UMA (Universidad de Málaga)

Dentro de la Universidad de Málaga, un equipo dirigido por Félix López Figueroa, del departamento de Ecología, está desarrollando un proyecto denominado "Diseño y Evaluación de probióticos y piensos en acuaponía desacoplada de peces, plantas y microalgas (ACUDES)".

Con este proyecto se busca el diseño, optimización y evaluación de piensos funcionales compuestos por probióticos bacterianos y piensos con microalgas para la mejora de la calidad alimentaria y respuesta inmunológica de mugílidos (Lisas) de la especie *Chebron labrosus* en un sistema acuapónico desacoplado.

Mijas

In 2017 there is an initiative promoted by Salvador Alba and Lorraine Lucette, called "Aquaponics Costa del Sol", in Mijas. They have a demonstrative and formative module, and another of commercial type in project, for local supply.

UMA (University of Malaga)

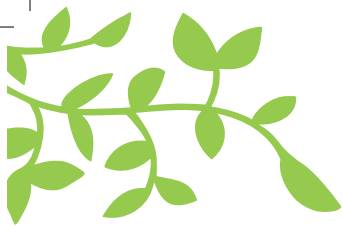
Within the University of Malaga, a team led by Félix López Figueroa, from the Ecology department, is developing a project called "Design and Evaluation of probiotics and feedstuffs in decoupled aquaponics of fish, plants and microalgae (ACUDES)".

*This project seeks the design, optimization and evaluation of functional feeds composed of bacterial probiotics and microalgae feed for the improvement of food quality and immunological response of mugilids (Smooth) of the species *Chebron labrosus**



Curry en instalaciones de Aula del Mar / Aula del Mar facility Curry





Invernadero de Aula del Mar / Aula del Mar Greenhouse

Además de los peces en el sistema de acuaponía desacoplada se cultivarán: fresas (*Fragaria x ananassa*, cv. 'Albi6n') y lechugas (*Lactuca sativa*) y microalgas (*Chlorella fusca*) en estanques race-way.

Los probióticos bacterianos y las microalgas de alta calidad dietética con potencial prebiótico se emplearán en la producción de piensos nutraceúticos que serán suministrados a los peces y se compararán con los piensos comerciales.

La hipótesis de este proyecto es que con este sistema acuapónico desacoplado y el uso de los nuevos piensos con probióticos y microalgas se conseguirá incrementar la eficiencia, calidad y productividad, tanto de los peces como de las fresas/lechugas, consiguiendo reducir el coste económico del sistema productivo siguiendo los criterios de sostenibilidad, desarrollo azul y economía circular.

in an uncoupled aquaponic system.

*In addition to the fish in the decoupled aquaponics system, strawberries (*Fragaria x ananassa*, cv. 'Albi6n') and lettuce (*Lactuca sativa*) and microalgae (*Chlorella fusca*) will be grown in race-way ponds.*

Bacterial probiotics and high-quality dietary microalgae with prebiotic potential will be used in the production of nutraceutical feed that will be supplied to the fish and will be compared with commercial feed.

The hypothesis of this project is that with this decoupled aquaponic system and the use of new feed with probiotics and microalgae, the efficiency, quality and productivity of both fish and strawberries / lettuces will be increased, thus reducing the economic cost of productive system following the criteria of sustainability, blue development and circular economy.

SEVILLA

Asociación Verdes del Sur, y recientemente, Asociación Plantío Chinampa.

El profesor del departamento de Ciencias Agroforestales de la ETSIA de la Universidad de Sevilla, Víctor Fernández, dirige los trabajos de investigación y aplicación en acuaponía, en colaboración con José Lobillo.

La puesta en marcha de este sistema se realizó con la colaboración de la asociación ecologista del barrio “Verdes del Sur”, y con una experiencia piloto desarrollada con Soledad Nieto, una vecina del Polígono Sur, con una instalación acuapónica en el ámbito doméstico. El objetivo fue llegar a 200 familias que pudieran disponer de instalaciones acuapónicas en el barrio.

Fruto de todas estas experiencias ha sido la reciente

SEVILLE

Verdes del Sur association, and Plantío Chinampa association.

The professor of the Department of Agroforestry Sciences of the ETSIA of the University of Seville, Víctor Fernández, directs the research and application work in aquaponics, in collaboration with José Lobillo.

The implementation of this system was carried out with the collaboration of the environmental association of the “Verdes del Sur” neighborhood, and with a pilot experience developed with Soledad Nieto, a neighbor of the Polígono Sur, with an aquaponic installation in the domestic environment. The objective was to reach 200 families that could have aquaponic facilities in the neighborhood.

Fruit of all these experiences has been the recent



Producción de fresas en instalación acuapónica de ETSIA, Universidad de Sevilla / Strawberry production in aquaponic installation of ETSIA, University Seville





creación de la asociación “Plantío y Chinampa”, que se ha orientado más hacia una especialización y profesionalización de la acuaponía, contando con miembros de diferentes disciplinas y especialidades.

MURCIA

El uso de tilapias y vegetales en los sistemas acuapónicos.

La acuaponía de tilapias y vegetales en un entorno cerrado está alcanzando cada vez mayor interés por su capacidad para generar alimentos sostenibles. Una de las iniciativas que va en esta línea es la que ha emprendido la empresa gestionada por Mariano y José Antonio Vidal, Tilamur SL, de Lorquí, Murcia, en el marco del proyecto europeo Inapro.

El proyecto, que busca la sostenibilidad económica y medioambiental del sistema, empleará energías verdes, como la solar y la eólica, en la producción de energía eléctrica.

En el caso concreto de Inapro, se contempla el uso de 100 litros de agua para producir 1kg de peces (tilapias) y 1,6 kg de vegetales (tomates). Si se compara esta tecnología con la de recirculación acuícola y los cultivos hidropónicos por separado, se necesitarían 1.100 litros de agua.

Según estos datos, las previsiones de Tilamur es producir 7,5 toneladas de tilapia y entre 15

creation of the association “Plantío y Chinampa”, which has been oriented more towards a specialization and professionalization of aquaponics, with members of different disciplines and specialties.

MURCIA

The use of tilapia and vegetables in an aquaponics system.

Aquaponics of tilapia and vegetables in a closed environment is becoming increasingly interested in their capacity to generate sustainable food. One of the initiatives along these lines is the one undertaken by the company managed by Mariano and José Antonio Vidal, Tilamur S.L., at Lorquí, Murcia, within the framework of the European project Inapro.

This Project searches the economical and enviromental sostenibility of the aquaponics systems and it employs green energy such as wind power and solar energy as production of electricity.

Moreover, it contemplates the use of 100 liters of water to produce 1kg of tilapia fish and 1.6 kg of tomatoes. If this technology is compared to aquaculture recirculation and separate hydroponic crops, 1,100 litres of water would be needed.

According with these data, Tilamur S.L. previsions is to produce 7,5 t of tilapia and between 15 and 20 t of tomatoes. In addition, the project will test vegetable feed production based on microalgae spirulina.

y 20 toneladas de tomates. Adicionalmente, el proyecto probará la producción de pienso vegetal basado en la microalga espirulina.

PAÍS VASCO

En Hondarribia (País Vasco), un equipo de jóvenes formados en Técnicas Acuícolas e Ingeniería Agrónoma han instalado un centro dedicado al desarrollo y producción industrial sostenible de peces y vegetales, mediante sistemas acuapónicos.

Joseba Zubizarreta y su equipo, combinan conocimiento, pasión y tecnologías para conseguir productos 100% naturales, sanos, sostenibles y de primerísima calidad. Al tiempo, ofrecen experiencia experta en el desarrollo de proyectos personalizados a las necesidades de clientes interesados en realizar este tipo de inversiones, llevando a cabo estudios de mercado, dimensionamiento de instalaciones,

BASQUE COUNTRY

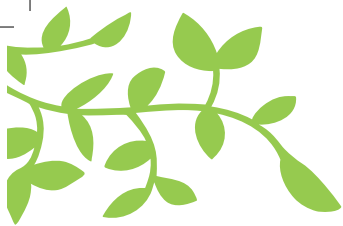
In Hondarribia (Basque Country), a team of young people trained in Aquaculture Techniques and Agricultural Engineering has set up a centre dedicated to the development and sustainable industrial production of fish and vegetables using aquaponics systems.

Joseba Zubizarreta and his team combine knowledge, devotion and technology to achieve 100% natural, healthy, sustainable and top quality products. At the same time, they offer advice in the development of projects tailored to the needs of customers interested in making this type of investment, conducting market studies, sizing of facilities, construction and commissioning of facilities, training, monitoring, biological and productive advice.



Producción de tomates de Tilamur / Tomato production in Tilamur





construcción y puesta en marcha de instalaciones, formación, seguimiento, asesoramiento biológico y productivo.

CANARIAS

La Universidad de Las Palmas de Gran Canaria a través del grupo de Acuicultura y El Gobierno de Canarias a través del Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA), está colaborando con IDEAqua Fish and Aquaponic S.L. en la puesta en marcha de un sistema de producción sostenible de lechugas y tilapias con fines comerciales, dirigido al consumo humano. Este proyecto tendrá una duración de cuatro años en los cuales se pondrá en marcha el prototipo de un sistema diseñado por IDEAqua. En este tiempo realizarán ensayos con distintas especies vegetales, aportando distintas dietas a los peces, y se llevará a cabo un estudio de calidad de producto y de mercado de los mismos.

CANARIAS

The University of Las Palmas of Gran Canaria through the Aquaculture and Canary Islands Government group through the Canary Institute of Agrarian Research (ICIA), is collaborating with IDEAqua Fish and Aquaponic S.L. in the implementation of a system of sustainable production of lettuce and tilapia for commercial purposes, aimed at human consumption. This project will last four years in which the prototype of a system designed by IDEAqua will be launched. During this time they will carry out tests with different plant species, providing different diets to the fish, and a product and market quality study will be carried out.



Laboratorio acuícola

TEMA 2

¿CÓMO FUNCIONA LA ACUAPONÍA?

INTRODUCCIÓN.

EL AGUA COMO SOPORTE DE VIDA.

¿CÓMO SE FORMÓ EL AGUA?

DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN LA TIERRA

CICLO DEL AGUA

CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

FUNCIONES DEL AGUA

LA CADENA TRÓFICA.

LA IMPORTANCIA DEL NITRÓGENO EN ACUAPONÍA.

UNIT 2

HOW DOES THE AQUAPONICS WORK?

INTRODUCTION.

WATER AS A LIFE SUPPORT.

ORIGIN OF THE WATER.

WATER DISTRIBUTION ON EARTH.

THE WATER CYCLE.

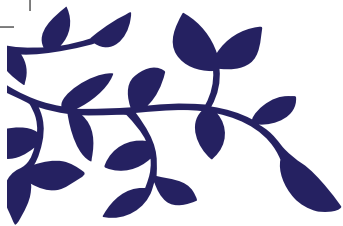
PROPERTIES OF WATER.

FUNCTIONS OF WATER.

THE FOOD CHAIN.

THE IMPORTANCE OF NITROGEN IN AQUAPONICS.





INTRODUCCIÓN

El sistema acuapónico tiene realmente un funcionamiento muy simple, en él, imitamos el ciclo de la naturaleza en un sistema cerrado:

- Las especies acuáticas, con su actividad y metabolismo, incrementan los niveles de sustancias tóxicas en el agua, a través de sus productos de excreción y del alimento que no consumen.
- Las bacterias y otros microorganismos emplearán estas sustancias, tóxicas para las especies acuáticas, en otros compuestos de menor toxicidad y asimilables por las plantas. Estos microorganismos son la clave del equilibrio acuapónico, tal como sucede en el medio natural.
- El agua es entonces dirigida a los cultivos vegetales, que toman los nutrientes (minerales) necesarios, a la vez que la reciclan para que pueda ser usada nuevamente por las especies acuáticas.

INTRODUCTION

The operation of an aquaponics system is simple. It imitates the cycle of nature in a closed circuit, divided in three parts:

- *The activity and metabolism of the aquatic species increase the levels of toxic substances in the water, through their excretion products and the food they do not consume.*
- *These substances which are toxic for aquatic species, will be used by bacteria and other microorganisms. They will transform these substances in other with lesser toxicity and with capacity of being assimilated by plants. These microorganisms are the key of the aquaponics equilibrium, just as it happens in the natural environment.*
- *Water is directed to the vegetable crops. Then, plants will take the necessary nutrients, recycling the water and return to the tanks where the aquatic species can use it again.*

EL AGUA COMO SOPORTE DE VIDA

Nuestro planeta debería llamarse planeta agua, en lugar de planeta Tierra. El agua es el principal elemento, el más abundante, y el responsable de que haya vida. Existe tanta, que si la corteza terrestre fuese completamente plana, los océanos cubrirían todo el planeta a una profundidad uniforme de casi 2,5 km.

Todos los seres vivos están compuestos por agua, en mayor o menor proporción, y las funciones vitales no serían posibles sin la participación de ésta.

El agua además, preserva el planeta con su hidrodinamismo, a través de las corrientes marinas, de las mareas, de los ríos, de las aguas subterráneas, de los casquetes polares y de las nubes.

El ciclo del agua acompaña todos los procesos naturales, desde los microscópicos y unicelulares, hasta los de escala planetaria.

WATER AS A LIFE SUPPORT

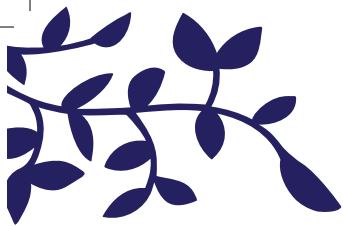
Our planet should be called Planet Water instead of Planet Earth. This is because the water is the main and the most abundant element, being responsible of all life. It is as abundant, that if Earth's crust was completely flat, the oceans would cover the whole planet to a uniform depth of almost 2.5 km.

All living beings are made mainly of water, some to greater o lesser degree, and the vital functions would not be possible without the participation of it. It also preserves with its hydrodynamics, through marine currents, tides, rivers, groundwater, polar caps and clouds. The water cycle accompanies all natural processes, from microscopic and unicellular to planetary scale.



Planeta tierra / Planet Earth





¿CÓMO SE FORMÓ EL AGUA?

La Tierra se formó hace unos 5.000 millones de años, 1.000 millones de años más tarde, el oxígeno se mezcló con el hidrógeno en la atmósfera y se formó el agua. Esta fue ocupando la atmósfera en forma de vapor y al condensarse, se produjo la lluvia.

La Tierra entonces era mucho más caliente que ahora, por lo que la lluvia al hacer contacto con ella, se convertía nuevamente en vapor y volvía a la atmósfera.

Esto continuó sucediendo hasta que la Tierra se fue enfriando, con lo que el agua de lluvia que caía se fue depositando en hondonadas, creando lagos, luego mares y, finalmente océanos.

ORIGIN OF THE WATER

The Earth was formed about 5 billion years ago. 1 billion years later, oxygen mixed with hydrogen in the atmosphere, forming the water. The water then occupied the atmosphere in the form of steam and as it condensed, the rain came.

The Earth was much hotter then than now, so the rain when it made contact with it, became steam again and returned to the atmosphere.

This continued to happen until the Earth cooled down, so the rainwater that fell was deposited in hollows, creating lakes, then seas and finally oceans.



El agua, fuente de vida / Water, source of life

DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN LA TIERRA

De toda el agua existente en la Tierra, el 97,41% se encuentra en los mares y océanos, y solo el 2,59% serían aguas continentales.

De estas aguas continentales, el 75% se encuentran formando los glaciares, el 24,986% serían aguas subterráneas y únicamente el 0,014% serían aguas superficiales no congeladas, las cuales se distribuyen en los lagos (58%), la humedad del suelo (39%) y la atmósfera y ríos (3%).

Por lo tanto la mayor parte del agua se localiza en los océanos y es agua salada. Se distribuye en 5 océanos:

- Océano Pacífico, 46% del total.
- Océano Atlántico, 22% del total.
- Océano Índico, 19% del total.
- Océano Glacial Antártico, 9% del total.
- Océano Glacial Ártico, 4% del total.

Las aguas subterráneas constituyen aproximadamente el 25%, y son fundamentales para el ciclo hidrológico al suministrar la humedad que permite que las plantas crezcan y a hacer posible que los ríos sigan fluyendo cuando no llueve. Esta agua procede de las precipitaciones que van infiltrándose en el suelo hasta formar un estrato completamente inundado llamado capa freática.

Esta distribución del agua viene determinada por otro factor importante, el ciclo del agua.

WATER DISTRIBUTION ON EARTH

Of all the water on Earth, 97.41% correspond to the seas and oceans, and only 2.59% would be inland waters.

Of these continental waters, 75% are forming glaciers, 24.99% would be groundwater and only 0.01% would be unfrozen surface water, which are distributed in lakes (58%), soil moisture (39%) and the atmosphere and rivers (3%).

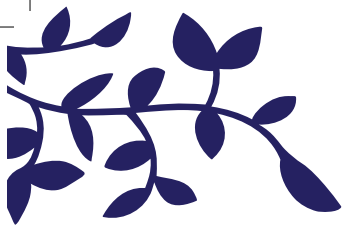
Therefore most of the water is salted and it is located in the oceans. Oceans are distributed as follow:

- Pacific Ocean (46%).*
- Atlantic Ocean (22%).*
- Indian Ocean (19%).*
- Southern Ocean (9%).*
- Arctic Ocean (4%).*

Groundwater makes up approximately 25%, and is critical to the hydrological cycle by providing the moisture that allows plants to grow and enabling rivers to continue to flow when it does not rain. This water comes from rainfall infiltrating the soil to form a completely flooded stratum called the phreatic zone.

This distribution of water is determined by another important factor, the water cycle.





CICLO DEL AGUA

La cantidad de agua que hay en la Tierra siempre es la misma, lo único que cambia es su estado físico, esto origina que el agua este continuamente en movimiento formando un ciclo denominado Ciclo del agua.

El agua contenida en mares y océanos se evapora por las altas temperaturas originadas

THE WATER CYCLE

The amount of water on Earth is always the same, only changing its physical state. This causes the water to be continuously in motion forming a cycle called the Water Cycle.

The water contained in seas and oceans evaporates due to the high temperatures which are originated by the Sun, so the water would become in a gaseous



Ciclo del agua / Cycle of water

por el Sol, así el agua pasaría a estar en estado gaseoso. En este estado asciende y se condensa, por un descenso de la temperatura, volviendo a tener estado líquido.

Llegado el momento esta agua en forma líquida volverá a caer sobre la tierra en forma de lluvia, lo cual denominamos precipitación. Esta agua seguirá varios caminos, una parte será conducida hasta los ríos, los cuales llevarán esta agua nuevamente por su cauce hasta el océano, y otra parte del agua de lluvia se filtrará a través de la tierra, llegando a formar parte de las aguas subterráneas. Esta agua subterránea a su vez seguirá también varios caminos:

- Por evaporación, volverá nuevamente a la atmósfera.
- Aflorará a la superficie a través de manantiales, que desembocarán en algún río y este la conducirá al mar.
- El agua subterránea desembocará directamente al mar.

En cualquiera de estos casos el agua volverá a formar parte del agua oceánica, cerrándose así el ciclo.

state. In this state it ascends and condenses, by a decrease of the temperature, returning to have liquid state.

When the time comes this water in liquid form will fall back to the earth in the form of rain, event named precipitation. This water will follow several paths, one part will be led to the rivers, which will carry this water back down its course to the ocean, and another part of the rainwater will filter through the land, becoming part of the groundwater. This groundwater in turn will also follow various paths:

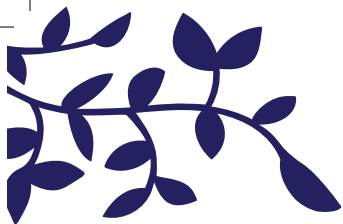
- It will return to the atmosphere again by evaporation,.*
- It will flourish to the surface through springs, which will flow into some river and this will lead to the sea.*
- The groundwater will flow directly into the sea.*

In any of these cases the water will return to be part of the ocean water, thus closing the cycle.



Río / River





CARACTERÍSTICAS AGUA

El agua en estado puro es un líquido inodoro, incoloro e insípido, que resulta indispensable para el desarrollo de los procesos vitales, desde el ámbito celular hasta la propia vida humana, prueba de ello es el hecho de que el 70% del peso del cuerpo humano está constituido por agua. Esta está compuesta por dos átomos de hidrógeno unidos a uno de oxígeno. Esto se expresa científicamente por la fórmula H_2O .

La unión de cada oxígeno con los otros dos hidrógenos tiene lugar mediante enlaces covalentes, en los que el oxígeno comparte un par de electrones con cada uno de los hidrógenos. Este tipo de enlace es muy fuerte y hace falta mucha energía para separar los átomos.

Las moléculas de agua se unen entre sí debido una característica muy importante que poseen, que son moléculas polares, lo cual significa que tienen una parte con carga positiva y otra con carga negativa, concretamente los hidrógenos tienen carga positiva, formando un polo positivo, y los oxígenos tienen carga negativa, formando un polo negativo. Por lo que las moléculas de agua pueden actuar a modo de imanes, produciéndose la unión de las moléculas

DEL PROPERTIES OF WATER

Pure water is an odourless, colourless and tasteless liquid that is indispensable for the development of vital processes, from the cellular sphere to human life itself. Proof of this is the fact that 70% of the weight of the human body is made up of water. This is composed of two hydrogen atoms attached to one oxygen atom. This is expressed scientifically by the formula H_2O .

The union of each oxygen atom with the other two hydrogens takes place through covalent bonds, in which oxygen shares a pair of electrons with each of the hydrogens. This type of bond is very strong and it takes a lot of energy to separate the atoms.

Water molecules bind to each other because of they are polar, which means they have a positively and negatively charged part. The hydrogens have a positive charge, forming a positive pole. Furthermore, oxygen has a negative charge, forming a negative pole. These features made water molecules can act as magnets, producing the union of water molecules between them through these poles.

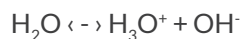
This polarity of the water molecules gives the ability to solubilize salts in it. These salts are ionic substances, which can have positive charge (cations) or negative charge (anions). In the case of cations, the water molecules will be oriented

de agua entre ellas a través de estos polos.

Esta polaridad de las moléculas de agua es lo que le otorga una de sus principales características, la capacidad de solubilizar sales en ella. Estas sales son sustancias iónicas, que pueden tener carga positiva (cationes) o carga negativa (aniones). En el caso de los cationes, las moléculas de agua se orientarán oponiendo su carga negativa hacia ellas, quedando así rodeadas por moléculas de agua que tendrán sus hidrógenos, carga positiva, orientados hacia fuera, y en el caso de los aniones se producirá el caso contrario.

La idoneidad del entorno acuoso para los seres vivos es consecuencia de estas propiedades fisicoquímicas. Por ejemplo, los compuestos reaccionan mejor cuanto más disgregados estén, lo que se favorece en medio acuoso para compuestos iónicos y polares.

Además, el agua en disolución se ioniza produciéndose el siguiente equilibrio:



Este equilibrio constituirá la base para la escala de pH.

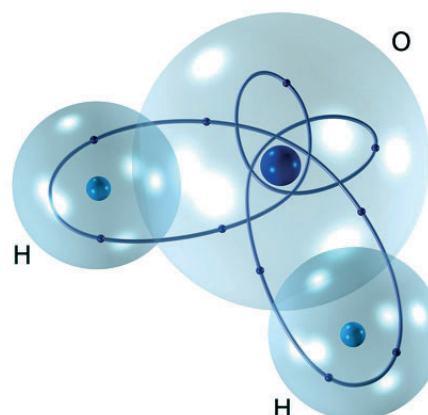
opposing their negative charge towards them, thus being surrounded by water molecules that will have their hydrogens (with positive charge) oriented outwards. In case of the anions will occur the opposite.

The suitability of the aqueous environment for living beings is a consequence of these physicochemical properties. For example, the more disaggregated the compounds are, the better they react. This is favoured in the aqueous medium for ionic and polar compounds.

In addition, water in solution is ionized, producing the following equilibrium:

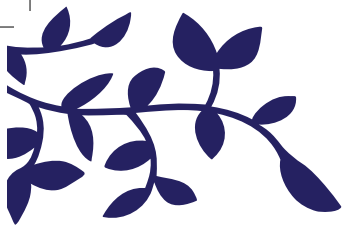


This balance will form the basis for the pH scale.



Molécula de agua / Water molecule





FUNCIONES DEL AGUA

Función bioquímica

El agua es el medio en el que transcurren las reacciones metabólicas. Pero además participa activamente en muchas reacciones, siendo reactivo o producto de las mismas. Por ejemplo, en las reacciones de hidrólisis enzimas llamadas hidrolasas rompen enlaces en presencia de agua e incorporando a ambos lados del enlace roto los iones hidrogeno e hidroxilo procedentes del agua. El agua se forma como producto en muchas reacciones del metabolismo como la respiración o el catabolismo de las grasas, y tiene una importancia fundamental en la fotosíntesis, aportando del hidrógeno necesario para la reducción del CO_2 .

También participa en la digestión de los alimentos en los organismos superiores.

FUNCTIONS OF WATER

Biochemical function

Water is the medium in which metabolic reactions take place. Moreover, it also actively participates in many reactions, being reactive or a product of them. For example, in hydrolysis reactions there are enzymes called hydrolases break bonds in the presence of water and incorporate hydrogen and hydroxyl ions from water on both sides of the broken bond. Water is formed as a product in many metabolic reactions such as respiration or fatty acid metabolism. Water is also fundamental in photosynthesis process, providing the necessary hydrogen for CO_2 reduction.

It also participates in the digestion of food in higher organisms.



Evaporación del agua / Water evaporation

Función de transporte

El papel del agua como vehículo de transporte es una consecuencia directa de su capacidad disolvente. Por esta función se incorporan los nutrientes y se eliminan los productos de desecho a través de las membranas celulares o se distribuyen en el organismo por medio de la sangre, la linfa o la savia.

Función estructural

A escala celular y orgánica el agua llena y da consistencia a las células y a muchos tejidos y órganos o incluso al cuerpo entero de muchos animales y plantas, sobre todo acuáticos. Todo ello es consecuencia de la elevada fuerza de cohesión entre sus moléculas debido a los puentes de hidrógeno. De esta forma se mantiene la columna de agua que es la savia bruta en el interior del xilema. O la forma del ojo, lleno de los humores vítreo y acuoso que esencialmente son agua.

Función amortiguadora mecánica

Como en el caso del líquido sinovial que disminuye el roce entre los huesos o el cefalorraquídeo que amortigua los posibles golpes del cráneo en el encéfalo.

Función termorreguladora

Los líquidos internos como la sangre de los

Transport function

The role of water as a transport vehicle is a direct consequence of its solvent capacity. This function incorporates nutrients and removes waste products through cell membranes or it is distributed in the body by blood, and lymph (animals) or sap (plants).

Structural function

On a cellular and organic scale water fills and gives consistency to cells, tissues and organs, even to the whole body of many animals and plants, especially aquatic ones. All this is a consequence of the high cohesive force between its molecules due to hydrogen bridges. For example, in plants, the water column which is the raw sap, is maintained inside the xylem. In animals, the shape of the eye, which is full of vitreous and aqueous humors, are essentially water.

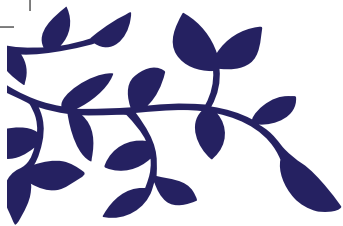
Mechanical damping function

As in the case of the synovial fluid that decreases the friction between the bones or the cerebrospinal fluid that cushions the possible blows of the skull in the brain.

Thermoregulatory function

Internal fluids such as the blood of vertebrates tend to maintain a constant balance of temperatures inside the body, heating the coldest parts (skin) and cooling the hottest parts (liver, muscles). Sweat also





vertebrados tienden a mantener constante el equilibrio de temperaturas en el interior del cuerpo, calentando las partes más frías (piel) y enfriando aquellas más calientes (hígado, músculos). También el sudor nos ayuda a refrigerarnos en verano o cuando hacemos ejercicio, al evaporarse refrigerando la superficie corporal.

pH

El pH del agua es una medida de su mayor o menor acidez o alcalinidad. Se mide en base a una escala logarítmica que va del 0 al 14. Un pH de valor 7 sería un agua neutra, inferior a 7 sería un agua ácida y superior a 7 sería un agua básica.

El pH influye enormemente en la salud de los peces e invertebrados de los acuarios, además hay que tener en cuenta que al estar a escala logarítmica, un pH 6 es diez veces más ácido que un pH 7, por lo que las variaciones de pH representan cambios que pueden ser importantes en el organismo de los animales, pudiendo provocarles incluso la muerte.

Estas variaciones de pH en el agua se producen por la ionización del agua. En el agua destilada el pH 7, esto se debe a que en el equilibrio $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$, se encuentran en disolución el mismo número de iones hidronio (H_3O^+) que de iones hidróxido (OH^-). Sin embargo, si el

helps us to cool down in summer or when we do exercise, as it evaporates cooling the body surface.

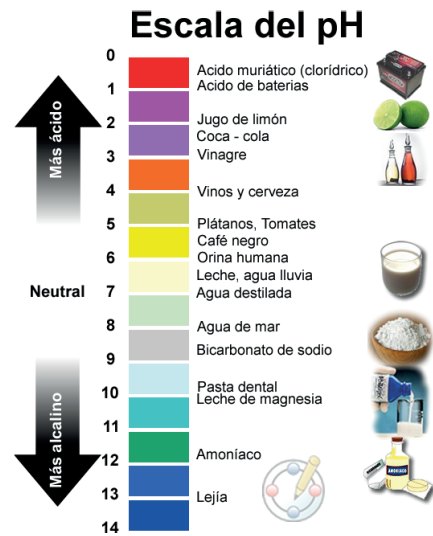
pH

PH of water is a measure of its greater or lesser acidity or alkalinity. It is measured on a logarithmic scale from 0 to 14. A pH of 7 would be neutral water, less than 7 would be acidic water and more than 7 would be basic water.

The pH greatly influences the health of fish and invertebrates in aquariums, it should also be borne in mind that being on a logarithmic scale, a pH 6 is ten times more acidic than a pH 7, so pH variations represent changes that can be extremely important in the body of animals. A small change in pH can result in the death of animals kept in aquariums.

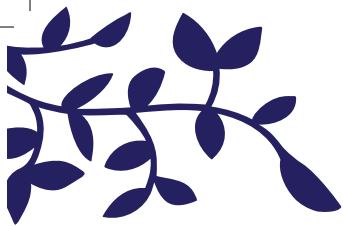
These pH variations in the water are produced by the ionization of the water. In distilled water (pH 7), this is due to the fact that in the $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ equilibrium, the same number of hydronium ions (H_3O^+) and hydroxide ions (OH^-) are dissolved. However, if the number of hydronium ions is greater than the number of hydroxide ions, the water will have an acid pH, less than 7, and will have a basic or alkaline pH, when the number of hydroxide ions is greater than the number of hydronium ions.

número de iones hidronio es superior al de iones hidróxido, el agua tendrá un pH ácido, inferior a 7, y tendrá un pH básico o alcalino, cuando el número de iones hidróxido sea mayor que el número de iones hidronio.



Ejemplos de pH / pH examples





LA CADENA TRÓFICA

La vida de los seres vivos de la Tierra es posible gracias al aporte continuo de energía que se establece en un ecosistema, es decir, necesitan sustento para sobrevivir en la naturaleza, así que es de vital importancia el poder estudiar este comportamiento para entender cómo cada ser viviente obtiene comida, y como los nutrientes y la energía pasan de una criatura a otra. Estas relaciones se reflejan en lo que se llama cadena trófica (Del griego throphe: alimentación), también conocida como cadena alimenticia de animales que abarca tanto organismos desde el más pequeño hasta la fauna terrestre o acuática, y todo tipo de plantas y flora.

La idea de cadena alude a que un organismo se come a otro y, a su vez, es comido por un tercero.

En definitiva, todos los organismos que componen la biodiversidad de la Tierra necesitan energía – alimento para subsistir, la cual obtienen del medio ambiente que les rodea o al consumir a otra criatura.

Los integrantes de la cadena trófica deben formar parte de un conjunto de organismos denominado comunidad biológica, biótica, ecológica o, simplemente, biocenosis. Se trata de las especies que comparten un mismo biotopo (un área cuyas propiedades ambientales dan lugar a la vida de una determinada flora y fauna).

THE FOOD CHAIN

The life of living beings on Earth is possible thanks to the continuous contribution of energy that is established in an ecosystem, in other words, they need sustenance to survive in nature, so it is vitally important to be able to study this behavior to understand how each living being obtains food, and how nutrients and energy pass from one creature to another. These relationships are reflected in what is called the food chain (from the Greek throphe “feeding”), also known as the animal food web, which encompasses organisms from the smallest to the biggest, both terrestrial and aquatic fauna and flora.

The idea of chain alludes to one organism eating another and, in turn, being eaten by a third.

To sum up, all the organisms that make up the Earth’s biodiversity need energy, that said, food to survive, which they get from the environment around them or by consuming another living being.

The members of the food chain must be part of a group of organisms called biological community, biotic, ecological or biocenosis. These species must share the same biotope (an area whose environmental properties give rise to the life of a certain flora and fauna).

Los organismos de la cadena trófica se pueden dividir en dos grupos en base al método de obtención de dicha energía:

Autótrofos

Son aquellos organismos producen su propia comida. Son capaces de asimilar la energía del Sol y realizar a partir de moléculas sencillas la fotosíntesis (crear materia orgánica, compleja) para sus funciones vitales de nutrición. Se clasifican en dos:

- **Fotosintéticos o fotoautótrofos.** Utilizan la luz solar a través de la fotosíntesis para sintetizar materia orgánica a partir de inorgánica. El ejemplo son las plantas.
- **Quimioautótrofos o respiración.** Utilizan otras rutas bioquímicas distintas a la fotosíntesis para la síntesis de materia orgánica. Usan la energía de los químicos para producir compuestos orgánicos a partir de moléculas similares o dióxido de carbono. El ejemplo son las bacterias.

Heterótrofos

Son aquellos que utilizan la materia orgánica fabricada por otros organismos, obteniendo de ella la energía y materia necesaria para alimentarse. Por ejemplo los humanos.

Cada nivel de esa cadena alimentaria se llama eslabón y en su conjunto, se denominan niveles

Organisms in the food chain can be divided into two groups based on the method of obtaining that energy:

Autotrophs

Autotrophs are those organisms that produce their own food. They are capable of assimilating the Sun's energy and carrying out photosynthesis (producing complex, organic compounds) from simple molecules for their vital nutritional functions. They are classified in two types:

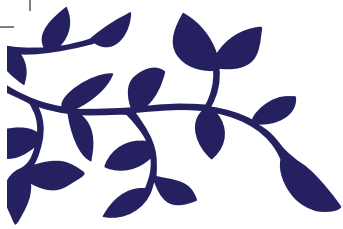
- *Photoautotrophs. Organisms which use the sunlight through photosynthesis to synthesize organic matter from inorganic. Example: Plants.*
- *Chemoautotrophs. Organisms which use biochemical routes other than photosynthesis for the synthesis of organic matter. They use the energy of chemicals to produce organic compounds from similar molecules or carbon dioxide. Example: Bacteria.*

Heterotrophs

Heterotrophs are organisms that cannot produce their own food, using organic matter manufactured by other organisms to obtain the energy and matter necessary to feed themselves. An example of heterotrophs are humans.

Each level of this food chain is called a "link" and as a whole, they are called trophic or food levels





tróficos o alimenticios que representan un conjunto de eslabones, que son tres:

- **Productores:** Son los organismos autótrofos, los que realizan la fotosíntesis. Como los árboles, arbustos, cualquier planta y algunos microorganismos.
- **Consumidores:** Son los organismos heterótrofos, que pueden ser primario, secundario o terciario, y son los seres herbívoros y carnívoros.
- **Descomponedores o detritívoros.** Los que comen los organismos muertos. Por ejemplo serían los hongos o setas, algunos insectos y gusanos.

Es importante señalar que a lo largo del paso por la cadena trófica se genera una gran pérdida de energía, a medida que ésta se transfiere de un eslabón al siguiente. En otras palabras, un consumidor de nivel alto recibe una cantidad de energía bastante menor que uno bajo. En este contexto hablamos de consumidor primario, secundario, etcétera. A causa de dicho fenómeno, se cree que no es posible extender una cadena trófica más allá de los consumidores cuaternarios; de hecho, en general tan sólo llega al nivel terciario.

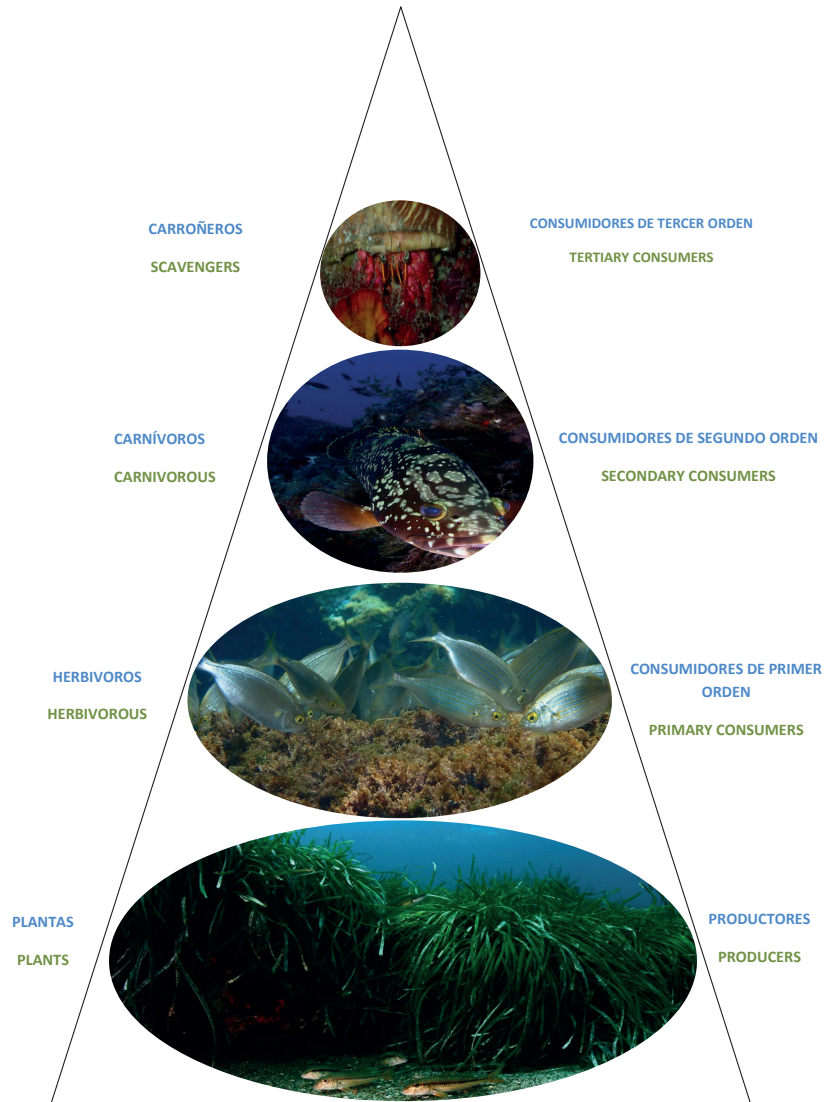
Si, por algún motivo, desaparece uno de los eslabones de la cadena trófica, puede generarse un desequilibrio fatal para toda la comunidad biológica.

that represent a set of links. There are three types of trophic levels:

- *Producers: Corresponding to photoautotrophs organisms, such as trees, bushes, other plant types and some microorganisms.*
- *Consumers: Corresponding to heterotrophs organisms. They are primary, secondary and tertiary consumers (in some cases, quaternary consumers), and can be herbivorous and carnivorous.*
- *Decomposers or detritivores. Those that eat the dead organisms, such as fungi, some insects and worms.*

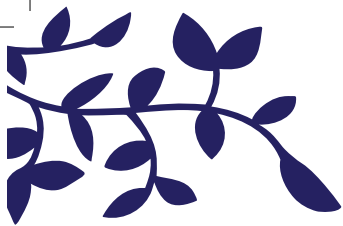
It is important to note that a great deal of energy is lost along the trophic chain as it is transferred from one link to the next. In other words, a high level consumer receives significantly less energy than a low level consumer (see picture below). In this context we are talking about primary, secondary and so on. Because of this phenomenon, it is believed that it is not possible to extend a trophic chain beyond quaternary consumers; in fact, in general, it only reaches the tertiary level.

If, for some reason, one of the links in the food chain disappears, this can lead to a fatal imbalance for the entire biological community.



Ejemplo de cadena trófica marina/ Example of Marine ChainFood





LA IMPORTANCIA DEL NITRÓGENO EN ACUAPONÍA

El Nitrógeno es uno de los principales componentes de la atmósfera, llegando a presentar el 79% de la composición de ésta.

Este nutriente es esencial para la vida, debido a su papel formando parte de aminoácidos y compuestos esenciales para el desarrollo de las funciones vitales. Sin embargo, este compuesto no puede ser asimilado directamente de la atmósfera, por ello los seres vivos deben tomarlo en forma de sal mineral como componente del suelo o disuelto en el agua.

El proceso por el cual el nitrógeno se recicla en el medio ambiente se llama "Ciclo del Nitrógeno".

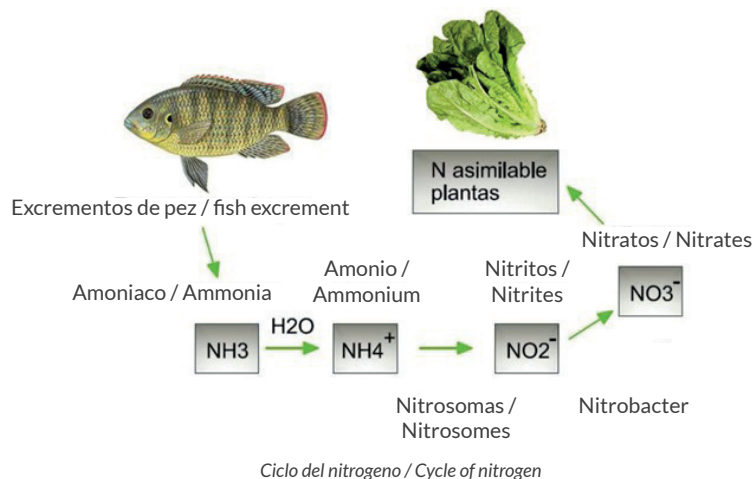
THE IMPORTANCE OF NITROGEN IN AQUAPONICS

Nitrogen is one of the main components of the atmosphere, accounting for 79% of its composition.

This nutrient is essential for life, due to its role as part of amino acids and essential compounds for the development of vital functions. However, this compound cannot be assimilated directly from the atmosphere, so living beings must take it in the form of mineral salt as a component of the soil or dissolved in water.

The process by which nitrogen is recycled in the environment is called the "Nitrogen Cycle".

In order to carry out this cycle, the presence of



Para poder llevarse a cabo este ciclo es necesaria la presencia de Oxígeno, ya que las bacterias encargadas del procesamiento de los diversos compuestos nitrogenados necesitan una buena oxigenación del agua para poder llevar a cabo las reacciones metabólicas con las que se va desarrollando el ciclo.

Cuando damos alimentos a los peces, estos consumen la mayor parte que digieren y producen residuos en forma de excreción y CO₂, proveniente de su respiración.

Estos desechos metabólicos, junto al alimento que no haya sido consumido, son degradados por hongos y bacterias, que al sintetizar las proteínas que necesitan para vivir producen amoníaco, en un proceso que se conoce como amonificación.

El amoníaco (NH₃) se ioniza al disolverse en el agua y parte se transforma en amonio (NH₄⁺), la concentración de una u otra forma nitrogenada en el agua variará en función de la temperatura y el pH del sistema. El amoníaco es muy tóxico a muy bajas concentraciones, mientras que el amonio es menos tóxico.

Si el sistema presenta un pH superior a 7 y aumenta la temperatura, la concentración de amoníaco será mayor a la del ión amonio, lo cual podría producir una gran mortalidad de las especies acuáticas en un corto periodo de tiempo.

Oxygen is necessary, as the bacteria in charge of processing the various nitrogen compounds need good oxygenation of the water in order to carry out the metabolic reactions with which the cycle develops.

When we, the caregivers, give food to fish, they consume most of what they digest and produce waste in the form of excretion and CO₂ from their breathing.

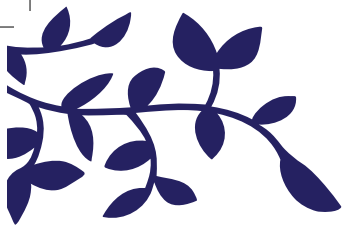
These metabolic wastes, together with the food that has not been consumed, are degraded by fungi and bacteria. They produce ammonia during the process of synthesize the proteins that need to live. This process is known as ammonification.

Ammonia (NH₃) is ionized when dissolved in water and part of it is transformed into ammonium (NH₄⁺). Concentration of one form or another nitrogen in water will vary depending on the temperature and pH of the system. Ammonia is very toxic at very low concentrations, while ammonium is less toxic.

If the system has a pH higher than 7 and the temperature increases, the concentration of ammonia will be higher than that of ammonium ion, which could lead to a high mortality of aquatic species in a short period of time.

The proportion of both is kept at very acceptable levels with pH values between 6 and 6.5, as they





La proporción de ambos se mantiene en niveles muy aceptables con valores del pH entre 6 y 6'5, ya que no representan un peligro para los peces, y parte del amonio puede ser directamente tomado por las plantas para la asimilación de Nitrógeno.

Sin embargo la forma en la que el Nitrógeno puede ser mejor aprovechado por las plantas es como nitrato. La formación de este compuesto se lleva a cabo en el segundo paso del Ciclo del Nitrógeno que se conoce como nitrificación. En la primera parte del ciclo, mediante la acción oxidante de unas bacterias denominadas nitrosomas, el amonio/amoniaco se convierte en nitrito (siendo esta una forma nitrogenada de gran toxicidad), y a continuación este producto del primer paso, es usado por otra bacteria, la nitrobacter, como sustrato para la producción de nitrato.

En el medio se encuentran otras bacterias y microorganismos con cuyo metabolismo se mineraliza la materia orgánica y se liberan al medio otros 13 elementos fundamentales para el crecimiento y desarrollo de la vida vegetal. Sin embargo en el medio pueden no estar presentes todos los nutrientes necesarios para las plantas, como por ejemplo el Hierro, el Calcio o el Potasio, es por ello que es aconsejable analizar los niveles de estos nutrientes y añadirlos cada

do not represent a danger to fish, and part of the ammonium can be directly taken by plants for the assimilation of Nitrogen.

However, the way in which nitrogen can be better used by plants is as nitrate. The formation of this compound takes place in the second step of the Nitrogen Cycle which is known as nitrification. In the first part of the cycle, through the oxidizing action of bacteria called nitrosomes, ammonia/ammonium is converted into nitrite (this being a highly toxic nitrogenous form), and then this first step product is used by another bacteria (nitrobacter) as a substrate for nitrate production.

In the environment there are other bacteria and microorganisms with whose metabolism the organic matter is mineralised and 13 other fundamental elements for the growth and development of plant life are released into the environment. However, not all the nutrients necessary for plants, such as Iron, Calcium or Potassium, may be present in the medium, which is why it is advisable to analyse the levels of these nutrients and add them every 3 or 4 weeks. The amount to be added will depend on the surface area and nutritional requirements of the plant species kept in the system.

Finally, plants, through their chlorophyll function, provide the energy necessary for nitrates to be transformed into other nitrogen compounds and proteins, which will return to the cycle after the

3 o 4 semanas. La cantidad que deberá añadirse dependerá de la superficie y de las necesidades nutricionales de las especies vegetales que se mantengan en el sistema.

Por último, las plantas mediante su función clorofílica, aportan la energía necesaria para que los nitratos vuelvan a ser transformados en otros compuestos nitrogenados y proteínas, que volverán al ciclo tras la muerte de la planta o de los animales que las hayan consumido, cerrándose el ciclo del nitrógeno, en un último paso del proceso que se conoce como Fijación y Asimilación.

En un sistema acuapónico, las bacterias responsables de la nitrificación forman una biopelícula en todas las superficies sólidas existentes en el sistema, en contacto constante con el agua. Esta biopelícula puede formarse por ejemplo en las raíces de las plantas que se encuentren sumergidas, obteniéndose así una gran superficie de contacto colonizable por bacterias que ayuden a llevar a cabo la nitrificación.

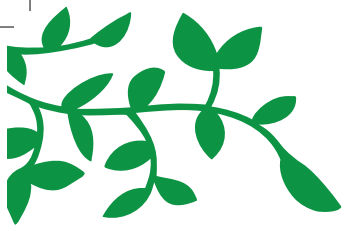
Por todo ello, las colonias bacterianas son una parte imprescindible del sistema, sin las cuales no podría darse la relación entre especies acuáticas y plantas, y no sería posible la Acuaponía.

death of the plant or animals that have consumed them, closing the nitrogen cycle, in a final step of the process known as Fixation and Assimilation.

In an aquaponic system, the bacteria responsible for nitrification form a biofilm on all solid surfaces in the system, in constant contact with water. This biofilm can be formed, for example, in the roots of submerged plants, thus obtaining a large contact surface that can be colonised by bacteria that help to carry out nitrification.

To sum up, bacterial colonies are an essential part of the system, without which there could be no relationship between aquatic species and plants, and aquaponics would not be possible.





TEMA 3

COMPONENTES DEL SISTEMA ACUAPÓNICO

INTRODUCCIÓN.

COMPONENTE PARA LA VIDA ACUÁTICA.

COMPONENTE HIDROPÓNICO PARA LAS PLANTAS.

COMPONENTE PARA BIOFILTRACIÓN Y CONTROL DE SÓLIDOS.

ELEMENTOS Y EQUIPOS PARA ACUAPONÍA.

UNIT 3

COMPONENTS OF THE AN AQUAPONICS SYSTEM

INTRODUCTION.

AQUATIC LIFE SUPPORT SYSTEM COMPONENTS.

HYDROPONIC COMPONENT FOR PLANTS.

COMPONENT FOR BIOFILTRATION AND SOLIDS CONTROL.

ELEMENTS AND EQUIPMENT FOR AQUAPONICS.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas acuapónicos están formados principalmente por 4 componentes básicos, independientemente de los diferentes modelos de sistemas acuapónicos existentes, materiales utilizados, especies acuáticas y especies vegetales, dimensiones o finalidad de los mismos. Estos componentes son:

- Componentes para la vida acuática (zona acuícola).
- Componentes hidropónicos para las plantas (zona hidropónica).
- Componentes para el control de sólidos y biofiltración (sumidero o sump).
- Elementos y equipos auxiliares.

INTRODUCTION

Aquaponics systems consist mainly of 4 basic components, which they are independent of the different models of existing aquaponic systems, materials, aquatic and plant species used, their dimensions or purpose. These components are the follow:

- *Aquatic Life Support System Component (aquaculture area).*
- *Hydroponic component for plants (hydroponic area).*
- *Component for biofiltration and solids control (sump).*
- *Elements and auxiliary equipment.*

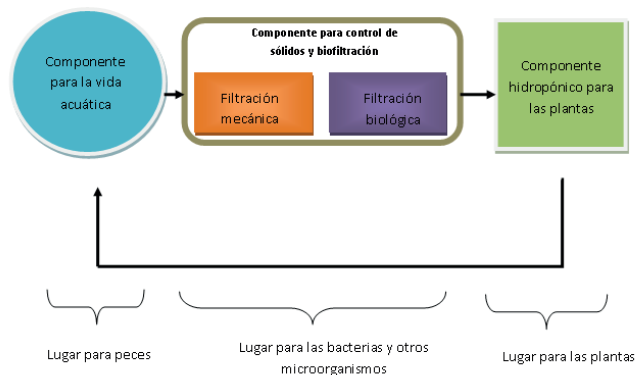
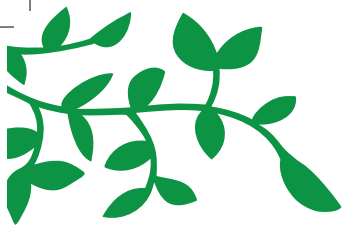


Gráfico - Componentes del sistema acuaponico / Aquaponic system components





COMPONENTE PARA LA VIDA ACUÁTICA

Un componente para la vida acuática comprende todo aquel espacio estanco o recinto donde se contiene el agua, donde se albergan las especies acuáticas, y pueden desarrollarse adecuadamente siguiendo los requerimientos de su ciclo vital.

Estos espacios pueden ser de diferentes dimensiones, volúmenes y materiales. Podemos disponer de acuarios, tanques, estanques, piscinas, etc. Y estar contruidos de cristal, metacrilato, pvc, polietileno, poliéster, obra, hormigón, etc.

El SRA (sistema de recirculación en acuicultura, o “RAS” en inglés), y la revolución de la acuicultura:

Los Sistemas de Recirculación en Acuicultura son los más eficientes y respetuosos con el medio ambiente, dentro de los tipos de cultivos acuícolas que existen, siendo uno de los más utilizados por el sector actualmente.

En comparación con un cultivo acuícola convencional, en un sistema de recirculación los costes de producción para una misma especie se mejoran considerablemente, pues se desaprovecha una menor cantidad de alimento, consiguiéndose menores aportes al medio ambiente en forma de residuos.

AQUATIC LIFE SUPPORT SYSTEM COMPONENT

An Aquatic Life Support System Component comprises any watertight space or enclosure where water and aquatic species are contained and housed, and can develop properly following the requirements of their life cycle.

These spaces can have different dimensions, volumes and materials, such aquariums, tanks, ponds, swimming pools, etc. And be constructed of glass, methacrylate, pvc, polyethylene, polyester, work, concrete, etc.

Recirculating Aquaculture Systems (RAS), and the aquaculture revolution:

Recirculating Aquaculture Systems are the most efficient and environmentally friendly within the types of aquaculture that exist, being one of the most used by the sector today.

Compared to a conventional aquaculture culture, in a recirculation system the production costs for the same species are considerably improved, as a smaller amount of feed is wasted, resulting in lower contributions to the environment in the form of waste.

The monitoring and surveillance of the same, and automatic feeding, considerably increases its efficiency, facilitating the development and



RAS

La monitorización y vigilancia de los mismos, y alimentación automática, aumenta considerablemente su eficiencia, facilitando el desarrollo y expansión de toda una industria, como es el caso de la salmonicultura noruega, y que se está extendiendo a otras especies: rodaballos, lenguados, truchas, doradas, lubinas, etc.

Con el RAS podemos filtrar, depurar y concentrar estos sólidos, facilitando la retirada y optimizando la gestión de los mismos, con destino para abonos agrícolas o para biogás.

Ventajas del RAS frente a cultivos acuícolas tradicionales

- Posibilidad de tener las instalaciones cerca de la zona de distribución del producto.
- Reducción del suelo necesario, y uso de agua (sobre un 10%).
- Reducción de los costes energéticos necesarios.



RAS, Tilamur

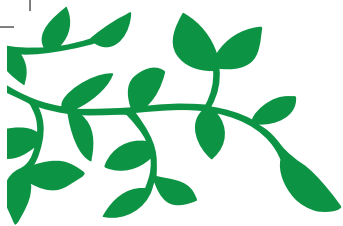
*expansion of an entire industry, as is the case of Norwegian salmon farming, and it is spreading to other species, such as turbot (*Scophthalmus maximus*), sole (*Soleidae spp*), trout (*Salmonidae spp*), sea bream (*Sparidae spp*), sea bass (mainly *Serranidae spp*), etc.*

With this system we can filter, purify and concentrate these solids, facilitating their removal and optimising their management for use as agricultural fertilisers or biogas.

Advantages of RAS over traditional aquaculture

- *Possibility of having the facilities close to the distribution area of the product.*
- *Reduction of soil requirements and use of water (over 10%).*
- *Reduction of necessary energy costs.*





- Control de la calidad del agua (pH, salinidad, T°, O2, etc.).
- Reducción de los vertidos orgánicos de los cultivos.
- Bioseguridad (desinfección de los cultivos y vertidos).
- Control de la biomasa piscícola, con la posibilidad de mayores cargas en los cultivos: 60-120 kg/m3.
- Posibilidad de liberar los peces en cualquier época del año, con el tamaño deseado.
- Calidad constante para el mercado.
- Posibilidad de integrar los cultivos con otras actividades: (p.e.: cultivos asociados, cultivos hidropónicos, irrigación).

Funcionamiento Básico

- Clarificación primaria = eliminación de sólidos:
 - Sedimentación, debastado, filtración mecánica.
 - Clarificación antes de la biofiltración.
- Biofiltración = nitrificación y desnitrificación.
- Clarificación secundaria (espumador) = eliminación de floculantes biológicos (coloides).
- Adición de aire / oxígeno, para soportar los peces y las bacterias del biofiltro.

- *Control of water quality (pH, salinity, T°, O2, etc.).*
- *Reduction of organic culture discharges.*
- *Biosecurity (disinfection of crops and discharges).*
- *Control of fish biomass, with the possibility of greater loads on crops: 60-120 kg/m3.*
- *Possibility of releasing fish at any time of the year, with the desired size.*
- *Constant quality for the market.*
- *Possibility of integrating cultures with other activities: (e.g.: associated cultures, hydroponic culture, irrigation).*

Basic Operation

- *Primary clarification = elimination of solids:*
 - *Sedimentation, deburring, mechanical filtration.*
 - *Clarification before biofiltration.*
- *Biofiltration = nitrification and denitrification.*
- *Secondary clarification (foamer) = elimination of biological flocculants (colloids).*
- *Addition of air/oxygen to support fish and biofilter bacteria.*

COMPONENTE HIDROPÓNICO PARA LAS PLANTAS

Componente hidropónico para las plantas es toda aquella estructura que posibilite el cultivo vegetal sin necesidad de tierra o suelo, empleando como sustrato otro tipo de material.

Dicha estructura deben permitir el aporte continuo o frecuente de agua rica en nutrientes provenientes de las especies acuáticas, evitando la pérdida de agua y asegurando que las plantas reciben los elementos necesarios para su óptimo desarrollo y crecimiento.

Existen diferentes tipos de componentes hidropónicos, así como diversos materiales y dimensiones, que se engloban todos en los 3 tipos de sistemas hidropónicos que se describirán en el tema 6, y que se denominan: sistema de “lecho de sustrato” (“grow bed o media bed”), sistema NFT (Nutrient Film Technique”) y sistema de cama o raíz flotante (“Deep Water Culture” o “Raft system”).

En el sector de la jardinería existen numerosos materiales y elementos elaborados y disponibles para este tipo de soportes. Además, podemos diseñarlos y construirlos nosotros mismos, utilizando materiales de fontanería o construcción, siempre que reúnan los requisitos necesarios para poder destinarlos para fines acuapónicos y siempre que sean materiales aptos para uso alimentario.

HYDROPONIC COMPONENT FOR PLANTS

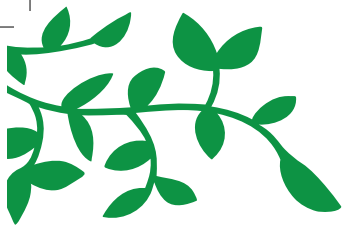
Hydroponic component for plants is any structure that allows the cultivation of plants without the need for soil, using as substrate another type of material.

This structure must allow the continuous or frequent contribution of water rich in nutrients coming from aquatic species, avoiding the loss of water and assuring that the plants receive the necessary elements for their optimal development and growth.

There are 3 different types of hydroponic components (grow bed, Nutrient Film Technique “NFT” and Deep Water Culture), as well as different materials and dimensions. They are explained in detail in Issue 6.

In the gardening sector there are numerous materials and elements developed and available for this type of support. Furthermore, we can design and build them ourselves, using plumbing or construction materials, as long as they meet the necessary requirements to be used for aquaponics purposes and as long as they are materials suitable for food use.





Componente hidropónico / Hydroponic component

El SHA (sistema hidropónico agrícola) y la revolución de la agricultura:

La hidroponía proviene del griego Hydro (agua) y Ponos (Labor o trabajo), por lo que significa trabajo en agua. Se define como “Método de cultivo industrial de plantas que en lugar de tierra utiliza únicamente soluciones acuosas con nutrientes químicos disueltos como soporte de la raíz de las plantas”. También llamado agricultura sin suelo, es una técnica que recientemente ha crecido en popularidad.

Veamos cuáles son sus ventajas y desventajas para poder explorar más a fondo esta técnica:

Ventajas

- Optimización del espacio: La densidad de plantas en un cultivo hidropónico es mayor que una en un suelo normal. Debido a que en la tierra se tiene que dejar una separación entre



Sistema hidropónico vertical / Vertical hydroponic system

Agricultural Hydroponic System and the agricultural revolution:

Hydroponics comes from the Greek “Hydro” (water) and “Ponos” (labour or work), which it means “work in water”. It is defined as “a method of industrial cultivation of plants that instead of soil uses only aqueous solutions with dissolved chemical nutrients to support the root of the plants”. It also called soil-less agriculture, and it is a technique that has recently grown in popularity.

Hydroponics has advantages and disadvantages:

Advantages

- *Space optimization: The density of plants in a hydroponic crop is higher than in a normal soil. Because the soil has to leave a separation between the plants to prevent the roots competing for nutrients from the soil. This does not happen in hydroponics.*

las plantas para evitar que las raíces compitan por los nutrientes del suelo. Eso es algo que no pasa en la hidroponía.

- **Correcta nutrición de la planta:** Los nutrientes se distribuyen de forma homogénea y controlada sobre toda la planta. Además, es más fácil medir los nutrientes de la planta para saber qué es lo que le falta. De igual modo, puede ayudar a que una semilla que tenga una deficiencia de un nutriente pueda crecer correctamente al agregarlo al sustrato.

- **Sembrar en cualquier lugar:** Al no necesitar un lugar específico en el suelo, puedes usar esta técnica en cualquier lugar que te imagines, incluso en tu hogar. Algo especialmente útil si vives en una ciudad y se carece de espacio ajardinado o con tierra.

- *Proper nutrition of the plant: The nutrients are distributed evenly and controlled over the entire plant. Moreover, it is easier to measure the nutrients of the plant to know what it lacks. It can also help a seed that is deficient in a nutrient to grow properly by adding it to the substrate.*

- *Seeding everywhere: Since you don't need a specific place on the ground, people can use this technique anywhere, even in your home. This is especially useful if you live in a city and there is no garden space or soil.*

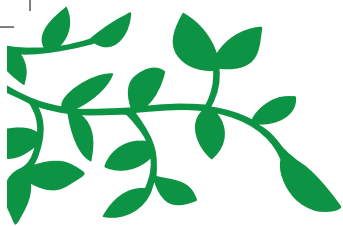
- *No need for herbicides: Herbicides are not usually used in hydroponics, as there is no space available for the growth of other undesirable plant species. This favours savings in this type of products and a healthier plant.*

- *Certified Healthy: Foods that can be planted through hydroponics are healthier than those*



Sistema hidropónico con IBC / Hydroponic system with IBC





- Sin necesidad de herbicidas: En la hidroponía no se suelen usar herbicidas, ya que no hay espacio disponible para el crecimiento de otras especies vegetales no deseadas. Esto favorece el ahorro en este tipo de productos y una planta más sana.
- Completamente saludables: Los alimentos que puedan ser plantados mediante la hidroponía son más saludables que los plantados en tierra. Ya que no cuentan con herbicidas, además se utilizan sustratos esterilizados con vapor, lo que reduce el riesgo de enfermedades virales. De igual modo, al no haber tierra, se reduce el riesgo de una plaga de insectos ya que estos necesitan la tierra para dejar sus larvas.
- Ahorro en abono y fertilizante: Al contar con una correcta distribución en las raíces gracias al sustrato se puede ahorrar en abono y fertilizante.
- Tiempos más cortos de cultivo: En algunos casos el tiempo para que una planta crezca se acorta. Por ejemplo, en la lechuga su periodo de crecimiento en tierra es de 3 meses y medio, mientras que con la hidroponía se reduce a mes y medio.
- Ahorro de agua: El agua con que riegas tus plantas en suelo normal no es utilizada al 100%, una parte de ésta se filtra hasta mantos inferiores donde no se puede utilizar. Sin embargo, gracias a los sustratos de la hidroponía, se puede ahorrar hasta un 60% más de agua.

planted in soil. Since there are no herbicides, steam sterilized substrates are also used, which reduces the risk of viral diseases. Similarly, since there is no soil, the risk of an insect pest is reduced because insects need the soil to leave their larvae.

• Saving in fertilizer and compost: you can save in compost and fertilizer by having a correct distribution in the roots because of the substrate.

• Shorter growing times: In some cases the time for a plant to grow is shortened. For example, lettuce growing period in soil is 3 and a half months, while with hydroponics it is reduced to a month and a half.

• Water saving: The water with which the plants are irrigated in normal soil is not used 100%. A part of it is filtered to lower mantos where it can not be used. However, thanks to hydroponics substrates, you can save up to 60% more water.



Albahacas cultivadas mediante acuaponía / Basil grown by aquaponics system

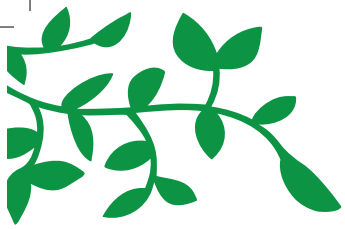
Desventajas

- Falta de información: No muchas personas conocen lo que es un cultivo hidropónico ni cómo funciona. Hay pocos expertos y pueden ser muy difíciles de contactar o muy caros. Por otro lado, muchas personas necesitan aprender de un modo más visual.
- Inversión inicial alta: Comprar todo el equipo inicial necesario para tener tu propio centro de hidroponía es algo caro. Lo bueno viene en los siguientes cultivos, ya que tendrás todo ese equipo y no volverás a gastar en él. Incluso existen muchas herramientas y equipos costosos que no son tan indispensables.
- Responsabilidad alta de la planta: Una planta en tierra puede descuidarse un poco más, ya que tenemos aspectos naturales (como la lluvia) que ayudan a su crecimiento. Sin embargo, en la hidroponía, el agricultor es el responsable de estar vigilando el riego de las plantas. Además, es necesario verificar frecuentemente los nutrientes para que el cultivo esté siempre en un buen estado.
- No está disponible para todas las plantas: Si bien los cultivos en hidroponía son muy variados, no siempre se pueden realizar con todas las semillas. Las plantas que tengan su fruto bajo tierra (papas, zanahorias, nabos, etc.)

Disadvantages

- *Lack of information: Not many people know what a hydroponic crop is or how it works. There are few experts and they can be pretty difficult to contact or being expensive. On the other hand, many people need to learn in a more visual way.*
- *High initial investment: Buying all the initial equipment necessary to have your own hydroponics centre is expensive. The good things come in the following crops, since you will have all that equipment and you will never spend on it again. There are even many expensive tools and equipment that are not so indispensable.*
- *High responsibility: A plant growing on land can be neglected a little more, as we there are natural aspects (e.g. rain) that help its growth. In hydroponics, however, the farmer is responsible for monitoring the irrigation of the plants. In addition, it is necessary to check nutrients frequently so that the crop is always in good condition.*
- *Not available for all plants: Although hydroponic crops are very varied, they cannot always be grown with all seeds. Plants that have their fruit underground (potatoes, carrots, turnips, etc.) cannot be planted by hydroponics. There are also other plants that need a large plot of land to grow (such as trees) and it is sometimes very impractical to cultivate using this technique.*





no podrán plantarse mediante la hidroponía. También existen otras plantas que necesitan un gran terreno para crecer (como los árboles) y que a veces resulta muy poco práctico cultivar mediante esta técnica.

- Acumulación de sales en las soluciones hidropónicas y vertidos residuales con alto contenido de estas sales a los suelos.

- *Accumulation of salts in hydroponic solutions and residual discharges with a high content of these salts into the soil.*



Diferentes tipos vegetales cultivados mediante balsa flotante / Different types of vegetables grown by deepwater culture

COMPONENTE PARA CONTROL DE SÓLIDOS Y BIOFILTRACIÓN

Este es un componente básico, pero no indispensable, pues en instalaciones pequeñas o caseras podría prescindirse de él.

Sin embargo siempre hay que tener en cuenta la necesidad de albergar materiales filtrantes, aunque sea en la propia zona hidropónica y en el tanque o acuario, para permitir la retención de sólidos y elementos de desechos, y al mismo tiempo para albergar las bacterias beneficiosas que los metabolizan, convirtiéndolos en elementos nutritivos para las plantas. Esto mejorará la calidad del agua y facilitará el mantenimiento del sistema.

Retención de sólidos

El filtrado mecánico es la forma de limpieza elemental del agua con un material muy fino que retiene los desechos sólidos.

Suele ser la primera barrera en los filtros, y retiene las partículas sólidas en suspensión evitando que lleguen al filtro biológico y a las raíces de las plantas, donde si se acumulan en exceso, pueden impedir la correcta absorción de los nutrientes y en casos extremos la asfixia radicular y posterior muerte de las mismas.

COMPONENT FOR BIOFILTRATION AND SOLIDS CONTROL

This is a basic component, although not indispensable, because in small or home installations it could be dispensed with.

However, it is always necessary to take into account the need to house filtering materials, even in the hydroponic zone itself and in the tank or aquarium, to allow the retention of solids and waste elements, and at the same time to house the beneficial bacteria that metabolise, turning them into nutritious elements for plants. This will improve water quality and facilitate system maintenance.

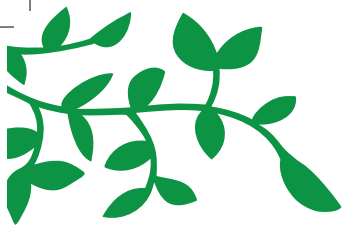
Solids retention

Mechanical filtration is the elemental cleaning of water with a very fine material that retains solid waste.

It is usually the first barrier in the filters, and it retains the solid particles in suspension preventing them from reaching the biological filter and the roots of the plants, where if they accumulate in excess, they can impede the correct absorption of the nutrients and in extreme cases root asphyxiation and later death of the same ones.

The major disadvantage of this type of filtration is that the trapped particles follow their decomposition process, so regular cleaning is





El mayor inconveniente de este tipo de filtración es que las partículas atrapadas siguen su proceso de descomposición, por lo que se recomienda una limpieza regular.

Es recomendable que siempre que se pueda se coloque primero un filtro de poro grueso para retener los restos más grandes. Y después un filtro de poro fino para las partículas sólidas más pequeñas.

Por cada kilo de alimento suministrado a los peces, se producen unos 250grs. de sólidos en suspensión (Carbó, 2009), y no todo es asimilado por el sistema. Los sólidos constituidos por las partículas de menor grosor (sólidos disueltos, coloides y suspendidos) son más fácilmente transformables por las bacterias heterótrofas que realizan la mineralización, mientras que los sólidos más gruesos, por encima de 1 mm (sedimentantes y flotantes), normalmente hay que retirarlos del sistema acuapónico para evitar su acumulación, mediante diferentes dispositivos y materiales porosos de diferentes grosores o densidades de malla, que dejen pasar el agua, y que estén compuestos por elementos inertes y atóxicos.

Estos dispositivos y materiales pueden clasificarse de manera genérica en:

- Materiales: esponjas de diferentes tamaños

recommended.

It is recommended that whenever possible a coarse pore filter should be placed first to retain the largest debris. And then a fine pore filter for the smallest solid particles.

For each kilo of food supplied to the fish, about 250 grams of suspended solids are produced (Carbó, 2009), and not everything is assimilated by the system. The solids made up of the thinner particles (dissolved solids, colloids and suspended solids) are more easily transformed by the heterotrophic bacteria that perform the mineralization, while the thicker solids, above 1 mm (sedimentary and floating), normally have to be removed from the aquaponics system to avoid their accumulation, by means of different devices and porous materials of different thicknesses or mesh densities, which let the water pass, and which are composed of inert and non-toxic elements.

These devices and materials can be classified in two types:

- *Materials: sponges of different pore sizes, porous stones such (e.g. arlita), volcanic gravel, perlite, ceramic grommets, etc.*
- *Devices: radial filters; horizontal filters in raceway channels, either with or without lamellae (sheets) placed diagonally or vertically in the direction of flow; sedimentary or clarifying filters, etc.*

de poros, piedras porosas como arlita, grava volcánica, perlón, canutillos cerámicos, etc.

- Dispositivos como: filtros radiales; filtros horizontales en canales tipo “raceway”, ya sea con o sin lamelas (láminas) colocadas en diagonal o en vertical en el sentido del flujo de la corriente; filtros tipo sedimentadores o clarificadores, etc.

Biofiltración

La biofiltración tiene como objetivo la transformación de compuestos provenientes del metabolismo de los seres vivos del sistema, tóxicos para la vida acuática si incrementan su concentración en el agua, en productos menos tóxicos y asimilables por las plantas.

El nitrato es el menos tóxico de los componentes nitrogenados para los peces (hasta 300 mg/l,

Biofiltration

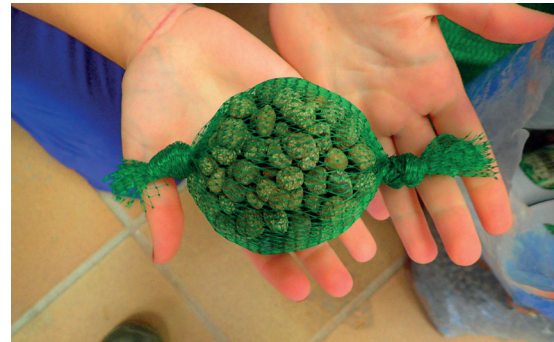
Biofiltration aims to transform compounds from the metabolism of living beings in the system, toxic to aquatic life if they increase their concentration in water, into less toxic products and assimilable by plants.

Nitrate is the least toxic of the nitrogenous components for fish (up to 300 mg/l, DL50, depending on the species) and constitutes the main form of nitrogen assimilated by plants (Bernal Melo, undated).

In addition, there are other biological processes, no less important, carried out by other types of bacteria and microorganisms of a heterotrophic nature, dedicated to transforming and mineralizing other organic compounds present in water, giving rise to simple substances that are also assimilated by plants, such as phosphates, potassium, calcium,

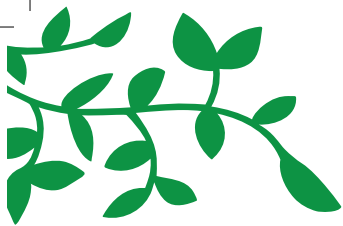


Filtración mecánica con esponjas / Mechanical filtration using sponges



Bolsa con arlita para filtración biológica / Bag with arlita for biological filtration





DL50, según la especie) y constituye la principal forma de nitrógeno asimilada por las plantas (Bernal Melo, s/f).

Además, existen otros procesos biológicos, no menos importantes, realizados por otro tipo de bacterias y microorganismos de naturaleza heterótrofa, dedicados a transformar y mineralizar otros compuestos orgánicos presentes en el agua, dando lugar a sustancias simples que también asimilan las plantas, como fosfatos, potasio, calcio, CO₂, etc. (hasta 16 elementos esenciales que necesitan las plantas para su crecimiento y funciones vitales).

La biofiltración, cuando dispone de un espacio propio, se suele colocar en una zona de bajo nivel, en comparación con la zona de tanques y la hidropónica, a la que se denomina sumidero, colector o “sump”, en inglés. Desde allí, una vez decantada y filtrada, el agua es impulsada mediante una bomba de recirculación a la zona más elevada del circuito, ya sea la hidropónica o el recinto de especies acuáticas. En otras ocasiones la biofiltración, junto a la filtración de sólidos, se coloca entre los soportes para la vida acuática y los hidropónicos para las plantas; o bien integrados dentro de estos dos soportes.

La fuente de nutrientes en los sistemas de acuaponía son los desechos metabólicos generados por las especies acuáticas al

CO₂, etc. (up to 16 essential elements that plants need for their growth and vital functions).

Biofiltration, when it has its own space, is usually placed in a low level zone, in comparison with the tank zone and hydroponics, which is called collector or “sump”. From there, once decanted and filtered, the water is pumped by a recirculation pump to the highest area of the circuit, either the hydroponic or the aquatic species enclosure. In other occasions the biofiltration, together with the filtration of solids, is placed between the supports for the aquatic life and the hydroponics for the plants; or integrated within these two supports.

The source of nutrients in aquaponics systems are metabolic wastes generated by aquatic species when feeding, because only 35-40% of the food consumed is assimilated and transformed into biomass, while the rest (60-65%) is excreted into the water column (J. Chapell, 2008).

These wastes in turn are transformed by the bacteria present in the biological filters. Thus, the amount of nutrients that a system generates will be directly related to the amount of food ingested by the fish, which in turn is a function of their total biomass, or the sum of the individual weights of the fish in the aquaponics installation.

In general, the amount of plants that can sustain an aquaponics system will depend on the amount of

alimentarse, debido a que solo un 35 a 40 % del alimento consumido es asimilado y transformado en biomasa, mientras que el resto (60-65 %) se excreta hacia la columna de agua (J. Chapell, 2008).

Estos desechos a su vez son transformados por las bacterias presentes en los filtros biológicos. Así la cantidad de nutrientes que un sistema genere, estará directamente relacionada con la cantidad de alimento que ingieran los peces, que a su vez es función de su biomasa total, o suma de los pesos individuales de los peces hay en la instalación acuapónica.

En general, la cantidad de plantas que pueda sostener un sistema acuapónico, estará supeditada a la cantidad de alimento que los peces presentes ingieran. Por su parte, cada sistema tendrá una capacidad determinada para filtrar biológicamente los desechos metabólicos y esta capacidad de filtración será la que impondrá la cantidad de alimento que pueda ofrecerse como máximo a los peces.

Tipos de sustratos

- La arlita o arcilla expandida, es un árido cerámico de gran ligereza. Se emplea en construcción como relleno para formar pendientes en cubiertas planas, recrecidos para soleras, y como aislante térmico.

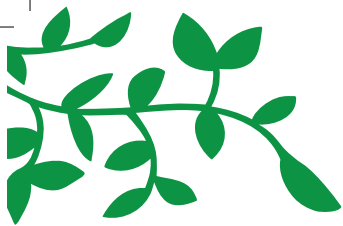


Pienso formulado específicamente para Tilapia / Feed formulated specifically for Tilapia food that the fish present can ingest. On the other hand, each system will have a certain capacity to filter biologically the metabolic waste and this filtration capacity will be the one that will impose the amount of food that can be offered at most to the fish.

Types of substrates

- *Arlita or expanded clay: It is a ceramic arid of great lightness. It is used in construction as a filler to form slopes in flat roofs, screeds, and as a thermal insulator. Arlita is also used as a filter in water purification. In gardening it is used for hydroponic*





Lechuga en sustrato formado por arlita y roca volcánica / Lettuce in substrate formed by arlite and volcanic rock

Se emplea también la arlita como filtro en depuración de aguas. En jardinería se utiliza para sistemas de cultivo hidropónicos a modo de sustrato inerte, sustituyendo a un sustrato de tierra.

La arlita aplicada a la jardinería sólo ha de contener arcilla expandida, eliminando en su proceso de fabricación metales que pudieran afectar al equilibrio de pH y a la conductividad eléctrica de la planta. Este tipo de arlita para jardinería puede fabricarse con algún colorante (normalmente rojo) para darle un aspecto diferente a la usada en construcción, siendo igualmente válida si carece de color.

- La Perlita, es una roca volcánica, este vidrio volcánico o perlita se forma cuando la lava se enfría rápidamente y debido a este rápido enfriamiento el agua se queda atrapada dentro de la roca y la lava se transforma en una estructura vidriosa. La Perlita contiene entre un 2% y un 5%

cultivation systems as an inert substrate, replacing a soil substrate.

Arlite applied to the gardening only has to contain expanded clay, eliminating in its process of manufacture metals that could affect the balance of pH and the electrical conductivity of the plant. This type of arlite for gardening can be manufactured with some dye (usually red) to give it a different look to that used in construction, being equally valid if it lacks color.

- *Perlite: It is a volcanic rock, which is formed when the lava cools rapidly and due to this rapid cooling the water is trapped inside the rock and the lava is transformed into a glassy structure. Perlite contains between 2% and 5% water and is a silicate rock, which implies that it contains a high percentage of silicon. The expansion process also produces one of the most distinctive characteristics of perlite: its white color. While the color of the rock in its natural*

de agua y es una roca de silicato, lo cual implica que contiene un alto porcentaje de silicio.

El proceso de expansión también produce una de las características más distintivas de la perlita: su color blanco. Mientras que el color de la roca en estado natural puede situarse entre un gris claro transparente y un negro brillante, el color de la perlita expandida se sitúa entre un blanco nieve y un blanco grisáceo. Es ligera, fácil de manejar y se mezcla bien con otros ingredientes, como, la turba, la fibra de coco, el humus de lombriz y la vermiculita.

- Grava volcánica: La piedra volcánica es el resultado de la lava enfriada rápidamente tras las erupciones. Gracias a su estructura rugosa permite un drenaje excelente y una aireación óptima, reteniendo el agua durante algún tiempo entre sus poros. Es un material inalterable. Es un sustrato muy poroso. Para cultivo interior y es muy drenante y su mejor característica es que almacena mucha agua y oxigena las raíces. Este producto también es muy utilizado en el cultivo de bonsáis y en acuarios, donde se usa como decoración e incluso como elemento filtrante. Granulometría aprox: 5 - 10 mm.

- Fibra de coco: Es muy utilizada en hidroponía por sus excelentes cualidades físico-químicas, que lo convierten en un sustrato ideal, económico, ecológico, biodegradable, y con una

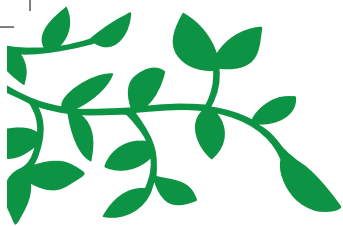
state may lie between a light gray and a shiny black, the color of the expanded perlite lies between a snow white and a greyish white. It is light, easy to handle and blends well with other ingredients such as peat, coconut fibre, vermicast and vermiculite.

- Volcanic Gravel: Volcanic stone is the result of lava cooling rapidly after eruptions. Thanks to its rough structure it allows excellent drainage and optimal aeration, retaining water for some time between its pores. It is an inalterable material and a very porous substrate. For indoor cultivation is very draining and its best feature is that it stores a lot of water and oxygenates the roots. This product is also widely used in bonsai cultivation and in aquariums, where it is used as decoration and even as a filtering element. Granulometry approx: 5 - 10 mm.

- Coconut fibre: It is widely used in hydroponics due to its excellent physical-chemical qualities, which make it an ideal substrate, economical, ecological, biodegradable, and with a high moisture retention. It is only necessary to bear in mind that it does not have the durability of the rest of substrates.

- River gravel: River gravel is also still used for systems that have solid supports that can support its weight, such as the substrate bed or hydroponic supports in trays, where they guarantee stability and better firmness to plants of greater size or weight.





gran retención de humedad. Solamente hay que tener en cuenta que no tiene la durabilidad del resto de sustratos.

- Grava de río: la grava de río también se sigue utilizando para sistemas que dispongan de soportes sólidos que puedan soportar su peso, como el lecho de sustrato o soportes hidropónicos en bandejas, donde garantizan la estabilidad y mejor firmeza a plantas de mayor porte o peso.

Elementos y materiales auxiliares

Otros componentes básicos del sistema acuapónico son aquellos elementos auxiliares necesarios para el correcto funcionamiento del sistema.

Existe una amplia diversidad de elementos disponibles, sin embargo la presencia o ausencia de alguno de ellos dependerá del tipo de sistema que se pretenda instalar y de su tamaño.

Nos referimos a:

- Bombas o motores para la recirculación del agua:

Este elemento permite la circulación del agua en el sistema, evitando que esta se estanque, y permitiendo su oxigenación.

- Aireadores o compresores de aire:

Los aireadores se emplean para incrementar la concentración de oxígeno disuelto en el agua.

Elements and equipment for aquaponics

Other basic components of the aquaponic system are those auxiliary elements necessary for the correct functioning of the system.

There is a wide variety of elements available, however the presence or absence of any of them will depend on the type of system to be installed and its size.

List of elements and equipment:

- *Water pump motors:*

This element allows the circulation of the water in the system, preventing it from stagnating, and allowing its oxygenation.

- *Aerators or air compressors:*

The aerators are used to increase the concentration of dissolved oxygen in the water. Indispensable in systems with a high density of specimens and advisable in the rest.

- *Equipment of previous sterilization of the incoming water in the circuit (germicidal ultraviolet lamps and ozonisers of water):*

These elements allow to sterilize the water eliminating pathogens and microalgae, however they can also eliminate beneficial bacteria.

- *Special illumination, in case of indoor zone or*

Imprescindibles en sistemas con alta densidad de ejemplares y aconsejables en el resto.

- Equipos de esterilización previa del agua entrante en el circuito (lámparas germicidas ultravioletas y ozonificadores de agua):

Estos elementos permiten esterilizar el agua eliminando agentes patógenos y microalgas, sin embargo también pueden eliminar las bacterias beneficiosas.

- Iluminación especial, en caso de zona interior o con iluminación natural deficiente:
- Sistema de canalización del agua y accesorios (llaves, codos, tes, manguitos, reducciones, válvulas anti-retorno, tapones, etc.)
- Elementos empleados para la manipulación y separación/aislamiento de especies acuáticas.
- Material para distribución y reparto, transporte y selección: cubos, cubetas, bandejas, cajas y otros recipientes varios para manipulación de especies acuáticas y plantas.
- Materiales filtrantes: perlón, esponjas, biobolas, cerámica, etc.
- Sistemas isotérmicos, generadores de energía: placas solares, generadores eólicos, etc.
- Material para medir los parámetros del agua, sanitario, tratamientos.

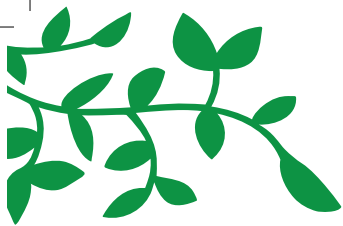


Bomba para la recirculación de agua / Water recycling pump

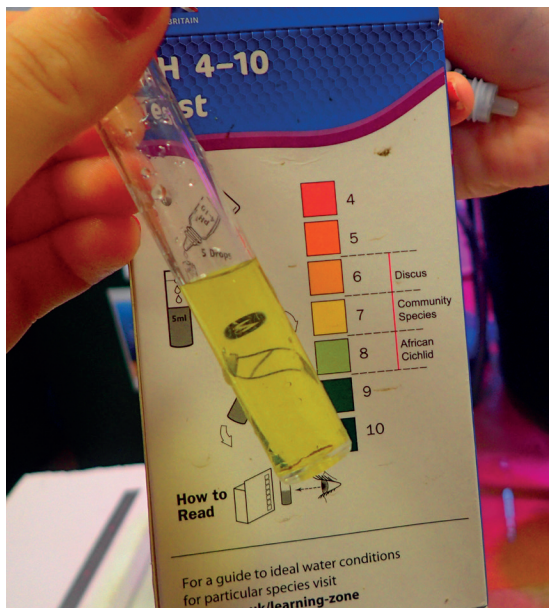
with deficient natural illumination.

- *Water channeling system and accessories (faucets, elbow joints, tees, sleeves, reductions, check valves, plugs, etc.)*
- *Elements used for the handling and separation/ isolation of aquatic species.*
- *Material for distribution and distribution, transport and selection: buckets, basins, trays, boxes and other containers tyoes for handling aquatic species and plants.*
- *Filter materials: perlon, sponges, bioballs, ceramics, etc.*
- *Isothermal systems, energy generators: solar panels, wind generators, etc.*
- *Material to measure the parameters of the water, sanitary, treatments.*

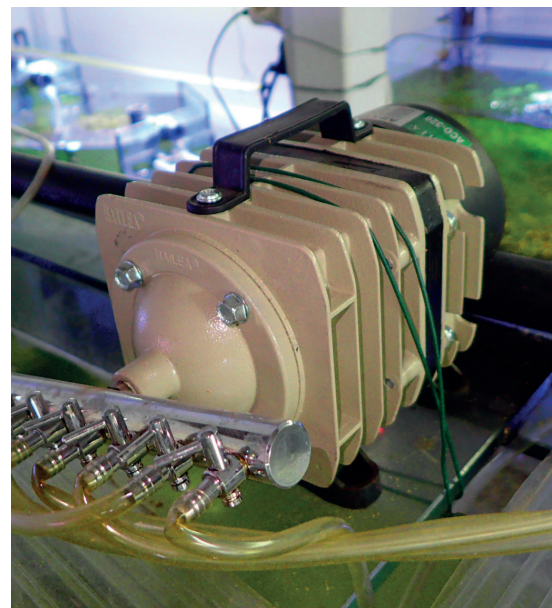




- Material de laboratorio para observación, análisis de muestras, pesado, medición, etc.
- Material de cocina para preparación de alimento, conservación, etc.
- Material de limpieza y aseo, vestuario y enfermería.
- Material de almacenaje para materiales y accesorios.
- Material de oficina para trabajos de secretaría y administración.
- *Laboratory material for observation, analysis of samples, weighing, measurement, etc.*
- *Kitchen material for food preparation, preservation, etc.*
- *Cleaning material, wardrobe and infirmary.*
- *Storage material for materials and accessories.*
- *Office material for secretarial and administrative work.*



Test para la medición de los parámetros del agua / Water parameters test



Compresor de aire para oxigenar el agua / Air compressor to oxygenate the water

TIPOS Y MODELOS DE SISTEMAS ACUAPÓNICOS

TEMA 4

INTRODUCCIÓN.

SISTEMAS ACUAPÓNICOS, SEGÚN LA ESCALA O DIMENSIÓN.

SISTEMAS ACUAPÓNICOS, SEGÚN EL MODELO O DISEÑO HIDROPÓNICO.

SISTEMAS ACUAPÓNICOS, SEGÚN LAS ESPECIES Y SU DISTRIBUCIÓN.

OTROS SISTEMAS ACUAPÓNICOS.

TYPE OF AQUAPONIC SYSTEMS

UNIT 4

INTRODUCTION.

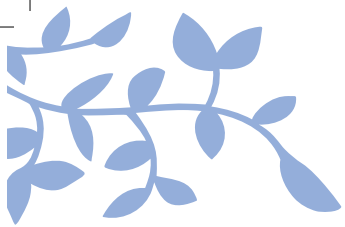
AQUAPONICS SYSTEMS DEPENDING ON SCALE OR DIMENSION.

AQUAPONICS SYSTEMS DEPENDING ON THE MODEL OR HYDROPONIC DESIGN.

AQUAPONICS SYSTEMS, ACCORDING TO SPECIES AND THEIR DISTRIBUTION.

ANOTHER AQUAPONICS SYSTEMS.





INTRODUCCIÓN

Podríamos afirmar que existen tantos tipos o modelos acuapónicos como personas o iniciativas que los desarrollen, pues la variedad y posibilidades de diseños, espacios utilizables, materiales, dimensiones, distribuciones, especies, etc., son incontables.

Lo importante es seguir las bases o fundamentos de la acuaponía, y a partir de ahí, dejar libre nuestro ingenio y creatividad.

Para no complicar demasiado este aspecto de la acuaponía, vamos a limitarnos a describir las principales variedades y tipos que suelen servir de modelos generales.

INTRODUCTION

There are as many types or aquaponics models as there are people or initiatives that develop them, because the variety and possibilities of designs, usable spaces, materials, dimensions, distributions, species, etc., are countless.

The most important is to follow the bases or foundations of aquaponics, and from there, let our ingenuity and creativity free.

In order not to complicate this aspect of aquaponics too much, we will limit ourselves to describing the main varieties and types that usually serve as general models.



Sistema acuapónico en Ecomuseo-Fluviarium, Liérganes / Aquaponic system in Ecomuseo-Fluviarium, Liérganes

SISTEMAS ACUAPÓNICOS SEGÚN LA ESCALA O DIMENSIÓN

Los sistemas acuapónicos podemos diseñarlos y construirlos a cualquier escala o dimensión, atendiendo a la finalidad que queramos darles, y a nuestros recursos disponibles.

En cualquier caso, podríamos diferenciar dos tipos de personas o colectivos, según la dimensión del sistema y su finalidad:

- Los que inician sistemas acuapónicos de manera doméstica o aficionada, con fines ornamentales o de autoconsumo.
- Los que desarrollan una acuaponía a escala comercial o profesional, buscando con ella una productividad económica.

Modelo doméstico

La utilización de un sistema acuapónico de manera casera o doméstica, es una excelente opción cuando se pretende tener un suministro propio de alimento, como pasatiempo, con fines educativos o para experimentación.

En Australia, por ejemplo, los sistemas acuapónicos domésticos de baja escala son muy utilizados (Diver, 2006) y es común encontrar sistemas configurados para funcionar en espacios reducidos de aproximadamente dos metros

AQUAPONICS SYSTEMS DEPENDING ON SCALE OR DIMENSION

Aquaponics systems can be designed and built to any scale or dimension, according to the purpose we want to give them, and our available resources.

In any case, we could differentiate two types of people or collectives, according to the dimension of the system and its purpose:

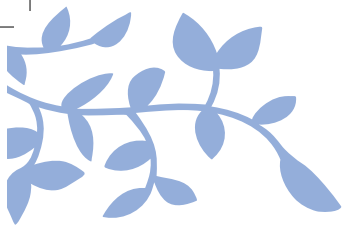
- *Those who initiate aquaponics systems in a domestic or amateur way, for ornamental or self-consumption purposes.*
- *Those who develop aquaponics on a commercial or professional scale, seeking with it economic productivity.*

Domestic model

The use of an aquaponics system at home is an excellent option when you want to have your own food supply, as a hobby, for educational purposes or for research.

In Australia, for example, a small-scale domestic aquaponics systems are widely used (Diver, 2006) and it is common to find systems configured to operate in confined spaces of approximately two square metres. These domestic systems, in general, are designed not to use a lot of labor and requiring





cuadrados. Estos sistemas domésticos en general, son diseñados para no utilizar mucha mano de obra, necesitando poco tiempo para su manejo.

Con fines ornamentales, se puede utilizar un simple acuario para crear un sistema acuapónico, simplemente incorporándole el componente hidropónico.

Modelo comercial

Con la aparición de datos concretos sobre producción en acuaponía, comenzaron a aparecer producciones comerciales.

Existe una gran cantidad de emprendimientos, considerando que se trata de una actividad relativamente novedosa. Dentro de este grupo, se pueden mencionar por ejemplo los siguientes:

- S & S AquaFarm: desarrollan el cultivo de tilapias y diversas hortalizas en sistemas de lechos de leca.
- La Universidad de las Islas Vírgenes en el denominado UVI system, desarrollan el cultivo de tilapias y diversas hortalizas en sistemas de balsas flotantes.
- Murray Hallam desarrolla el cultivo de perca plateada y la especie de pez "Murray cod", combinada con todo tipo de plantas en lechos de grava, con lechugas y otras hortalizas.
- Herbs from wales llevan adelante un cultivo de trucha arco-iris combinado con hortalizas en lechos de leca.

little time for their handling.

For ornamental purposes, a simple aquarium can be used to create an aquaponics system, simply adding the hydroponic component.

Business model

With the appearance of concrete data on aquaponics production, commercial productions began to settle.

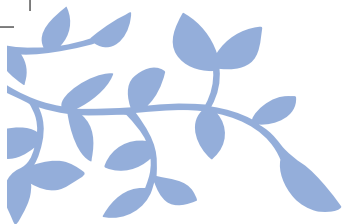
Considering that aquaponics is a relatively new activity, they are appearing a great amount of entrepreneurship. Several examples are the follow:

- *S & S AquaFarm: They develop the farming of tilapia and various vegetables in LECA bed systems*
- *The University of the Virgin Islands in the so-called UVI system, has develop the farming of tilapia and various vegetables in floating raft systems.*
- *Murray Hallam develops the farming the species such as the silver perch (Bidyanus bidyanus) and the Murray cod (Maccullochella peelii), combined with all types of plants in gravel beds, with lettuce and other vegetables.*
- *Herbs from wales grow rainbow trout combined with vegetables in LECA beds.*



Modelo doméstico de NFT / NFT homemade model





SISTEMAS ACUAPÓNICOS, SEGÚN EL MODELO O DISEÑO HIDROPÓNICO

Descripción de un cultivo vegetal hidropónico

Un cultivo hidropónico es un cultivo vegetal en el que no se emplea tierra ni suelo alguno, garantizando un aporte continuo o periódico de agua.

Para lograrlo, se emplean diferentes técnicas para fijación de las plantas, que mantendrán sus raíces en contacto con una solución líquida nutritiva.

Los nutrientes presentes en el agua aportada, son absorbidos por las plantas, a medida que crecen, y el agua sobrante puede ser recuperada, en muchos casos, por un circuito de recirculación.

En el agua deben mantenerse los parámetros físico-químicos estables, que favorezcan el crecimiento de las plantas.

Con esta técnica de cultivo, se consigue lograr mejores rendimientos por unidad de área, acortando tiempo de cultivo y mayor crecimiento, en comparación con los cultivos tradicionales en tierra. En general, se obtienen productos de mejor calidad.

AQUAPONICS SYSTEMS DEPENDING ON THE MODEL OR HYDROPONIC DESIGN

Description of Hydroponics

Hydroponics is a vegetable crop in which no soil is used, guaranteeing a continuous or periodic supply of water.

To achieve this, different techniques are used to fix the plants, which will keep their roots in contact with a nutritive liquid solution.

The nutrients present in the supplied water are absorbed by the plants, as they grow, and the excess water can be recovered, in many cases, by a recirculation circuit.

Stable physical-chemical parameters must be maintained in the water in order to favour plant growth.

With this cultivation technique, it is possible to achieve better yields per unit area, shortening cultivation time and greater growth, in comparison with traditional crops on land. In general terms, better quality products are obtained.

General models of installations in hydroponic crops:

Modelos generales de instalaciones en cultivos hidropónicos

NFT: Técnica de film nutritivo (NFT por su nombre en inglés, "Nutrient Film Technique")

Estos sistemas son muy interesantes, desde el punto de vista espacial. Consisten en hacer correr una película de solución nutritiva muy fina a lo largo de un canal de cultivo, lo que permite agrupar plantas y obtener rendimientos altos por unidad de superficie.

Existen incluso diseños de sistemas NFT verticales donde se aprovechan muros y otros espacios, creando cultivos verticales. Al atravesar todo el canal de cultivo, el agua retorna al reservorio o recinto sumidero, volviendo a circular posteriormente.



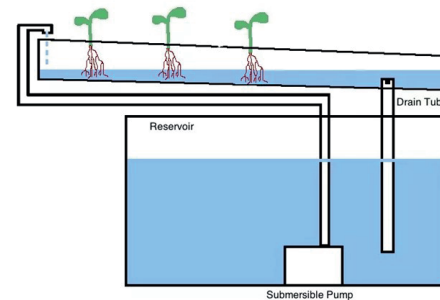
Sistema hidropónico NFT de tubos verticales / Vertical pipe system NFT

NFT: Nutrient Film Technique

These systems are very interesting from a spatial point of view. They consist of running a film of very fine nutritive solution along a cultivation gutter, allowing plants to be grouped together and obtaining high yields per unit area.

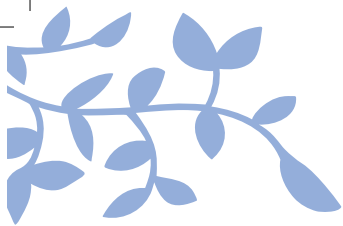
There are even designs of vertical NFT systems where walls and other spaces are taken advantage of, creating vertical cultures. As it passes through the entire cultivation gutter, the water returns to the reservoir or sump enclosure and then circulates again.

Plants are contained in some perforated container, or directly on a perforation made in the same channel or pipe, allowing their roots to reach the



Sistema hidropónico N.F.T. / System NFT





Las plantas son contenidas en algún recipiente perforado, o directamente sobre una perforación realizada en el mismo canal o tubería, permitiendo que sus raíces alcancen la fina película de agua que contiene disueltos los nutrientes. Este sistema es muy utilizado para plantas de pequeño porte (lechugas, hierba buena, perejil, rúcula, albahaca, etc.) que no necesitan gran sostén.

Los sistemas NFT son de los más difundidos y utilizados. Esto se debe por tratarse de instalaciones prácticas, económicas, y a su amplia versatilidad a la hora de diseñarlos en el espacio, ya que pueden ser colocados de tal forma que ocupen muy poco espacio.

A su vez, al ser tan delgada la película de agua que corre por los canales o tuberías, ésta siempre se encontrará bien oxigenada, lo que permite que solo deba oxigenarse el agua del contenedor de los peces.

Por otro lado, se recomienda la colocación de un filtro mecánico antes de que el agua se reparta por los tubos del sistema NFT, para eliminar los sólidos en suspensión, ya que estos pueden obstruir las raíces de las plantas, perdiendo así su capacidad de absorción de nutrientes. Dada la poca superficie de contacto para la fijación de bacterias que ofrecen los sistemas NFT, es imprescindible el empleo de un filtro biológico

thin film of water that contains dissolved nutrients. This system is widely used for small plants (lettuce, peppermint, parsley, rocket, basil, etc.) that do not need great support.

NFT systems are among the most widespread and used. This is due to the fact that they are practical and economical installations, and to their wide versatility when it comes to designing them in space, since they can be placed in such a way that they take up very little space.

At the same time, since the water film that runs through the canals or pipes is so thin, it will always be well oxygenated, which means that only the water in the fish container needs to be oxygenated.

On the other hand, it is recommended to place a mechanical filter before the water is distributed through the tubes of the NFT system, to eliminate suspended solids, since these can obstruct the roots of the plants, thus losing their capacity to absorb nutrients. Given the small contact surface for fixing bacteria offered by NFT systems, it is essential to use a biological filter that performs nitrification, also before entering the hydroponic component in the NFT system.

Due to their low volume of water, NFT systems are generally susceptible to abrupt changes in hydrological variables. In places with great variation of environmental temperature, an NFT

que efectúe la nitrificación, antes también de ingresar al componente hidropónico en el sistema NFT.

Por su bajo volumen de agua, los sistemas NFT son en general susceptibles a los bruscos cambios de las variables hidrológicas. En lugares con gran variación de temperatura ambiental, un sistema NFT no será capaz de mantener la temperatura del agua. También, el pH puede sufrir cambios bruscos en poco tiempo, afectando especialmente a los peces.

Lecho de sustrato (“grow bed” o “media bed”)

Se trata de contenedores como cajones, bateas, artesas, bandejas o semilleros, llenos de un sustrato inerte y poroso, con gran capacidad de retención de humedad, que sirven de sostén a las plantas.

Dichos contenedores no suelen tener más de 30 cm de profundidad, entrando el agua por uno de sus extremos y saliendo por el opuesto, retornando así al reservorio. Son utilizados para todo tipo de plantas, pero en especial, son muy útiles para aquellas plantas que necesitan buen sostén por su peso, como son los tomates, pimientos, etc., o bien, son empleados en condiciones climáticas adversas, por ejemplo con vientos.

Además, proporcionan un excelente medio de

system will not be able to maintain the temperature of the water. Also, the pH can change abruptly in a short time, affecting fish.

Grow bed or Media bed

It consists in containers such as boxes, trays, troughs and seedbeds, filled with an inert and porous substrate, with high moisture retention capacity, which serve as support for the plants.

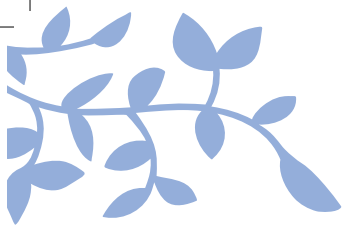
These containers are usually no more than 30 cm deep, with water entering at one end and exiting at the opposite end, thus returning to the reservoir. They are used for all types of plants, but in particular for those that need good support for their weight, such as tomatoes, peppers, etc., or are used in adverse weather conditions (e.g. windy).

In addition, they provide an excellent culture medium for “creepers” species such as melons, onions, beets, carrots, etc. In these systems, different types of substrates are used: Lightweight Expanded Clay Aggregate (LECA), gravel, boulder, sand, wood shavings, peat, arlita, perlite, vermiculite, coconut fibre, volcanic stone, etc.

Grow beds are very useful in small scale aquaponics systems for two main reasons:

A) It is easy to use and requires minimal maintenance, without requiring the application of more technology, making it ideal for domestic installations.





cultivo para especies rastreras o con tubérculos como son los melones, cebollas, remolachas, zanahorias, etc. En estos sistemas, se emplean diferentes tipos de sustratos: “Leca”, cuya denominación corresponde a los términos ingleses de “Light Expanded Clay Aggregate”; grava, canto rodado, arena, viruta de madera, turba, arlita, perlita, vermiculita, fibra de coco, piedra volcánica, etc.

Los lechos de sustrato son muy útiles en sistemas acuapónicos a pequeña escala, debido a dos razones principales:

A) Son de muy fácil uso y mínimo mantenimiento, sin requerir de la aplicación de mayor tecnología, lo que lo hace ideal para instalaciones domésticas.

B) No tolera altas cargas de peces, haciéndolo poco viable para una escala comercial.

Sin duda, una de las mayores ventajas al utilizar lechos de sustrato, es que se elimina la necesidad de emplear filtros, tanto mecánicos como biológicos; ya que ambas tareas las realiza el propio sustrato. Este retiene los sólidos en suspensión, impidiendo que permanezcan en el flujo de agua, y además, el paso del agua a través del sustrato le permite funcionar como filtro biológico: todo el sustrato queda disponible para la fijación de las bacterias. Como tercera ventaja, los sustratos sirven de soportes para



Lecho de sustrato / Grow bed

B) It does not tolerate large quantities of fish, making it unfeasible for a commercial scale.

Undoubtedly, one of the greatest advantages of using grow beds is that it eliminates the need for filters, both mechanical and biological, since both tasks are performed by the substrate itself. This retains suspended solids, preventing them from remaining in the water flow, and in addition, the passage of water through the substrate allows it to function as a biological filter: the entire substrate is available for the fixation of bacteria. As a third advantage, substrates serve as supports for plants, and fourth, they also act as “sponges” or reservoirs

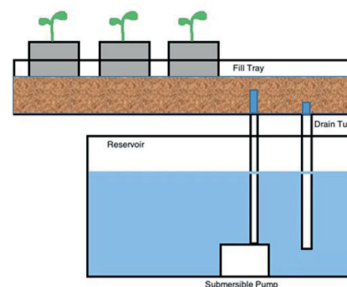
las plantas, y cuarta, también actúan como “esponjas” o reservorios de nutrientes o de sustancias como los carbonatos, que permiten estabilizar con más facilidad el pH del agua de los sistemas acuapónicos.

Existen dos maneras de manejar el flujo de agua en un lecho de sustrato, la primera de manera continua, donde permanentemente el agua ingresa por un extremo del sistema y regresa por el otro, o directamente aplicando un goteo constante en la zona de las plantas. El segundo y más recomendado, es un sistema por pulso de inundación, donde el lecho es inundado y vaciado de manera constante.

Los sistemas de flujo constante son fáciles de instalar por su sencillez, pero son ineficientes a la hora de mantener el lecho de grava oxigenado, ya que el mismo estará permanentemente sumergido.

Por su parte, los sistemas de flujo constante que aplican un goteo continuo en la zona de plantas tienden a taparse, dado que el agua que ingresa al componente hidropónico llega con muchos sólidos en suspensión que obstruye las finas salidas de agua.

Los sistemas por pulsos de inundación requieren de un mayor cuidado a la hora de instalarlos, pero una vez que están en funcionamiento son muy confiables. Estos pulsos de inundación



Lecho de sustrato / Grow bed

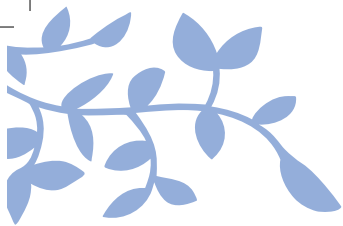
of nutrients or substances such as carbonates, which make it easier to stabilize the pH of water in aquaponics systems.

There are two ways to manage the flow of water in a grow bed. The first is continuously, where water permanently enters one end of the system and returns to the other, or directly by applying a constant drip in the area of the plants. The second and most recommended is a flood pulse system, where the bed is constantly flooded and emptied.

Constant flow systems are easy to install because of their simplicity, but they are inefficient in maintaining the oxygenated gravel bed, since it will be permanently submerged.

On the other hand, constant flow systems that apply a continuous drip in the plant zone tend to become clogged, since the water that enters the hydroponic component arrives with many suspended solids that obstruct the fine water exits.



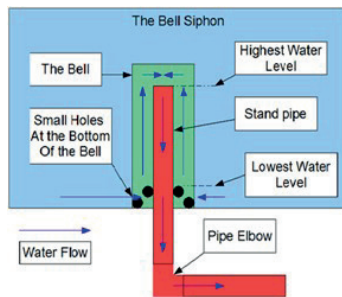


pueden realizarse de dos formas, la primera por sifones automáticos y la segunda, por controles a través de relojes.

El sifón automático por excelencia aplicado en acuaponia, es el conocido como “sifón de campana” o “bell syphon” (Fox et al. 2010). Éste se basa en un sistema de doble caño, en el cual una vez que el agua alcanza cierto nivel, se generará el efecto sifón, que será cortado por un ingreso de aire en la tubería colocada en el nivel mínimo de agua que el usuario desee para su sistema.

Flood pulse systems require greater care when installing them, but once they are in operation, they are very reliable. These flood pulses can be carried out in two ways. The first by automatic siphons and the second by clock controls.

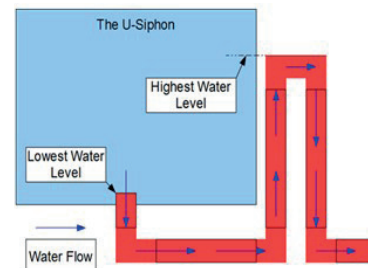
The most common automatic siphon applied in aquaponics is the bell syphon (Fox et al. 2010). It is based on a double pipe system, in which once the water reaches a certain level, the siphon effect will be generated, which will be cut by an air inlet into the pipe placed at the minimum water level that the user desires for his system.



Sifón de campana / Bell syphon



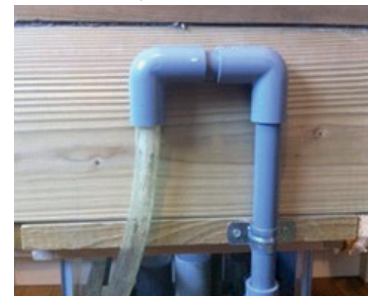
Sifón externo con manguera



Sifón externo en U



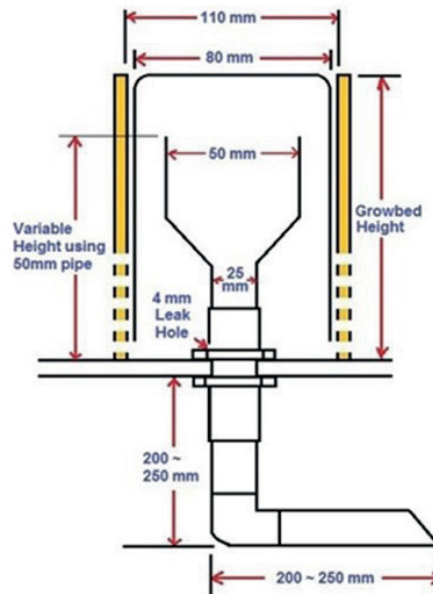
Sifón interno en U



ESQUEMA DE UN SIFÓN

SIPHON SCHEME

Affnan's Siphon
Standard Design



Note :

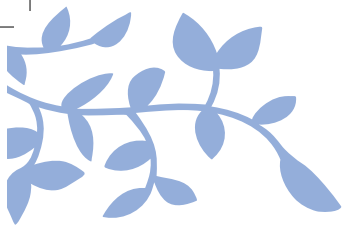
All dimensions are for PVC pipes
available in Malaysian market

Tested to pump capacity of
1100 L/hr ~ 1800 L/hr

Mini version all dimension are
reduced by 1/2

<http://affnan-aquaponics.blogspot.com>





La utilización de relojes es ligeramente más sencilla, dado que sólo basta con configurar un reloj que active una bomba de agua desde el tanque de peces hacia el lecho de sustrato, con determinada frecuencia.

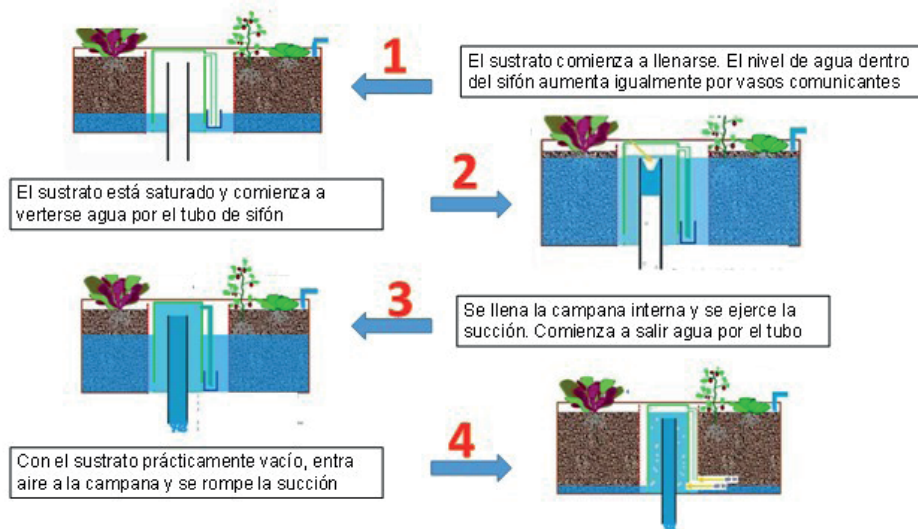
Estos sistemas, al mantener un período inundado y un período vacío, obligan a que todo el lecho del sustrato tenga un contacto directo con el aire, generando así una oxigenación óptima del sistema; beneficiando tanto a las raíces de las plantas como a las bacterias alojadas en el sustrato.

Los pulsos de inundación del lecho de sustrato se producen en varias fases:

The use of clocks is slightly simpler, since it is enough to configure a clock that activates a water pump from the fish tank to the grow bed with a certain frequency.

These systems, by maintaining a flooded and an empty period, they force the entire grow bed to have direct contact with the air, thus generating optimum oxygenation of the system; benefiting both the plant roots and the bacteria housed in the substrate.

The flood pulses of the substrate bed occur in several phases:

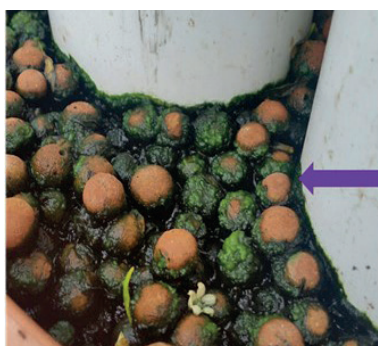


La gran desventaja de este sistema, es que cuanto mayor sea la carga de peces, mayor posibilidad tendrá el lecho de sustrato de taparse, creándose zonas anaeróbicas que causarán mala calidad de agua y a su vez perjudicarán a las raíces. Es por ello que estos sistemas, más que cualquier otro, tienden a soportar baja carga o densidad de peces comparada con la carga de plantas.

Un sustrato bien manejado no debe tener algas. Si el sustrato está encharcado y aparecen algas, es probable que la columna de agua que mantiene el nivel del sifón esté demasiado alto, o simplemente que no hay suficiente sustrato en lecho de sustrato. Un sustrato en malas condiciones reduce la aireación, provoca taponamientos y disminuye la disponibilidad de nutrientes a las plantas. Si esto le ocurre, se debe retirar completamente ese sustrato y lavarlo; en casos muy graves es mejor empezar

The great disadvantage of this system is that the greater large quantities of fish are, the greater the possibility of the substrate bed to cover itself, creating anaerobic zones that will cause bad water quality and at the same time harm the roots. This is why these systems, more than any other, tend to support low load or density of fish compared to the load of plants.

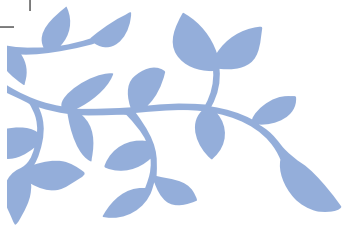
A well-managed substrate should not have algae. If the substrate is waterlogged and algae appear, it is likely that the water column that maintains the level of the siphon is too high, or simply that there is not enough substrate in the substrate bed. A substrate in poor conditions reduces aeration, causes plugging and decreases the availability of nutrients to plants. If this happens to you, you should completely remove that substrate and wash it; in very serious cases it is better to start all over again and disinfect the substrate with bleach,



Elevado nivel de agua en la cama genera algas en la superficie

Sustrato seco en la superficie no genera algas





todo de nuevo y desinfectar con lejía el sustrato, obviamente esto supone eliminar todas las bacterias. En este caso se debe enjuagar muy bien el sustrato antes de colocarlo nuevamente.

Balsas flotantes o Raíz flotante (“deep water cultura (DWC)” o “raft system”)

Los sistemas de balsas flotantes se caracterizan por no necesitar reservorio de agua aparte de la zona de cultivo, constituyendo por sí misma el reservorio.

Se utilizan contenedores similares a los de lecho de sustrato, pero en este caso se encuentran enteramente llenos de solución nutritiva. Flotando sobre esta, se coloca una plancha de tergopol, poliestireno expandido (“corcho blanco”) o similar, de espesor adecuado (4-5 cm), en la que se efectúan perforaciones donde se colocan las plantas, sostenidas por vasos



Sistema hidropónico de balsa flotante / Hydroponic raft system

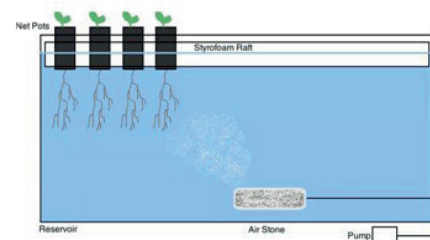
obviously this means eliminating all the bacteria. In this case you should rinse the substrate thoroughly before putting it back.

Deep water culture or Raft system

The Deep water culture or Raft systems are characterised by the fact that they do not require a water reservoir apart from the growing area, and constitute the reservoir themselves.

Containers similar to the grow beds are used, but in this case they are entirely filled with nutritive solution. Floating on this, a plate of tergopol, expanded polystyrene (“white foam”) or similar is placed, of adequate thickness (4-5 cm), in which perforations are made where the plants are placed, supported by grooved plastic cups.

In this way, the roots are immersed in the nutritive



Sistema hidropónico de balsa flotante / Hydroponic raft system

plásticos ranurados.

De esta forma, las raíces quedan inmersas en la solución nutritiva. La solución debe ser aireada mediante burbujeo de manera continua, asegurando así, su óptima oxigenación.

El sistema de balsas flotantes, es el que mejor se adapta para una producción a escala comercial. Ello se debe a la operatividad del manejo del componente hidropónico, permitiendo que tanto las cosechas como las siembras se realicen de manera ágil y ordenada.

A su vez, debido al funcionamiento del mismo, permite utilizar una alta carga de peces, lo que genera mejores rendimientos para el componente acuícola. El sistema de balsas flotantes genera una gran cantidad de superficie de contacto para la fijación de bacterias, de tal forma que no se requiere la utilización de filtros biológicos.

La gran masa de agua en el sistema, permite una gran inercia térmica, evitando así grandes fluctuaciones de temperatura, haciéndolo óptimo para zonas con grandes variaciones climáticas. Se considera indispensable, la aplicación de un filtro mecánico que retenga los sólidos en suspensión, evitando que estos entren al componente hidropónico, y que las raíces se tapen o pierdan capacidad para la absorción de nutrientes.

solution. The solution must be aerated by means of continuous bubbling, thus ensuring its optimum oxygenation.

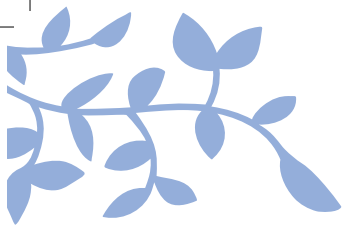
The system of floating rafts is the best suited for production on a commercial scale. This is due to the operability of the handling of the hydroponic component, allowing both harvests and sowings to be carried out in an agile and orderly manner.

At the same time, due to the operation of the same one, it allows to use a large amount of fish, which generates better yields for the aquaculture component. The raft system generates a large amount of contact surface for the fixation of bacteria, in such a way that the use of biological filters is not required.

The large mass of water in the system, allows a large thermal inertia, thus avoiding large temperature fluctuations, making it optimal for areas with large climatic fluctuations. It is considered indispensable to apply a mechanical filter that retains suspended solids, preventing them from entering the hydroponic component, and that the roots become clogged or lose capacity for the absorption of nutrients.

Another requirement of the system is the application of additional air. Oxygen must always be maintained above 3 mg/L (being the optimum above 5 mg/L). In this case, air compressors should





Otro requerimiento del sistema es la aplicación de aire adicional. Debe mantenerse siempre el oxígeno por encima de los 3 mg/L, siendo el óptimo, por encima de 5 mg/L. En este caso, se deben emplear compresores de aire, que a través de piedras difusoras colocadas en todo el sistema, aporten la cantidad de oxígeno necesaria en el agua. En el sistema UVI, por ejemplo, se emplean difusores de aire de 400-600 litros/hora, cada 1,20 metros de longitud de los canales (30 metros de largo x 1 metro de ancho y 40 cm de altura) donde se mantienen las plantas en este sistema (Rakocy et al 2006).

be used, which through diffuser stones placed throughout the system, provide the necessary amount of oxygen in the water. In the UVI system, air diffusers of 400-600 liters/hour are used, every 1.20 meters in length of the channels (30 meters long x 1-meter-wide and 40 cm high) where the plants are kept in this system (Rakocy et al 2006).



Sistema balsas flotantes tipo UVI / UVI system (UVI = University Virgin Islands), by Rackocy

SISTEMAS DE CULTIVOS VEGETALES

Los cultivos acuapónicos comerciales, independientemente de su configuración y diseño, siempre suelen producir mayores producciones de plantas, y por tanto, mayor rentabilidad por la parte hidropónica.

Por este motivo, que debe tenerse especial cuidado en el cultivo de éstas, y manejar siempre el sistema beneficiando a las plantas, ante el resto de los componentes.

Será importante plantear una estrategia de cultivo ordenada en todo momento, lo que permitirá programar la siembra y cosecha, con una previsión de la producción esperada.

Podemos diferenciar varios tipos de cultivos, según este aspecto:

Cultivo por lote

El manejo por lote se basa en la siembra total de la superficie para plantas de una vez, esperando una única cosecha para la comercialización, y luego volver a sembrar.

Es un buen sistema para cultivos de larga duración, como el de tomates o pimientos (3 meses). Este sistema tiene como ventaja su fácil manejo, dado que una vez sembrado, solo habrá que esperar a que alcancen su peso comercial,

PLANT CULTIVATION SYSTEMS

Commercial aquaponics culture, regardless of their configuration and design, always tend to produce higher plant yields, and therefore higher profitability for the hydroponic part.

For this reason, special care must be taken in the cultivation of these, and always manage the system benefiting the plants, before the rest of the components.

It will be important to propose an orderly cultivation strategy at all times, which will allow the sowing and harvest to be programmed, with a forecast of the expected production.

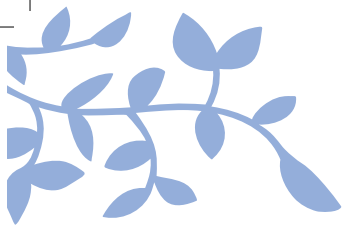
Cultivation by lot

It is based on sowing the entire plant area at once, expecting a single harvest for marketing, and then replanting.

It is a good system for long-term crops such as tomatoes or peppers (3 months). This system has the advantage of easy handling, since once sown, only we have to wait until they reach their commercial weight, with no other point than pest control. However, it has disadvantages.

Plant nutrient consumption will not be even, since plants will consume much less in the early





sin otro punto que el control de las plagas. Sin embargo, presenta más de una desventaja.

El consumo de nutrientes por parte de las plantas no será parejo, puesto que éstas consumirán mucha menor cantidad en las primeras etapas del cultivo que al final del mismo.

Los cultivos por lote, tienden a generar una caída brusca de los nutrientes, haciéndose evidente al tercer ciclo de producción (Rakocy, 2004). En lo referente a su economía, no generan un flujo constante de dinero, por lo que debe manejarse con cautela el sistema, para alcanzar la temporada de cosecha.

Cultivo escalonado

El manejo escalonado se basa en dividir la superficie de cultivo en varios sectores, teniendo en cada uno, una fase de cultivo diferente. Un ejemplo sencillo consistiría en tener una planta cuyo crecimiento se prolongue por 4 semanas, separando el cultivo en 4, y teniendo 4 fases diferentes de producción: cada semana se cosecha un cuarto del cultivo, e inmediatamente se volviera a sembrar esa parte.

Este método es ideal para cultivos de corta duración, como lechugas u otras plantas de hoja (Rakocy, 2004). Este es el manejo que mejor se adapta a una extracción de nutrientes equilibrada y continua.

stages of the crop than at the end of the crop. Also, this system tends to generate a sudden drop in nutrients, becoming evident in the third production cycle (Rakocy, 2004). Regarding their economy, it does not generate a constant flow of money, so the system must be managed with caution to reach the harvest season.

Staggered cultivation

Staggered management is based on dividing the crop area into several sectors, each having a different cultivation phase. A simple example would be to have a plant whose growth is prolonged for 4 weeks, separating the crop into 4, and having 4 different phases of production: each week is harvested a quarter of the crop, and immediately replant that part.

This method is ideal for short-term crops such as lettuce or other leafy plants (Rakocy, 2004). This is the management that best adapts to a balanced and continuous nutrient extraction.

The crop always has plants, and at the same time it has a very similar plant size. Economically, the cash flow is more even and less spaced than growing by lot, which makes financial organization easier.

The main disadvantage is that it requires more labor, having to be permanently harvesting and sowing in the system. At the same time, the sowing must also be carried out in permanent form of the

El cultivo nunca deja de tener plantas, y a su vez siempre se cuenta con un tamaño de plantas muy similar. Económicamente, el flujo de dinero es más parejo y menos espaciado que cultivando por lote, con lo cual es más fácil la organización financiera.

La desventaja principal que presenta es que requiere mayor mano de obra; teniendo que estar permanentemente cosechando y sembrando en el sistema. A su vez, también debe efectuarse la siembra en forma permanente de las semillas, obteniendo los plántones en el caso de una producción propia, o bien, mantener un proveedor responsable que cumpla con la demanda necesaria.

Intercultivos

Los intercultivos consisten en cultivar diferentes especies, unas de ciclo largo y otras de ciclo corto. Por ejemplo, si se cultivan tomates con lechugas, se podrá obtener una cosecha de lechuga antes de que el follaje de las plantas de tomate produzca mucha sombra.

Este sistema requiere de una buena puesta a punto por parte del productor, y no siempre generará una constancia en las cosechas.

seeds, obtaining the seedlings in the case of an own production, or, to maintain a responsible supplier that fulfils the necessary demand.

Intercropping

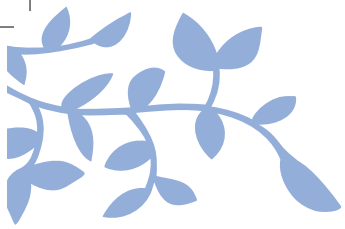
It consists of cultivating different species, some with a long cycle and others with a short cycle. For example, if tomatoes are grown with lettuce, a lettuce harvest can be obtained before the foliage of the tomato plants produces much shade.

This system requires good fine-tuning by the grower, and will not always generate consistent harvests.



Cultivo de lechuga por lote / Lettuce cultivation by lot





OTROS ACUAPÓNICOS

Todo sistema acuapónico se puede clasificar en 2 tipos fundamentales:

- **Balanceado:** Es aquel sistema en el cual se mantiene constante la circulación de agua entre el componente acuícola y el hidropónico, permitiendo un flujo continuo de nutrientes a las plantas.
- **Desacoplado:** Es el sistema en el que se mantiene una circulación de agua independiente en el componente acuícola y en el hidropónico, pero de forma periódica se comunican ambos sistemas permitiendo que el agua, rica en nutrientes de las especies acuáticas, lleguen al sistema hidropónico y las plantas puedan asimilar estos.

Con este sistema se puede mantener ambos sistemas a diferentes pH, lo cual es importante como se verá más adelante, ya que la disponibilidad de los nutrientes en el agua para las plantas varía en función de este.

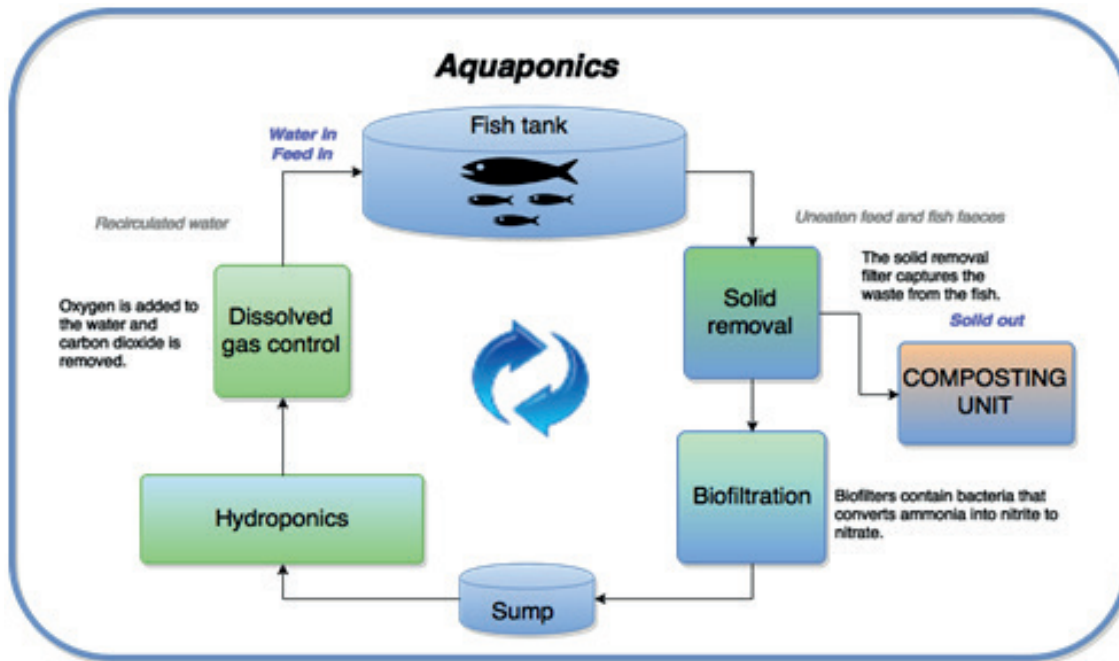
SISTEMAS

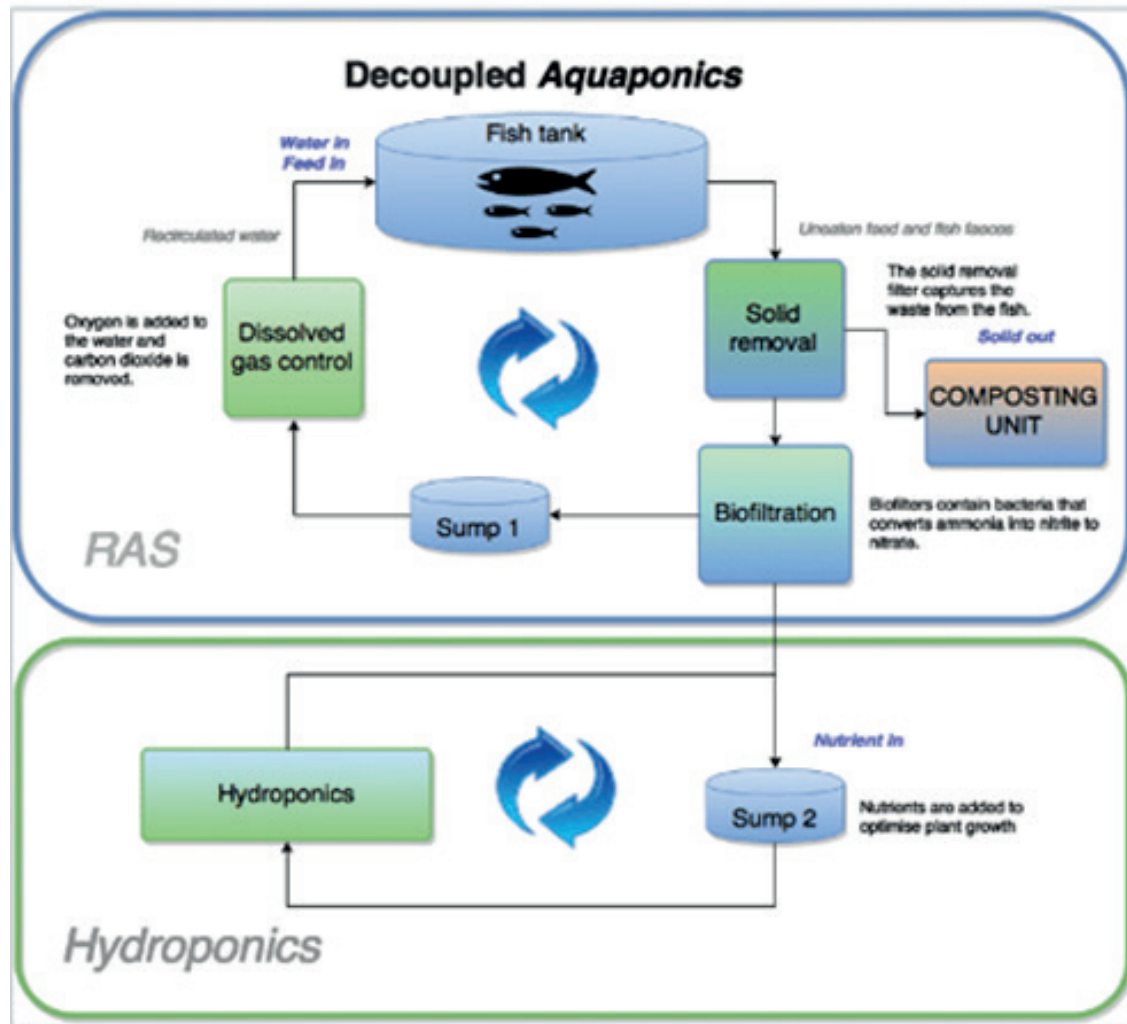
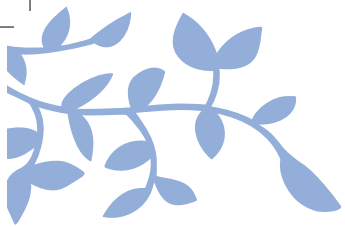
ANOTHER SYSTEMS

All aquaponic system can be classified into 2 fundamental types:

- *Balanced: It is that system in which the circulation of water between the aquaculture component and the hydroponic one is maintained, allowing a continuous flow of nutrients to the plants.*
- *Decoupled: It is the system in which an independent water circulation is maintained in the aquaculture and hydroponic component, but both systems are communicated periodically, allowing water, rich in nutrients from aquatic species, to reach the hydroponic system and the plants can assimilate these. With this system, both systems can be maintained at different pH levels, which is important as will be seen later, since the availability of nutrients in the water for the plants varies depending on this.*

AQUAPONICS





MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE UN SISTEMA ACUAPONICO

TEMA 5

INTRODUCCIÓN.

COMPONENTE ACUÍCOLA.

COMPONENTE DE CONTROL DE SÓLIDOS Y BIOFILTRACIÓN.

COMPONENTE HIDROPÓNICO.

DISEÑOS DE SISTEMAS.

ASSEMBLY AND STARTUP OF AN AQUAPONICS SYSTEM

UNIT 5

INTRODUCTION.

AQUACULTURE COMPONENT.

SOLIDS MANAGEMENT AND BIOFILTER.

HYDROPONIC COMPONENT.

SYSTEMS DESIGN.





INTRODUCCIÓN

Antes de comenzar el montaje de un sistema acuapónico debemos de saber qué utilidad vamos a darle al sistema y las especies que queremos mantener en él, de esto modo veremos qué tipo de sistema se adapta mejor a nuestras necesidades y podremos realizar un esquema que nos sirva de referencia.

Por ello previamente debemos definir las especies que vamos a mantener en el sistema, ya que no precisaremos de los mismos recipientes para especies acuáticas si queremos mantener peces o crustáceos por ejemplo. También deberá tenerse en cuenta si queremos “engordar” las especies que mantenemos en él, o si también necesitaremos una zona donde reproducir las especies nosotros mismos y cerrar, de esta manera, el ciclo de producción.

Del mismo modo, deberemos hacer una relación de plantas que vamos a producir, debido a que algunas especies se desarrollan mejor en unos modelos acuapónicos que en otros, siendo también algún modelo más idóneo que otro para plantas en base al porte de estas.

Posteriormente se definirán las dimensiones del sistema acuapónico que vamos a necesitar para la producción que pretendemos obtener de ella, donde se pueden presentar 3 posibilidades:

INTRODUCTION

Before beginning the assembly of an aquaponics system, it is important to know what use we are going to give to the system and the species we want to keep in it. Later, we will see what type of system best suits our needs, so we can make a scheme that serves as a reference.

For this reason, we must first define the species that we are going to keep in the system, since we will not need the same containers for all the aquatic species (e.g. fish or crustaceans). It should also be taken into account if we want to “fatten” the species we keep in it, or if we also need an area where we can reproduce the species ourselves, closing the production cycle.

In the same way, we must make a list of plants that we are going to produce, due to the fact that some species develop better in some aquaponics models than in others, being also some model more suitable than others for plants based on their size.

Subsequently, the dimensions of the aquaponics system that we are going to need for the production that we intend to obtain from it will be defined in 3 different possibilities:

-Primary production focused on aquatic species:

In these facilities it is intended to obtain mainly a production of aquatic species (Kg). Therefore, the

- Producción primaria de especies acuáticas:

En estas instalaciones se pretende obtener principalmente una producción (Kg) de especies acuáticas, por lo tanto, el cálculo de las dimensiones del sistema se hará en base a este aspecto, siendo las plantas una producción secundaria o incluso siendo un componente ornamental o de ayuda a la filtración del agua.

- Producción primaria de plantas:

En este caso la producción principal del sistema son las especies vegetales, siendo los peces una producción secundaria o como en el caso anterior, teniendo un papel ornamental que ayude al abonado de las plantas.

En este caso, habría que calcular la cantidad de peces (grs. de alimento) que necesitaremos mantener para los m² de plantas que queremos producir.

- Producción simultáneas de especies acuáticas y plantas:

En este sistema la producción principal es de ambos productos, especies acuáticas y vegetales.

Este caso es similar a la producción primaria de plantas, ya que el factor limitante para la producción de plantas es el alimento empleado para las especies acuáticas, se deben calcular

calculation of the dimensions of the system will be done based on this aspect, being the plants a secondary production or even being an ornamental component or of aid to the filtration of the water.

-Primary production focused in plants:

The main production of the system are the vegetable species, being the fish a secondary production or as in the previous case, having an ornamental role that helps the fertilization of the plants. In this case, it would be necessary to calculate the quantity of fish (grs. of food) that we will need to maintain for the m² of plants that we want to produce.

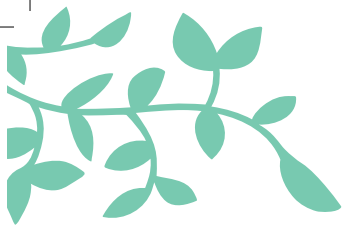
-Simultaneous production of aquatic species and plants:

In this system the main production is both aquatic and plant species. Similar to the primary production of plants, the limiting factor for the production of plants is the feed used for the aquatic species, the m² of necessary plants that are pretended to produce must be calculated to be able to define the Kg. of aquatic species that we will need to maintain those plants.

Tras realizar estos pasos previos, ayudará realizar un plano o dibujo de las instalaciones que queremos montar.

Subsequently, it will make a plan or drawing of the facilities that we want to assemble.





los m² de plantas necesarios que se pretenden producir para poder definir los Kg. de especies acuáticas que precisaremos para mantener esas plantas, como mínimo.

Tras realizar estos pasos previos, ayudará realizar un plano o dibujo de las instalaciones que queremos montar.

Como hemos visto en el tema 3, los principales componentes del sistema son:

- El componente para la vida acuática.
- El componente hidropónico.
- El filtro o sumidero (sump).

Una distribución y montaje adecuados de estos componentes es fundamental para el buen funcionamiento y fácil mantenimiento del sistema. Por ello es importante la realización de un plano que nos permita obtener una visualización previa del sistema que facilite distribuir los diferentes componentes y que una vez hecho, nos ayudará a preparar los materiales que precisaremos para llevarlo a cabo.

As we have seen in theme 3, the main components of the system are:

- Aquaculture Component.*
- Hydroponic component.*
- Solids management and biofilter.*

Adequate distribution and assembly of these components is essential for the smooth operation and easy maintenance of the system. For this reason, it is important to draw a plan that allows us to obtain a previous visualization of the system that facilitates the distribution of the different components and that once made, will help us to prepare the materials that we will need to carry it out.



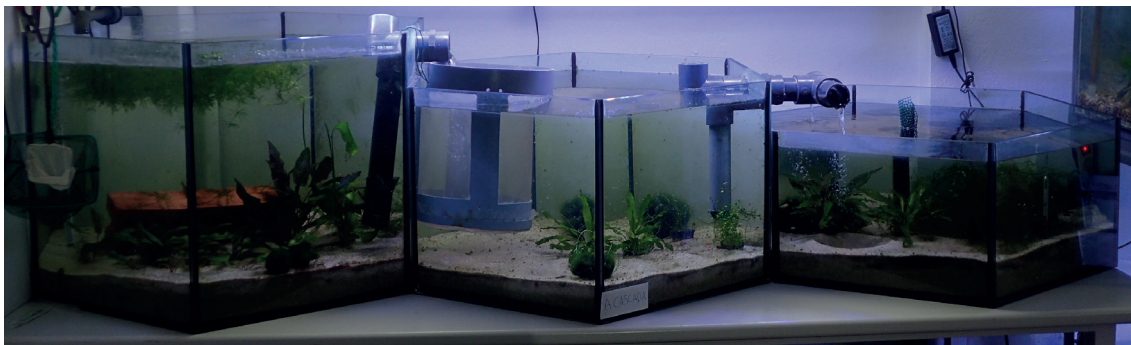
Montaje del componente acuícola / Aquaculture component assembly

COMPONENTE ACUÍCOLA

Está compuesto por un recipiente estanco, que puede estar elaborado en diferentes materiales, la elección de uno u otro para nuestro sistema dependerá de los recursos de los que se dispongan. Un recipiente realizado en hormigón será más económico que uno hecho en metacrilato por ejemplo, sin embargo se debe tener en cuenta que el de hormigón, una vez construido no podrá desplazarse del lugar ubicado, por otro lado, el

AQUACULTURE COMPONENT

It consists of a watertight container, which can be made of different materials, depending on the resources available to us. For example, a container made of concrete will be cheaper than one made of methacrylate. However, a concrete tank, once built cannot move from the place located, on the other hand, the methacrylate allows light to pass, being able to generate a greater proliferation of algae if there is no filter U.V., increasing maintenance work



Recipiente de metacrilato / Methacrylate container

metacrilato permite que pase la luz, pudiendo generar una mayor proliferación de algas si no se dispone de filtro U.V., incrementando las labores de mantenimiento al tener que eliminar estas algas.

En un recipiente básico para el mantenimiento de las especies acuáticas se pueden distinguir varias partes fundamentales para la correcta circulación del agua, estas son:

to eliminate these algae.

A basic container for the maintenance of the aquatic species several fundamental parts for the correct circulation of the water can be distinguished:

- Drainage: facilitates the emptying of the container.*
- Water return pipe: these channel the filtered water back into the system.*





- Desagüe: facilita el vaciado del recipiente.
- Canales de retorno del agua: conducen el agua, ya filtrada, nuevamente al sistema.
- Rebosadero: permite la recirculación de agua evitando que estase desborde fuera del recipiente.

Para el montaje de dichas canalizaciones se pueden encontrar diferentes opciones en el mercado, las más utilizadas actualmente son el P.V.C. y el Polietileno, siendo ésta última la menos contaminante para las especies acuólicas.

Desagüe

Permite vaciar el recipiente de forma sencilla para realizar renovaciones de agua, mantenimiento o reparaciones, cambios de ubicación, o para facilitar la captura de las especies acuáticas.

Se debe localizar en la pared del recipiente, lo más abajo que sea posible. En muchos casos se pueden diseñar y fabricar con ellos, pero de no presentarlos se pueden realizar utilizando una taladradora con una corona adecuada al material del que esté hecho el recipiente, y colocándoles un pasa-muros con juntas de goma que impidan fugas de agua.

Al desagüe se le debe colocar una llave de paso que permita realizar el vaciado de éste cuando se necesite.

- *Overflow box: allows the recirculation of water preventing it from overflowing out of the container.*

For the assembly of these pipes you can find different options on the market, the most commonly used are P.V.C and polyethylene, being the latter the least polluting for aquaculture species.

Drainage

Allows the container to be emptied easily for water renewal, maintenance or repairs, change of location, or to facilitate the capture of aquatic species.

It should be located on the wall of the container, as low as possible. In many cases they can be designed and manufactured with them, but if they are not presented they can be made using a drill with a crown appropriate to the material of which the container is made, and placing a wall passer with rubber gaskets to prevent water leaks.

The drain must be fitted with a stopcock that allows it to be emptied when needed.

Water return pipe

Pipes from the water pump which again introduce the filtered water into the aquatic species container and the hydroponic system.

They allow the oxygenation and circulation of water inside the container. The way in which the

Canales de retorno del agua

Tuberías provenientes de la bomba de agua que introducen nuevamente el agua, ya filtrada, en el recipiente de especies acuáticas y en el sistema hidropónico.

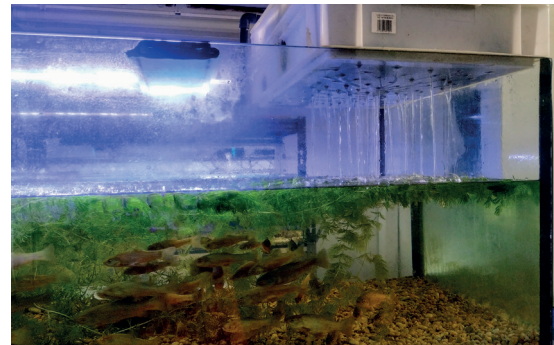
Permiten la oxigenación y circulación de agua dentro del recipiente.

La forma en la que el agua retorna y cae al recipiente puede variar en función del tipo de recipiente. Para recipientes rectangulares o cuadrados, se suele colocar la caída del agua en una esquina de éste, en una única salida, o empleando múltiples salidas que incrementen la oxigenación al caer el agua por mezclarse la capa superficial con el aire atmosférico. Para recipientes circulares se emplea normalmente una caída de agua paralela a las paredes del recipiente que provoca un movimiento circular del agua dentro de éste.



Retorno de agua al recipiente / Water return to the tanks

water returns and falls into the container may vary depending on the type of container. For rectangular or square containers, the fall of the water is usually placed in a corner of the container, in a single outlet, or using multiple outlets that increase oxygenation when the water falls by mixing the surface layer with the atmospheric air. For circular containers it is normally used a fall of water parallel to the walls of the container that provokes a circular movement of the water inside this one.



Retorno de agua en forma de lluvia / Water return by rain



Retorno de agua al recipiente / Water return to the tanks





Al retorno de agua es aconsejable colocarle una llave de paso que permita regular el caudal que regresa al recipiente.

Rebosadero

Permite mantener estable el nivel de agua dentro del recipiente, ayudando a que salga por él la misma cantidad de agua que se está introduciendo en el recipiente por medio de los canales de retorno.

Para permitir una buena circulación de agua dentro del recipiente, el rebosadero debe tomar agua por el lado contrario al de retorno de ésta. De entrar el agua por ejemplo por la esquina superior izquierda, el rebosadero debe tomar agua por la zona inferior derecha del recipiente, creándose así una circulación a lo largo y a lo alto de toda la columna de agua, eliminándose la presencia de zonas donde se estanque el agua y se creen condiciones anóxicas:

En el extremo del tubo del rebosadero se debe tomar la precaución de colocar una malla que evite que las especies acuáticas puedan introducirse en él.

Esta agua que sale por el rebosadero está cargada de nutrientes y desechos de los peces, por lo que será conducida al sumidero, donde será filtrada.

When returning water, it is advisable to place a stopcock to regulate the flow back to the container.

Overflow box

It allows the water level inside the container to be kept stable, helping the same amount of water that is being introduced into the container through the return channels to flow out through it.

In order to allow a good circulation of water inside the container, the overflow box must take water from the side opposite to the one of return of this one. If the water enters for example through the upper left corner, the overflow must take water through the lower right zone of the container, thus creating a circulation along and at the top of the entire water column, eliminating the presence of areas where the water is pooled and anoxic conditions are created:

At the end of the overflow pipe, it is extremely important to taking to place a mesh to prevent aquatic species from entering the pipe.

This water that comes out of the overflow is loaded with nutrients and fish waste, so it will be led to the sump, where it will be filtered.



Componente acuicola con tilapias / Aquaculture component with tilapias





COMPONENTE DE CONTROL DE SÓLIDOS Y BIOFILTRACIÓN DE SOLIDS MANAGEMENT AND BIOFILTER

El filtrado es vital para poder mantener un sistema acuapónico limpio y saludable. Como es un sistema biológico cerrado, los procesos metabólicos de los seres vivos acaban por alterar su composición y equilibrio químico.

Generalmente el filtro o sumidero suele colocarse entre el componente acuícola y el hidropónico, permitiendo así que la filtración, tanto mecánica como biológica, se produzca antes de que el agua del sistema pase por las plantas, de esta manera se evita que los desechos y materia en suspensión ensucien y bloqueen las raíces, y las bacterias pueden transformar los productos de desechos en nitratos previamente, para poder ser asimilados por las plantas.

La actividad biológica de las especies acuáticas produce desechos: excreciones de los peces, restos de comida, restos de plantas... y restos orgánicos en general. En la naturaleza estos residuos se descomponen y procesan sin mayor problema, pero en un sistema cerrado, su composición y estabilidad química acaban por desequilibrarse. La acumulación y descomposición de estos desechos termina por convertir el agua en un medio tóxico para sus

Filtration is vital to maintaining a clean and healthy aquaponics system. For being a closed biological system, the metabolic processes of living beings end up its their chemical composition and balance.

Generally, filter or sump is usually placed between the aquaculture component and the hydroponic component, thus allowing the filtration, both mechanical and biological, to take place before the water in the system passes through the plants. In this way, waste and suspended matter are prevented from fouling and blocking the roots, and bacteria can transform the waste products into nitrates beforehand, so that they can be assimilated by the plants.

The biological activity of aquatic species produces waste, such as fish excretions, feed and plant remains, and organic remains in general. In nature these wastes are decomposed and processed without any problems. In a closed system however, their composition and chemical stability become unbalanced. The accumulation and decomposition of this waste ends up turning the water into a toxic medium for its own inhabitants.

propios habitantes.

Es por esto que la depuración del agua es vital para la salud de los organismos, siendo necesario eliminar los residuos biológicos antes de que se vuelvan tóxicos.

Del filtro del sistema dependerá la calidad del agua, y de ésta, la calidad de vida de los organismos que viven en él.

Uno de los primeros factores a tener en cuenta para la filtración es el ciclado.

El ciclado

El ciclado o maduración del agua, es el proceso microbiológico por el cual colonias de bacterias beneficiosas se asientan en el sistema.

Estas bacterias beneficiosas forman parte del sistema de filtrado y se encargan de purificar el agua. Mediante un proceso bioquímico degradan los desechos contaminantes antes de que se vuelvan tóxicos.

Este proceso de depuración y transformación de los elementos químicos tóxicos se conoce como Ciclo del nitrógeno o Nitrificación (el cual ya ha sido visto durante la unidad didáctica 2).

El ciclado comienza cuando pones en marcha tu sistema, y termina cuando tienes niveles cero de amoníaco y nitritos.

This is why water purification is vital for the health of organisms, being necessary to eliminate biological waste before it becomes toxic.

The quality of the water will depend on the filter of the system, and on this, the quality of life of the organisms that live in it.

One of the first factors to take into account for filtration is the water cycle.

The water cycle

Water cycling, or maturation, is the microbiological process by which colonies of beneficial bacteria settle into the system.

These beneficial bacteria are part of the filter system and are responsible for purifying the water. Through a biochemical process they degrade the contaminating wastes before they become toxic.

This process of purification and transformation of the toxic chemical elements is known as Nitrogen Cycle or Nitrification (which has already been seen during issue 2).

The cycle begins when you start your system, and ends when you have zero levels of ammonia and nitrites.





Fases del ciclado

1ª Fase

Colonización de las bacterias Nitrosomonas

En esta primera etapa se establecen las bacterias Nitrosomonas en el sistema. Estas bacterias son las que consumen el Amoniac (NH₃) y lo convierten en Nitrito (NH₂).

Lógicamente, para que esta colonia de bacterias prospere y se reproduzca, necesita alimento, es decir, Amoniac. Este amoniac puede provenir de varias fuentes:

1. Añadir alimento para peces:

Si añades un poco de alimento para peces, este al descomponerse producirá amoniac. Este proceso es más lento que el siguiente método en el que se añade amoniac directamente, pero es más seguro.

La cantidad que debes añadir es unas 3-4 escamas cada día para un sistema de 100 litros. Si desmenuzas las escamas, se descompondrán más rápido.

Continúa añadiendo comida de peces hasta que comience a subir el nivel de nitritos.

Ventajas e inconvenientes de añadir comida de peces:

- Nos aseguramos no añadir ningún producto tóxico.

Cycle steps

1° step

Colonization of Nitrosomonas bacteria.

In this first step the Nitrosomonas bacteria are established in the system. These bacteria are the ones that consume the ammonia (NH₃) and convert it into Nitrite (NH₂).

Nitrosomonas need ammonia for thriving and reproducing. Ammonia can come from several sources:

1. Add fish feed:

If you add fish food, it will produce ammonia as it decomposes. This method is slower than others, but it is safer.

The amount you should add is about 3-4 flakes each day for a 100-litre system. If you crumble the flakes, they will decompose faster.

Continue adding fish food until the nitrite level starts to rise.

Fish feed have advantages and disadvantages:

- *Make sure you don't add any toxic products.*
- *This procedure is slower (about two weeks longer)*
- *We provide phosphates, which encourage the growth of algae.*

- Este proceder es más lento, hasta dos semanas más.

- Aportamos fosfatos, que favorecen el crecimiento de algas.

- Este proceso es menos controlable.

2. Añadir amoníaco directamente

Esta manera es la mejor opción para realizar un ciclado del acuario rápido, pero necesita un control exhaustivo. Muchos expertos no son partidarios de esta forma por el uso de productos químicos.

Es muy importante que sea Amoníaco puro, sin otras sustancias como perfumes, detergentes, etc. -amoníaco acuario

Añade 5 mililitros al día por cada 100 litros de agua, durante los 10 primeros días de ciclado.

Entre 2 y 5 mg/l es suficiente para un rápido desarrollo de la colonia de bacterias. Controla que no supere los 7 mg/l.

También puedes controlarlo con el test de Nitritos. Después de una semana el nivel de nitritos comenzará a crecer, y cuando alcance los 0.5 mg/l no será necesario añadir más amoníaco.

Ventajas e inconvenientes de añadir amoníaco:

- *This process is less controllable.*

2. Add ammonia directly to the water

This way is the best option for fast aquarium cycling, but needs thorough control. Many experts are not in favour of this method because of the use of chemicals.

It is very important that it is pure ammonia, without other substances such as perfumes, detergents, etc...

Add 5 millilitres per day per 100 litters of water during the first 10 days of cycling.

Between 2 and 5 mg/l is sufficient for a rapid development of the bacteria colony. Check that it does not exceed 7 mg/l.

You can also control it with the Nitrite test. After a week the level of nitrites will begin to grow, and when it reaches 0.5 mg/l it will not be necessary to add more ammonia.

Advantages and disadvantages of adding ammonia:

- *It is faster and we can measure its concentration by test.*

- *We do not add other substances that could be counterproductive.*

- *Make sure you buy pure ammonia.*





- Es más rápido y podemos medir su concentración mediante test.
- No añadimos otras sustancias que pudieran ser contraproducentes.
- Asegúrate de que compras amoníaco puro.

3. Añadir peces resistentes

Existe una tercera forma de realizar el ciclado. Se basa en introducir algún pez para aportar el alimento a las bacterias.

Hay quién recomienda realizar el ciclado introduciendo algún pez que sea capaz de resistir altos niveles de amoníaco y nitritos. Pero existiendo otras alternativas, es innecesario someter a los peces a estas condiciones de estrés.

Consideraciones a tener en cuenta en esta primera fase:

- Mantener una temperatura de 25 grados favorece la reproducción de las bacterias.
- También favorece la reproducción de bacterias tener la luz apagada. Además, así se evitará la proliferación de algas.
- Procurar una buena oxigenación del agua, ya que las bacterias nitrificantes son aerobias y necesitan oxígeno para su desarrollo.
- No introducir plantas naturales todavía,

3. Add resistant fish

The third method is based on introducing some fish (capable of resisting high levels of ammonia and nitrites) to feed the bacteria. However, if there are other alternatives, it is unnecessary to subject the fish to these stressful conditions.

Considerations to take into account in this first phase:

- *Maintaining a temperature of 25 degrees favours the reproduction of bacteria.*
- *It also helps the reproduction of bacteria to have the light off. In addition, this will prevent the proliferation of algae.*
- *Ensure good oxygenation of the water, as nitrifying bacteria are aerobic and need oxygen for their development.*
- *Do not introduce natural plants yet, because they consume ammonia-ammonium, and will enter into direct competition with the bacteria. You will prolong the cycle time.*
- *The filter must be working, and it is highly recommended to use a porous material where bacteria colonize (ceramic grommets, bioballs, arlita, etc.). If you have any absorbent compound such as resins, or active carbon, remove it during cycling.*
- *Add traces of phosphate to encourage the development of nitrifying bacteria.*

porque consumen amoníaco-amonio, y entraran en competencia directa con las bacterias. Prolongarás el tiempo de ciclado.

- El filtro debe estar funcionando, y es muy recomendable utilizar un material poroso donde colonizaran las bacterias (canutillos cerámicos, biobolas, arlita, etc.). Si tiene cualquier compuesto absorbente como resinas, o carbón activo, retíralo durante el ciclado.
- Añade trazas de fosfato para favorecer el desarrollo de las bacterias nitrificantes.

2ª Fase Colonización de las bacterias Nitrobacter

Esta etapa comienza cuando el nivel de Nitritos comienza a subir, y el nivel de amoníaco es mínimo.

Las bacterias Nitrobacter consumirán los nitritos generados en la primera fase y los convertirán en Nitratos.

Los nitratos son alimento para las plantas, que los consumen para realizar la fotosíntesis y oxigenan el agua, cerrando así el ciclo del nitrógeno.

Consideraciones a tener en cuenta en la segunda fase:

- No añadir más amoníaco o alimento para peces cuando los nitritos alcancen los 0.5 mg/l.



Proceso de maduración del agua

2ª Step Colonization of Nitrobacter bacteria.

This stage begins when the level of Nitrites begins to rise, and the level of ammonia is minimal.

The Nitrobacter bacteria will consume the nitrites generated in the first phase and convert them into Nitrates.

Nitrates are food for plants, which consume them for photosynthesis and oxygenate the water, thus closing the nitrogen cycle.

Considerations to be taken into account in the second phase:

- *Do not add more ammonia or fish food when nitrites reach 0.5 mg/l.*





- Se pueden introducir plantas naturales que ahora si ayudarán al establecimiento de la colonia bacteriana.
- Si se meten plantas, se tendrá que conectar la iluminación 5-6 horas cada día para que las plantas puedan realizar su ciclo biológico. Si se ponen más horas de luz, las algas crecerán rápidamente debido a la alta concentración de nitrógeno. Después del Ciclado se debe ir aumentando el periodo de iluminación poco a poco hasta las 10-12 horas de luz.
- También se necesitará aportar otras sustancias nutritivas para las plantas, como Fosfatos para llegar a 0.5 mg/l, y Potasio para llegar a 5-10 mg/l.

Esta segunda etapa culmina cuando el nivel de Nitritos sea cero. Después de una semana aumentando de forma continua el nivel de Nitritos, verás una estabilización, y posteriormente una bajada del nivel a cero.

La cepa de bacterias nitrificantes se ha establecido en el sistema.

3ª Fase Nivel de Nitratos

A partir de ahora, controlar el nivel de Nitratos será una parte más del mantenimiento periódico del sistema.

• Natural plants can be introduced which will now help the establishment of the bacterial colony.

• If plants are introduced, the lighting will have to be switched on 5-6 hours each day so that the plants can carry out their biological cycle. If more hours of light are put in, the algae will grow rapidly due to the high concentration of nitrogen. After the cycle, the illumination period should be increased little by little until 10-12 hours of light.

• You will also need to provide other nutrients for plants, such as phosphates to reach 0.5 mg/l, and Potassium to reach 5-10 mg/l.

This second stage culminates when the level of Nitrites is zero. After a week of continuously increasing the level of Nitrites, you will see a stabilization, and then a decrease from the level to zero.

The nitrifying bacteria strain has established itself in the system.

3ª Step Nitrate level

From now on, controlling the Nitrate level will be one more part of the periodic maintenance of the system.

The acceptable concentration of Nitrates will depend on the inhabitants of the system, both animals and plants.

La concentración aceptable de Nitratos dependerá de los habitantes del sistema, tanto animales como vegetales.

Tiempo de ciclado del sistema

No hay un tiempo exacto de ciclado, dependerá de diversos factores como el tipo de sistema, el método utilizado para añadir amoníaco, volumen de agua, etc.

A modo orientativo, puede durar desde 20 hasta 60 días, pero hasta que los niveles de amoníaco y nitritos no sean de cero, el ciclado no habrá terminado.

Durante esos días esto es lo que ocurrirá en el sistema: primero subirán los niveles de amoníaco, y progresivamente se empezará a transformar en nitritos e irá desapareciendo. Los nitritos irán aumentando y aparecerán paulatinamente los nitratos, según las bacterias vayan transformando los nitritos disponibles. Llegará un momento en el que todo el amoníaco y los nitritos desaparezcan y sus niveles estén en 0, puesto que todo se está transformando en nitrato, que irá aumentando hasta estabilizarse en torno a los 5-10 mg/l. Ése es el momento indicado para meter peces.

Una forma de acortar el tiempo de ciclado es comprar un concentrado bacterias del nitrógeno, empleadas comúnmente en acuariofilia.

Cycling time of the system

There is no exact cycle time, it will depend on various factors such as the type of system, the method used to add ammonia, volume of water, etc...

As a guideline, it can last from 20 to 60 days, but until the levels of ammonia and nitrites are not zero, the cycle will not be finished.

During those days this is what will happen in the system: first the ammonia levels will rise, and progressively it will begin to transform into nitrites and disappear. The nitrites will increase and the nitrates will appear gradually, as the bacteria transform the available nitrites. There will come a time when all the ammonia and nitrites will disappear and their levels will be at 0, since everything is being transformed into nitrate, which will increase until it stabilises at around 5-10 mg/l. This is the right time to bring in fish.

One way to shorten the cycle time is to buy a concentrate of nitrogen bacteria, commonly used in aquatics.

Once the filter is ripe, if it is of the capacity indicated for the system, there will be no ammonia or nitrites. The nitrate will accumulate little by little and will be absorbed by the plants.





Una vez el filtro está maduro, si es de la capacidad indicada para el sistema, no habrá amoníaco ni nitritos. El nitrato se irá acumulando poco a poco e irá siendo absorbido por las plantas.

A niveles bajos (<20 mg/l) puede ser tolerado perfectamente por la mayoría de los peces (hay algunas especies que son mucho más sensibles a ellos). Cuando los niveles de nitrato son altos, los peces se vuelven más vulnerables al ataque de las enfermedades, y además, se da una proliferación de las molestas algas.

Por eso se recomienda hacer cambios de agua parciales del 10-15% cada semana, para mantener los niveles de nitratos aceptables y evitar el exceso de algas.

Así, un sistema grande maduro es muy estable, y no precisa más que un pequeño cambio de agua parcial a la semana, y los organismos estarán en un hábitat perfecto.

Una vez se haya completado el ciclado del agua e introduzcamos especies acuáticas, será necesario disponer de diferentes sistemas de filtración que eliminen y procesen los desechos de esta:

Filtración mecánica

El filtrado mecánico es la forma de limpieza elemental del agua con un material muy fino que retiene los desechos sólidos.

At low levels (<20 mg/l) it can be tolerated perfectly by most fish (there are some species that are much more sensitive to them). When nitrate levels are high, fish become more vulnerable to disease attack, and there is also a proliferation of nuisance algae.

It is therefore recommended to make partial water changes of 10-15% each week, to maintain acceptable nitrate levels and avoid excess algae.

Thus, a large mature system is very stable, and requires no more than a small partial water change a week, and the organisms will be in a perfect habitat.

Once the water cycle has been completed and we introduce aquatic species, it will be necessary to have different filtration systems that eliminate and process the wastes from the water:

Mechanical filtration

It is the elementary cleaning of water with a very fine material that retains solid waste. It is usually the first barrier in the filters and it retains the solid particles in suspension avoiding that they arrive at the biological filter. The porosity of the material determines the size of the trapped particles.

The biggest drawback of this type of filtration is that the trapped particles continue their decomposition

Suele ser la primera barrera en los filtros y retiene las partículas sólidas en suspensión evitando que lleguen al filtro biológico. La porosidad del material determina el tamaño de las partículas atrapadas.

El mayor inconveniente de este tipo de filtración es que las partículas atrapadas siguen su proceso de descomposición, e incluso las partículas más pequeñas pueden regresar al recipiente o a las plantas. Por esto, se recomienda una limpieza regular.

Es recomendable que siempre que se pueda se coloque primero un filtro de poro grueso para retener los restos más grandes. Y después un filtro de poro fino para las partículas sólidas más pequeñas.

En los filtros para acuarios lo más habitual es encontrar esponjas y perlón como materiales filtración mecánica.

Esponja

Quizá el material filtrante mecánico más usado ya que es reutilizable, lavable y fácil de manejar.

Fantástico filtro mecánico de estructura porosa, cuyos canales internos evitan una trayectoria recta que aumenta el tiempo de contacto. Estos filtros para acuarios tienen enorme capacidad de retener desechos.

process, and even the smallest particles can return to the container or plants. Regular cleaning is therefore recommended.

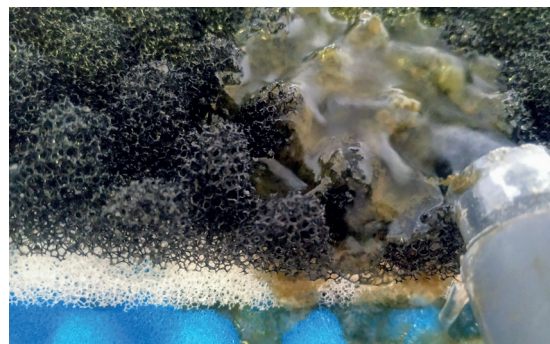
It is recommended that whenever possible a coarse pore filter be placed first to retain larger debris. And then a fine pore filter for the smallest solid particles.

In the filters for aquariums the most common thing is to find sponges and perlón as mechanical filtration materials.

Sponge

Perhaps the most widely used mechanical filter media as it is reusable, washable and easy to handle.

Fantastic mechanical filter with porous structure, whose internal channels avoid a straight path that increases the contact time. These aquarium filters have an enormous capacity to retain waste.



Esponjas de diferentes porosidades / Sponges of different porosities





Perlón

Esta carga filtrante es una fibra sintética con un poro más pequeño que no es reutilizable.

Este material recoge partículas muy pequeñas permitiendo un agua limpia y cristalina. Se satura con mayor rapidez, y cuando eso ocurra debe sustituirse por otro.

Filtración biológica

El filtro biológico no se puede comprar. La colonia de bacterias aparece de manera natural y necesita un tiempo para establecerse en los filtros tal y como hemos visto en el apartado anterior.

No deben introducirse peces antes de que se haya ciclado o madurado el sistema.

El filtro biológico se puede favorecer con el uso de materiales porosos. Estos materiales ofrecen gran cantidad de oxígeno y espacio para el asentamiento de la colonia de bacterias. Los materiales más empleados son:

- Arlita.
- Bolas y canutillos de cerámica.
- Piedrecillas de cuarzo.
- Biobolas.

Perlon

This filter load is a synthetic fiber with a smaller pore that is not reusable.

This material collects very small particles allowing for clean, crystal clear water. It saturates more quickly, and when that happens it must be replaced by another.

Biological filtration

The biological filter can't be bought. The colony of bacteria appears naturally and needs time to settle in the filters as we have seen in the previous section.

Fish should not be introduced before the system has cycled or matured.

The biological filter can be favoured with the use of porous materials. These materials offer plenty of oxygen and space for the bacteria colony to settle. The most commonly used materials are:

- Arlita.
- Ceramic balls and grommets.
- Quartz stones.
- Bioballs.

Water must first pass through the mechanical filter, to retain the waste and that these do not reach the biological filter, placed next,

El agua, debe pasar primero por el filtro mecánico, para retener los desechos y que estos no lleguen al filtro biológico, colocado a continuación, y tras haberse filtrado el agua por ambos tipos de filtración, se devolverá al recipiente de las especies acuáticas y/o al componente hidropónico mediante una bomba de agua. Ésta debe de tener una capacidad que permita la circulación y filtración de todo el agua del sistema al menos cuatro veces por hora. Por ejemplo, si tenemos un sistema con un volumen de 1.000 litros, necesitaríamos una bomba de 4.000 litros/hora que permita filtrar 4 veces en una hora toda el agua del sistema.

Sin embargo, es aconsejable disponer de una bomba de mayor capacidad. A esta bomba se le añadiría una derivación con una llave de paso, con la cual se podrá reducir el caudal que se devuelve al recipiente, permitiendo a su vez que la bomba de agua no trabaje de forma forzada.

En otros sistemas puede ser aconsejable colocar dos bombas de agua, una que mande el agua al recipiente de las especies acuáticas y otra, de menor potencia, que envíe agua al sistema hidropónico.

En sistema con mayor carga biológica puede optarse por la colocación de un sedimentador/

and after having filtered the water by both types of filtration, it will be returned to the container of the aquatic species and / or the hydroponic component by means of a water pump. This must have a capacity that allows the circulation and filtration of all the water in the system at least four times per hour. For example, if we have a system with a volume of 1,000 liters, we would need a pump of 4,000 liters / hour to filter 4 times in an hour all the water in the system.

However, it is advisable to have a pump with a larger capacity. To this pump would be added a diversion with a stopcock, with which it would be possible to reduce the flow that is returned to the container, allowing at the same time that the water pump does not work of forced form.

In other systems it may be advisable to place two water pumps, one that sends the water to the container of the aquatic species and another, of lesser power, that sends water to the hydroponic system.

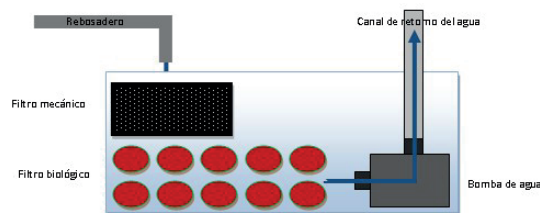
In a system with a higher biological density, the placement of a settler can be chosen. This filtration method is based on the deposition of solid waste in suspension at the bottom of a tank, for its later removal periodically through the use of a drain. In this system, water from aquatic species enters the





decantador. Este método de filtración se basa en la deposición de los desechos sólidos en suspensión en el fondo de un depósito, para su posterior retirada de manera periódica mediante el uso de un desagüe. En este sistema, el agua proveniente de las especies acuáticas entra al depósito por la zona inferior y pasa al siguiente recipiente (biofiltro) por la zona superior, permitiendo que los desechos se asienten en el fondo, tomándose agua limpia de la superficie.

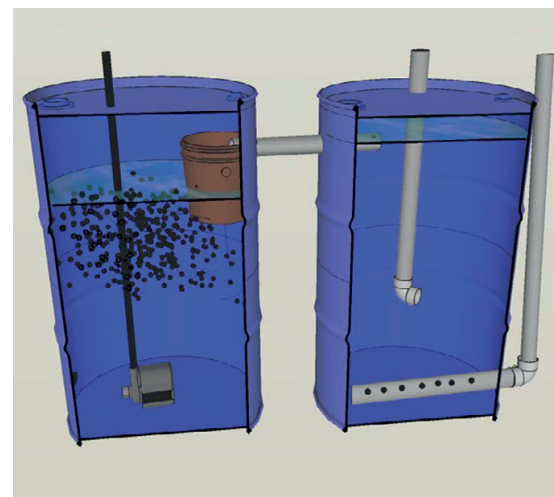
Además de la bomba de agua se pueden instalar en el filtro otros componentes auxiliares ya visto en el tema 3, como filtros U.V., termocalentadores, compresores de aire, etc., de este modo estos componentes no quitarán espacio en el recipiente de las especies acuáticas.



Esquema de un filtro / Filter picture

reservoir through the lower zone and passes to the next container (biofilter) through the upper zone, allowing the waste to settle to the bottom, taking clean water from the surface.

In addition to the water pump, other auxiliary components can be installed in the filter, such as U.V. filters, heaters, air compressors, etc., which will not take up space in the aquatic species container.



Esquema de un decantador / Decanter picture

COMPONENTE HIDROPÓNICO

Este componente es seguramente el que mayor posibilidades ofrezca en cuanto a diseño y montaje, cada persona podría ser capaz de imaginar uno propio, por lo cual veremos modelos “tipo”, teniendo en consideración que estos a su vez pueden desarrollarse hasta donde la imaginación y los recursos permitan, pudiendo incluso combinarse diferentes componentes hidropónicos en un mismo sistema.

Balsa flotante

Este tipo de sistema hidropónico consiste en una plancha, comúnmente de poliestireno, colocada sobre la superficie del agua, donde las dimensiones de ésta limitarán el número de agujeros, y por lo tanto de plantas, de podrán mantenerse en él.

Por cuestiones de manejo y mantenimiento, es poco aconsejable utilizar planchas de poliestireno excesivamente grandes.

Previamente a su montaje se deben tomar medidas del espacio donde se va a colocar la plancha, de este modo podrá cortarse y ajustarse al emplazamiento elegido, de forma que se aproveche el espacio disponible.

Una vez recortada la plancha de poliestireno se efectuarán los agujeros, el número de estos variará en función de las especies vegetales que se quieran cultivar, por ejemplo, si queremos producir lechugas bastará con espaciar los agujeros a 20

HYDROPONIC COMPONENT

This component is surely the one that offers more possibilities as far as design and assembly. Each person could be able to imagine an own one, reason why we will see “type” models, taking into consideration that these in turn can be developed as far as the imagination and the resources allow, even being able to combine different hydroponic components in the same system.

Deep water culture (DWC)

This type of hydroponic system consists of a plate, commonly polystyrene, placed on the surface of the water, where the dimensions of this will limit the number of holes, and therefore of plants, can be kept in it.

For handling and maintenance purposes, it is not advisable to use excessively large polystyrene sheets.

Prior to installation, measurements should be taken of the space where the sheet is to be placed, so that it can be cut and adjusted to the chosen location, so that the available space is used.

Once the polystyrene plate is cut, the holes will be made. The number of these will vary depending on the plant species that you want to cultivate. For example, if you want to produce lettuce you should space the holes 20 cm apart. However, if you want





cm de distancia unos de otros, sin embargo, si queremos cultivar berenjenas, el espacio entre los agujeros deberá de ser de unos 40 cm.

Tras preparar los agujeros se procederá a introducir las plantas en las macetas, adecuadas al diámetro de los agujeros realizados, y se rellenará con arlita, o el material elegido, para rellenar y dar soporte a la planta.

Una vez completada la plancha con las macetas, se colocará en la ubicación elegida previamente. En este sistema además, se recomienda la oxigenación del sistema radicular, por lo que ha de colocarse un compresor de aire que inserte oxígeno bajo las raíces.

N.F.T. (Nutrient Film Technique)

Este tipo de sistema hidropónico ofrece posibilidades casi infinitas. De forma general se podría definir el sistema como uno o varios canales por donde circula el agua rica en nutrientes proveniente de las especies acuáticas, y estos canales pueden ser abiertos o cerrados, horizontales o verticales, y estar hechos de materiales muy diversos.

Los más utilizados son los sistemas compuestos por tuberías horizontales, sin embargo los que consiguen una mayor relación de plantas por espacio, son los tubos verticales. Veamos un ejemplo de ambos:

to cultivate eggplants, the space between the holes should be about 40 cm.

After preparing the holes, the plants will be introduced into the pots, appropriate to the diameter of the holes made, and filled with arlita, or the chosen material, to fill and support the plant.

Once the plate has been completed with the pots, it will be placed in the location previously chosen. In this system, the oxygenation of the root system is also recommended, so an air compressor must be placed to insert oxygen under the roots.

N.F.T. (Nutrient Film Technique)

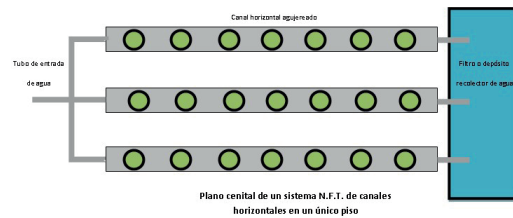
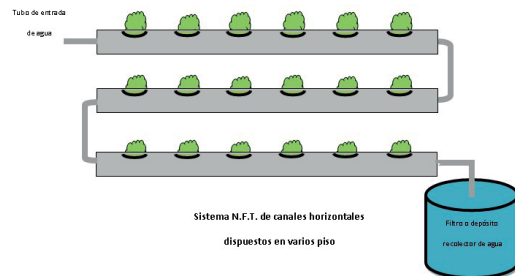
This type of hydroponic system offers almost infinite possibilities. In general, the system could be defined as one or more pipes through which nutrient-rich water from aquatic species circulates, and these pipes can be open or closed, horizontal or vertical, and made of very diverse materials.

The most used are the systems composed by horizontal pipes, however the ones that obtain a greater relation of plants by space, are the vertical pipes. Let's see an example of both:

- Horizontal pipes: The first step in their assembly is to choose the design and layout of the channels, as well as their material.



N.F.T. de tuberías horizontales en instalaciones de ETSIA, Universidad de Sevilla / N.F.T. horizontal pipe system in ETSIA facilities, University Seville





- Canales horizontales: El primer paso para su montaje es elegir el diseño y disposición de los canales, así como el material de estos.

Estos canales pueden colocarse en un único nivel, o pueden colocarse diferentes “pisos” en los cuales el agua vaya circulando de un canal a la siguiente, situado en el piso inferior a este, teniendo en cuenta que las plantas situadas en los pisos inferiores recibirán menor aporte de nutrientes que las superiores, por lo cual es recomendable situar las plantas con mayor tasa de absorción de nutrientes al final, permitiendo que las superiores puedan recibir los nutrientes necesarios para su desarrollo.

Estos canales pueden ir rellenos de algún sustrato, como la arlita o perlita, sustratos de poco peso, o pueden ir vacíos. En ambos casos, las plantas irán colocadas en agujeros, realizados a una distancia concreta unos de otros, como se vio en la balsa flotante, sobre macetas o empleando algún material que les aporte soporte, como podría ser perlón o lana de roca, en el caso de emplear canales vacíos, o pueden ir directamente sobre la arlita o perlita, si se ha optado por rellenar los canales con este material.

Los canales irán colocados sobre un soporte que garantice la estabilidad de la estructura.

- Canales verticales: El primer paso para su montaje es elegir el diseño y disposición de los

These pipes can be placed on a single level, or different “floors” can be placed in which the water circulates from one channel to the next, located on the lower floor to this one, bearing in mind that the plants located on the lower floors will receive less input of nutrients than the upper ones, so it is advisable to place the plants with a higher rate of absorption of nutrients at the end, allowing the higher ones to receive the nutrients necessary for their development.

These pipes may be filled with some substrate, such as arlita or perlite, lightweight substrates, or they may be empty. In both cases, the plants will be placed in holes, made at a specific distance from each other, as was seen in the floating raft, on pots or using some material that provides support, such as perlón or rock wool, in the case of using empty channels, or can go directly on the arlita or perlite, if you have chosen to fill the channels with this material.

The pipes will be placed on a support that guarantees the stability of the structure.

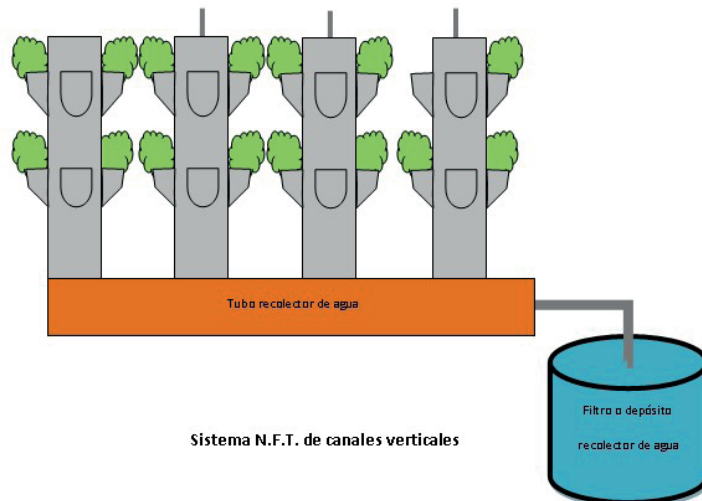
- Vertical pipes: The first step in assembly is to choose the design and arrangement of the pipes, as well as the material of them.

These pipes, as in the previous case, will be filled with arlita or perlite, lightweight materials that do



DWC de Aula del Mar / DWC in Aula del Mar facilities

Tubo de entrada
de agua



Sistema N.F.T. de canales verticales





canales, así como el material de estos.

Estos canales, al igual que en el caso anterior, se rellenarán con arlita o perlita, materiales de poco peso que no pongan en peligro la integridad de la estructura y que sirvan de soporte para las plantas.

En este sistema también debe tenerse en cuenta la ubicación de las plantas, colocándose las de mayor tasa de absorción de nutrientes al final del canal.

Para la realización de los agujeros en el canal se deberá emplear una pistola de calor, a fin de poder modificar la forma del canal, creando en este caso una “canasta” donde poder colocar cada planta.

El agua rica en nutrientes deberá entrar por la parte superior del canal, siendo suficiente la entrada de esta en forma de goteo, con lo cual será necesario colocar una llave de paso en la entrada de agua a cada canal, y será recogida en el extremo inferior.

Este sistema necesitará un soporte para los canales.

Lecho de sustrato

Este sistema hidropónico consiste en una bandeja, que puede ser de diferentes dimensiones, la cual estará rellena del sustrato elegido para colocar las plantas.

A esta bandeja se le realizará un agujero, situado

not jeopardize the integrity of the structure and that serve as support for the plants.

This system should also take into account the location of the plants, placing those with the highest rate of absorption of nutrients at the end of the channel.

To make the holes in the canal, a heat gun should be used in order to modify the shape of the canal, creating in this case a “basket pot” or where each plant can be placed.

The water rich in nutrients will have to enter for the superior part of the canal, being sufficient the entrance of this one in form of drip, with which it will be necessary to place a stopcock in the entrance of water to each canal, and it will be collected in the inferior end.

This system will need a support for the canals.

Grow beds

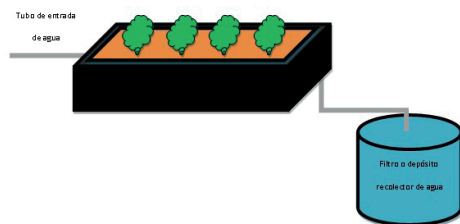
This hydroponic system consists of a tray of different dimensions, which will be filled with the substrate chosen to place the plants.

A hole will be made in this tray, located on the opposite side of the water inlet, where a wall bushing will be placed with rubber gaskets to prevent the loss of water. A tube can be installed at the internal end of the wall passage to determine

al lado contrario a la entrada de agua, donde se colocará un pasamuros con juntas de goma que impidan la pérdida de agua. Al extremo interno del pasamuros se le podrá instalar un tubo que determinará el nivel que alcance el agua en la bandeja. Este tubo, en su extremo, deberá tener una malla u otro sistema que impida la entrada al tubo del sustrato empleado en la bandeja, y que pueda taponarlo y bloquear la salida de agua.

Para la entrada de agua emplearemos una llave de paso que permita regular el caudal que entra a la bandeja.

Otro sistema empleado en el lecho de sustrato consiste en la presencia de un sifón que posibilite el llenado y vaciado de forma periódica de la bandeja, permitiendo una mayor oxigenación de las raíces al producirse la introducción de aire en el sustrato durante el vaciado del sistema.



Sistema de Lecho de sustrato

Lecho de sustrato / Grow bed system

the level of the water in the tray. This tube at its end must have a mesh or other system that prevents the entrance to the tube of the substrate used in the tray, and can plug it and block the exit of water.

For the entrance of water, we will use a stopcock that allows to regulate the flow that enters to the tray.

Another system used in the substrate bed consists of the presence of a siphon that makes it possible to fill and empty the tray periodically, allowing greater oxygenation of the roots as air is introduced into the substrate during the emptying of the system.



Lecho de sustrato con sifón / Grow beds with siphon





DISEÑOS DE SISTEMAS

CON DEPÓSITOS I.B.C (FAO)

Sistema de lecho de sustrato

Este sistema consta de un tanque de peces, tres tanques de cultivo con arlita y un tanque sumidero donde retorna el agua de los cultivos de arlita. En ese tanque sumidero se encuentra la bomba que cierra el circuito enviando nuevamente el agua al tanque de peces.

SYSTEMS DESIGN

WITH DEPOSITS I.B.C (FAO)

Media bed system

This system consists of a fish tank, three cultivation tanks with arlite and a sump tank where water returns from arlite crops. In this sump tank is the pump that closes the circuit sending the water back to the fish tank.

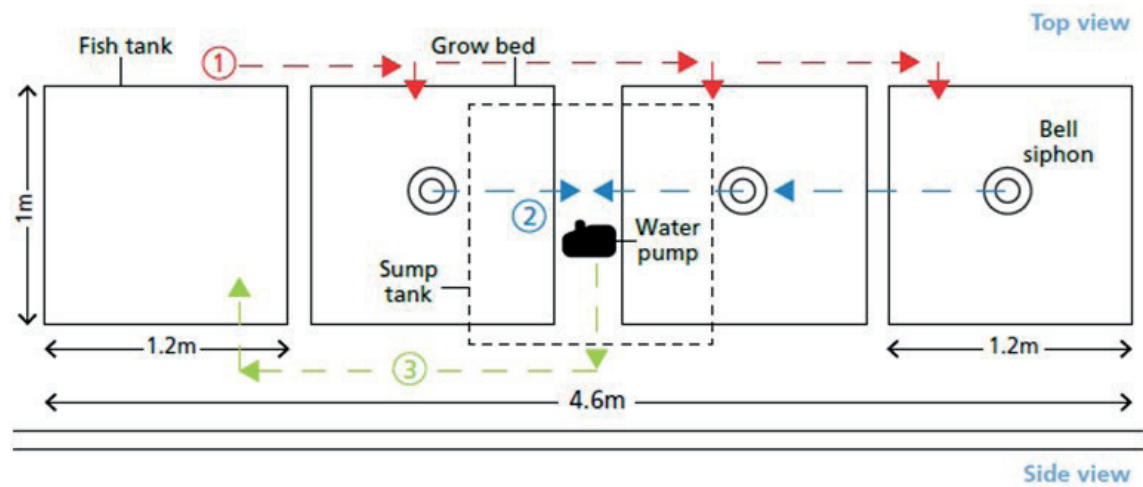


El área de plantación es de un metro cuadrado y unos 30-40cm de profundidad. Con unos 450-480 litros de arlita. Generalmente un poco menos ya que siempre hay que dejar un par de centímetros libre de arlita en la parte superior.

La arlita es liviana y buena de manejar, y tiene una superficie específica de 200-300 m²/m³. Este sistema se podría usar en la azotea de una

The plantation area is one square meter and about 30-40 cm deep. With about 450-480 liters of arlite. Generally a little less since you always have to leave a couple of centimeters free of arlite at the top.

Arlite is light and good to handle, and has a specific surface area of 200-300 m² / m³. This system could be used on the roof of a house, but only with





casa, pero solo con arlita, otro sustrato puede ser pesado. Este sistema permite el crecimiento de plantas con buen sistema radicular.

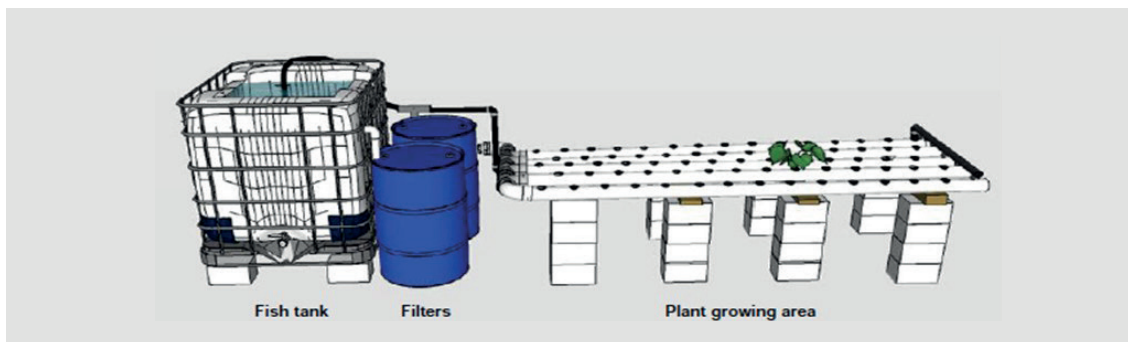
Sistema de N.F.T.

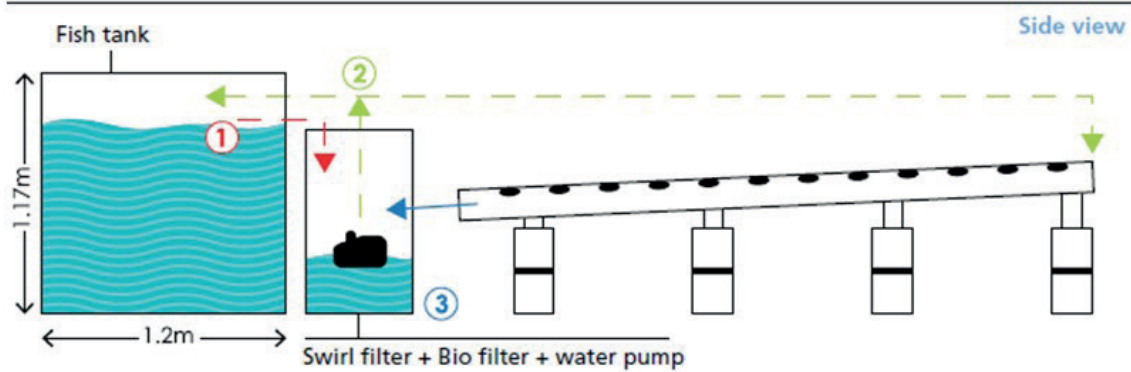
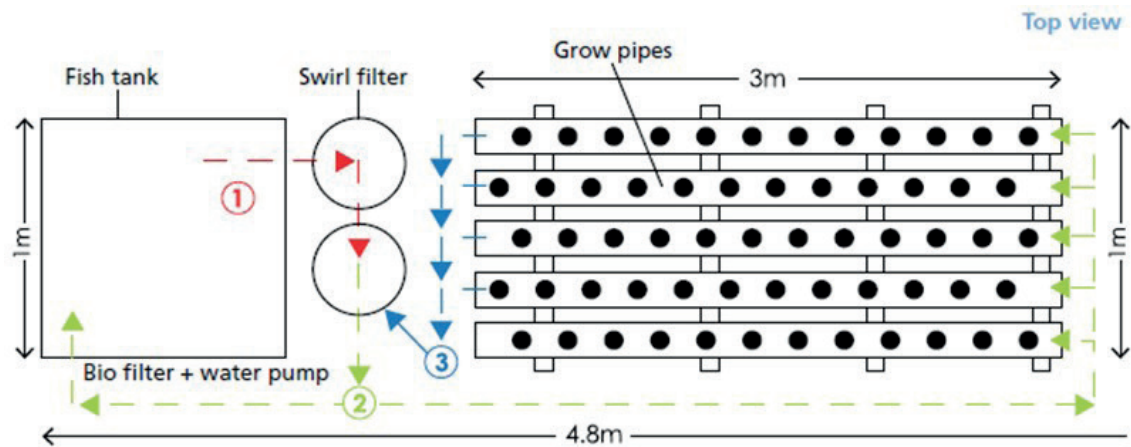
Este sistema contiene dos bidones (200 litros cada uno), uno es un decantador (el de delante que recibe el agua del tanque de peces), y el otro es un biofiltro y el lugar donde va la bomba. Es un sistema ligero de portar, escalable. Incluso se pueden hacer tubos verticales o sobre una pared. Sirve para plantar hortalizas de hoja, con raíz pequeña. Este sistema tiene un problema, si la bomba falla o falla la energía eléctrica, las plantas no duraran mucho sin agua en los tubos. Es un buen sistema para los restaurantes porque es de fácil plantación y recogida.

clay, another substrate can be heavy. This system allows the growth of plants with good root system.

N.F.T. system

This system contains two drums (200 liters each), one is a decanter (the one in front that receives water from the fish tank), and the other is a biofilter and the place where the pump goes. It is a lightweight porting system, scalable. You can even make vertical tubes or on a wall. It serves to plant leafy vegetables, with small roots. This system has a problem, if the pump fails or the power fails, the plants will not last long without water in the tubes. It is a good system for restaurants because it is easy to plant and collect.







Sistema de balsa flotante

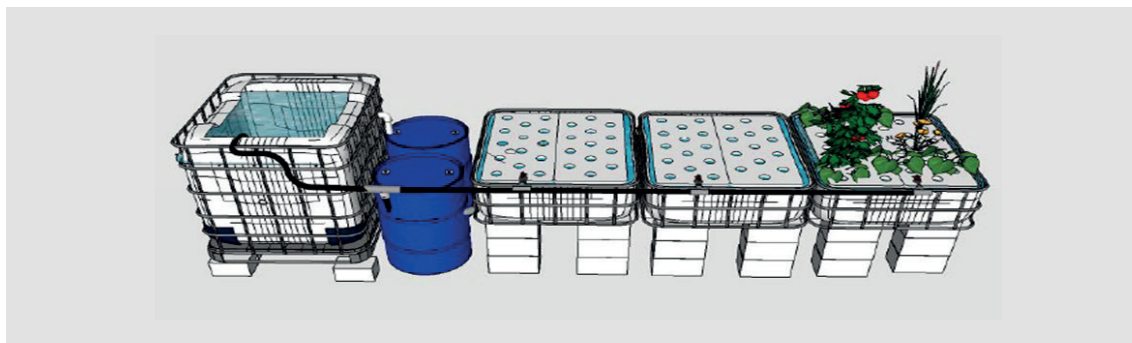
Aquí igualmente hay dos bidones azules de 200 litros, que como el caso del NFT, sirve para la filtración del sistema. La bomba se encuentra en el biofiltro. Como se observa, para del agua va al tanque de peces (generalmente un 80%) y la restante (un 20%) se distribuye entre los tres tanques mediante llaves. Este es un sistema que evita problemas contra caídas de energía y rotura de la bomba, porque tanto los peces como las plantas permanecen en agua; obviamente no debe permanecer sin energía excesivo tiempo.

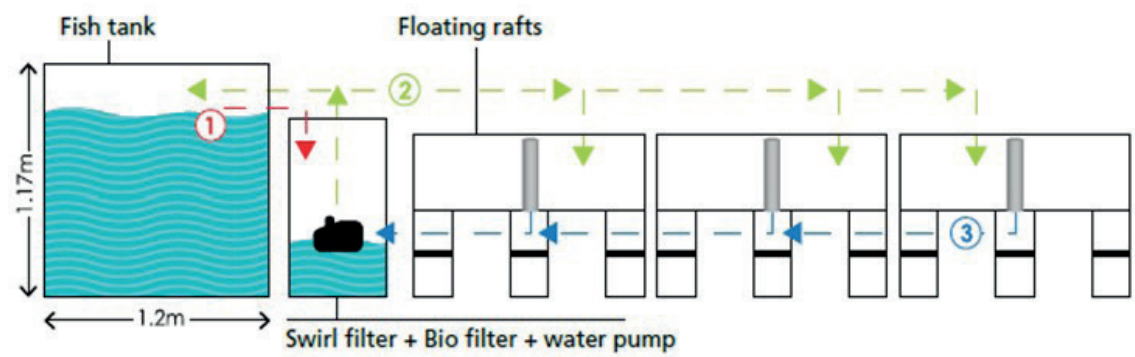
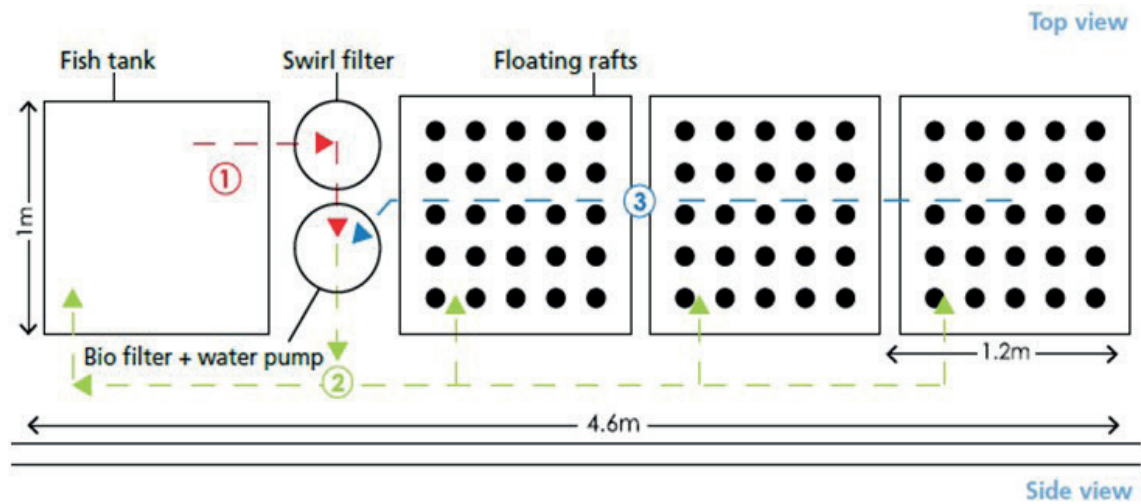
Este sistema se puede escalar, es decir hacerlo más grande. Un sistema industrial tipo UVI con cuatro tanques de 8000 litros, puede producir 800 cabezas de lechuga a la semana y 500kg de pescado cada seis semanas. Ese es un sistema muy complejo y además necesita apoyo de reproducción de peces. Este mismo sistema puede tener dos o tres tanques de peces de 1000 litros y unos 10-15 m² de tanques de plantación.

DWC system

Here also there are two blue drums of 200 liters, which, as in the case of the NFT, serve to filter the system. The pump is in the biofilter. As noted, for water goes to the fish tank (usually 80%) and the remaining (20%) is distributed among the three tanks using keys. This is a system that avoids problems against energy drops and pump rupture, because both the fish and the plants remain in water; Obviously you should not stay without excessive energy time.

This system can be scaled, that is to say to make it bigger. An industrial UVI system with four tanks of 8000 liters, can produce 800 heads of lettuce a week and 500 kg of fish every six weeks. That is a very complex system and also needs support of fish reproduction. This same system can have two or three fish tanks of 1000 liters and about 10-15 m² of plantation tanks.







CON OTRO TIPO DE DEPÓSITOS

Lecho de sustrato

A continuación se pueden observar dos disposiciones de lecho de sustrato, una de ellas directamente sobre el tanque de peces, y otra colocando el lecho sobre un tanque receptor de agua:

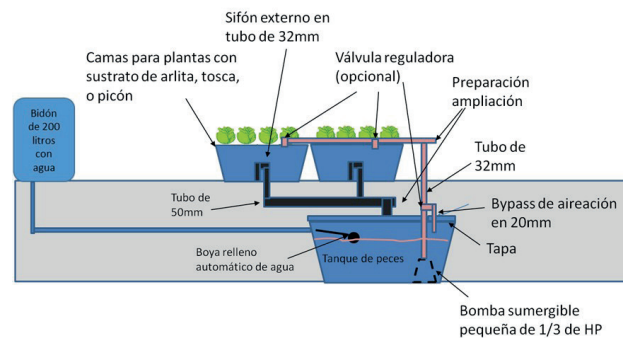
Otro sistema en el cual se aprovecha la diferencia de altura del terreno para enviar el

WITH ANOTHER TYPE OF DEPOSITS

Grow bed system

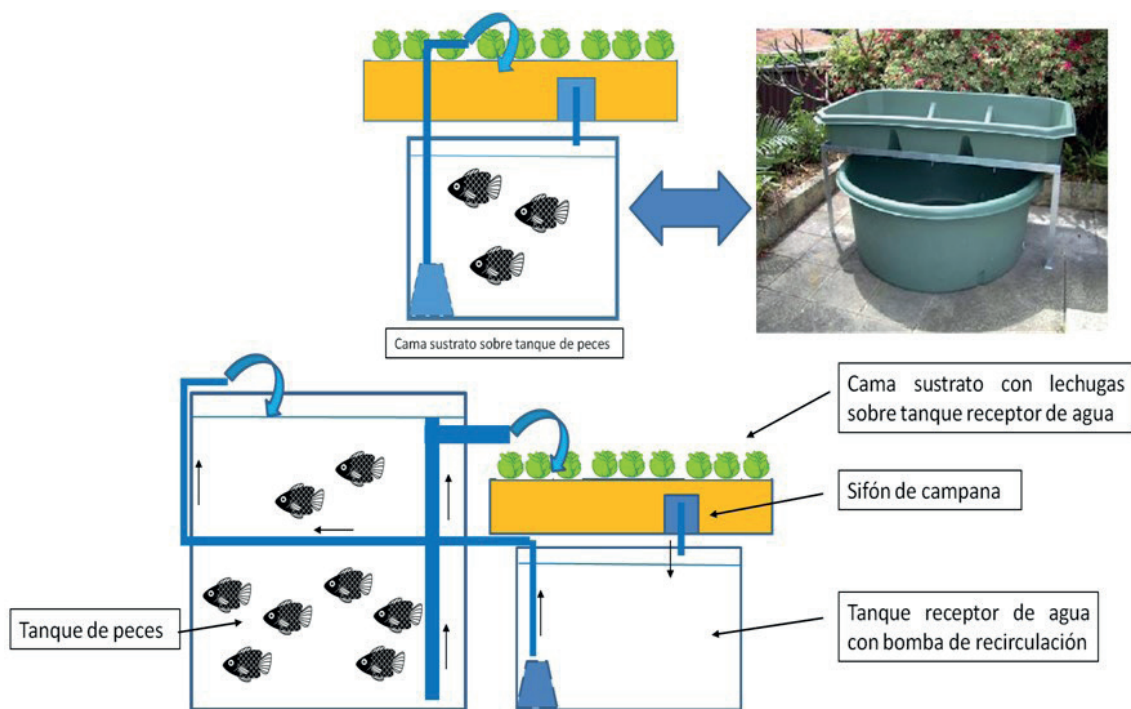
Below you can see two bedding arrangements of substrate, one of them directly on the fish tank, and another placing the bed on a receiving water tank:

Another system in which the height difference of the land is used to send the water from the fish tank to the substrate bed and that it returns again by



agua proveniente del tanque de peces al lecho de sustrato y que esta retorne nuevamente por medio de la gravedad. En el diseño está contemplada una posible ampliación de la instalación:

gravity. The design includes a possible extension of the installation:





Balsa flotante (Sistema UVI)

El sistema UVI fue desarrollado en la Universidad de Islas Vírgenes por el Doctor Rakocy, considerado uno de los investigadores más importantes en Acuaponía.

El modelo UVI se compone de 4 tanques para cultivo de peces. La unidad de filtración y tratamiento está formada por 2 clarificadores, 4 tanques de filtración y un tanque desgasificador. Consta igualmente de 6 canales hidropónicos donde se cultivan las plantas dentro de cestillos sobre bandejas flotantes de poliestireno de alta densidad. La planta crece con sus raíces en el agua. En total 136m³ de agua. La aireación, tanto en los tanques de peces como en los canales hidropónicos, se realiza mediante compresores de aire. La recirculación del agua entre tanques de cultivo de peces y canales hidropónicos se hace con una bomba de 0,5kWh (kilovatios-hora).

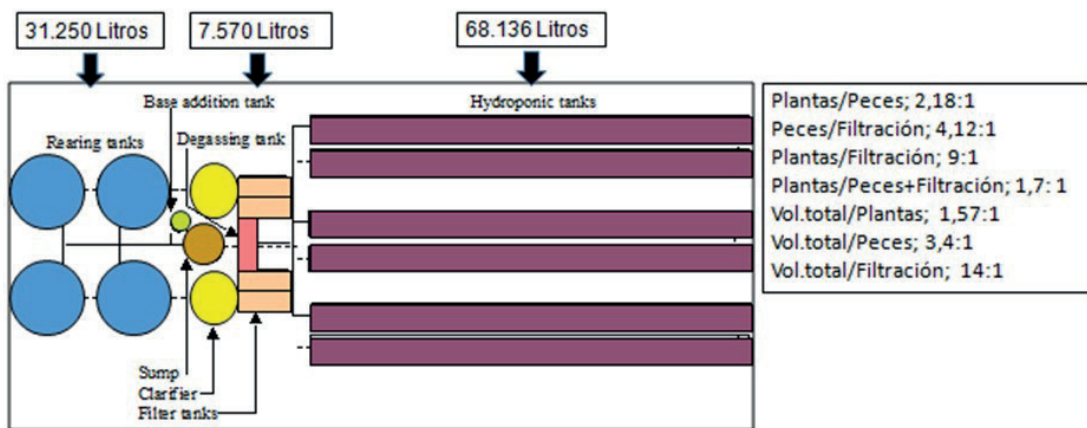
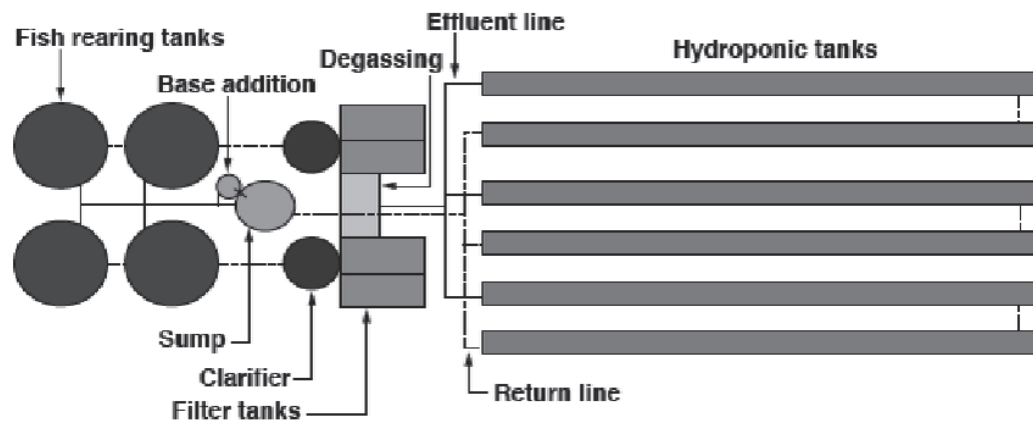
Una unidad a escala comercial de este tipo, permite la producción de 500 kilos de tilapia de 450 gramos cada mes y medio (alrededor de 4.000 kilos al año), y una producción de 800-1.000 cabezas de lechuga de 250 a 300 gramos, cada semana (33.000 cabezas al año, 35-42kg/m²/año) ocupando una superficie de 500m². Los costos energéticos son modestos, entre 2 y 2,5 kWh, lo que fácilmente permitiría la reconversión de las instalaciones al uso de energías renovables.

DWC (UVI System)

The UVI system was developed at the University of the Virgin Islands by Dr. Rakocy, considered one of the most important researchers in Acuaponía.

The UVI model consists of 4 tanks for fish culture. The filtration and treatment unit consists of 2 clarifiers, 4 filtration tanks and a degassing tank. It also consists of 6 hydroponic channels where the plants are grown in baskets on floating trays of high density polystyrene. The plant grows with its roots in the water. In total 136m³ of water. Aeration, both in fish tanks and in hydroponic channels, is done by air compressors. The recirculation of water between fish culture tanks and hydroponic channels is done with a pump of 0.5kWh (kilowatt-hours).

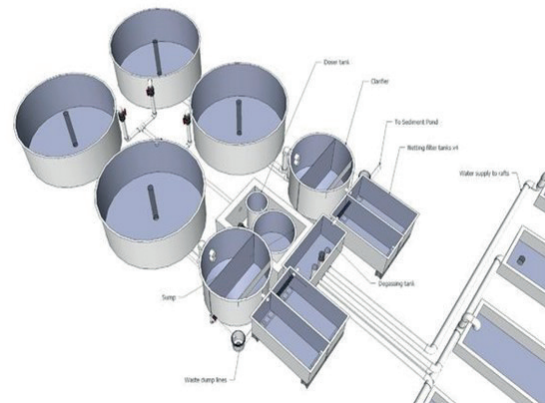
A commercial scale unit of this type, allows the production of 500 kilos of tilapia of 450 grams every month and a half (around 4,000 kilos a year), and a production of 800-1,000 heads of lettuce from 250 to 300 grams, each week (33,000 heads per year, 35-42kg / m² / year) occupying an area of 500m². The energy costs are modest, between 2 and 2.5 kWh, which would easily allow the conversion of the facilities to the use of renewable energies.



Volumen del sistema: 111.196 L
 Caudal de la bomba: 378L/min (22,6m³/h) 1hp
 Aireación: 1½ hp (para peces) y 1 hp (plantas)
 Energía total requerida: 3½ hp
 Relación hidroponía/acuicultura: 2:1
 Área total: 500m²

The UVI Aquaponic System





MANTENIMIENTO DE UN SISTEMA ACUAPÓNICO **TEMA 6**

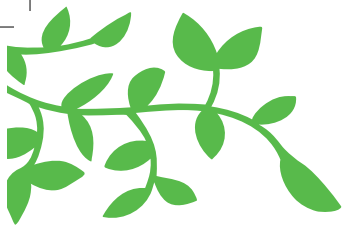
INTRODUCCIÓN.
LABORES DE MANTENIMIENTO.
STOCK DE ESPECIES.
PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA.
ELABORACIÓN DE TABLA DE CRECIMIENTO Y ALIMENTACIÓN EN ESPECIES ACUÍCOLAS.
PATOLOGÍAS.
PRODUCCIÓN VEGETAL.
SEMILLERO.
PLAGAS Y ENFERMEDADES VEGETALES.
BALANCE DE CARGAS.

SUPPORTING AN AQUAPONICS SYSTEM

INTRODUCTION.
SUPPORTING WORK.
SPECIES STOCK.
PHYSICAL-CHEMICAL PARAMETERS OF WATER.
ELABORATION OF GROWTH CHART AND FEEDING AQUACULTURE SPECIES.
PATHOLOGY.
PLANT PRODUCTION.
SEED BEDS.
PLANT PESTS AND DISEASES.
LOAD BALANCE.

UNIT 6





INTRODUCCIÓN

Unas instalaciones acuapónicas, indistintamente de su tamaño, precisan de unas labores de mantenimiento que garanticen el correcto estado de estas y de los animales y plantas que mantenemos en ellas.

Para ello se propone un programa estándar de organización y plan de mantenimiento para unas instalaciones con una producción a media escala, también aplicable a instalaciones de una escala inferior.

Las labores de mantenimiento deben estar lo más automatizadas posible, a fin de facilitar dichas labores y reducir el tiempo de realización de las mismas.

Este programa seguirá un proceso coherente de actuaciones, atendiendo al siguiente índice:

1. Personal o equipo técnico necesario, adecuadamente formado y capacitado.
2. Protocolo de mantenimiento.
3. Plan de mejoras y optimización de todo el equipamiento y producción.
4. Planificación y calendarización de actuaciones previstas.
5. Realización de los informes técnicos necesarios.

INTRODUCTION

Aquaponic facilities, regardless of their size, require maintenance work to ensure the proper condition of these and the animals and plants we keep in them. For this purpose, a standard organisation programme and maintenance plan is proposed for installations with a medium-scale production, also applicable to a lower scale installations.

The maintenance work should be as automated as possible, in order to facilitate such work and reduce the time to carry it out.

This programme will follow a coherent process of actions, according to the following index:

Unas instalaciones acuapónicas, indistintamente de su tamaño, precisan de unas labores de mantenimiento que garanticen el correcto estado de estas y de los animales y plantas que mantenemos en ellas.

- 1. Necessary, properly trained and qualified personnel or technical equipment.*
- 2. Maintenance protocol.*
- 3. Plan of improvements and optimization of all the equipment and production.*
- 4. Planning and scheduling of planned actions.*
- 5. Realization of the necessary technical reports.*

Equipo técnico

En toda instalación productiva con finalidad comercial de cualquier escala, deben de existir tres tareas bien diferenciadas, que podría realizar una misma persona, si la dimensión y las limitaciones económicas así lo exigen, o varias:

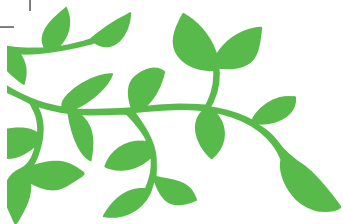
- Responsable de gestión y dirección económica: Se hará cargo de la contabilidad, gestiones fiscales y laborales, asesoramientos jurídicos, gestiones bancarias, de secretaría y oficina, documentos oficiales, permisos, autorizaciones, ayudas o subvenciones, etc.
- Responsable de producción e instalaciones: Se hará cargo del diseño e instalación del módulo de producción, el buen estado de las instalaciones, reparaciones y adquisición de materiales y equipos necesarios, elección y adquisición de las especies de cultivo, mantenimiento de las mismas, cosecha y producción, etc.
- Responsable de marketing, distribución y comercialización: Se hará cargo de la promoción, distribución y venta de los productos, gestión de proveedores y clientes, catálogo y canales de comercialización, publicidad, imagen corporativa, etc.

Technical team

In any production facility with a commercial purpose of any scale, there must be three well-differentiated tasks, that could be carried out by the same person (if the size and economic limitations so require), or several:

- *Responsible for management and economic direction: The person will be responsible for the accountancy, tax and labour management, legal advices, banking management, secretarial and office, official documents, permits, authorizations, grants or subsidies, etc.*
- *Responsible for production and installations: The person will be responsible of design and installation of the production module, the good condition of the installations, repairs and acquisition of necessary materials and equipment, selection and acquisition of the cultivation species, as well as their maintenance, harvesting and production, etc.*
- *Responsible of marketing, distribution and commercialisation: The person will be in charge of the promotion, distribution and sale of the products, management of suppliers and clients, catalogue and commercialisation channels, advertising, corporate image, etc.*





Programa de mantenimiento

1. Partes diarios/labores diarias y no diarias.
2. Stocks especies/altas y bajas (hojas mensuales).
3. Control de parámetros calidad de agua (hojas semanales).
4. Control de alimentación (hojas semanales).
5. Control de patologías (hojas mensuales).
6. Control de producción vegetal (hojas mensuales).
7. Balance de cargas (hojas mensuales).
8. Documentación oficial/normativa vigente/permisos y autorizaciones.

Supporting program

1. Daily parts/daily and nondaily work.
2. Species stock/ high and low (monthly records).
3. Control of water quality parameters (weekly records).
4. Feeding control (weekly records).
5. Pathology control (monthly records).
6. Plant production control (monthly records).
7. Balance of loads (monthly records).
8. Official documentation/current regulations/permits and authorisations.



Control de la calidad del agua/Control of water quality

Parte diario de trabajo de mantenimiento

Daily work report template

Fecha: Hora de Entrada: Hora de Salida:
Date: Start at: End at:

Nombre Trabajador/ra:
Employee Name

Trabajos Previstos: / *Planned works:*

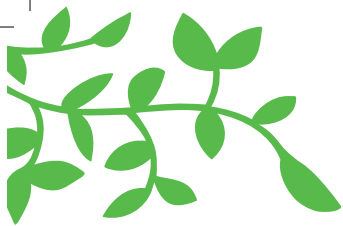
Trabajos Realizados: / *Performed works:*

Trabajos Pendientes: / *Outstanding jobs:*

Incidencias y sugerencias: / *Incidences and suggestions:*

Firma. / *Signature.*





LABORES DE MANTENIMIENTO

Labores diarias

Son aquellas que deben de realizarse todos los días, preferiblemente en el orden descrito a continuación:

1. Comprobar siempre en primer lugar el estado de salud y buen aspecto de las especies acuáticas mantenidas.

En caso de localizarse alguna incidencia, procurar descubrir la causa y subsanarla (ej. falta de aireación o recirculación deficiente, obstrucción del circuito de agua o bombas), y retirar ejemplares muertos o con mal aspecto, si los hubiera, analizando las causas y manipulándolo con las precauciones adecuadas, y eliminación según normativa sanitaria vigente.

2. Realizar la misma acción con las especies vegetales mantenidas, comprobando su estado y aspecto, y que el circuito hidropónico funciona adecuadamente, sin atascos y con sus caudales óptimos.

3. Comprobar que el equipo eléctrico como las bombas de agua, compresores de aire y otros, estén funcionando correctamente. Si no es así, desconectar, limpiar o revisar y volver a conectar hasta que vuelva a su estado correcto de funcionamiento, de no solventarse el problema deberá procederse a su sustitución.

MAINTENANCE WORK

Supporting work

These tasks must be performed daily and preferably in the order described below:

1. When the employee arrives to the place, he/she must check the state of health and the appearance of the aquatic species which are maintained.

In case of abnormality, trying to discover the origin of the cause and correct it (e.g. lack of aeration or deficient recirculation, obstruction of the water circuit or pumps), and removing dead or bad looking/sick animals (if any), analysing the causes and handling them with the appropriate precautions, and elimination according to current health regulations.

2. In the same way as the previous action, the employee must check the plant species maintained, checking their condition and appearance, and that the hydroponic circuit works properly, without traffic jams and with their optimum flows.

3. Checking that electrical equipment such as water pumps, air compressors and others are working properly. If this is not the case, the employee must disconnect, clean or check and reconnect until it returns to its correct state of operation, if the problem is not solved it must be replaced.

4. Preparación del alimento y reparto de la alimentación en cada caso.

5. Recogida de restos no consumidos, limpieza de desechos, superficies y cristales/metacrilatos.

6. Comprobar la limpieza, orden e higiene general de toda la instalación y material. Si no es así, proceder a limpieza y orden.

Todas las superficies que entren en contacto con productos de la acuaponía deberán limpiarse, y en caso necesario desinfectarse, con una frecuencia y procedimiento adecuados.

Los detergentes, desinfectantes, desincrustantes, etc., tienen que ser aptos para uso de industria alimentaria.

Los productos de limpieza y desinfección se usarán respetando la dosis y recomendaciones indicadas por el fabricante.

Los detergentes y desinfectantes deben estar almacenados en una zona habilitada a tal efecto que garantice que no entran en contacto con los productos de la acuicultura.

7. Redacción del parte de trabajo diario.

4. Food preparation and its distribution in each case.

5. Collection of unconsumed remains, cleaning of waste, surfaces and crystals/metacrylates.

6. The employee must check the cleanliness, order and general hygiene of all the installation and material. If this is not the case, he/she has to proceed to cleaning and tidying up.

All surfaces that come into contact with aquaponics products must be cleaned and, if necessary, disinfected with an appropriate frequency and procedure.

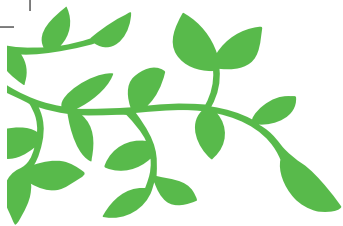
Detergents, disinfectants, descalers, etc. must be suitable for use in the food industry.

Cleaning and disinfection products should be used according to the dosage and recommendations indicated by the manufacturer.

Detergents and disinfectants must be stored in an area set aside for this purpose to ensure that they do not come into contact with aquaculture products.

7. Daily work report writing.





Labores no diarias

1. Limpieza del material filtrante y cambios de agua, cada vez que se vea algo turbia. Va a depender de la cantidad de ejemplares de los tanques, pero como prevención debe realizarse al menos una vez a la semana.

La limpieza del material filtrante (esponjas y perlón) se puede realizar mediante agua a presión o sumergiendo el material en agua proveniente del sistema (si queremos preservar las bacterias del filtro mecánico) y estrujándolo repetidas veces.

Si se dispone en el sistema de una alta densidad de peces, será necesaria la limpieza del material de forma diaria.

2. Control de los parámetros del agua. Comprobar el buen aspecto del agua y su calidad en cuanto



Bomba de agua funcionando correctamente / Water pump working properly

Non-daily work

1. If the water is cloudy, it is necessary to clean the filtering material and water changes. This will depend on the number of animals in the tanks, but as prevention it should be done at least once a week.

The cleaning of the filter material (sponges and perlón) can be done by pressing water or by immersing the material in water from the system (if we want to preserve the bacteria of the mechanical filter) and squeezing it repeatedly.

If there is a high density of fish in the system, it will be necessary to clean the material on a daily basis.

2. Water parameters control. The employee must check the quality of water in terms of transparency and physical-chemical parameters.



Reparto de alimento para las especies acuícolas / Feeding the fish

a transparencia y parámetros físico-químicos. Si no es así, proceder a cambio inmediato de un 20 a un 50% del agua, según el estado de la misma, y mejoras de filtración y esterilización.

Los parámetros que deben revisarse principalmente son:

- Temperatura.
- Turbidez.
- pH.
- Oxígeno disuelto.
- Compuestos nitrogenados (amonio, nitritos y nitratos).
- Nutrientes esenciales para las plantas.
- Salinidad o densidad (en el caso de sistemas salobres o marinos).

3. Relleno de agua perdida por evaporación, y para compensar la salinidad en caso de marinos.

Esta labor se realizará de forma “no diaria”, sin embargo, el nivel del agua del sistema debe comprobarse diariamente.

4. Recogida y reposición de plantas, así como eliminación de hojas y/o frutos en mal estado, y arreglo o limpieza del sustrato del sistema hidropónico.

5. Limpieza de materiales, y anotación de todas las tareas y datos anteriormente descritos para el control de las instalaciones de cara a prevención y posibles inspecciones técnicas y sanitarias.

If this is not the case, he/she has to change from 20 to 50% of the water immediately, depending on its condition, as well as improving filtration and sterilisation.

The main parameters to be reviewed are:

- Temperature.
- Turbidity.
- pH.
- Oxygen dissolved in water.
- Nitrogen compounds (ammonium, nitrites and nitrates).
- Essential nutrients for plants.
- Salinity or density (in the case of brackish or marine systems).

3. Filling the water lost, either by evaporation or compensate salinity in case of seafarers.

Despite this labour is not necessary to be done daily, the checking of the water level is.

4. Collection and replacement of plants, as well as removal of leaves and/or fruit in poor condition, and repairing or cleaning of the substrate of the hydroponic system.

5. Cleaning of materials, and annotation of all the tasks and data previously described for the control of the facilities with a view to prevention and possible technical and sanitary inspections.





6. Compra, almacenaje/preservación y preparación de alimento, repartido en dosis o packs de alimentación, para su posterior suministro, según el caso.

7. Toma de imágenes, elaboración de tablas de crecimiento, anotaciones sobre aspectos biológicos, ecología y etología de las especies, y otros según proyectos o informes que justifiquen el contenido medioambiental de las instalaciones.

8. Redacción del parte de trabajo semanal/mensual.

6. Purchase, storage/preservation and preparation of food, distributed in doses or food packs, for subsequent supply, as the case may be.

7. Taking of pictures, elaboration of growth charts, annotations on biological aspects, ecology and ethology of the species, and others according to projects or reports that justify the environmental content of the facilities.

8. Writing the weekly/monthly work report.



Producción de lechugas en balsa flotante / Production of lettuce rafts system

STOCK DE ESPECIES

Periódicamente se contarán los ejemplares y se realizarán medidas de la longitud y peso de las especies acuáticas, con ello se hará un seguimiento de su crecimiento y desarrollo, con lo que obtendremos conocimientos sobre los ejemplares que mantenemos en el sistema y su tamaño.

Con estos datos podremos realizar una tabla de alimentación con la que estimar la cantidad de alimento que precisan las ejemplares del sistema para cubrir todas sus necesidades nutricionales.

Ejemplo de tabla para la realización del Stock de especies

Fecha:

Zona / Tanque	Especie	Número Ind. / Talla Media	Procedencia	Fecha Alta / Baja

Date:

Area / Tank	Species	Ind Number / Average size	Origin	Add / Dead Date

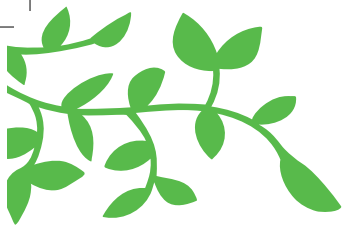
SPECIES STOCK

Aquatic species individuals will be counted and measurement (length and weigh) periodically. It will allow a follow-up of their growth and development, with which it will obtain knowledge about the specimens that we maintain in the system and their size.

With these data we will be able to make a feeding chart with which to estimate the amount of food needed by the specimens of the system to cover all their nutritional needs.

Example of a chart for the realization of the stock species





PARÁMETROS FÍSICO/ QUÍMICOS DEL AGUA

El agua de nuestro sistema es el medio donde mantenemos nuestras plantas y especies acuáticas, por ello debemos asegurarnos de que la calidad del agua es la adecuada a fin de garantizar su bienestar.

Parámetros básicos mínimos a controlar sobre la calidad del agua:

Rangos de valores medios en acuicultura:

- NO₂ (nitritos): siempre deben estar <0,5ppm.
- NO₃ (nitratos): <10 ppm.
- pH: 7 dulce y 8,4 marino.
- T^a: 10/20°C agua fría/templada y 20/28°C templado/tropical).
- Salinidad/densidad: 0%/1,000 agua dulce, 10-20%/1,005-1,008 salobre, 35-36%/1,022-1,026 agua salada.
- Oxígeno: >5-15 mg/l.
- Dureza total (gH): 0-15 p.p.m. muy blanda, 16-75 p.p.m. blanda, 76-150 p.p.m. semidura, 151-300 p.p.m. dura, y >300 p.p.m. muy dura.
- Alcalinidad (kH): 0-40 p.p.m. bajo, 40-120 p.p.m. moderado, 120-180 p.p.m. alto, 180-300 p.p.m. muy alto.

PHYSICAL-CHEMICAL PARAMETERS OF WATER

The water in our system is the medium where we maintain our plants and aquatic species, so we must ensure that the quality of the water is adequate to ensure their welfare.

Minimum basic parameters to control on the quality of the water:

Average value ranges in aquaculture:

- NO₂ (nitrites): must always be <0,5ppm.
- NO₃ (nitrates): <10 ppm.
- pH: 7 freshwater and 8,4 marine.
- T^a: 10/20°C cold/warm water and 20/28°C warm/tropical).
- Salinity/density: 0%/1,000 freshwater, 10-20%/1,005-1,008 brackish, 35-36%/1,022-1,026 salt water.
- Oxygen: >5-15 mg/l.
- General hardness (gH): 0-15 p.p.m. very soft, 16-75 p.p.m. soft, 76-150 p.p.m. semi-hard, 151-300 p.p.m. hard, y >300 p.p.m. veru hard.
- Alkalinity (kH): 0-40 p.p.m. low, 40-120 p.p.m. moderate, 120-180 p.p.m. high, 180-300 p.p.m. very high.

In aquaponics, however, as a plant culture is integrated into the system, the optimum level

En acuaponía sin embargo, al tener integrado en el sistema un cultivo de plantas, el nivel óptimo de nitratos, según Rakocy et al. (2006), están alrededor de 100 p.p.m., siendo un indicador también para iniciar los cambios de agua. Otros autores (Ako y Baker, 2004) comentan que los 40 p.p.m. de nitratos en la solución acuapónica, son un nivel indicador de que tanto el nivel de nitrógeno como de los otros 15 nutrientes esenciales para las plantas (fósforo, potasio, calcio, magnesio, etc.), están en una concentración óptima.

Los niveles óptimos de pH en acuaponía para plantas, bacterias, y especies acuáticas, suele encontrarse entre 6.5-7, aunque las plantas tengan valores más óptimos por debajo de 6 y las bacterias nitrificantes entre 7.5-8 (Rakocy et al. 2006).

Ejemplo de tabla para el control de parámetros del agua

Tanque	NO ₂	NO ₃	pH	T °C	Densidad	Dureza	Alcalinidad	Oxígeno

Tank	NO ₂	NO ₃	pH	T °C	Density	Hardness	Alkalinity	Oxygen

of nitrates, according to Rakocy et al. (2006) , is around 100 p.p.m., which is also an indicator for initiating water changes. Other authors (Ako and Baker, 2004) explain that the 40 p.p.m. of nitrates in the aquaponics solution are a level indicator that both the level of nitrogen and the other 15 nutrients essential for plants (phosphorus, potassium, calcium, magnesium, etc.) are at an optimal concentration.

Optimal pH levels in aquaponics for plants, bacteria, and aquatic species are usually between 6.5-7, although plants have more optimal values below 6 and nitrifying bacteria between 7.5-8 (Rakocy et al. 2006)

Example of a chart for water parameters control

If the parameters analysed are not adequate, a partial renewal of the water will be carried out,



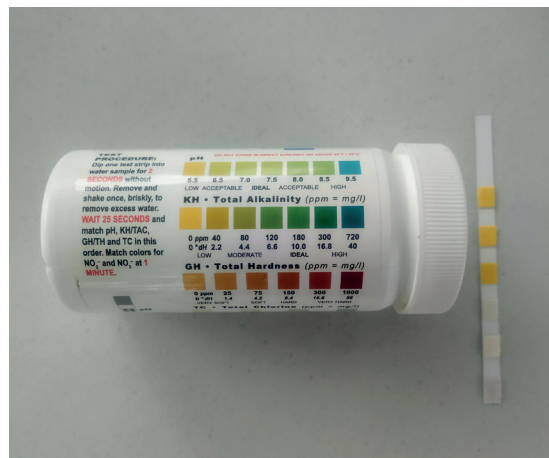


Si los parámetros analizados no fuesen los adecuados, se procederá a realizar una renovación parcial del agua, ésta variará entre un 15 y un 50%, dependiendo del valor obtenido en la medición, requiriéndose una mayor renovación si el agua presenta valores peligrosos para las especies mantenidas. Sin embargo se deben tomar algunas precauciones al realizar una renovación de un porcentaje tan elevado, ya que el agua nueva que se está introduciendo podría producir un cambio brusco en la temperatura del agua, pudiendo generar un shock térmico en las especies acuáticas.

this will vary between 15 and 50%, depending on the value obtained in the measurement, requiring a greater renewal if the water presents dangerous values for the species maintained. However, some precautions should be taken when carrying out a renewal of such a high percentage, as the new water that is being introduced could produce a sudden change in the temperature of the water, which could generate a thermal shock in the aquatic species.



Medición de la temperatura del agua / Water temperature measurement



Tiras reactivas para la medición del agua / Test strips for measuring water

ELABORACIÓN DE TABLA DE CRECIMIENTO Y ALIMENTACIÓN EN ESPECIES ACUÍCOLAS

Se recomienda una alimentación diaria, según los hábitos de cada especie, y en varias dosis, especialmente en juveniles o especies que así lo requieran. La alimentación debería ser variada en semanas alternativas, alternando si es posible alimento fresco o congelado, como pienso o alimento seco.

Los piensos utilizados en el cultivo procederán de proveedores autorizados y registrados. Se realizaran verificaciones de productos.

Los nutrientes para preparar medios de cultivo deberán estar autorizados.

Todos los ingredientes y aditivos deben estar autorizados.

Los piensos deberán estar debidamente etiquetados, con toda la información respecto a su fabricación y con las correspondientes especificaciones relacionadas con transporte y almacenamiento.

Los alimentos naturales, frescos o congelados deberán llegar al establecimiento en un estado de frescura apropiado.

Existirá un listado de todos los piensos y alimentos empleados.

ELABORATION OF GROWTH CHART AND FEEDING AQUACULTURE SPECIES

According to the habits of each species, a daily diet is recommended and in various doses, especially in juveniles or species that require it. The diet should be varied in alternative weeks, alternating (if possible) fresh or frozen food.

Feed used in farming should come from approved and registered suppliers, so product verifications will be carried out.

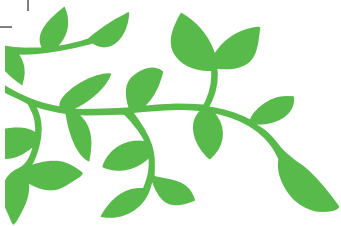
Nutrients for the preparation of culture media must be authorised, as well as the nutrients and additives.

Feed must be properly labelled (manufacturing information and corresponding transport and storage specifications).

Natural, fresh or frozen food should arrive at the establishment in an appropriate state of freshness.

All feed and food used shall be listed.





Almacenamiento

El pienso se debe almacenar: lejos de cualquier fuente de contaminación biológica, física o química, protegido de plagas y del acceso y anidamiento de animales; nunca en contacto directo con el suelo.

Los piensos deberán someterse a rotación y utilizarse antes de que expire su fecha de vencimiento.

Los piensos desecados para peces deberán almacenarse en zonas refrigeradas y secas para evitar el deterioro, formación de mohos y la contaminación. Los piensos frescos deberán conservarse debidamente refrigerados según las instrucciones del fabricante.

Las condiciones de almacenamiento y transporte deberán ajustarse a las especificaciones de la etiqueta.

Los piensos medicados deberán ir en envases claramente identificados y conservarse separadamente para evitar errores.

Los alimentos naturales, frescos o congelados, se deberán almacenar en condiciones de humedad y temperatura, que permitan conservar todas sus propiedades sin deterioro.

Tabla de alimentación

La realización de esta tabla es imprescindible en cualquier sistema acuapónico de finalidad productiva, ya que el cálculo de la cantidad de alimento empleada

Storage

Feed should be stored away from any source of biological, physical or chemical contamination, protected from pests and from animal access and nesting, and never in direct contact with soil.

Feed must be rotated and used before its expiry date.

Dried fish feed should be stored in refrigerated and dry areas to prevent spoilage, mould formation and contamination. On the other hand, fresh feed should be kept properly chilled according to the manufacturer's instructions.

Storage and transport conditions must comply with the specifications on the label.

Medicated feed should be packed in clearly identified containers and stored separately to avoid errors.

Natural foods, fresh or frozen, should be stored under conditions of humidity and temperature, which allow all their properties to be preserved without deterioration.

Feeding chart

The development of this chart is essential in any aquaponics system of productive purpose, since the calculation of the quantity of used food will allow

permitirá un desarrollo de las especies acuáticas adecuado, optimizándose de esta forma su crecimiento y permitiendo establecer la cantidad de especies vegetales (m2) que podemos mantener con la biomasa animal que presentamos en cada momento.

Esta tabla será específica para cada especie acuática, ya que las necesidades nutricionales difieren de una a otra especie. En estas tablas además, se debe tener en cuenta la temperatura del agua, puesto que aguas más cálidas incrementan el metabolismo de las especies acuáticas, requiriendo estos una mayor ingesta (% de biomasa) de alimento diario. Por el contrario, temperaturas bajas disminuyen el metabolismo, pudiendo incluso detener la ingesta de alimentos por parte de los ejemplares si la temperatura fuese demasiado baja.

Ejemplo de tabla de alimentación

Zona / Tanque	Especie / n° ind.	Talla / Peso Total (gr.)	Tipo de alimento Cantidad / Dosis	Tª	Fecha

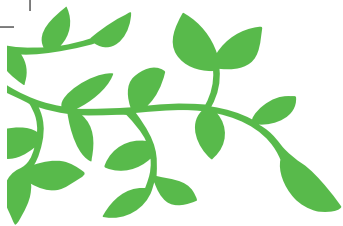
Area / Tank	Species / n° ind.	Size / Weight Total (gr.)	Type of food Quantity / Dose	Tª	Date

an adequate development of the aquatic species, optimizing in this way their growth and allowing to establish the quantity of vegetal species (m2) that it can be maintained with the animal biomass that it presents in every moment.

Each aquatic species requires specific nutritional needs, so the feeding charts have to be different and specialized for each species. Water temperature must also be taken into account, since warmer waters increase the metabolism of aquatic species, which require a greater intake (% of biomass) of daily food. On the other hand, low temperatures diminish the metabolism, being able even to stop the ingestion of food on the part of the specimens if the temperature was too low.

Example of feeding chart





PATOLOGÍAS

El principal método para evitar una patología es la prevención (profilaxis). Existe varios pasos que se pueden seguir para una correcta profilaxis:

1. Mantener las instalaciones, el equipo y los objetos de manipulación de animales y plantas, desinfectados.
2. Proporcionar a las especies acuáticas y a las plantas los nutrientes necesarios para su desarrollo. Una correcta alimentación mejora el sistema inmunitario, permitiendo que sus defensas naturales funcionen correctamente.
3. Controlar la calidad del agua. Unos parámetros inadecuados pueden producir condiciones de estrés en las especies acuáticas, volviéndose más vulnerables ante agentes infecciosos.

Aún realizando adecuadamente estos pasos podemos presentar casos donde uno o varios ejemplares presenten síntomas que nos alerten sobre la posible presencia de un agente patógeno en el sistema.

Ante tal situación, se deben aislar estos ejemplares en la zona habilitada para ello. Posteriormente se evaluarán sus síntomas y se efectuará un diagnóstico que permita identificar la enfermedad y el agente causante de ésta, así como el tratamiento a seguir para su erradicación.

PATHOLOGY

The main method to avoid a pathology is prevention (prophylaxis). There are several steps that can be followed for a correct prophylaxis:

- 1. Keep the facilities, equipment and objects for handling animals and plants disinfected.*
- 2. Provide aquatic species and plants with the necessary nutrients for their development. A correct diet improves the immune system, allowing their natural defenses to function properly.*
- 3. Controlling water quality. Inadequate parameters can produce stress conditions in aquatic species, making them more vulnerable to infectious agents.*

Even if these steps are carried out properly, we can present cases where one or more specimens present symptoms that alert us to the possible presence of a pathogen in the system.

In this case, these specimens must be isolated in the area set aside for this purpose. Subsequently, their symptoms will be evaluated and a diagnosis will be made to identify the disease and its causative agent, as well as the treatment to be followed for its eradication.

Ejemplo de protocolo de patologías

Example of pathology control

Fecha:
Date

Descripción de la incidencia: / *Description of the incidence:*

Parámetros del agua: / *Water parameters:*

Sintomatología (comportamiento, aspecto externo e interno): / *Symptomatology (behavior, external and internal appearance):*

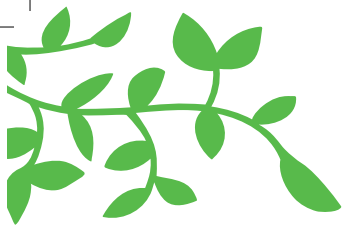
Agente patógeno y enfermedad: / *Pathogen and disease:*

Tratamiento realizado: / *Treatment performed:*

Con la realización de estos protocolos, se obtendrá una base de datos que permitirá, ante futuras incidencias, una detección y actuación más rápida ante un patógeno determinado, lo cual reducirá las pérdidas ocasionadas por enfermedades.

With the implementation of these protocols, a database will be obtained that will allow, in the event of future incidents, faster detection and action against a given pathogen, which will reduce losses caused by diseases.





PRODUCCIÓN VEGETAL

El seguimiento de las especies vegetales dentro del sistema es fundamental para poder valorar si las condiciones de su cultivo son las adecuadas.

Antes de introducir una especie vegetal en el sistema, se deberá realizar una ficha técnica sobre la especie, con las fechas de siembra y de recolección. Tener conocimiento de la fecha en la que comenzamos el cultivo de una especie vegetal y cuando puede recolectarse, nos permitirá realizar una previsión de producción, con la cual podremos llevar a cabo un plan estratégico para su cultivo a lo largo de todo el año.

Posteriormente se procederá al adecuamiento de la planta para poder ser introducida en el sistema hidropónico, para ello se deben eliminar los restos de tierra (sustrato) con el cual se ha adquirido, ya que esta tierra podría taponar tuberías, ensuciar el agua o dañar el aparato respiratorio de las especies acuáticas.

PLANT PRODUCTION

Monitoring of plant species within the system is essential to assess whether the conditions of their cultivation are adequate.

Before introducing a plant species into the system, a technical data sheet on the species, including sowing and harvesting dates, should be drawn up. To have knowledge of the date in which we begin the cultivation of a vegetable species and when it can be harvested, will allow us to make a production forecast, with which we will be able to carry out a strategic plan for its cultivation throughout the year.

Subsequently, the plant will be adapted to be introduced into the hydroponic system. To do this, the remains of the soil (substrate) with which it has been acquired must be eliminated, as this soil could block pipes, dirty the water or damage the respiratory system of aquatic species.

Ejemplo de tabla para el seguimiento del crecimiento vegetal

Example of a monitoring record for plant growth

Especie	Número	Fecha Colocación	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Fecha Recolección	Observaciones

Specie	Number	Date of Placement	Measure 1	Measure 2	Measure 3	Measure 4	Date of Harvest	Observations

Estas tablas se efectuarán mensualmente, haciendo un seguimiento del crecimiento semana a semana, para así poder detectar alguna posible carencia de nutrientes o enfermedades, que limiten el crecimiento de las plantas.

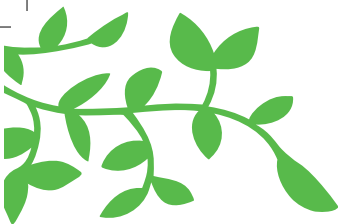
De forma diaria, se revisará la presencia de hojas y/o frutos en mal estado, que puedan alterar la química del agua mediante su descomposición o bloquear el sustrato del sistema hidropónico, provocando una incorrecta circulación y oxigenación del agua. Estos restos, deben retirarse siguiendo unas normas higiénico-sanitarias adecuadas, sin embargo, también pueden emplearse para la elaboración de compost, al igual que los desechos de las especies acuáticas.

These charts will be made monthly, monitoring the growth weekly, in order to detect any possible lack of nutrients or diseases that limit plant growth.

the presence of leaves and/or fruits in bad state will be checked daily. these can alter the chemistry of the water by means of its decomposition or block the substratum of the hydroponic system, causing an incorrect circulation and oxygenation of the water. These remains must be removed following adequate hygienic-sanitary rules, however, they can also be used for the production of compost, as well as the waste of aquatic species.

In systems where plant production is of specific plant organs, such as leaves, fruits or stems, the control of production will be different. We will have a chart/record that allows us to write down





En sistemas donde la producción vegetal sea de órganos concretos de la planta, como por ejemplo hojas, frutos o tallos, el control de la producción será diferente. Dispondremos de una tabla que permita anotar la cantidad (grs, kg o toneladas, según escala productiva) del órgano vegetal de interés, por unidad de tiempo.

the quantity (grs, kg or tons, depending on the productive scale) of the vegetable organ of interest, per unit of time.

Ejemplo de tabla de producción vegetal

Example of a production plant chart

Especie	Órgano Vegetal	Número Recolectado	Peso Recolectado	Fecha de Recolección	Observaciones

Species	Plant Organ	Number Collected	Weight Collected	Date of Harvest	Observations

Con los datos obtenidos de la tabla del ejemplo se podrá saber, no solo el número de hojas o frutos recolectados, sino también el tamaño medio de estos, a partir del peso, lo cual nos permitirá hacer una valoración de la producción en base a otros parámetros como los kg de pienso/alimento utilizados durante el proceso de producción, los niveles de nutrientes o el efecto de la temperatura en el tamaño de los productos.

With the data obtained from the chart in the example, it will be possible to know not only the number of leaves or fruits harvested, but also the average size of these, based on weight, which will allow us to evaluate production based on other parameters such as the kg of feed used during the production process, the levels of nutrients or the effect of temperature on the size of the products.

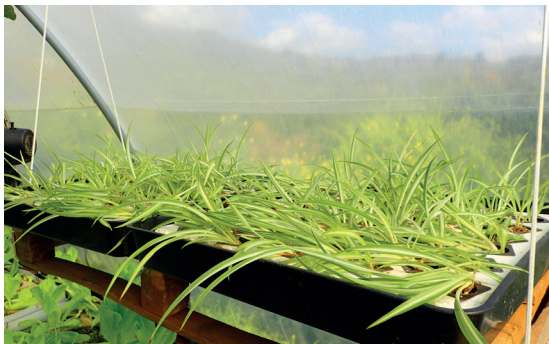
SEMILLERO

En muchas instalaciones puede interesar mantener una zona como semillero, donde se puedan plantar las semillas obtenidas de nuestro sistema hidropónico, permitiendo cerrar el ciclo de producción vegetal al generar plantones que puedan reemplazar las plantas recolectadas.

Para ello mantendremos una bandeja, de pequeña altura, en este caso con sustrato de jardinería, donde se enterrarán las semillas a unos 2-3 cm de profundidad.

Estas bandejas deberán regarse siempre que se observe falta de humedad en la capa superficial del sustrato.

Las semillas germinarán y comenzarán a crecer. Se deberán mantener en la bandeja hasta que los plantones alcancen un tamaño que permita que sus raíces puedan tomar agua del sistema hidropónico y darles soporte, unos 5-8 cm de longitud.



Semillero / Seedbed

SEED BEDS

In many facilities it may be of interest to maintain an area as a seedbed, where seeds obtained from our hydroponic system can be planted, allowing the plant production cycle to close by generating seedlings that can replace the plants collected.

For this purpose, the employee will maintain a tray, of small height, in this case with substrate of gardening, where he/she will bury the seeds to approximately 2-3 cm of depth.

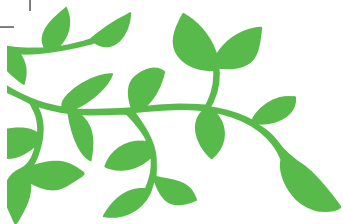
These trays should be watered whenever there is a lack of moisture in the top layer of the substrate.

The seeds will germinate and will begin to grow. They should be kept in the tray until the seedlings reach a size that allows their roots to take water from the hydroponic system and give them support, about 5-8 cm in length.



Plantones de lechuga obtenidos de semillero / Lettuce seedlings obtained from seedbed





PLAGAS Y ENFERMEDADES VEGETALES

Las plantas pueden recibir el ataque de insectos y microorganismos, lo cual puede ocasionar la pérdida de toda la producción si no se solventa a tiempo, por ello la mejor estrategia es la prevención.

Se revisará el estado de las plantas cultivadas, eliminando manualmente aquellos casos donde encontremos insectos o retirando hojas/frutos en mal estado. Realizar esta acción a tiempo puede evitar una posible plaga o enfermedad, más difícil de controlar y ante la cual habría que emplear otros remedios para su erradicación, los cuales deberán ser inocuos para las especies acuáticas.

Otra forma de evitar la proliferación de insectos en el cultivo es mediante la colocación de trampas adhesivas. Estas presentan un color atrayente para algunos insectos, que al posarse sobre ellas quedan pegados a esta.

Estas trampas se revisarán periódicamente para comprobar que están actuando correctamente y sustituirlas en caso necesario.

PLANT PESTS AND DISEASES

Plants can be attacked by insects and microorganisms, which can cause the loss of all production if not solved in time, so the best strategy is prevention.

The state of the cultivated plants will be checked, eliminating manually those cases where we find insects or removing leaves/fruits in bad state. Performing this action in time can avoid a possible pest or disease, more difficult to control and before which it would be necessary to use other remedies for its eradication, which should be safe for aquatic species.

Another way to avoid the proliferation of insects in the crop is by placing adhesive traps. These present an attractive color for some insects, which when resting on them are stuck to it.

These traps will be checked periodically to check that they are working correctly and replace them if necessary.



Trampa para insectos / Insect trap

BALANCE DE CARGAS

Las comunidades de seres vivos presentes en estos sistemas (peces, plantas y bacterias), están íntimamente relacionadas entre sí. El balance de cargas o “ratio” es el equilibrio existente entre los peces y las plantas del sistema, y se expresa como el cociente entre la cantidad de comida diaria suministrada a los peces (en gramos), y la superficie de cultivo de plantas que puede mantenerse con dicha cantidad (en metros cuadrados).

Este balance debe tenerse muy en cuenta a la hora de montar un sistema acuapónico. Además de tener en cuenta las especies utilizadas, y su eficiencia de asimilación y alimentación. El australiano Wilson Lennard, discípulo de unos de los “padres” de la acuaponía moderna, el dr. Rakocy, explica en un excelente trabajo que el adecuado cálculo de este balance asegura el éxito de un cultivo acuapónico (Lennard, 2013), e incluso proporciona una hoja de cálculo para su determinación en instalaciones para aficionados: (<http://www.aquaponic.com.au/calculators.htm>)

Los valores para la “ratio” obtenidos en diferentes investigaciones varían no sólo según la cantidad de alimento suministrado a los peces y su biomasa, también según el tipo de peces, el

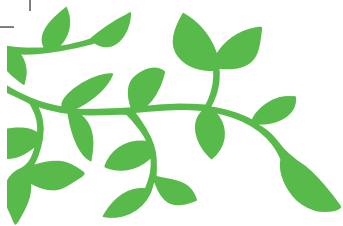
LOAD BALANCE

The communities of living beings present in these systems (fish, plants and bacteria) are intimately related to each other. The load balance or “ratio” is the balance between the fish and the plants in the system, and it is expressed as the quotient between the amount of daily food supplied to the fish (in grams), and the area of plant cultivation that can be maintained with that amount (in square meters).

This balance must be taken into account when setting up an aquaponic system. In addition to taking into account the species used, and their efficiency of assimilation and feeding. The Australian Wilson Lennard, disciple of one of the “fathers” of modern aquaponics, Dr. Rakocy, explains in an excellent work that the adequate calculation of this balance assures the success of an aquaponic culture (Lennard, 2013), and even provides a spreadsheet for its determination in facilities for amateurs: (<http://www.aquaponic.com.au/calculators.htm>)

The values for the ratio obtained in different investigations vary not only according to the amount of food supplied to the fish and their biomass, but also according to the type of fish, the level of protein in the food, or the species of





nivel de proteína en el alimento, o la especie de plantas y su estado de crecimiento (por ejemplo, plantas con frutos para consumo como tomates, berenjenas, pimientos, fresones, etc., necesitan más nutrientes que aquellas que se consumen sólo sus hojas verdes (lechugas, acelgas, etc.).

La ratio también varía según el tipo de sistema hidropónico empleado. James Rakocy, investigador norteamericano reconocido como uno de los “padres” de la acuaponía moderna, estimó las siguientes ratios en uno de los sistemas acuapónicos comerciales más conocidos, el UVI system (Rakocy et al. 2006):

- Con 15 a 25 gramos de alimento para peces se mantiene 1 m² de cultivo de plantas (lechugas) en los sistemas de substrato y de NFT.
- Con 60 a 100 gramos de alimento se mantiene 1 m² de cultivo de plantas (lechugas) en el sistema de cama o raíz flotante.

La organización mundial para la alimentación y la agricultura (FAO), para instalaciones acuapónicas familiares de autoconsumo (Somerville et al. 2014), estima otros valores para la ratio en función del estado vegetativo de las plantas o si son para consumo en hoja verde (lechugas, acelgas, espinacas, etc.) o para consumo del fruto (tomates, berenjenas, habas, pimientos, etc.):

plants and their state of growth (for example, plants with fruits for consumption such as tomatoes, aubergines, peppers, strawberries, etc., need more nutrients than those that are consumed only their green leaves (lettuce, chard, etc.).

The ratio also varies according to the type of hydroponic system used. James Rakocy, an American researcher recognized as one of the “fathers” of modern aquaponics, estimated the following ratios in one of the best-known commercial aquaponic systems, the UVI system (Rakocy et al. 2006):

- With 15 to 25 grams of fish feed, 1 m² of plant culture (lettuce) is maintained in the substrate and NFT systems.*
- With 60 to 100 grams of feed 1 m² of plant (lettuce) culture is maintained in the floating bed or root system.*

The Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), for family aquaponic installations for self-consumption (Somerville et al. 2014), estimates other values for the ratio depending on the vegetative state of the plants or whether they are for consumption in green leaf (lettuce, chard, spinach, etc.) or for consumption of the fruit (tomatoes, aubergines, beans, peppers, etc.):



Ejemplar de Tilapia en sistema acuaponico / Tilapia specimen in aquaponic system

- 40-50 gramos de alimento para peces mantienen 1 m² de cultivo de plantas para consumo en verde de sus hojas.
- 50-80 gramos de alimento para peces mantienen 1 m² de cultivo de plantas para consumo de sus frutos.

Por otra parte, todos los componentes hidropónicos utilizados en acuaponía poseen características de funcionamiento y balances diferentes.

• 40-50 grams of fish feed keep 1 m² of plants cultivated for green consumption of their leaves.

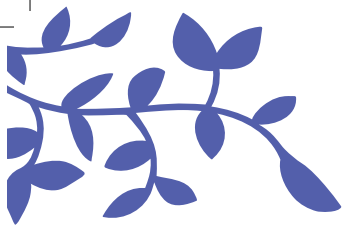
• 50-80 grams of fish feed maintain 1 m² of plant culture for consumption of its fruits.

On the other hand, all the hydroponic components used in aquaponics have different operating characteristics and balances.



Lecho de sustrato con diversas especies vegetales / Grow bed with various plant species





DIMENSIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL DE LA ACUAPONÍA

INTRODUCCIÓN.
DIMENSIÓN AMBIENTAL.
DIMENSIÓN SOCIAL.

TEMA 7

ENVIRONMENTAL AND SOCIAL DIMENSION OF AQUAPONICS

INTRODUCTION.
ENVIRONMENTAL DIMENSION.
SOCIAL DIMENSION.

UNIT 7

INTRODUCCIÓN

Desde hace apenas unos pocos años, se ha presentado una crisis económica y financiera a nivel mundial, que amenaza con producir grandes cambios en la estructura de la economía de cada país y de las condiciones en que se realiza el comercio internacional.

Sin embargo, poco se habla de una crisis que nos acompaña desde los orígenes de la humanidad, y que se refiere a las condiciones de hambre y desnutrición de las poblaciones más desvalidas, situación que se verá muy agravada con la crisis previamente señalada.

“Save the Children” realizó una encuesta en los 5 países donde se encuentran 170 millones de niños con desnutrición; es decir, la mitad de los niños y niñas que tienen este problema en el mundo. Estos países son India, Bangladesh, Pakistán, Nigeria y Perú.

Por ello, es prioritario el desarrollo de los planes de Seguridad Alimentaria, que permita la buena alimentación de los niños, la accesibilidad a los alimentos, así como también la buena educación y la formación de técnicos capaces de buscar alternativas de solución a la problemática de escasez de agua, el aumento de zonas áridas debido al cambio climático y la pérdida de los recursos originarios, por la introducción de nuevas especies en cultivos agropecuarios.

INTRODUCTION

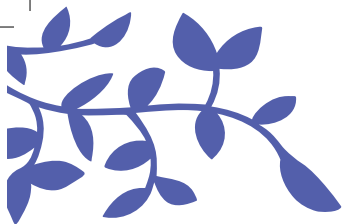
Just a few years ago, there was a global economic and financial crisis, which threatens to produce major changes in the structure of each country's economy and the conditions under which international trade takes place.

However, there is little talk of a crisis that has accompanied us since the origins of humanity, and that refers to the conditions of hunger and malnutrition of the most underprivileged populations, a situation that will be greatly aggravated by the aforementioned crisis.

“Save the Children” carried out a survey in the 5 countries where 170 million children are malnourished; that is to say, half of the children who have this problem in the world. These countries are India, Bangladesh, Pakistan, Nigeria and Peru.

For this reason, the development of Food Security plans is a priority, which allows good nutrition for children, accessibility to food, as well as good education and the training of technicians capable of seeking alternatives to solve the problem of water scarcity, the increase in arid areas due to climate change and the loss of original resources due to the introduction of new species in agricultural crops.





En este contexto, muchas expectativas y opciones productivas se han centrado en la agricultura y acuicultura a nivel mundial, en especial en los países en desarrollo, como forma de contribuir a la producción de alimentos, y optimización en el uso de los recursos naturales y la lucha contra la pobreza.

La idea de la acuaponía como un sistema de producción sostenible y ecológica, es lo que ha llevado a muchos productores a desarrollarla. Dada la demanda actual en el mercado por productos orgánicos o ecológicos, producidos localmente, frescos y saludables, así como el incremento en la demanda de hortalizas y pescado por razones de salud, la acuaponía se presenta ante los productores como una forma de diversificar y rentabilizar sus producciones.

Mientras en otros sistemas de producción se manejan grandes volúmenes de agua con exceso de nutrientes y materia orgánica, los cuales son liberados al medio ambiente con regularidad, en el sistema acuapónico no es así. En éste, las plantas eliminan el exceso de nutrientes en el agua, creando un valioso subproducto, y reduciendo el residuo tóxico.

Es más, sólo hay que agregar una pequeña cantidad de agua nueva cada día (1.5% del volumen del sistema), para compensar pérdidas por evaporación, transpiración y eliminación de lodos, permitiendo conservar y reutilizar casi toda el agua.

In this context, many expectations and productive options have focused on agriculture and aquaculture at the global level, especially in developing countries, as a way to contribute to food production, and optimization in the use of natural resources and the fight against poverty.

The idea of aquaponics as a sustainable and ecological production system is what has led many producers to develop it. Given the current demand in the market for organic or ecological products, produced locally, fresh and healthy, as well as the increased demand for vegetables and fish for health reasons, aquaponics is presented to producers as a way to diversify and make their productions profitable.

While other production systems handle large volumes of water with excess nutrients and organic matter, which are regularly released into the environment, this is not the case in the aquaponics system. Plants remove excess nutrients from the water, creating a valuable by-product, and reducing toxic waste.

What's more, only a small amount of new water needs to be added each day (1.5% of the system's volume) to compensate for losses due to evaporation, transpiration and sludge removal, allowing almost all of the water to be conserved and reused.

En el aspecto puramente social, hay que analizar cómo encaja este tipo de iniciativa en los diferentes territorios, colectivos humanos, y personas de todas las edades, clases sociales, culturas, religiones, situación laboral, etc.

In the purely social aspect, it is necessary to analyse how this type of initiative fits in the different territories, human groups, and people of all ages, social classes, cultures, religions, employment situation, etc.



Mercado de productos locales / Local Products Market (FAO)

Seguridad alimentaria

Cuando tomamos la decisión de optar por un cultivo acuapónico, elegimos un modelo de producción de circuito cerrado, donde se controla el agua que entra y sale, su calidad y parámetros físico-químicos, los materiales utilizados como soportes de plantas y recipientes de peces, y las condiciones ambientales, cuando la instalación se encuentra en un recinto cerrado.

Todos estos aspectos nos llevan a garantizar las condiciones higiénico-sanitarias del cultivo, que si además podemos controlar la procedencia de plantas y peces, y el alimento suministrado, para que sean de



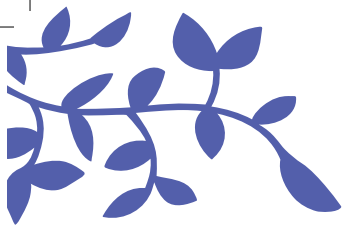
Problemática de escasez de agua / Water shortage problematic (FAO)

Food safety

When we made the decision to opt for an aquaponics culture, we chose a Closed Circuit Production, where the water that enters and leaves is controlled, its quality and physical-chemical parameters, the materials used as supports for plants and fish containers, and the environmental conditions, when the installation is in a closed enclosure.

All these aspects lead us to guarantee the hygienic and sanitary conditions of the culture, which, if we can also control the origin of plants and fish, and the food supplied, so that they are of the highest





la máxima calidad, y si es posible, ecológicos, estamos produciendo con total seguridad alimentaria.

El rendimiento de los sistemas acuapónicos, transcurrida la fase de estabilización (de 4 a 6 semanas), es superior a los sistemas exclusivamente hidropónicos, y muy superior al cultivo tradicional en sustrato o suelos. Tanto en velocidad de crecimiento como en calidad de los productos.

No son necesarias soluciones nutritivas, como en hidroponía, o carísimos fertilizantes, como en la agricultura convencional. Únicamente, y dependiendo de la composición del agua de la zona, hay que añadir algunos oligoelementos (hierro, calcio y potasio), ya que el sistema no lo genera de forma autónoma en cantidades suficientes.

Los peces producidos son más saludables que los que se crían en la acuicultura típica, y el volumen de producción es superior. No es necesario tratar los residuos de los peces como en otros procedimientos de acuicultura, ni son expulsados al mar o a cursos de agua dulce, evitando así la eutrofización (exceso de materia orgánica en el medio).

Otra ventaja añadida es el aumento de la bioseguridad, en cuanto a un mejor control de posibles patógenos que pueden provenir del agua que utilicemos, debido a que la cantidad requerida del agua es baja, pudiendo hacer un control biológico de la que entra al sistema.

quality, and if possible, ecological, we are producing with total food security.

The performance of aquaponics systems, after the stabilization phase (around 4 to 6 weeks), is higher than exclusively hydroponic systems, and much higher than traditional cultivation in substrate or soil. Both in growth speed and product quality.

Nutritive solutions are not necessary, as in hydroponics, or very expensive fertilizers, as in conventional agriculture. Only, and depending on the composition of the water in the area, it is necessary to add some trace elements (e.g. iron, calcium and potassium), since the system does not generate it autonomously in sufficient quantities.

The fish produced are healthier than those raised in typical aquaculture, and the volume of production is higher. It is not necessary to treat fish residues as in other aquaculture procedures, nor are they expelled into the sea or freshwater courses, thus avoiding eutrophication (excess organic matter in the medium).

Another added advantage is the increase in biosecurity, in terms of better control of possible pathogens that may come from the water we use, because the amount of water required is low, being able to make a biological control of the water entering the system.

Control biológico de enfermedades en las plantas

Las enfermedades y plagas existentes en un cultivo acuapónico, siempre es un tema importante a tratar y que requiere de especial atención. Ello es debido a que no pueden utilizarse pesticidas tradicionales, ya que se correría el riesgo de producir la muerte de los peces. Es por esto, que todos los métodos de control y cura de las plagas o las enfermedades deberán ser de carácter orgánico.

Algunas de las recomendaciones a tener en cuenta para un manejo integral de las plantas son:

- Revisar periódicamente las plantaciones en busca de plagas o síntomas.
- Tener un plan de manejo previo a la aparición de problemas.
- Llevar registros periódicos del cultivo.
- Elegir variedades de plantas que sean resistentes.
- Mantener acciones preventivas para plagas conocidas.
- Utilizar más de un método de control.

El productor deberá ser capaz de identificar cuáles son los organismos causantes de problemas, como así también, cuáles son sus síntomas. Una vez identificado el problema, este deberá ser tratado inmediatamente. Debe asimismo, quedar

Biological control of plant diseases

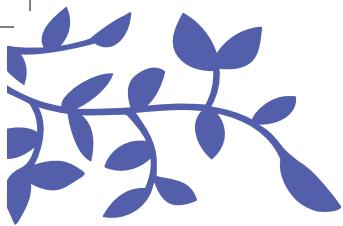
The existing diseases and pests in an aquaponics culture, is always an important issue to deal with and requires special attention. This is due to the fact that traditional pesticides cannot be used, as they would run the risk of causing the death of the fish. Therefore, all methods of pest or disease control and heal should be organic.

Some of the recommendations to take into account for an integral management of the plants are:

- *Periodically check plantations for pests or symptoms.*
- *Before the problems can appear, the producer should have a management plan.*
- *Keep periodic culture records.*
- *Choose resistant plant varieties.*
- *Maintain preventive actions for known pests.*
- *Use more than one control method.*

The producer should be able to identify the organisms causing the problems, as well as their symptoms. Once the problem has been identified, it should be treated immediately. It should also record the cure applied and its results, detailing the progress and time elapsed.





registrada la cura aplicada y sus resultados, detallando el progreso y el tiempo transcurrido.

Para prevenir la aparición de plagas, es importante mantener la limpieza de los alrededores. Las herramientas utilizadas deben ser desinfectadas y en lo posible, solamente utilizadas en el sistema acuapónico. El pasto debe mantenerse cortado y las malezas eliminadas, ya que las plagas siempre provienen desde el exterior del sistema.

Otro elemento a tener en cuenta es la intercalación de cultivos; ya que es más probable que aparezcan plagas en monocultivo que en policultivo. De hecho existen muchas combinaciones (generalmente con plantas aromáticas) que repelen los insectos.

Las plagas que pueden afectar los cultivos son varias. El Pythium, es un hongo que afecta las raíces de las plantas cuando la temperatura del agua se mantiene por encima de los 27°C. No existe tratamiento conocido para esta afección, salvo la disminución de la temperatura.

Se detecta porque las raíces comienzan a ponerse oscuras, terminando luego de un tiempo con la muerte del vegetal; llegando a producir el decaimiento de la producción (Rakocy, 1997). Los gusanos y orugas son insectos de lo más comunes y pueden tratarse con la aplicación de un producto llamado BT. Se trata de una bacteria, el Bacillus thuringiensis, que le confiere su nombre al producto.

To prevent the appearance of pests, it is important to maintain the cleanliness of the surroundings. The tools used should be disinfected and, as far as possible, only used in the aquaponics system. Grass should be kept cut and weeds removed, as pests always come from outside the system.

Another element to consider is crop interleaving, as pests are more likely to occur in monocultures than in polycultures. In fact, there are many combinations (usually with aromatic plants) that repel insects.

There are several pests that can affect cultures. Pythium is a fungus that affects the roots of plants when the water temperature is maintained above 27°C. There is no known treatment for this condition, except by lowering the temperature.

It is detected because the roots begin to become dark, ending after a while with the death of the plant; even producing the decay of production (Rakocy, 1997). Worms and caterpillars are the most common insects and can be treated with the application of a product called BT. B.T. is in fact a bacterium, Bacillus thuringiensis, which gives its name to the product.

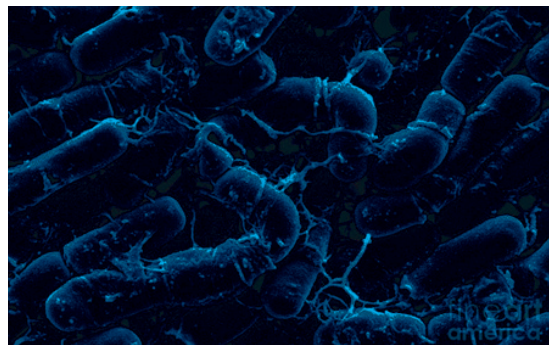


Plagas causadas por la mosca blanca / Pests produced by whitefly

Este tratamiento es común en cultivos orgánicos y debe aplicarse periódicamente. Los insectos como moscas, ácaros, áfidos o chinches no son comunes, pero si se hicieran presentes, pueden ser tratados con melasas diluidas y rociadas sobre las hojas de las plantas.

Existen otras recetas, de tipo caseras, para control orgánico de plagas en plantas. Una de las más comunes, es la aplicación de jabón blanco diluido en agua y rociado sobre las hojas. A la hora de utilizar cualquier producto que actúe por contacto directo con las plagas, es necesario contemplar su esparcimiento sobre toda la superficie de la planta. Además, en plantas muy cerradas deberán moverse las hojas con la mano para que el producto que se está aplicando, llegue de manera correcta a toda la superficie foliar.

La Acuicultura, en países como Perú, tiene un escaso nivel de desarrollo, comparado con otros



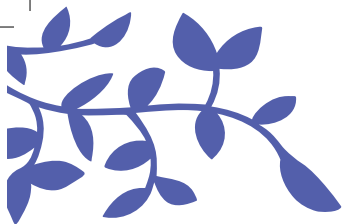
Bacillus Thuringiensis / Bacillus Thuringiensis

This treatment is common in organic cultures and it should be applied periodically. Insects such as flies, mites, aphids or bedbugs are not common, but if present, they can be treated with diluted molasses and sprayed on plant leaves.

There are other homemade recipes for organic pest control in plants. One of the most common is the application of white soap diluted in water and sprayed on the leaves. When using any product that acts by direct contact with pests, it is necessary to consider its spread over the entire surface of the plant. In addition, in very closed plants the leaves must be moved with the hand so that the product that is being applied, arrives in a correct way to all the foliar surface.

Aquaculture, in countries such as Peru, has a low level of development compared to other countries in the region, and it is oriented to





países de la región, y está orientada al cultivo de pocas especies. Solo un 24% del área otorgada para acuicultura corresponde a Acuicultura continental; ello se puede deber a la falta de tecnología en los procesos de cultivo, cosecha y post- cosecha. La Acuaponia es la solución al problema de inseguridad alimentaria, la problemática de falta de agua para el cultivo de peces y el sector agrícola y la solución para que las zonas áridas sean aprovechadas con el cultivo de especies en este tipo de Biotecnología.

Los principales parámetros de calidad del agua a considerar en su manejo en un Sistema de Acuaponia son: el oxígeno disuelto, la temperatura, la conductividad eléctrica, los sólidos disueltos totales, los compuestos nitrogenados (el nitrógeno amoniacal total, los nitritos y los nitratos), los fosfatos, el pH, la alcalinidad, la dureza, el dióxido de carbono, el calcio y el potasio (Rakocy et al., 2004; Lieth y Oki, 2008; Rakocy, 2010).

En los Sistemas Acuaponicos, los parámetros de calidad del agua juegan un papel importante, debido a que debe haber un balance entre los rangos óptimos de estos parámetros, con cada uno de los diferentes tipos de organismos cultivados (los peces, las plantas y las bacterias nitrificantes). El manejo de la calidad del agua y su disponibilidad constante son importantes, debido a que estos factores pueden ser determinantes de la producción de vegetales de consumo humano (Borges-Gómez et al., 2010).

the cultivation of few species. Only 24% of the area granted for aquaculture corresponds to continental aquaculture; this may be due to the lack of technology in the processes of cultivation, harvest and post-harvest. Aquaponics is the solution to the problem of food insecurity, the lack of water for fish farming and the agricultural sector, and the solution for arid areas to be exploited with the cultivation of species in this type of biotechnology.

The main water quality parameters to consider in an Aquaponics System are: dissolved oxygen, temperature, electrical conductivity, total dissolved solids, nitrogen compounds (total ammoniac nitrogen, nitrites and nitrates), phosphates, pH, alkalinity, hardness, carbon dioxide, calcium and potassium (Rakocy et al., 2004; Lieth and Oki, 2008; Rakocy, 2010).

In Aquaponics Systems, water quality parameters play an important role, because there must be a balance between the optimal ranges of these parameters, with each of the different types of cultivated organisms (fish, plants and nitrifying bacteria). The management of water quality and its constant availability are important, because these factors can be determinants of the production of vegetables for human consumption (Borges-Gómez et al., 2010).

Acuaponía como modelo para un programa de seguridad alimentaria

Al ser el sistema acuapónico un conjunto integrado y continuo de producción de peces y vegetales, permite el abastecimiento constante de los recursos, siendo un cultivo modelo para personas de escasos recursos.

El autoabastecimiento del sistema permite la accesibilidad de los alimentos, permitiendo tener una dieta equilibrada, rica en proteínas, procedente de los peces, y en hidratos de carbono, fibras y vitaminas, procedente de los vegetales.

La reutilización del agua y la constante disponibilidad de nutrientes en el sistema de cultivo, a partir de los productos de desechos de los peces, permiten mantener la estabilidad constante de producción de los alimentos, cultivados en los módulos de Acuaponía.

Aquaponics as a model for a food security programme

As the aquaponics system is an integrated and continuous set of fish and vegetable production, it allows the constant supply of resources, being a model crop for people of scarce resources.

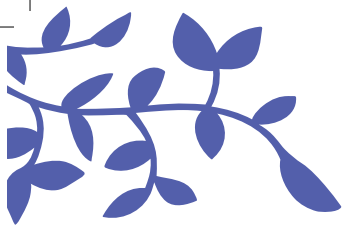
The self-sufficiency of the system allows the accessibility of food, allowing to have a balanced diet, rich in protein from fish, and carbohydrates, fibres and vitamins from vegetables.

The reuse of water and the constant availability of nutrients in the cultivation system, from fish waste products, allow maintaining the constant stability of food production, cultivated in the aquaponics modules.



Acuaponía como modelo de producción sostenible / Aquaponics as a sustainable production model





Sobreexplotación de los recursos pesqueros / Overexploitation of fishery resources

Sostenibilidad de los recursos pesqueros

Uno de los objetivos que promueve la acuaponía es la producción de especies acuícolas de hábitos alimenticios herbívoros u omnívoros, con menor demanda de harina de pescado, reduciéndose así la presión pesquera y demanda por parte de la acuicultura.

Conforme se desarrolle la acuaponía, los caladeros de pesca y poblaciones de peces comerciales, que se encuentran gravemente amenazadas por la presión permanente de la flota pesquera, podrán recuperarse.

La demanda de productos pesqueros sigue creciendo a nivel mundial, por razones claras de salud alimentaria y crecimiento de la población humana.

Solamente con una adecuada planificación en la producción de productos pesqueros de cara al futuro, utilizando sistemas de cultivo como la acuaponía, garantizará la sostenibilidad de los recursos pesqueros.

Resources of sustainable fishery

One of the aims promoted by aquaponics is the production of aquaculture species with herbivorous or omnivorous eating habits, with lower demand for fishmeal, thus reducing fishing pressure and demand from aquaculture.

As aquaponics develops, commercial fishing grounds and fish stocks, which are seriously threatened by permanent pressure from the fishing fleet, may recover.

Demand for fish products continues to grow globally, for clear reasons of food health and human population growth.

Only with proper planning in the production of fishery products for the future, using farming systems such as aquaponics, will ensure the sustainability of fishery resources.

Producción de especies autóctonas

La acuaponía, al tratarse de un tipo de producción que generalmente se realiza a pequeña escala, y a nivel local, usando los recursos naturales disponibles en cada territorio, tanto de materiales como de especies, nos puede ayudar a producir especies autóctonas o endémicas, con objetivos de conservación o restauración de poblaciones y variedades, tanto de especies acuícolas como vegetales.

Production of native species

Since aquaponics is a type of production that is generally carried out on a small scale and at a local level, using the natural resources available in each territory, both in terms of materials and species, it can help us to produce native or endemic species, with the aim of conserving or restoring populations and varieties of both aquaculture and plant species.



Tenca, especie de los ríos españoles / Tenca, species of the Spanish rivers

Es importante asegurarse la disponibilidad de especies comerciales, tanto acuícolas como vegetales, que sean propias de cada zona, y que tradicionalmente se hayan utilizado para su consumo o comercialización.

It is important to ensure the availability of commercial species, both aquaculture and plants, that are specific to each area and that have traditionally been used for consumption or trade.

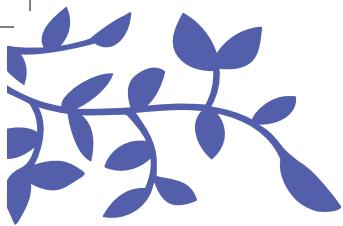
En caso de no disponer de este tipo de especies en el territorio, podemos solicitar especies que:

In case of not having this type of species in the territory, we can request species which:

- Estén permitidas en las normativas regionales y nacionales.

- Their trade is allowed in regional and national regulations.





- Que sean idóneas para las características ambientales de la región donde se va a instalar el cultivo.
- Que sean demandadas por los consumidores.

Gestión eficiente y sostenible del agua

El agua es un bien común, cada vez más escaso y valioso, imprescindible en todos los territorios, y para cualquier actividad ambiental, social y económica, especialmente para aquellas destinadas a la producción de alimentos.

El ahorro del agua y su gestión eficiente, dentro de un sistema acuapónico, es uno de los pilares principales de este tipo de cultivo.

El hecho de trabajar con especies acuáticas, y basar todo el circuito de producción con vegetales en el agua, no significa que se trate de un sistema de producción de alimentos con gran demanda de agua. Al contrario, una vez llenado el circuito con el agua necesaria para garantizar su recirculación, la pérdida de ésta es mínima, debido principalmente a la transpiración y evaporación.

El agua es depurada y reciclada constantemente, pudiendo instalarse el cultivo en zonas con poca o escasa disponibilidad de agua.

- *They are suitable for the environmental characteristics of the region where the aquaponics system will be installed.*

- *They are demanded by consumers.*

Efficient and sustainable water management

Water is a common good, increasingly scarce and valuable, essential in all territories, and for any environmental, social and economic activity, especially for those aimed at food production.

The saving of water and its efficient management, within an aquaponics system, is one of the main pillars of this type of culture.

Working with aquatic species, and basing the entire production circuit with vegetables on water, does not mean that it is a food production system with a great demand for water. To the contrary, once the circuit is filled with the water necessary to guarantee its recirculation, its loss is minimal, mainly due to transpiration and evaporation.

The water is constantly purified and recycled, and the culture can be installed in areas with little or no water availability.

Ahorro energético, y uso de energías limpias y renovables

La Acuaponía promueve también el ahorro energético, y uso de energías limpias y renovables.

Esta actividad nace con vocación de imitar la Naturaleza, siendo autosuficiente y autónoma, aprovechando la luz solar principalmente, y siguiendo el ciclo natural del agua.

Para el funcionamiento de las bombas o motores de recirculación de agua, la regulación térmica, o la iluminación en algunos casos, es necesario disponer de una fuente de energía.

Con el uso de placas solares, o incluso de aerogeneradores, podemos producir energía suficiente para las necesidades básicas del sistema, y gracias a la tecnología led, o baterías de bajo consumo, hoy día tenemos disponibilidad de equipos muy eficientes y económicos.

Producciones con parámetros ecológicos, garantizando el bienestar animal

La producción ecológica de alimentos se está abriendo camino, poco a poco, entre la gran mayoría de los consumidores, especialmente en los países más desarrollados.

La agricultura ecológica, ganadería ecológica o acuicultura ecológica, van encontrando su hueco en los grandes mercados. Sin embargo,

Energy saving and use of clean and renewable energies

Aquaponics also promotes energy saving and the use of clean and renewable energies.

This activity is born with vocation to imitate Nature, being self-sufficient and autonomous, taking advantage of the solar light mainly, and following the natural cycle of the water.

For the operation of water recirculation pumps or motors, thermal regulation, or lighting in some cases, it is necessary to have an energy source.

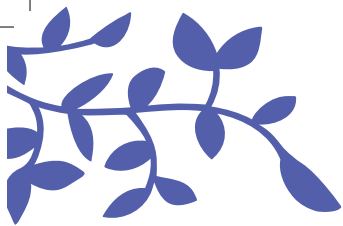
With the use of solar panels, or even wind turbines, we can produce enough energy for the basic needs of the system, and thanks to LED technology, or low-consumption batteries, today we have availability of a pretty efficient and economical equipment.

Productions with ecological parameters, guaranteeing animal welfare

Organic food production is gradually making its way to the vast majority of consumers, especially in more developed countries.

Organic farming, organic livestock or organic aquaculture are finding their place in the big markets. However, the parameters of organic certification are very variable, depending on the territorial regulations in force, or the certifier that promotes it.





los parámetros de certificación ecológica son muy variables, según la normativa territorial vigente, o la certificadora que lo promueva.

La acuaponía es una actividad que, por sus propias exigencias de cultivo, donde es incompatible incorporar productos químicos para el tratamiento de las plantas, por ser potencialmente tóxicos para los peces, o viceversa, garantiza la inocuidad del producto acuapónico, en relación a estos elementos.

Por otra parte, siempre y cuando se trate de producciones a pequeña o mediana escala, o para autoconsumo, se suele trabajar con densidades de cultivo que siguen los parámetros ecológicos, no superando los 20 kilos por metro cúbico.

En cualquier caso, los principios de la acuaponía defienden el bienestar animal, caracterizándose por la búsqueda de producciones acuícolas y vegetales de alta calidad, siendo indispensable que dichas especies se encuentren en las mejores condiciones ambientales y sanitarias posibles para conseguirlo.

Aquaponics is an activity that, due to its own cultivation requirements, where it is incompatible to incorporate chemical products for the treatment of plants, because they are potentially toxic to fish, or vice versa, guarantees the innocuousness of the aquaponic product in relation to these elements.

On the other hand, as long as it is a question of productions to small or medium scale, or for self-consumption, it is usual to work with densities of culture that follow the ecological parameters, not exceeding 20 kg per cubic meter.

In any case, the principles of aquaponics defend animal welfare, characterized by the search for high quality aquaculture and vegetable productions, and it is essential that these species are in the best possible environmental and sanitary conditions to achieve this.



Sistema de producción intensivo / Intensive production system

Gestión y reducción de residuos, uso de materiales reciclados y no contaminantes

Para conseguir un estándar ambiental que garantice la calidad de una producción acuapónica, es necesario optimizar la eficiencia en todo el proceso productivo, que de por sí ya proporciona el propio sistema de cultivo.

Si controlamos adecuadamente el balance de carga, conseguiremos aprovechar mejor los subproductos que se originan del alimento no consumido por los peces, así como los procesos metabólicos de éstos.

Es necesaria la presencia de suficiente biomasa bacteriana, y de la hidropónica, para metabolizar y consumir estos productos nitrogenados libres en el agua.

Aquellos residuos no utilizados por el sistema, tendrán que separarse mediante filtración y decantación, y gestionarse para su reutilización en actividades agrícolas, como abonos, o en el sector industrial, como materia prima para carburantes u otros usos.

En cuanto al procedencia de los diversos materiales utilizados en la construcción y mantenimiento diario del sistema acuapónico, hay que seguir un criterio coherente con la filosofía acuapónica, donde se prime la utilización de materiales inocuos, no contaminantes ni procedentes de fuentes insostenibles, reciclados o que se puedan reciclar.

Management and reduction of waste, use of recycled and non-polluting materials

In order to achieve an environmental standard that guarantees the quality of aquaponics production, it is necessary to optimise the efficiency of the entire production process, which in itself is already provided by the cultivation system itself.

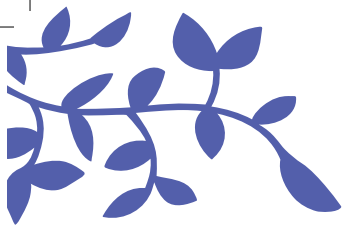
If we adequately control the load balance, we will be able to make better use of the by-products that originate from the food not consumed by the fish, as well as their metabolic processes.

The presence of sufficient bacterial biomass and hydroponics is necessary to metabolize and consume these free nitrogenous products in the water.

Those wastes not used by the system, will have to be separated by filtration and decanting, and managed for reuse in agricultural activities, as fertilizers, or in the industrial sector, as raw material for fuels or other uses.

As for the origin of the different materials used in the construction and daily maintenance of the aquaponic system, it is necessary to follow a criterion consistent with the aquaponics philosophy, where the use of innocuous, non-polluting materials is prioritized, nor coming from unsustainable, recycled or recyclable sources.





Jardines verticales y techos verdes urbanos, como captadores de CO₂ y generadores de microclimas

Siguiendo las predicciones y estudios sobre el crecimiento de las grandes ciudades, la población mundial, y su tendencia hacia las grandes metrópolis, donde el espacio urbano y zonas verdes, cada vez van a estar más demandado, la acuaponía se postula como la mejor alternativa a estas necesidades.



Jardín Vertical en Madrid / Vertical garden at Madrid

La generación de espacios verdes, como techos y jardines verticales, que garanticen una necesaria aportación de oxígeno y captación de CO₂, así como la creación de microclimas, que ayuden a soportar las temperaturas extremas, se traducen en un planeamiento adecuado de los espacios urbanos, mediante sistemas hidropónicos y acuapónicos.

Vertical gardens and urban green roofs, such as CO₂ collectors and microclimate generators

Following predictions and studies on the growth of large cities, world population, and its trend towards large metropolises, where urban space and green areas are increasingly in demand, aquaponics is postulated as the best alternative to these needs.



Techo verde en de Toronto (Canadá) / Green roof in Toronto (Canada)

The generation of green spaces, such as roofs and vertical gardens, which guarantee a necessary supply of oxygen and capture of CO₂, as well as the creation of microclimates, which help to withstand extreme temperatures, translate into an adequate planning of urban spaces, by means of hydroponic and aquaponic systems.

Economía circular

Cuando hablamos de economía circular, nos referimos a un concepto económico, que se interrelaciona con la sostenibilidad, y cuyo objetivo es que el valor de los productos, los materiales y los recursos (agua, energía,...) se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y que se reduzca al mínimo la generación de residuos.

El concepto de una economía circular (CE) fue planteada por primera vez en 1990, por dos economistas ambientales británicos, Pearce y Turner, quienes señalaron que una economía tradicional indefinida no tendría futuro y que se debía buscar una alternativa que dejara de lado el mero consumismo, en pos de opciones más sostenibles y eficientes, económica y ambientalmente.

La economía circular propugna el principio de que es necesario un replanteamiento de cómo los materiales que ya han cumplido su función pueden ponerse en funcionamiento de nuevo en las cadenas de suministro.

Es un modelo que logra suprimir la dependencia del desarrollo económico por las limitaciones de los recursos, mediante la reducción de la dependencia de materiales vírgenes. Para ello, el objetivo es mantener los materiales funcionando a su máxima utilidad en todo momento, evitando la generación de residuos.

Circular economy

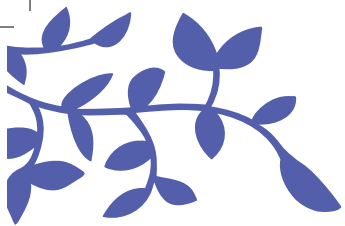
Circular economy is an economic concept that is interrelated with sustainability, and whose aim is that the value of products, materials and resources (water, energy...) be maintained in the economy for as long as possible, and that waste generation be reduced to a minimum.

The concept of a circular economy (CE) was first put forward in 1990 by two British environmental economists, Pearce and Turner, who pointed out that an indefinite traditional economy would have no future and that an alternative should be sought that would leave aside mere consumerism in favour of more sustainable and efficient options, economically and environmentally.

Circular economy advocates the principle that there is a need for a rethink of how materials that have already fulfilled their function can be put back into operation in supply chains.

It is a model that succeeds in eliminating dependence on economic development because of resource constraints by reducing dependence on virgin materials. To this end, the aim is to keep the materials working at their maximum usefulness at all times, avoiding the generation of waste.





Modelo de economía circular / Circular economy infographic

El término abarca mucho más que la producción y el consumo de bienes y servicios, pues incluye entre otras cosas, el cambio de los combustibles de fósiles al uso de la energía renovable, y la diversificación como medio de alcanzar la resiliencia.

«Una Europa que utilice eficazmente los recursos» es una de las siete iniciativas emblemáticas que forman parte de la estrategia Europa 2020 que pretende generar un crecimiento inteligente, sostenible e integrador. Actualmente es la principal estrategia de Europa para generar crecimiento y empleo, con el respaldo del Parlamento Europeo y el Consejo Europeo.

Esta iniciativa emblemática pretende crear un marco político destinado a apoyar el cambio a una economía eficiente en el uso de los recursos y de baja emisión de carbono que nos ayude a:

- Mejorar los resultados económicos al tiempo que se reduce el uso de los recursos;
- Identificar y crear nuevas oportunidades de crecimiento económico e impulsar la innovación y la competitividad de la UE;
- Garantizar la seguridad del suministro de recursos esenciales;
- Luchar contra el cambio climático y limitar los impactos medioambientales del uso de los recursos.

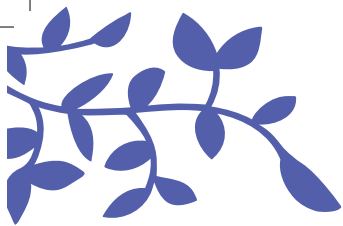
The term encompasses much more than the production and consumption of goods and services, including, inter alia, the shift from fossil fuels to renewable energy, and diversification as a means of achieving resilience.

“A Europe which manage its resources efficiently” is one of the seven flagship initiatives of the Europe 2020 strategy, which aims to generate smart, sustainable and inclusive growth. It is currently Europe’s main strategy for generating growth and jobs, with the backing of the European Parliament and the European Council.

This flagship initiative aims to create a policy framework to support the shift to a resource-efficient and low-carbon economy that will help us to:

- *Improve economic performance while reducing the use of resources;*
- *Identify and create new opportunities for economic growth and boost EU innovation and competitiveness;*
- *Ensuring security of supply of essential resources;*
- *Combat climate change and limit the environmental impacts of resource use.*





Esta iniciativa emblemática ofrece un marco de medidas a largo plazo y, de manera coherente, otras a medio plazo entre las cuales ya está identificada una estrategia destinada a convertir a la UE en una «economía circular» basada en una sociedad del reciclado a fin de reducir la producción de residuos y utilizarlos como recursos.

El desarrollo de la economía circular debería ayudar a disminuir el uso de los recursos, a reducir la producción de residuos y a limitar el consumo de energía. Debe participar igualmente en la reorientación productiva de los países.

En efecto, además de los beneficios ambientales, esta actividad emergente es creadora de riqueza y empleo (incluyendo las del ámbito de la economía social) en todo el conjunto del territorio y su desarrollo debe permitir obtener una ventaja competitiva en el contexto de la globalización.

La acuaponía cumple muchos de los paradigmas de la economía circular, siendo fiel al concepto de reutilización y gestión eficiente de los recursos y energía.

Innovación social

Existen numerosos artículos, estudios y definiciones acerca de la innovación social. Para comprender el estrecho vínculo que existe entre la propia actividad de la acuaponía y la innovación social, vamos a remitirnos a las directrices europeas enmarcadas en la Estrategia 2020.

This flagship initiative provides a framework for long-term and, in a coherent way, medium-term measures among which a strategy is already identified to turn the EU into a “circular economy” based on a recycling society in order to reduce waste production and use it as a resource.

The development of the circular economy should help to reduce resource use, waste production and limit energy consumption. It must also participate in the productive reorientation of countries.

Indeed, in addition to the environmental benefits, this emerging activity creates wealth and employment (including in the field of the social economy) throughout the territory and its development must allow a competitive advantage to be gained in the context of globalisation.

Aquaponics fulfils many of the paradigms of the circular economy, being faithful to the concept of reuse and efficient management of resources and energy.

Social innovation

There are many articles, studies and definitions about social innovation. To understand the relationship that exists between aquaponics itself and social innovation, we will refer to the European guidelines within the framework of the 2020 Strategy.

La Comisión Europea, enmarcada en su Estrategia Europa 2020, lanzó en el año 2010 la iniciativa emblemática “Unión por la Innovación”, en la que la “Apuesta por la Innovación Social” se menciona como elemento clave. Dicha iniciativa define el concepto de Innovación Social de la siguiente manera:

“La Innovación Social consiste en encontrar nuevas formas de satisfacer las necesidades sociales, que no están adecuadamente cubiertas por el mercado o el sector público... o en producir los cambios de comportamiento necesarios para resolver los grandes retos de la sociedad... capacitando a la ciudadanía y generando nuevas relaciones sociales y nuevos modelos de colaboración. Son, por tanto, al mismo tiempo innovadoras en sí mismas y útiles para capacitar a la sociedad a innovar...”.

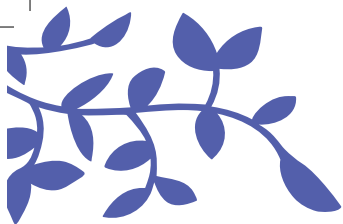
The European Commission, as part of its Europe 2020 Strategy, launched in 2010 the flagship initiative “Innovation Union”, in which the “Commitment to Social Innovation” is mentioned as a key element. This initiative defines the concept of Social Innovation as follows:

“Social innovation can be defined as the development and implementation of new ideas (products, services and models) to meet social needs and create new social relationships or collaborations. It represents new responses to pressing social demands, which affect the process of social interactions. It is aimed at improving human well-being. Social innovations are innovations that are social in both their ends and their means. They are innovations that are not only good for society but also enhance individuals’ capacity to act”



Curso de Especialización en Acuaponía, realizado por Aula del Mar / Specialization Course in Aquaponics, conducted by Aula del Mar





Este sistema persigue:

- Desarrollar una cultura de la innovación: fomentar el cambio hacia una cultura de la innovación que potencie VALORES como la creatividad, la asunción de riesgos, la curiosidad, el espíritu emprendedor, la aceptación del fracaso, etc. y generar un COMPROMISO del conjunto de la ciencia y la innovación.
- Capacitar a las personas en nuevos conocimientos y habilidades.

De este modo, los procesos involucrados en la innovación social dan como resultado aprendizajes, compromisos y transformaciones que impactan fuertemente a nivel local y deben construirse sobre la participación de los agentes locales, el empoderamiento y el compromiso ciudadano.

Con la acuaponía disponemos de una herramienta inmejorable para desarrollar la innovación social. Proponiendo nuevos modelos de relaciones sociales, mediante la aplicación de métodos integradores de aprendizaje, investigación y realización de actividades laborales, dirigidos a todo tipo de personas, sin discriminación de sexo, edad, religión, procedencia o nivel cultural.

Con la acuaponía se promueve la capacitación de la ciudadanía en nuevos modelos de producción, provocando cambios de comportamiento,

This System pursues:

- *To develop a culture of innovation: to encourage change towards a culture of innovation that promotes VALUES such as creativity, risk-taking, curiosity, entrepreneurial spirit, acceptance of failure, etc. and to generate a COMMITMENT of the whole of science and innovation.*
- *To teach people in new knowledge and skills.*

In this way, the processes involved in social innovation result in learning, commitments and transformations that have a strong impact at the local level and must be built on the participation of local agents, empowerment and citizen commitment.

With aquaponics, we have an unbeatable tool to develop social innovation. Proposing new models of social relations, through the application of integrated methods of learning, research and carrying out work activities, aimed at all types of people, without discrimination of sex, age, religion, origin or cultural level.

Aquaponics promotes the training of citizens in new production models, producing changes in behaviour, more collaborative and local, seeking the sustainability of available resources, and with the aim of satisfying social needs such as the looking for a decent job, and the production of healthy and natural food.

más colaborativos y locales, buscando la sostenibilidad de los recursos disponibles, y con el objetivo de satisfacer a las necesidades sociales como la búsqueda de un empleo digno, y la producción de alimentos sanos y naturales.

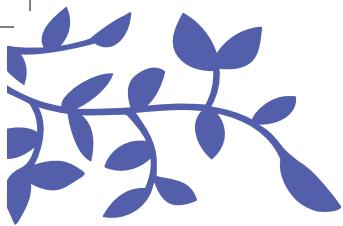
Uno de los aspectos más innovadores de la acuaponía, es la de trabajar al mismo tiempo y en igualdad de condiciones, los tres ejes básicos de la sostenibilidad, la ambiental, la económica y la social.

One of the most innovative aspects of aquaponics, is to work at the same time and under equal conditions, the three basic axes of sustainability, environmental, economic and social.



Visita de alumnado a exposición de Acuaponía de Aula del Mar / Students visiting the aquaponics exhibition at Aula del Mar





Cooperación al desarrollo

Con la acuaponía se puede ayudar de forma fácil, económica y eficiente, a millones de personas que se encuentran en territorios desfavorecidos por diversas causas, como la falta de recursos disponibles, guerras y crisis humanitarias, hambre, etc.

Según datos de Naciones Unidas, la población mundial cuenta con más de siete mil millones de habitantes. Cada minuto nacen un promedio de 240 personas y mueren 120, dando un crecimiento exponencial de los habitantes del Planeta. Esta cifra nos alerta de que no habrá suficientes recursos para alimentar a las generaciones futuras.

La acuaponía parece ser una alternativa sostenible para asegurar una alimentación sana, reutilizando los recursos aportados y en espacios reducidos.

Las ventajas de la acuaponía es que no necesita tierra fértil, ni grandes espacios, ni grandes cantidades de agua. Algunos hogares en el mundo han incorporado ya esta alternativa para proveerse de alimentos orgánicos.

Según la FAO, para el 2030, el 60% de la población en vías desarrollo estará asentada en las ciudades, tendiendo a desarrollarse formas de agricultura urbana para el autoconsumo. Será muy probable que las familias adapten patios, terrazas y balcones con cultivos hidropónicos y acuapónicos.

Development cooperation

Aquaponics can help, in an easy, economic and efficient way, millions of people who are in deprived territories due to various causes, such as lack of available resources, wars and humanitarian crises, famine, etc.

According to United Nations data, the world population has more than seven billion inhabitants. Each minute, an average of 240 and 120 people is born and die respectively, giving an exponential growth of the inhabitants of the Planet. These numbers warns us that there will not be enough resources to feed future generations.

Aquaponics seems to be a sustainable alternative for secure a healthy nutrition, reusing the resources provided and in reduced spaces.

Advantages of aquaponics is that it does not need fertile land, large spaces, or high amounts of water. Some households in the world have already incorporated this alternative to provide themselves with organic food.

According to the FAO, 60% of the developing population will be settled in cities by 2030, tending to develop forms of urban agriculture for self-consumption. It is likely that families may adapt their patios, terraces and balconies with hydroponic and aquaponics cultures.

Es una alternativa clara a los problemas de hambre y desnutrición en el mundo. También se anticipa a los problemas de espacio que empeoran con la sobrepoblación mundial, invitando a las personas que adapten en sus hogares estos microecosistemas, para no disminuir su calidad de vida, a través de una buena alimentación, y contribuir a la preservación del planeta.

Las guerras, el hambre, las sequías, entre otros, originan de forma permanente una crisis humanitaria a gran escala, que provoca desplazamientos de millones de personas, en busca de una vida digna.

Los innumerables campos de refugiados, y asentamientos humanos en condiciones de miseria, plantea la necesidad urgente de abastecimiento de agua y alimentos, como recursos indispensables.

Por otra parte, existen muchas poblaciones, principalmente de África, Asia y Sudamérica, con graves problemas de abastecimiento de agua y alimentos, y sin posibilidades de aprovechamiento del suelo para estos fines.

Los sistemas acuapónicos pueden contribuir en gran medida a reducir estas necesidades, aportando nuevas oportunidades de autoabastecimiento y gestión de los recursos locales.

It is a clear alternative to the problems of hunger and malnutrition in the world. It also anticipates the problems of space that worsen with world overpopulation, inviting people to adapt these microecosystems in their homes, so as not to diminish their quality of life, through quality food, and contribute to the preservation of the planet.

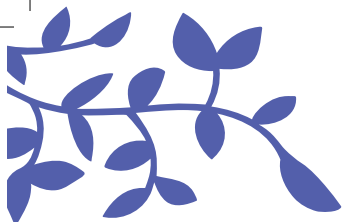
Wars, famine, droughts, among others, permanently cause a large-scale humanitarian crisis that causes millions of people to move in search of a decent life.

The countless refugee camps and human settlements in conditions of misery raise the urgent need for water and food supplies as indispensable resources.

On the other hand, there are many populations, mainly from Africa, Asia and South America, with serious problems of water and food supply, and without the possibility of using the land for these purposes.

Aquaponics systems can contribute greatly to reducing these needs, providing new opportunities for self-sufficiency and management of local resources.





Curso realizado en invernadero de Aula del Mar / Course carried out in the greenhouse of Aula del Mar

Emprendimiento

La acuaponía promueve el emprendimiento. Las oportunidades que este tipo de actividad ofrece a jóvenes emprendedores, y no tan jóvenes, son ilimitadas.

Al tratarse de una actividad que se puede realizar a cualquier escala y tamaño, ofreciendo un inicio modesto, en cuanto a inversión económica, con posibilidades de ir creciendo poco a poco, en espacio y en producción, la convierten en una alternativa atractiva para emprendedores.

Es cierto que, desde el punto de vista empresarial, hay una necesidad previa de formación y capacitación, para garantizar el éxito del proyecto.

En este sentido, como en cualquier otra actividad económica, se propone un conocimiento previo de las especies a cultivar, la tecnología básica de

Entrepreneurship

Aquaponics promotes entrepreneurship. The opportunities that this type of activity offers to young entrepreneurs, and not so young, are unlimited.

Being an activity that can be carried out at any scale and size, offering a modest start, in terms of economic investment, with the possibility of growing step by step, in space and production, make it an attractive alternative for entrepreneurs.

It is true that, from the business point of view, there is a previous need for training and capacity building to guarantee the success of the project.

In this sense, as in any other economic activity, prior knowledge of the species to be cultivated, the basic cultivation technology, the regulations and legal conditions of this type of company, as well as a suitable economic feasibility study and business plan are proposed.

cultivo, la normativa y condiciones legales de este tipo de empresa, así como un adecuado estudio de viabilidad económica y plan de negocios.

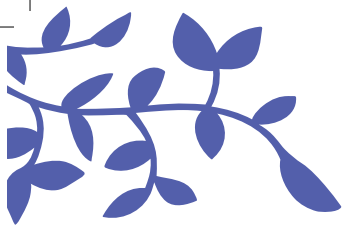
Asociar la formación y la producción, es decir, considerar la producción como lugar pedagógico, parte de un acto de fe en el valor del trabajo, en general, y agropecuario, muy en particular. Para argumentar esta opción encontramos diversas razones y ventajas a ello, como por ejemplo la ética del trabajo y formación en valores; formación humana: responsabilidad, cooperación, honestidad y puntualidad; formación técnica: observación, práctica, precisión, capacitación, adiestramiento (en el sentido de «hacer diestro, instruir» y no en el sentido de domesticar o amaestrar), habilidad, saber-hacer y realismo.

a. La producción integra al joven en la sociedad. Un campesino se comprende y realiza como productor, pues la producción es su manera de contribuir a la construcción del país, que lleve su producción al mercado o que la limite a alimentar a su familia. Esta dimensión no es obvia en el Perú que margina o excluye al campesino, pero hay que subrayar en la formación del joven esta dimensión y valorarla. Debe sentirse orgulloso de ser un productor y de haber nacido campesino. Y que el cultivo que llevo durante años por cultura de sus ancestros se ve modernizado con la aplicación de las nuevas tecnologías sin perder la cosmovisión de los Andes o Selva correspondientemente.

Associating training and production, that is, to consider production as a pedagogical place, part of an act of faith in the value of work, especially in agriculture. To argue this option, we find several reasons and advantages to it, such as work ethics and formation in values; human formation: responsibility, cooperation, honesty and punctuality; technical formation: observation, practice, precision, training (in the sense of “doing right, instructing” and not in the sense of taming or animal training), skill, knowhow and realism.

a. Production integrates young people into society. A peasant understands and realizes himself as a producer, because production is his way of contributing to the construction of the country, taking his production to the market or limiting it to feeding his family. This dimension is not obvious in Peru, which marginalizes or excludes peasants, but it is necessary to emphasize this dimension in the training of young people and to value it. You should be proud to be a producer and to have been born a peasant. And that the crop that I have been growing for years due to the culture of their ancestors is modernized with the application of new technologies without losing the cosmovision of the Andes or Selva correspondingly.





b. Lo que se enseña parte de una experiencia, del manejo de un sistema de producción tecnificado sin perder la esencia de sus cultivos milenarios. El joven aprende haciendo y también enseña y transmite lo que sabe y sabe hacer. Ejerce su actividad con una finalidad explícita, dentro de una rica tradición cultural.

c. Permite ir dominando y descubriendo aspectos de gestión y administración, y manejándolos cada vez mejor, con todo realismo.

Lo productivo debe abordarse desde diferentes puntos de vista convergentes y si se privilegia un solo punto de vista –necesaria especialización para la eficacia–, nunca debe perderse la visión del conjunto. Este módulo de Acuaponía al ser integrador de disciplinas como el que hacer productivo del campesino: Agricultura, acuicultura, ecología, economía y educación.

El método permite llevar al campesino a una decisión razonada porque él mismo habrá medido los efectos probables, el impacto y las consecuencias de una innovación tecnológica sobre el equilibrio general de su unidad de producción. Esta consideración es importante para los campesinos –que no se niegan al cambio ni al progreso–, pero que tienen una conocida y respetable aversión al riesgo, así como también es importante para aquel que se entusiasma fácilmente pero superficialmente, pues no ha estudiado bien el conjunto de su sistema y

b. What is taught is part of an experience of managing a technified production system without losing the essence of its millenary crops. The young person learns by doing and also teaches and transmits what he knows and knows how to do. He carries out his activity with an explicit purpose, within a rich cultural tradition.

c. It allows you to master and discover aspects of management and administration, and handle them better and better, with all realism.

What is productive must be approached from different convergent points of view and if only one point of view is favoured - specialisation is necessary for efficiency - the vision of the whole must never be lost. This aquaponics module integrates disciplines such as agriculture, aquaculture, ecology, economics and education.

The method allows the farmer to make a reasoned decision because he himself will have measured the probable effects, the impact and the consequences of a technological innovation on the general equilibrium of his production unit. This consideration is important for farmers - who do not refuse change or progress - but who have a well-known and respectable aversion to risk, just as it is important for those who are easily but superficially enthusiastic, because they have not studied the whole of their system well and risk having miscalculated the effects of

arriesga habiendo mal calculado los efectos de la innovación que pueden llevarlo a comprometer el futuro.

innovation that could lead them to compromise the future.



Invernadero del Chef Diego Gallegos / Greenhouse of Chef Diego Gallegos.

Educación productiva según las necesidades y los recursos

La educación debe ser funcional en términos económicos y en forma urgente debe ser reordenada en base de las nuevas necesidades de la población, con orientación al trabajo productivo. Esto permite incrementar la producción en el sector moderno, estimular la modernización del sector informal y reactivar el sector tradicional rural (Espinoza et al. 1996: 16).

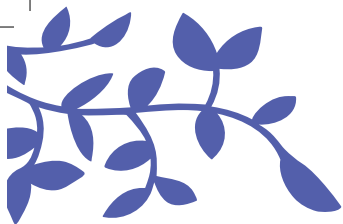
La falta de oportunidades de formación profesional para un importante sector de la población se ubica de modo central entre las múltiples causas de la pobreza, lo que origina una baja capacidad de transformar el medio en

Productive education according to needs and resources:

Education must be functional in economic terms and urgently must be reordered on the basis of the new needs of the population, with a focus on productive work. This makes it possible to increase production in the modern sector, stimulate the modernization of the informal sector and reactivate the traditional rural sector (Espinoza et al. 1996: 16).

The lack of professional training opportunities for an important sector of the population is centrally located among the multiple causes of poverty, which leads to a low capacity to transform the environment in search of the well-being of the excluded sectors.





busca del bienestar de los sectores excluidos.

El esfuerzo central de la educación formal y no formal no debe pretender la formación de una persona con una capacidad laboral específica, sino una formación general amplia que, sin dejar de considerar ciertas habilidades específicas, permita la comprensión de las bases de la ciencia y de la tecnología, así como las leyes generales del funcionamiento de la producción y de la naturaleza. De esta manera, las personas estarán preparadas para enfrentar más eficientemente los dinámicos cambios del mundo del trabajo y la alta velocidad de los cambios tecnológicos (Espinoza y otros 1996: 25).

La enseñanza de las habilidades tecnológicas específicas deberá basarse sobre la comprensión de los fundamentos de la ciencia, la tecnología y las leyes naturales generales. La enseñanza no puede limitarse a transferir conocimientos y habilidades que pronto pueden ser alcanzados por el progreso tecnológico.

Un aprendizaje constante del desarrollo tecnológico es: investigación, aceptación, invención. Este tipo de educación enfatiza la alternancia entre la enseñanza y el trabajo práctico. Es por ello que la Acuaponia es un claro ejemplo de modelo de aprendizaje para la enseñanza en la educación productiva para cada territorio.

The central effort of formal and non-formal education should not be aimed at the training of a person with a specific work capacity, but rather a broad general training that, while taking into account certain specific skills, allows the understanding of the bases of science and technology, as well as the general laws of the functioning of production and nature. In this way, people will be prepared to face more efficiently the dynamic changes of the world of work and the high speed of technological changes (Espinoza et al. 1996: 25).

The teaching of specific technological skills should be based on an understanding of the fundamentals of science, technology, and general natural laws. Teaching cannot be limited to transferring knowledge and skills that can soon be attained by technological progress.

A constant learning of technological development is: research, acceptance, invention. This type of education emphasizes the alternation between teaching and practical work. This is why Aquaponics is a clear example of a learning model for teaching in productive education for each territory.

PRINCIPALES ESPECIES ACUÁTICAS EN ACUAPONÍA

INTRODUCCIÓN.

ESPECIES DE PECES MÁS UTILIZADAS EN ACUAPONÍA.

ESPECIES DE INVERTEBRADOS.

CONTROL DE PATOLOGÍA DE PECES.

TEMA 8

AQUATIC SPECIES IN AQUAPONICS

INTRODUCTION.

MOST COMMON FISH SPECIES.

MOST COMMON INVERTEBRATES SPECIES.

FISH PATHOLOGY AND HEALTH MANAGEMENT.

UNIT 8





INTRODUCCIÓN

En acuaponía es importante conocer muy bien las plantas y especies acuáticas que decidamos cultivar, para asegurar el bienestar animal y vegetal, su adecuado crecimiento, el equilibrio del sistema, y el éxito de los resultados previstos.

Para ello, aprenderemos cómo son sus ciclos biológicos naturales y sus necesidades vitales.

En el caso de las especies acuáticas, seleccionaremos primero aquellas que cumplan una serie de requisitos, que nos faciliten su cultivo.

Si nuestra finalidad es el ocio, o cualquier otra que no sea la producción de alimentos, disponemos de una enorme variedad de especies, suministradas principalmente por el sector de la acuariofilia.

Si queremos obtener un producto final para consumo, habrá que tener en cuenta que sean especies fáciles de conseguir, que se adapten bien a nuestra zona e instalaciones, a las condiciones climáticas y al tipo de agua, que esté autorizado su cultivo, y si es para comercialización, que sea un producto competitivo, con aceptación por parte de los consumidores, y de buen precio.

La dimensión del sistema que diseñemos, y el espacio disponible para dichas especies, también deben de ir relacionados con la producción que esperamos obtener al finalizar un ciclo de cultivo.

INTRODUCTION

It is very important in aquaponics to know very well the aquatic and plant species which we decide to farm/cultivate. This ensure both animal and plant welfare, proper growth, the balance of the system, and the success of the expected results.

In order to guarantee this, we learn how their biological cycles are and their vital needs.

For aquatic species, first, we will select those that meet a series of requirements, to facilitate their farming.

If our purpose is leisure and not business (e.g. food production), we can select an enormous variety of fish, easily provided by aquarium industry.

On the other hand, if our goal is obtaining a product (e.g. food), we must have species that are easy to obtain, that adapt well to our facilities, climatic conditions, type of water, have the correspondent authorization, and obtain a final product which being competitive, have good price and being demanded by consumers.

The dimension of the system we design, and the space available for these species, must also be related to the production we expect to obtain at the end of a crop cycle.

Cuando hablamos de acuaponía, hay que intentar no caer en el convencionalismo de las demás líneas de producción acuícolas o agrícolas tradicionales, donde se impone la máxima productividad y rentabilidad, porque terminaríamos en otro tipo de sistemas, que difícilmente pueden ser compatibles con la sostenibilidad ambiental y social, además de la económica.

Como consejo, siempre es bueno comenzar con especies de fácil mantenimiento, o al menos disponer de un sistema de pequeñas dimensiones para servirnos de aprendizaje, mientras controlamos la producción a la perfección.

Veremos algunas de las especies acuáticas más utilizadas en acuaponía, independientemente de que unas se cultiven más en unas zonas o territorios que otras, o que algunas tengan prohibido su cultivo en unos países, y se cultiven en otros.

También habrá que tener en cuenta las especies de aguas cálidas y las especies de aguas frías, más adecuadas en cada caso según la zona climática donde nos encontremos, aunque existan métodos de control isoterma de las instalaciones.

Si nos limitamos al territorio español, podríamos diferenciar, en general, la zona sur, y la zona centro y norte, a nivel climático. Aunque el cultivo se realice bajo invernadero, o en el interior de una edificación o nave, será más

When we speak about aquaponics, we must try not to fall into the conventionality of other traditional aquaculture or agricultural production lines, where maximum productivity and profitability are imposed, because we would end up in other types of systems, which can hardly be compatible with environmental and social sustainability, as well as economic sustainability.

As a tip, it is always good to start with species that are easy to maintain in captivity, or at least have a small system to serve as a learning tool, while controlling production to perfection.

We will see some of the aquatic species most used in aquaponics, regardless of whether some are cultivated more in some areas or territories than others, or that some are prohibited from cultivation in some countries, and are cultivated in others.

It will also be necessary to take into account the species of warm waters and the species of cold waters, more suitable in each case according to the climatic zone where we are, although there are methods of isothermal control of the facilities.

If we limit ourselves to the Spanish territory, we could differentiate three different zones according to the type of climate: the southern, central and northern zone. Even if the crop is grown under a greenhouse, or inside a building or warehouse, it





conveniente y menos costoso cultivar especies de aguas cálidas en la zona sur, y dejar especies de clima continental o frío para el centro y norte.

En el caso de las Islas Canarias, las especies cálidas son las aconsejables, y para las Islas Baleares, podrían cultivarse especies cálidas, con un adecuado control térmico, y con más facilidad, las especies de agua fría.

Y otra opción en el caso de los peces, es el uso de especies euritermas, es decir, especies que tienen un rango amplio de tolerancia térmica, pudiendo crecer de manera óptima tanto a temperaturas templadas-frías, como templadas-cálidas, lo que puede suponer una ventaja en ciertas zonas climáticas españolas donde se alcanzan temperaturas frías del agua en invierno, en torno a los 10-15°C, y cálidas en verano, en torno a 30°C, o incluso superiores. Las especies euritermas se señalan a continuación en el siguiente listado (una de estas especies, la carpa común, ha sido prohibida recientemente en España, desde marzo de 2016, tanto su cría, comercialización, transporte o tenencia genérica).

Especies de aguas cálidas:

- Tilapia (*Oreochromis* sp.)
- Bagre africano (*Clarias gariepinus*)
- Bagre de canal (*Ictalurus punctatus*)
- Pacu (*Myleus pacu* - *Colossoma macropomum*)
- Barramundi (*Lates calcarifer*)

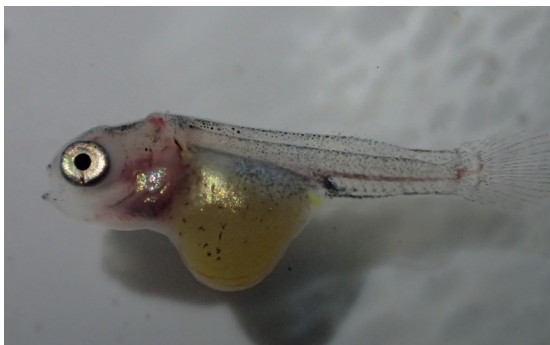
will be more convenient and less expensive to grow warm water species in the south, and leave species of continental climate or cold for the center and north.

In the case of the Canary Islands, warm species are advisable, and for the Balearic Islands, warm species could be cultivated, with adequate thermal control, and more easily, cold water species.

Another option is the use of eurythermal species, i.e. species that have a wide range of thermal tolerance, being able to grow optimally at both mild-cold temperatures, and mild-warm, which can be an advantage in certain Spanish climatic areas where they reach cold water temperatures in winter, around 10-15 °C, while in summer can reach 30 °C or more. The eurythermal species are listed below (one of these species, the common carp, has recently been banned in Spain, since March 2016, for breeding, trading, transport or possession).

Warm water species:

- Tilapia (*Oreochromis* sp.)
- African sharptooth catfish (*Clarias gariepinus*)
- Channel catfish (*Ictalurus punctatus*)
- Pacu (*Myleus pacu* - *Colossoma macropomum*)
- Barramundi (*Lates calcarifer*)



Larva de Tilapia



Adulto de tilapia / Tilapia adult

Especies de aguas continentales o frías:

- Tenca (*Tinca tinca*). Euriterma.
- Otros ciprínidos (carpas, carassius, barbos, cachos, etc.). Euritermos.
- Trucha común (*Salmo trutta*) y americana (*Oncorhynchus mykiss*)
- Esturión (*Acipenser sp.*)
- Mugílidos. Euritermos.
- Perca americana (*Micropterus salmoides*)
- Otros peces: Percasol, perca europea, perca del Nilo, etc.
- Peces ornamentales (uno de los más empleados es el carpín dorado, "goldfish", o *Carasius auratus*, especie también euriterma)

Invertebrados:

- Cangrejo de río común (*Austropotamobius pallipes*)
- Cangrejo americano (*Procambarus clarkii*)
- Langosta australiana (*Cherax quadricarinatus*)
- Camarón de agua dulce (*Macrobrachium sp.*)
- Otros invertebrados acuáticos: caracoles de río, etc.

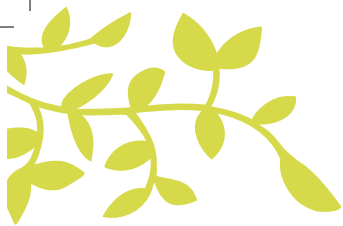
Cold water species:

- Tench (*Tinca tinca*). Eurythermal.
- Otros cyprinids (carps, barbs, etc.). Eurythermal.
- Brown trout (*Salmo trutta*) and Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)
- Sturgeon (*Acipenser sp.*)
- Mullet. Eurythermal.
- Largemouth bass (*Micropterus salmoides*)
- Goldfish (*Carasius auratus*). Eurythermal. Ornamental.
- Other: Pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*), European perch (*Perca fluviatilis*), Nile perch (*Lates niloticus*), etc.

Invertebrates:

- White-clawed crayfish (*Austropotamobius pallipes*)
- Red swamp crawfish (*Procambarus clarkii*)
- Australian red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*)
- *Macrobrachium sp.*
- Other: Freshwater snails, etc.





ESPECIES DE PECES MÁS UTILIZADAS EN ACUAPONÍA

Para la selección de la especie o especies de peces que vamos a cultivar, se define el objetivo de la producción, pudiendo ser con fines ornamentales o de consumo.

Los peces más utilizados, en cuanto a distribución geográfica, son la tilapia y la trucha, debido a su disponibilidad en la mayor parte de los territorios (los primeros en zonas más cálidas y los segundos en zonas más frías).

Factores a tener en cuenta para la elección y el mantenimiento de especies acuáticas en acuaponía:

1. Temperatura del agua.
2. Densidad de peces.
3. Oxígeno disuelto.
4. Tamaño del biofiltro.

1. Temperatura del agua

Las especies acuáticas pueden tolerar rangos de temperaturas muy diversos. Las especies de crecimiento más rápido suelen ser de origen tropical y precisan de temperaturas más elevadas, pudiendo ser mortal para ellas temperaturas inferiores a 14°C, por lo tanto, para mantener especies tropicales en

MOST COMMON FISH SPECIES

For the selection of the species that we are going to farm, the aim of the production is defined, being able to be with ornamental purposes or for human consumption.

The most commonly used fish, in terms of geographical distribution, are the tilapia and trout, due to their availability in most of the territories (the former in warmer areas and the latter in colder areas).

Factors to take into account for the choice and maintenance of aquatic species in aquaponics:

1. Water temperature.
2. Fish density.
3. Dissolved oxygen.
4. Biofilter size.

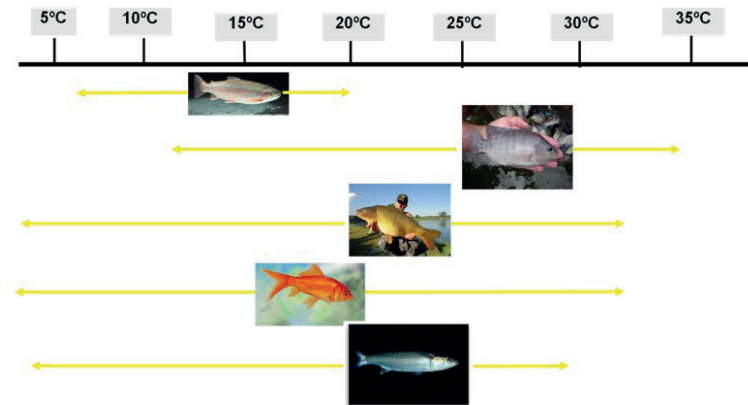
1. Water temperature

Aquatic species can tolerate very diverse temperature ranges. The fastest growing species tend to be of tropical origin and require higher temperatures, which can be deadly for them temperatures below 14 ° C, therefore, to maintain tropical species in our climate, we need to increase the temperature of the water through heaters in the coldest times of the year, for example for Tilapia or African sharptooth catfish.

nuestro clima, necesitaremos incrementar la temperatura del agua mediante calentadores en las épocas más frías del año, por ejemplo para Tilapia o Bagre africano.

Sin embargo, otras especies pueden abarcar rangos muy amplios de temperatura, que abarquen desde los 5°C hasta más de 30°C, por ejemplo Tenca o Carpín.

However, other species can cover very wide temperature ranges, ranging from 5 ° C to more than 30 ° C, for example tench or carp.



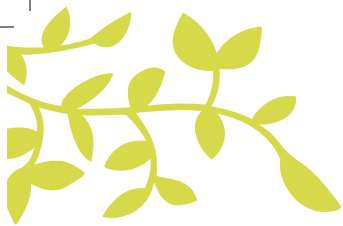
2. Densidad de peces

Esto hace referencia a los kilogramos de especies acuáticas que podemos mantener en el sistema por metro cúbico. Los Kg que podemos mantener depende de la especie acuática utilizada y de la calidad de filtración del sistema, por lo tanto es importante tener este apartado en cuenta en base a la finalidad que queremos darle al sistema acuapónico.

2. Fish density

This refers to the kilograms of aquatic species that we can maintain in the system per cubic meter. Kilograms that we can maintain depends on the aquatic species used and the quality of filtration of the system, therefore it is important to take this section into account based on the purpose we want to give the aquaponics system.





Tipos de acuicultura en base a la densidad:

- Acuicultura ecológica: 20 kg/m³.
- Acuicultura de alta densidad (empleado en el sistema UVI): 60-70 Kg/m³.
- Acuicultura superintensiva (sistemas RAS): 100-150 Kg/m³.

3. Oxígeno disuelto

Factores que disminuyen la cantidad de oxígeno:

- Exceso y descomposición de materia orgánica (sólidos sedimentantes y en suspensión: restos de alimento, heces, raíces, etc...). Reduce el oxígeno, asfixia de las raíces...
- Alimento no consumido. Consumo de alimento en los primeros minutos.
- Aumento de la temperatura.
- Densidad de peces.

La mayoría de los problemas de oxigenación del sistema acuapónico suelen estar relacionados con el exceso de alimento o una densidad de peces inapropiada. En general se tiende a sobrealimentar los peces y suministrar el alimento en una sola toma. Sin embargo, los peces comen a lo largo del día pequeñas cantidades de alimento, por lo que si suministramos todo el alimento de una sola vez, el pez se sacia

Types of aquaculture based on density:

- *Ecological aquaculture: 20 kg/m³.*
- *High density aquaculture (used in the UVI system): 60-70 Kg/m³.*
- *Super intensive aquaculture (RAS systems): 100-150 Kg/m³.*

3. Dissolved oxygen

Factors that decrease the amount of oxygen:

- *Excess and decomposition of organic matter (sedimentary and suspended solids: remains of food, faeces, roots, etc...). Reduces oxygen, asphyxiation of the roots...*
- *Unconsumed food. Consumption of food in the first minutes.*
- *Temperature increase.*
- *Density of fish.*

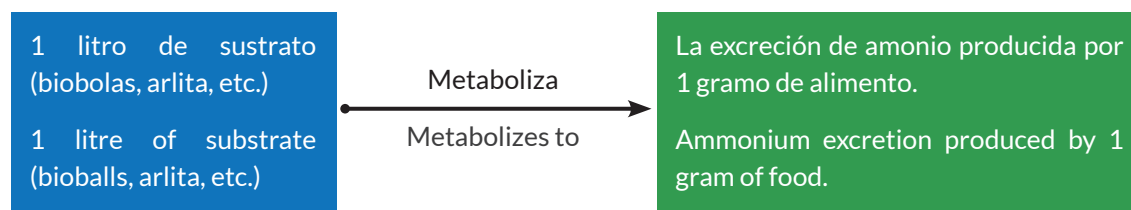
Most oxygenation problems in the aquaponics system are usually related to excess feed or inappropriate fish density. In general, there is a tendency to overfeed the fish and supply the food in a single take. However, the fish eat small amounts of food throughout the day, so if we supply all the food at once, the fish is quickly sated while the rest is lost and water quality deteriorates with serious consequences for the fish and plants.

rápidamente mientras que el resto se pierde y deteriora la calidad del agua con consecuencias graves para los peces y las plantas.

4. Tamaño del biofiltro

Este apartado está estrechamente relacionado con el punto 2 “densidad de peces”, ya que a mayor densidad y tamaño de las especies acuáticas, mayor concentración de desechos y alimento deben procesarse por parte de las bacterias, es por ello que el tamaño del biofiltro debe ser el suficiente para asegurarnos que se metabolizan todos los productos de desecho del sistema.

Existe una regla para calcular el tamaño del biofiltro:



Por lo tanto, si por ejemplo alimentamos diariamente a las especies acuáticas con 300 grs. de alimento, necesitaremos un biofiltro de al menos 300 litros de volumen.

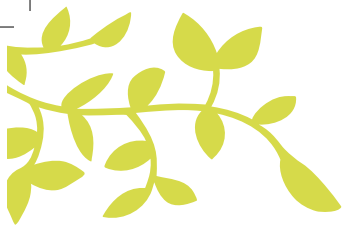
4. Biofilter size

This section is closely related to point 2 “fish density”, since the greater the density and size of aquatic species, the greater the concentration of waste and food must be processed by bacteria, which is why the size of the biofilter must be sufficient to ensure that all waste products in the system are metabolized.

There is a rule for calculating the size of the biofilter:

Therefore, if, for example, we feed the aquatic species with 300 grs. of food daily, we will need a biofilter of at least 300 litres in volume.





Otros criterios a tener en cuenta a la hora de seleccionar la especie:

- Velocidad de crecimiento.
- Facilidad para conseguir la especie.
- Disponibilidad para conseguir el alimento para la especie elegida.
- Legalidad para su cultivo (según la normativa vigente)
- En el caso de tratarse de una especie para producción comercial, que se trate de un producto con posibilidades de aceptación.

En cualquier caso, para la selección de la especie es aconsejable asesorarse, contando con una persona o centro experimentado en estos sistemas.

Tomemos algunas de las especies de peces más utilizadas, para conocer algunos de sus requerimientos básicos, en cuanto a calidad de agua y necesidades proteicas nutricionales:

Other criteria to take into account when selecting the species:

- *Growth speed.*
- *Easy to get the species.*
- *Availability to get the food for the chosen species.*
- *Legality for its cultivation (according to current regulations).*
- *In the case of a species for commercial production, it must be a product with possibilities of acceptance.*

In any case, for the selection of the species it is wise to be advised, counting on a person or center experienced in these systems.

Let's take some of the most used fish species, to know some of their basic requirements, in terms of water quality and nutritional protein needs:

<i>Especie / Species</i>	<i>T (°C)/ reprod.</i>	<i>NH₃ (mg/L)</i>	<i>NO₂ (mg/L)</i>	<i>O₂ (mg/L)</i>	<i>Proteína en alimento (%) Protein in food (%)</i>
<i>Carpa / Carp</i>	<i>5-30 / 20-25</i>	<i><0,5</i>	<i><1</i>	<i>>5</i>	<i>30-40</i>
<i>Tilapia / Tilapia</i>	<i>14-36 / 25-30</i>	<i><0,5</i>	<i><1</i>	<i>>5</i>	<i>30-40</i>
<i>Pez gato / Cat fish</i>	<i>10-30 / 25-30</i>	<i><0,5</i>	<i><1</i>	<i>>5</i>	<i>30-40</i>
<i>Trucha / Trout</i>	<i>10-18 / 14-16</i>	<i><0,5</i>	<i><0,5</i>	<i>>7</i>	<i>40-45</i>

El aprovechamiento productivo del cultivo de peces podemos planificarlo de dos formas:

- Secuencial:

Se tienen en el mismo recinto peces de distintas edades de manera estratégica, para mantener una cosecha continua, y se van retirando los que alcanzan la talla adecuada, antes de la etapa reproductiva, sembrándose nuevos alevines en su lugar.

Tiene ciertas desventajas, como la de tener que suministrar alimentos diferentes para cada etapa, en un mismo lugar, donde se puede generar competencia o que se ingiera el alimento inadecuado. También pueden presentar síntomas de estrés, por manipulación durante las cosechas continuas, y la obtención de un porcentaje de peces rezagados, que no alcanzan el tamaño adecuado en su tiempo.

- Escalonada:

Se siembran los peces de la misma edad en recintos separados, y en diferentes fechas, así se programa que haya un tiempo definido entre cosechas.

Este tipo permite suministrar el alimento específico para cada etapa y la cosecha es constante cuando se planifica correctamente.

Como inconveniente, tenemos la necesidad de disponer de un buen número de tanques o

The productive use of fish farming can be planned in two ways:

- Sequential:

Fish of different ages are strategically kept in the same enclosure in order to maintain a continuous harvest, and those that reach the adequate size are removed before the reproductive stage, and new fry are placed in the tank.

It has certain disadvantages, such as having to supply different foods for each stage, in the same place, where competition can be generated or the inappropriate food ingested. They can also present symptoms of stress, by manipulation during the continuous harvests, and the obtaining of a percentage of lagged fish, that do not reach the adequate size in their time.

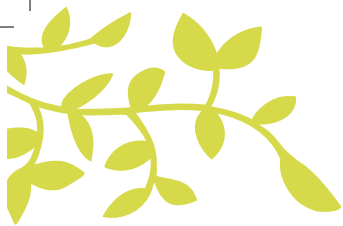
- Staggered:

Fish of the same age are sown in separate enclosures, and on different dates, so that there is a defined time between harvests.

This type allows to supply the specific food for each stage and the harvest is constant when it is planned correctly.

As a drawback, we need to have a good number of tanks or different enclosures, for each stage and size, the tanks will be larger for adults, and smaller for the first stages of life.





recintos diferentes, para cada etapa y tamaño; los tanques serán de mayores dimensiones para los ejemplares adultos, y más pequeños para las primeras etapas de vida.

De todas formas, el pez más idóneo y generalizado en los cultivos acuapónicos es la tilapia. Su gran resistencia y tolerancia para la supervivencia y cría en cautividad, su rápido crecimiento a 27-28°C de temperatura óptima, además de su aceptación como producto de alimentación, la hace una de las especies más valoradas para cultivos acuapónicos. A continuación expondremos algunas características básicas de este pez.

La tilapia (*Oreochromis sp.*)

Pez teleósteo del orden Perciforme, perteneciente a la familia Cichlidae, originario de África, habita en la mayor parte de las regiones tropicales del mundo, abundante en ríos donde las condiciones son favorables para su reproducción y crecimiento. Su carne es comestible.

Las tilapias, como se les conoce a este grupo de peces africanos, han contribuido a lo largo de la historia moderna del hombre como una importante fuente de alimentos. En las últimas décadas, las tilapias han despertado un importante y creciente interés como especie

In any case, the most suitable and widespread fish in aquaponics cultures is tilapia. Its great resistance and tolerance for survival and captive breeding, its rapid growth at an optimum temperature of 27-28°C, as well as its acceptance as a food product, make it one of the most valued species for aquaponics systems. Here are some basic characteristics of this fish.

Tilapia (*Oreochromis sp.*)

They are bony fish of Perciformes order, belonging to the family Cichlidae, originally from Africa, inhabits most of the tropical regions of the world, abundant in rivers where conditions are favorable for reproduction and growth. Its meat is edible.

Tilapias, as this group of African fish is known, have contributed throughout modern human history as an important source of food. In the last decades, tilapia have awakened an important and growing interest as an aquaculture species for commercial purposes worldwide, becoming one of the most farmed groups of fish.

Habitat:

These fish live in warm water, and their optimal development is achieved at temperatures above 20°C. (for reproduction, between 25 and 28°C). The lower critical temperature is around 15°C, and the upper, above 30°C. They live in both fresh and brackish waters, and can withstand waters with low oxygen concentrations.

acuícola para fines comerciales a nivel mundial, llegando a ser uno de los grupos de peces más cultivados.

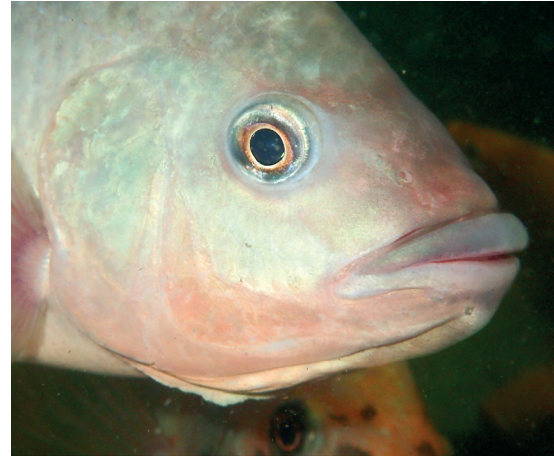
Hábitat:

Estos peces viven en agua de zonas cálidas, y su óptimo desarrollo se logra a temperaturas superiores a los 20°C. (para la reproducción, entre 25 y 28°C). La temperatura crítica inferior se encuentra alrededor de los 15°C, y la superior, por encima de 30°C. Viven tanto en aguas dulces como salobres, y pueden soportar aguas con bajas concentraciones de oxígeno.

Reproducción:

Alcanzan la madurez sexual a partir de los tres meses de vida, cuando llegan a un tamaño de unos 10 cm (según especie). Tras un breve rito nupcial se reproducen, tomando la hembra los huevos fecundados en su boca para incubarlos, durante 7 o 14 días (según la temperatura), durante los cuales permanecerá sin comer.

Pasadas las etapas de huevo y alevín, las crías salen de la boca a tiempos cortos, y siempre con el cuidado de la madre, que los vuelve a engullir cuando presiente algún peligro. A los pocos días, se independizan de la madre y nadan en grupo por la superficie.



Tilapia

Breeding:

They reach sexual maturity after three months of life, when they reach a size of about 10 cm (depending on the species). After a brief courtship, they reproduce. Females take the fertilized eggs in her mouth to incubate them during 7 or 14 days (depending on temperature), during which she will remain without eating.

After the stages of egg and juvenile, the offspring leave the mouth at short notice, and always with the care of the mother, who gobbles them again when she feels any danger. A few days later, they become independent of the mother and swim in groups on the surface





Crecimiento:

Pueden superar los 30 cm de longitud y el kilo de peso, en el caso de las tilapias nilóticas (la de mayor tamaño y la más cultivada), o algunas de sus hibridaciones. Dicha talla y peso pueden alcanzarlos a partir de los 6 ó 9 meses de edad, según la alimentación y temperatura.

Pueden vivir en grupos, y admiten grandes densidades de individuos, con una alimentación omnívora, aceptando tanto alimento de origen animal como vegetal.

Características de interés para su cultivo:

- Gran resistencia física a diferentes medios acuáticos y a enfermedades.
- Rápido crecimiento y elevada productividad.
- Habilidad para sobrevivir a bajas concentraciones de oxígeno y amplio rango de salinidad.
- Capacidad de nutrirse a partir de una gran gama de alimentos naturales y artificiales.
- Constituye un pescado altamente apetecible por la calidad y textura firme de su carne, color blanco y bajo número de espinas intermusculares.

Growth:

They can exceed 30 cm in length and one kilo of weight, in the case of Nilotic tilapia (the largest and most cultivated), or some of their hybridations. This size and weight can reach from 6 or 9 months of age, depending on food and temperature.

They can live in groups, and admit great densities of individuals, with an omnivorous feeding, accepting as much food of animal origin as vegetable.

Characteristics of interest for their farming:

- *High physical resistance to different aquatic environments and diseases.*
- *Fast growth and high productivity.*
- *Ability to survive low oxygen concentrations and wide range of salinity.*
- *Ability to feed from a wide range of natural and artificial foods.*
- *It constitutes a highly appetizing fish for the quality and firm texture of its flesh, white color and low number of intermuscular spines.*

Most farmed tilapias species:

*Tilapia is the common name for nearly a hundred species, although for its characteristics and advantages for aquaculture, the most utilized is the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), or its*

Especies más cultivadas de Tilapias:

Por tilapia se conocen un gran número de especies, superando el centenar a nivel mundial, aunque por sus características y ventajas para la acuicultura, la más adecuada es la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), o sus hibridaciones naturales con especies como la tilapia mozámbrica (*Oreochromis mozambicus*) y otras.

OTROS PECES

Bagre africano (*Clarias gariepinus*)

Tiene el cuerpo característico del género *Clarias*, alargado y comprimido lateralmente en su sección posterior.

Pueden medir entre 150 cm y 170 cm. En tallas adultas suele rondar los 8 kg de peso.

Temperatura: Pueden vivir a temperaturas entre 15 y 28°C.

pH: entre 6.5 y 8.0.

Dureza: aguas semiblandas a muy duras (entre 5°dGH y 28°dGH).

Nitratos: Toleran niveles altos.

Oxígeno: Pueden vivir en condiciones de baja concentración.

*natural hybridizations with species such as the Mozambique tilapia (*Oreochromis mozambicus*) and others.*

OTHER SPECIES

African catfish (*Clarias gariepinus*)

*It has the characteristic body of the genus *Clarias*, elongated and laterally compressed in its posterior section.*

They can measure between 150 and 170 cm. Adult size is usually around 8 kg in weight.

Temperature: They can live at temperatures between 15 and 28°C.

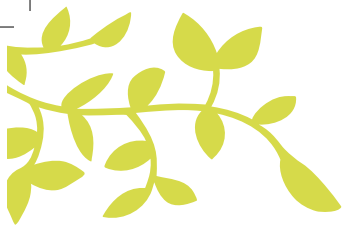
pH: between 6.5 and 8.0.

Hardness: semi-soft to very hard water (between 5°dGH and 28°dGH).

Nitrates: Tolerate high levels.

Oxygen: They can live in conditions of low concentration.





Son omnívoros, su alimentación se basa principalmente en invertebrados acuáticos, aunque su dieta incluye también otros invertebrados e insectos, otros peces de menor tamaño, e incluso mamíferos pequeños.

El desove tiene lugar una vez al año, casi siempre tiene lugar durante el periodo de lluvias, aprovechando las zonas inundadas para realizar la puesta.

El desove es realizado en zonas abiertas, generalmente sobre rocas lisas y vegetación, o directamente sobre el sustrato.

En condiciones normales de temperatura (alrededor de 25°C) los huevos eclosionan en unas 36 horas aproximadamente.

Pacú (*Myleus pacu*), (*Colossoma macropomum*)

Es un pez de agua dulce nativo de las aguas dulces de Sudamérica, principalmente los ríos amazónicos. Viven en el tramo medio de los grandes ríos y migran para desovar a arroyos y fondos de grava. Las poblaciones forman bancos de peces.

El cuerpo del Pez Pacú es de forma redondeada comprimido por los lados y cubierto de escamas. Su dentadura es característica por ser muy parecida a la humana. Posee aletas con gran contenido de grasas. Es de color plateado con tonalidades naranjas y negras en la aleta anal. Las fosas nasales son sobresalientes, con un desarrollado sentido del olfato. Posee ojos saltones.

They are omnivorous, their diet is based mainly on aquatic invertebrates, although their diet also includes other invertebrates and insects, other smaller fish, and even small mammals.

Spawning takes place once a year, almost always during the rainy season, taking advantage of flooded areas for laying.

Spawning is carried out in open areas, usually on smooth rocks and vegetation, or directly on the substrate.

Under normal temperature conditions (around 25°C) the eggs hatch in about 36 hours.

Pacú (*Myleus pacu*), (*Colossoma macropomum*)

It is a freshwater fish native to South America, mainly the Amazon rivers. They live in the middle reaches of large rivers and migrate to spawn streams and gravel beds. The populations form schools of fish.

The body of the Pacú fish is rounded, compressed on the sides and covered with scales. Its teeth are characteristic for being very similar to the human one. It has fins with high fat content. It is silver with orange and black tones in the anal fin. The nostrils are protruding, with a developed sense of smell. It has bulging eyes.



Bagre africano / African catfish

Puede medir unos 15 a 25 centímetros de longitud en cautiverio, y tamaños de entre 60 y 80 centímetros en su hábitat natural. Tienen un peso de entre 3 kilos hasta los 15kg, dependiendo de su tamaño y grado de madurez.

Prefiere aguas con temperaturas entre 22 a 28 grados centígrados. En temperaturas inferiores a 15 C°, los peces pierden el apetito, y con menos de 10 C° corren serios riesgos de supervivencia.

Lo ideal para la producción de pacú es entre 6 y 9; el óptimo es pH 7.

Es omnívoro, pero la mayor parte de su alimentación consiste en vegetales. Los que más gusta el pez pacú incluyen espinacas, lechuga, guisantes, calabaza, col y zanahorias. Estos peces también se alimentan de diversas frutas como manzanas, plátanos, uvas y melocotones. Aunque el pacú es principalmente herbívoro, no



Pacú

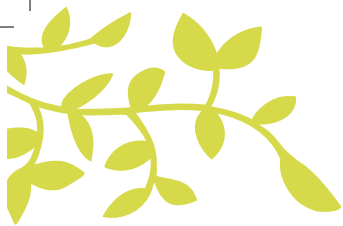
In captivity, it can measure about 15 to 25 centimeters in length, while in the wild it can reach between 60 and 80 centimeters. They weigh between 3 kilos and 15kg, depending on their size and degree of maturity.

It prefers waters with temperatures between 22 and 28 °C. At temperatures below 15°C, fish lose their appetite, and with less than 10°C they run serious survival risks.

The ideal for pacú production is between 6 and 9; the optimum is pH 7.

Despite it is omnivorous, most of its diet consists of vegetables. The most popular include spinach, lettuce, peas, pumpkin, cabbage and carrots. These fish also feed on various fruits such as apples, bananas, grapes and peaches. Although pacú is primarily herbivorous, it should not be kept in the company of smaller fish that may be considered prey.





debe mantenerse en compañía de otros peces más pequeños que puedan ser considerados como su presa.

Posee un crecimiento rápido, con una ganancia de peso promedio de 1000 grs. durante el primer año y en el segundo año puede crecer de 2000 a 3000 grs.

Es migratoria, viajan a la orilla para el desove. La interacción de los cardúmenes posibilita una gran reproducción. Particularmente se da en verano, debido a las temperaturas del agua. En el momento del desove, la hembra dejará los huevos que serán respetados por el padre hasta pasadas 72 horas, donde se produce la eclosión.

Se le llama el lechón o cerdito de río. La cantidad de carne blanca que posee lo hace digno de ese nombre. Es muy apreciado por su sabor, con una carne muy sana. Sus elevados niveles de proteínas ayudan a combatir los niveles altos de colesterol malo incrementando el bueno. Es una importante fuente de Omega 3 y 6, indispensable para la salud cardiovascular.

Tenca (*Tinca tinca*)

Pez que habita fondos fangosos de aguas poco profundas. Dorso y flancos de color verde oliva con tonos de bronce, abdomen naranja amarillento. Ojos rojos y aletas marrones oscuras.

It has a rapid growth, with an average weight gain of 1000 grams during the first year and in the second year can grow from 2000 to 3000 grams.

It is migratory, they travel to the shore for spawning. The interaction of the schools allows a great reproduction. Particularly occurs in summer, due to water temperatures. At the time of spawning, the female will lay the eggs, which will be respected by the father until 72 hours later, when hatching takes place.

It is called the piglet or river pig. The amount of white meat that it possesses makes it worthy of that name. It is very appreciated for its taste, with a very healthy meat. Its high levels of protein help combat high levels of bad cholesterol by increasing the good. It is an important source of Omega 3 and 6, essential for cardiovascular health.

Tench (*Tinca tinca*)

Fish that inhabits shallow water muddy bottoms. Its back and flanks are olive green with bronze tones, abdomen yellowish orange. Red eyes and dark brown fins.

They need abundant vegetation. With good filtration, as they usually remove the bottom.

Eurythermal species capable of tolerating high temperatures, from 2°C to at least 34°C, being between 22 and 26°C ideal for the larval and juvenile phases.

It resists low concentrations of oxygen.

Precisan de abundante vegetación. Con buena filtración, ya que suelen remover el fondo.

Especie euriterma capaz de tolerar altas temperaturas, desde los 2°C hasta al menos 34°C, siendo entre 22 y 26°C la ideal para las fases larvarias y juveniles.

Resiste bajas concentraciones de oxígeno.

pH óptimo entre 6,5 y 8, letal por debajo de 5 y por encima de 10,8.

gH óptimo entre 10-15°dGH.

kH óptimo entre 4-9°dKH.

Pueden soportar altas concentraciones de nitratos.

Es un pez omnívoro. Se puede alimentar con pienso para truchas. Es conveniente suministrarle alimento vivo como larvas de mosquito, dafnias y artemia salina.

Sexualmente maduros a los 8-10 meses. Ciclo reproductivo de tipo estacional, la temperatura es un factor decisivo para el desarrollo gonadal y la puesta, ya que afecta a la secreción de hormonas que regulan la actividad reproductiva.

En su entorno natural se reproducen desde mayo hasta principios de agosto, con temperaturas superiores a 19-20°C. Con temperaturas entre 22 y 25°C puede durar la época reproductiva



Tenca / Tench

Optimum pH between 6.5 and 8, lethal below 5 and above 10.8.

Optimum gH between 10-15°dGH.

Optimal kH between 4-9°dKH.

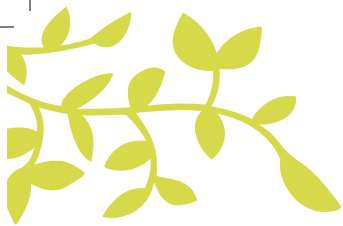
It can withstand high nitrate concentrations.

It is an omnivorous fish. Can be fed with trout feed. It is convenient to provide live food such as mosquito larvae, daphnia and Artemia salina.

Sexually mature at 8-10 months. Reproductive cycle of seasonal type, the temperature is a decisive factor for the gonadal development and the laying, since it affects the secretion of hormones that regulate the reproductive activity.

In their natural environment they reproduce from May until the beginning of August, with temperatures above 19-20°C. With temperatures between 22 and 25°C the reproductive period can





entre 6 y 9 semanas, donde tendrán lugar de 3 a 4 puestas. Cada hembra puede producir entre 140.000 y 230.000 huevos por kg de peso.

Los huevos son adhesivos y quedan pegados a la vegetación, donde son fecundados por los machos. Los huevos eclosionarán a las 5-7 días, dependiendo de la temperatura del agua.

Tras la eclosión, las larvas de unos 5 mm, permanecen adheridas unos días a la vegetación, alimentándose de las reservas de su saco vitelino. Comenzarán a ingerir alimento exógeno, dependiendo de la temperatura, entre el tercer y sexto día post-eclosión. Su alimentación se puede realizar mediante infusorios o alimento para alevines. A los 10 días de edad se las podrá alimentar mediante dafnias recién eclosionadas o alimento seco desmenuzado.

Barramundi (*Lates calcarifer*)

Es una especie de pez eurihhalino diádromo, de la familia Latidae, del orden de los perciformes. La capacidad migratoria de este pez lo hace visible en Nueva Guinea así como en el norte y el este de Australia.

Se trata de un pez de grandes proporciones: puede llegar a medir hasta 2 metros, y puede llegar a pesar hasta 60 kg. Los especímenes más corrientes pesan entre 5 y 6 kilogramos. Se alimenta de crustáceos y moluscos. La mayoría de los especímenes son

last between 6 and 9 weeks, where 3 to 4 clutches will take place. Each female can produce between 140,000 and 230,000 eggs per kg of weight.

The eggs are adhesive and stick to the vegetation, where they are fertilized by the males. The eggs will hatch in 5-7 days, depending on the water temperature.

After hatching, the larvae of about 5 mm remain attached to the vegetation for a few days, feeding on the reserves of their yolk sac. They will begin to ingest exogenous food, depending on the temperature, between the third and sixth post-eclosion day. Their feeding can be done by means of infusories or food for fry. At 10 days of age, they can be fed by means of newly hatched daphnia or shredded dry food.

Barramundi (*Lates calcarifer*)

An euryhaline species and diadromous, belonging to the family Latidae, order Perciformes. The migratory capacity of this fish makes it visible in New Guinea as well as in northern and eastern Australia.

It is a fish of great proportions: it can measure up to 2 meters, and can weigh up to 60 kg. The most common specimens weigh between 5 and 6 kilograms. It feeds on crustaceans and mollusks. Most specimens are hermaphrodites, and during the last stages of their life they can change sex.

It can live in waters with a temperature between 15 and 30°C, and withstand a pH between 6.5 and 8.

hermafroditas, y durante las últimas fases de su vida pueden cambiar de sexo.

Puede vivir en aguas con una temperatura entre 15 y 30°C, y soportar un pH entre 6.5 y 8.

Carpín (*Carassius carassius*)

Es un pez de la familia de los Cyprinidae. Esta especie de agua dulce o agua fría habita originalmente en el este de Asia pero han sido introducidos actualmente la gran parte de Europa.

Es un pez robusto, de cuerpo grande con escamas prominentes. Se diferencia de otros peces de cuerpo grande de la familia de las carpas por las puntas redondeadas de la gran aleta caudal.

La forma lacustre generalmente mide 20-35 cm y pesa 1 kg, rara vez supera los 2 kg. La forma de estanque mide 5-15 cm.

Es un pez omnívoro, se alimenta de pequeños crustáceos, moluscos, gusanos, larvas de insectos y plantas acuáticas cerca de las rocas, pero principalmente algas.

Desova en aguas cálidas de bahías llanas con abundantes juncos. El desove se puede producir en varias tandas y dura desde fines de mayo hasta julio.

Precisa aguas con un pH entre 6.5 y 8, soportando un amplio rango de temperatura, de 5 a 32°C.

Crucian carp (*Carassius carassius*)

It is a fish of the Cyprinidae family. This species of freshwater or cold water originally inhabits East Asia but has now been introduced to much of Europe.

It is a robust, large-bodied fish with prominent scales. It differs from other large-bodied fish of the carp family by the rounded tips of the large caudal fin.

The "lacustrine" shape generally measures 20-35 cm and weighs 1 kg, rarely exceeding 2 kg. The "pond" shape measures 5-15 cm.

It is an omnivorous fish, it feeds on small crustaceans, mollusks, worms, insect larvae and aquatic plants near rocks, but mainly algae.

It spawns in warm waters from flat bays with abundant reeds. Spawning can occur in several batches and lasts from late May through July.

It needs waters with a pH between 6.5 and 8, supporting a wide temperature range, from 5 to 32°C.



Carpín / Crucian carp





Trucha común (*Salmo trutta*)

Es una especie de pez salmoniforme. Es la trucha más común de la familia de los salmónidos. Está incluida en la lista de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

Es un pez muy corpulento, y se han llegado a ver ejemplares de hasta 14 kg.

Habita principalmente tramos de aguas limpias, frescas y bien oxigenadas, por lo que en la Península Ibérica se encuentra sobre todo en las cabeceras de los ríos. La trucha común muestra preferencia por sustratos de cantos y bolos, aunque también utilizan fondos de grava, arena y limo.

La trucha común es una especie carnívora, eurifágica, ya que su espectro alimentario es amplio, y presenta carácter alimentario marcado por el oportunismo, debido a que posee una enorme facilidad de adaptación frente a los cambios en la disponibilidad del alimento.

Pueden vivir en aguas con un pH entre 7.5 y 8.5, y temperaturas de 5 a 20°C.

La especie se reproduce en otoño o invierno. Las hembras de trucha común excavan sus nidos en el sustrato del lecho. Una hembra es a menudo cortejada por varios machos competidores,

Brown trout (*Salmo trutta*)

It is a species of salmonid fish and the most common. It is included in the International Union for Conservation of Nature's list of the worlds' 100 most harmful invasive alien species.

It is a very large fish, with specimens which can size more than 14 kg. It lives mainly in clean, fresh and well oxygenated stretches of water, which is why in the Iberian Peninsula it is found above all in the headwaters of rivers. Brown trout shows preference for substrates of stones and boulders, although they also use funds of gravel, sand and silt.

It is a carnivorous, euryphagic species, since its alimentary spectrum is wide, and It is an opportunistic species, due to the fact that it possesses an enormous facility of adaptation in front of the changes in the availability of the food. They can live in waters with a pH between 7.5 and 8.5, and temperatures of 5 to 20°C.

The breeding season is in autumn or winter. Females dig their nests in the bedding substrate. A female is often courted by several competing males, but the largest male will fertilize most eggs. Smaller, subordinate males can contribute to the fertilization of the females' eggs by scrubbing with a large dominant male. Within minutes after spawning, the female covers the fertilized eggs with cobbles and gravel. The eggs hatch while buried in the gravel for one to several months, and hatch the following spring.

pero un macho grande fertilizará la mayoría de los huevos. Los machos subordinados, de menor tamaño, pueden contribuir a la fertilización de los huevos de las hembras frezando con un macho grande dominante. Al cabo de unos minutos después de frezar, la hembra cubre los huevos fertilizados con cantos y gravas. Los huevos se incuban mientras están enterrados en la grava entre uno y varios meses, y eclosionan en la primavera siguiente.

Trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)

Es un pez eurihalino de agua dulce y de mar de la familia de los salmónidos, distribuido de forma nativa por el norte del océano Pacífico, desde Japón pasando por el mar de Bering hasta la península de Baja California en México, aunque de forma artificial ha sido introducida por el hombre en muchos lugares. Está incluida en la lista de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

La longitud máxima registrada fue de un ejemplar de 120 cm, aunque lo normal es una longitud de 60 cm.

Es un pez carnívoro que en la naturaleza se alimenta de las presas que captura vivas, siendo la mayoría de ellas organismos acuáticos y algunos terrestres, como son los insectos que



Trucha Arcoiris / Rainbow trout

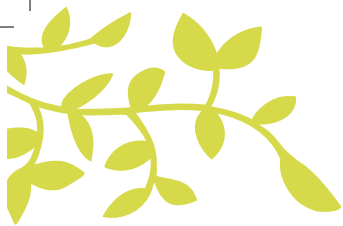
Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

It is a freshwater and sea euryhaline fish of the Salmonidae family, distributed natively throughout the northern Pacific Ocean, from Japan through the Bering Sea to the Baja California peninsula in Mexico, although it has been artificially introduced in many areas. It is included in the International Union for Conservation of Nature's list of the worlds' 100 most harmful invasive alien species.

The maximum recorded length was one specimen of 120 cm, although the normal length is 60 cm. It is a carnivorous fish that in the wild it hunts prey alive. Most of its preys are aquatic species, but some of them are terrestrial (e.g. insects that flutter over the water in spring and summer). Mollusks such as snails are also common prey, as well as crustaceans (crabs, etc.), worms, tadpoles and small fish of the same or other species.

They can live in waters with a pH between 6.5 and





en primavera y verano revolotean sobre el agua. Los moluscos como los caracoles también son presas habituales, así como los crustáceos (cangrejos, etc.), gusanos, renacuajos y peces pequeños de la misma u otras especies.

Pueden vivir en aguas con un pH entre 6.5 y 8.5, y temperaturas de 0 a 27°C.

Esturión (*Acipenser* sp.)

Son peces eurihalinos y anádromos. El género consta de unas veinte especies, de boca ventral, de cinco hileras longitudinales de placas, que remontan los ríos para desovar, que puede alcanzar los 3,5 m de longitud y los 350 kg de peso. Con sus huevas se prepara el caviar.

Todas las especies viven en aguas marinas y dulces del hemisferio norte. Al igual que el salmón, el esturión habita las aguas saladas; pero llegados los equinoccios de primavera y otoño remonta los ríos de agua dulce para desovar y completar su ciclo reproductivo.

Son omnívoros, se alimentan de plantas y peces pequeños e invertebrados a los que succionan.

La reproducción del esturión común se efectúa entre el mes de mayo y el mes de junio y el número de huevos en cada ciclo puede oscilar entre los 300.000 y los 2.000.000.

Durante el periodo de reproducción, los

8.5, and temperatures from 0 to 27°C.

Sturgeon (*Acipenser* sp.)

They are euryhaline and anadromous fish. The genus consists of about twenty species. Their mouth is ventral mouth, with five longitudinal rows of plates, which go up the rivers to spawn. They can reach 3.5 m in length and 350 kg in weight. Caviar is obtained from their roe.

All species live in the marine and freshwater of the northern hemisphere. Like salmon, sturgeon inhabit salty waters, but when the spring and autumn equinoxes arrive, they go up the freshwater rivers to spawn and complete their reproductive cycle.

They are omnivorous, feeding on small plants and fish and invertebrates to those who suck. Breeding season takes place between May and June and the number of eggs in each cycle can range between 300,000 and 2,000,000. During the breeding period, males do not eat and egg development takes place in one month, at a temperature of around 17°C.

The species can live at temperatures that vary widely, from only 1 °C to 25-26 °C. It is quite resistant to low contents of dissolved oxygen (O₂) but in such conditions it does not gain weight. It tolerates a pH between 7 and 8.5.



Esturión / Sturgeon

esturiones machos no se alimentan y el desarrollo de los huevos se produce en un mes, a temperatura de alrededor de 17°C.

La especie puede vivir a temperaturas que varían ampliamente, desde sólo 1 °C a 25–26 °C. Es bastante resistente a bajos contenidos de oxígeno disuelto (O₂) pero en tales condiciones no gana peso. Tolera un pH entre 7 y 8.5.

Mugílidos (*Mugil Cephalus*)

Pez eurihalino que habita en las aguas costeras de la mayoría de las regiones tropicales y subtropicales. Su cuerpo es alargado y fusiforme, pudiendo alcanzar hasta 100 cm de longitud y 12 kg. de peso.

Se alimenta de pequeños organismos, algas y detritus.

Pueden vivir en aguas con un amplio rango de temperatura, de 8 a 28°C, y un pH entre 8 y 8.4.



Mugílidos / Flathead grey mullet

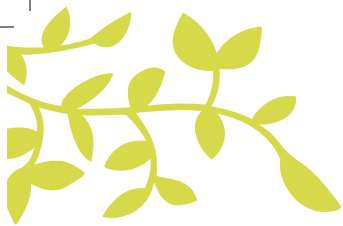
Flathead grey mullet (*Mugil Cephalus*)

Euryhaline fish that inhabits the coastal waters of most tropical and subtropical regions. Its body is elongated and fusiform, can reach up to 100 cm in length and 12 kg. weight. It eats small organisms, algae and detritus.

They can live in waters with a wide temperature range, from 8 to 28°C, and a pH between 8 and 8.4.

During the autumn and winter months, adults migrate to the sea in large congregations to spawn. Fertility is estimated at 0.5-2.0 million eggs per female, depending on adult size. Hatching occurs within 48 hours after fertilization, releasing larvae 2.4 mm in length. When larvae reach 16-20 mm, they migrate to inland waters or estuaries.





Durante los meses de otoño e invierno, los adultos migran al mar en grandes congregaciones para desovar. La fecundidad se estima en 0,5–2,0 millones de huevos por hembra, dependiendo de la talla adulta. La eclosión ocurre al cabo de 48 horas después de la fertilización, liberándose larvas de 2,4 mm de longitud. Cuando las larvas alcanzan los 16–20 mm, migran a aguas interiores o estuarios.

Perca americana (*Micropterus salmoides*)

Es una especie de pez perciforme de la familia Centrarchidae. Es de agua dulce y se caracteriza por tener una aleta dorsal radiada espiniforme y una posterior flexible separada por una muesca. Esta especie es originaria de Norteamérica. A partir del siglo XX, esta especie se ha introducido en España, donde se considera invasora.

Su tamaño adulto es de 30 a 50 cm, es un pez resistente y carnívoro, su dieta incluye insectos acuáticos, gusanos, larvas y de adultos pequeños peces y anfibios.

Tolera temperaturas entre 10 y 36°C, y un pH de 6.5 a 8.5.

Alcanza la madurez sexual a los tres o cuatro años de vida. El macho excava un hoyo de 30 a 90 cm en el fondo y atrae hacia él a varias hembras. El desove se realiza entre mayo y julio.



Perca americana o Black Bass / Largemouth bass or black bass

Largemouth bass (*Micropterus salmoides*)

It is a species of the family Centrarchidae. It is a freshwater species and it is characterized by having a radiated spiniform dorsal fin and a flexible posterior one separated by a notch. This species is native to North America. Since the 20th century, it has been introduced in Spain, where it is considered invasive.

Its adult size is 30 to 50 cm, it is a resistant and carnivorous fish, its diet includes aquatic insects, worms, larvae and small adult fish and amphibians.

It tolerates temperatures between 10 and 36°C, and a pH of 6.5 to 8.5. Sexual maturity happens around four years of age. The male digs a 30 to 90 cm hole in the bottom and attracts several females to it. Spawning takes place between May and July.

ESPECIES DE INVERTEBRADOS

Los invertebrados más utilizados en los sistemas acuapónicos suelen ser los crustáceos, tanto con fines ornamentales como para alimentación.

Se trata principalmente de camarones, gambas y langostinos, aunque también se cultivan cangrejos de río, de las diferentes latitudes o continentes (europeo, asiático, americano o australiano).

Las especies con más éxitos son aquellas que no requieren demasiadas etapas larvarias para llegar a adultos, o que las realizan dentro del huevo, o protegidos por la hembra, pudiendo conseguir un elevado porcentaje de producción de ejemplares, y sin demasiados costes.

La realidad es que este sector de la acuaponía de invertebrados, especialmente crustáceos, está creciendo a gran velocidad, pues se trata de especies muy apreciadas, tanto gastronómica como ornamentalmente.

Cangrejo de río común (*Austropotamobius pallipes*)

Es una especie de malacostráceo decápodo de la familia de los astácidos que se extiende desde la península de los Balcanes hasta la Ibérica y llega hasta las islas británicas, donde se encuentra

MOST COMMON INVERTEBRATES' SPECIES

Crustaceans are the most commonly used invertebrates in aquaponics systems, both for ornamental and food purposes. They are mainly shrimps, prawns and prawns, although crayfish from different latitudes or continents (European, Asian, American or Australian) are also cultivated.

The most successful species are those that do not require too many larval stages to reach adults, or that perform them inside the egg, or protected by the female, being able to achieve a high percentage of production of specimens, and without too many costs.

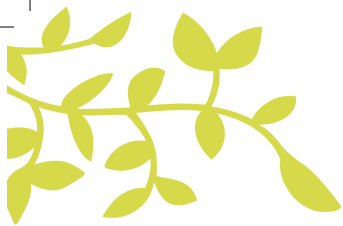
The reality is that this sector of the aquaponics of invertebrates, especially crustaceans, is growing at great speed, because they are very appreciated species, both gastronomically and ornamentally.

White-clawed crayfish (*Austropotamobius pallipes*)

It is a malacostracan decapod of the family of Astacidae that extends from the Balkan peninsula to the Iberian and reaches the British Isles, where it has its highest population density. It lives in shallow rivers and streams, where it hides under rocks and logs, and in lakes.

The European crayfish is olive in color, with the lower part pale to red. It usually measures 10 or 12 cm long.





su mayor densidad de población. Vive en ríos y arroyos de poca profundidad, donde se esconde bajo piedras y troncos, y en lagos.

El cangrejo de río europeo es de color oliva, con la parte inferior entre pálida y colorada. Suele medir 10 o 12 centímetros.

Es omnívoro, se alimenta de macroinvertebrados, larvas de anfibios, pequeños peces, carroña, plantas acuáticas, algas, etc.

Vive en aguas con un pH entre 7 y 9, y un amplio rango de temperatura, entre 8 y 28°C.

El acoplamiento reproductivo se produce poco antes de la hibernación y la hembra con una puesta de entre 40 y 80 huevos colocados bajo el abdomen y fijados en sus pleópodos los protege hasta la siguiente primavera, momento en que los huevos eclosionan.

Cangrejo americano (*Procambarus clarkii*)

Es un cangrejo de río, nativo del sureste de Estados Unidos, pero que se puede encontrar en otros continentes, donde a menudo es una especie invasora.

Se encuentra normalmente en aguas no demasiado frías, como ríos de curso lento, marismas, estanques, sistemas de riego y campos de arroz

It is omnivorous, whose diet is based on macroinvertebrates, amphibian larvae, small fish, carrion, aquatic plants, algae, etc.

It lives in waters with a pH between 7-9, and a wide temperature range, between 8 and 28 °C.

Reproductive coupling occurs shortly before hibernation and the female with a laying of between 40 and 80 eggs placed under the abdomen and fixed in their pleopods protects them until the following spring, when the eggs hatch.

Red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*)

This crayfish is native to the southeastern United States, but can be found on other continents, where it is often an invasive species.

It is normally found in not too cold waters, such as slow flowing rivers, marshes, ponds, irrigation systems and rice fields.

It grows quickly and is capable of reaching weights of over 50 g, and sizes of 12 cm in length.

They feed mainly on animals such as snails, small (and not so small) fish, aquatic insects, as well as dead animals and decomposing matter. And in times of scarcity they can feed on aquatic plants.

They tolerate temperatures between 5°C and 35°C, with an optimum between 18°C and 25°C, and a pH between 6.5 and 8.5.

Crece rápidamente y es capaz de alcanzar pesos de más de 50 g, y tamaños de 12 cm de longitud.

Se alimentan principalmente de animales como caracoles, peces pequeños (y no tan pequeños), insectos acuáticos, al igual que animales muertos y materia en descomposición. Y en época de escasez pueden alimentarse de plantas acuáticas.

Toleran temperaturas comprendidas entre 5°C y 35°C, con un óptimo entre 18°C y 25°C, y un pH entre 6.5 y 8.5.

La época de reproducción tiene lugar entre finales de abril y octubre. Tras la cópula, la hembra excava galerías cercanas al agua. El número de huevos por hembra puede variar entre 200 y 700, según el peso de la misma.

Langosta australiana (*Cherax quadricarinatus*)

Es una especie de crustáceo decápodo del infraorden Astacidea. Esta langosta vive en cursos de agua que sufren drásticas reducciones de caudal en determinadas temporadas, durante los cuales, los especímenes de esta especie quedan hacinados en pozas a la espera de las lluvias que vuelven a otorgar su caudal al río.

El color base del cuerpo es de azul claro a azul oscuro, dependiendo del animal y de su edad. Presenta además una fina punteadura blanco-



Langosta australiana / Australian red claw crayfish

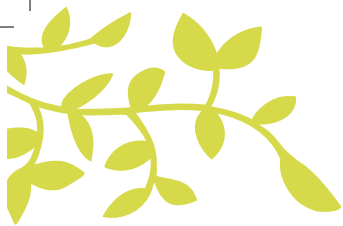
The breeding season takes place between late April and October. After copulation, the female digs galleries near the water. The number of eggs per female can vary between 200 and 700, depending on the weight of the female.

Australian red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*)

It is a kind of decapod crustacean of the infraorder Astacidea. This lobster lives in watercourses that suffer drastic reductions of flow in certain seasons, during which, the specimens of this species are crammed in pools waiting for the rains that return to give their flow to the river.

The base color of the body is from light blue to dark blue, depending on the animal and its age. It also has a fine white-yellow dot all over the body. In the two large tweezers the males present two red spots.





amarillenta por todo el cuerpo. En las dos pinzas grandes los machos presentan dos manchas rojas.

Alcanzan unos 20 cm (desde la punta de la cabeza hasta el final de la cola, sin antenas y pinzas y más de 0,25 kg de peso, por lo que los ejemplares adultos han de tratarse con precaución.

Omnívoro oportunista; ya que se alimenta de animales y vegetales, tanto vivos como en descomposición principalmente detritus y zooplancton.

Abarcan un rango amplio, entre 18°C y 31°C, lo ideal es un pH de neutro a básico, 7.0-8.0. La dureza del agua debe ser alta, sobre todo si tenemos ejemplares jóvenes en fase de crecimiento y que necesitan tomar sales minerales del agua para formar su exoesqueleto. Así un GH de 15-25°d y un KH 10-18°d serán ideales.

Los huevos fertilizados permanecen adheridos al abdomen de las hembras donde los incuban hasta su eclosión en crías bien desarrollados (no presenta estadios larvarios).

Camarón de agua dulce (*Macrobrachium* sp.)

Es un género de camarón de agua dulce de la familia Palaemonidae y se caracteriza

They reach about 20 cm (from the tip of the head to the end of the tail, without antennas and tweezers and more than 0.25 kg in weight, so adult specimens should be treated with caution.

Like an omnivorous opportunist, it feeds on animals and plants, both alive and decomposing, mainly detritus and zooplankton.

They cover a wide range, between 18°C and 31°C, the ideal is a neutral to basic pH, 7.0-8.0. Water hardness should be high, especially if we have young specimens in growth phase and need to take mineral salts from the water to form their exoskeleton. Thus, a GH of 15-25°d and a KH 10-18°d will be ideal.

The fertilized eggs remain adhered to the abdomen of the females where they incubate them until their hatching in well-developed offspring (no larval stages).

Freshwater shrimp (*Macrobrachium* sp.)

It is a genus of freshwater shrimp of the family Palaemonidae and is characterized by the extreme extension of the second pair of periopods, at least in males. They are characterized by a well-developed, compressed face with teeth or denticles.

They are distributed in the tropical and subtropical strip of the world, delimited by the isotherms of the 18 °C, being from the level of the sea, up to

por la ampliación extrema del segundo par de pereópodos, al menos en el macho. Se caracterizan por presentar el rostro bien desarrollado, comprimido y con dientes o dentículos.

Se distribuyen en la franja tropical y subtropical de todo el mundo, delimitados por las isothermas de los 18 °C, encontrándose desde el nivel del mar, hasta alturas de 800 a 1,500, con una temperatura anual mínima de 16 °C y máxima de 32 °C.

Las especies del género *Macrobrachium* son omnívoras y carroñeras, consumen detritos, algas, restos de animales muertos y además son depredadoras de macroinvertebrados acuáticos y peces.

Hay especies que todo su ciclo de vida se lleva a cabo en ambientes dulceacuícolas, y especies dependientes de aguas salobres, ya que sus larvas necesitan de este medio para completar su desarrollo. Las hembras de *Macrobrachium* pueden desovar varias veces al año y producir miles de huevos en cada desove, que son portados bajo el abdomen durante su incubación, cuya duración depende de la temperatura del agua.

heights of 800 to 1,500, with a minimum annual temperature of 16 °C and maximum of 32 °C. They are distributed in the tropical and subtropical strip of the world, delimited by the isotherms of the 18 °C, being from the level of the sea, up to heights of 800 to 1,500, with a minimum annual temperature of 16 °C and maximum of 32 °C.

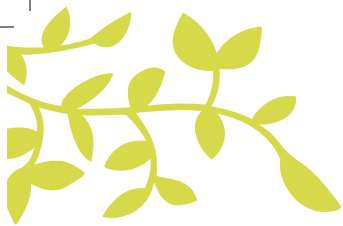
*The species of the genus *Macrobrachium* are omnivorous and scavengers, consuming detritus, algae, remains of dead animals and are also predators of aquatic macroinvertebrates and fish.*

There are species whose entire life cycle takes place in freshwater environments, and species dependent on brackish water, as their larvae need this medium to complete their development. Females can spawn several times a year and produce thousands of eggs at each spawning, which are carried under the abdomen during incubation, the duration of which depends on the temperature of the water.



Macrobrachium sp.





CONTROL DE PATOLOGÍA DE PECES

Profilaxis y terapias

Una correcta profilaxis (prevención) es el mejor tratamiento. Medidas profilácticas recomendables:

- Cuidar la higiene de las instalaciones y de las personas que en ellas trabajan. Creando las barreras sanitarias correspondientes.
- Mantener los niveles de oxigenación de las aguas en valores altos.
- Disminuir las causas de estrés en los animales: clasificaciones excesivas, sobrecarga, suciedad, mala calidad de agua, cambios térmicos, bajadas en la concentración de oxígeno, etc.
- Suministrar una alimentación equilibrada en calidad y cantidad.
- Suministro de alimentos inmunoestimulantes: probióticos, etc.
- Control sanitario de las especies o ejemplares que se incorporan a las instalaciones.

Tratamientos

En acuaponía muchos de los tratamientos convencionales de la acuicultura no pueden emplearse porque dañarían gravemente a las

FISH PATHOLOGY AND HEALTH MANAGEMENT

Prophylaxis and therapies

A correct prophylaxis (prevention) is the best treatment:

- To take care of the hygiene of the facilities and of the people who work in them. Creating the corresponding sanitary barriers.*
- Maintain the levels of oxygenation of the waters in high values.*
- Decrease the causes of stress in animals: excessive classifications, overloading, dirt, poor water quality, thermal changes, lowered oxygen concentration, etc.*
- Provide a balanced diet in quality and quantity.*
- Supply of immunostimulant foods: probiotics, etc.*
- Sanitary control of the species or specimens that are incorporated into the facilities.*

Treatments

In aquaponics many of the conventional treatments of aquaculture cannot be used because they would seriously damage the plants, and mainly the populations of microorganisms that support the whole system.

plantas, y principalmente a las poblaciones de microorganismos que sostienen todo el sistema.

Lo aconsejable, para no dañar a plantas ni a microorganismos, son los procedimientos con productos naturales o biológicos.

En el caso de necesitarse tratamientos más agresivos, se recomienda extraer los peces de las instalaciones acuapónicas, y aplicarles los baños con los tratamientos correspondientes, devolviéndolos posteriormente a dichas instalaciones.

También es posible dar tratamientos directos en los casos de algunas lesiones sobre la superficie del cuerpo de los peces, pincelando sobre la misma con el fármaco y devolviéndolo después de nuevo al agua.

Manifestada la enfermedad, podemos valorar tres tipos de tratamientos:

- Por inmersión, baños cortos o largos (si se trata de no demasiados ejemplares).
- A través de la alimentación (si se trata de muchos ejemplares), aunque debe tenerse en cuenta que los antibióticos presente en el pienso terminan liberándose al agua, y afectando seriamente a los microorganismos de los biofiltros, tanto en acuaponía como en acuicultura.
- Tratamiento tópico y parenteral (si se trata de reproductores o ejemplares valiosos).

In order not to damage plants or microorganisms, it is advisable to use processes with natural or biological products.

If more aggressive treatments are needed, it is recommended to remove the fish from the facilities, and apply the baths with the corresponding treatments, returning them later to these facilities.

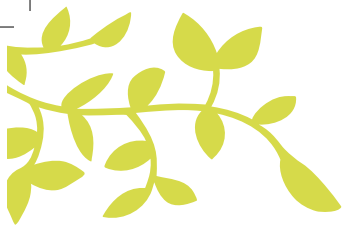
It is also possible to give direct treatments in the cases of some lesions on the surface of the body of the fish, brushing on the same with the drug and then returning it back to the water.

Once the disease has manifested itself, we can assess three types of treatment:

- *By immersion, short or long baths (if not too many specimens).*
- *Through feeding (if we are dealing with many specimens), although it must be taken into account that the antibiotics present in the feed end up being released into the water, and seriously affecting the microorganisms of the biofilters, both in aquaponics and in aquaculture.*
- *Topical and parenteral treatment (if they are reproducers or valuable specimens).*

For each disease/pathogen (virus, bacterium, fungus or parasite) there are specific medicines in the aquatics and aquaculture market. The





Para cada enfermedad/patógeno (virus, bacteria, hongo o parásito) existen medicamentos específicos en el mercado de la acuariofilia y acuicultura. Lo importante es diagnosticarlo a tiempo e identificarlo, para comenzar el tratamiento cuanto antes.

Es recomendable la desinfección diaria de las instalaciones con agua clorada (cloro líquido puro al 1% o legía pura al 10%). En acuaponía, el uso de desinfectantes, aunque sean muy diluidos, puede acabar afectando a la población de microorganismos de los biofiltros.

Un tratamiento preventivo de uso tópico muy recomendable es utilizar baños de sal para desparasitaciones y desinfecciones externas de animales de agua dulce, así como baños de agua salada clorada al 1% en animales marinos.

important thing is to diagnose it in time and identify it, in order to begin treatment as soon as possible.

Daily disinfection of the facilities with chlorinated water (pure liquid chlorine at 1% or pure bleach at 10%) is recommended. In aquaponics, the use of disinfectants, although very diluted, can end up affecting the population of microorganisms in biofilters.

A preventive treatment of very recommendable topical use is to use salt baths for deworming and external disinfections of fresh water animals, as well as baths of salt water chlorinated to 1% in marine animals.



Ejemplar afectado por una patología / Exemplar affected by a pathology

TEMA 9

PRINCIPALES PLANTAS EN ACUAPONÍA

INTRODUCCIÓN.

ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DE LAS PLANTAS.

PLANTAS IDÓNEAS PARA ACUAPONÍA.

NECESIDADES NUTRICIONALES DE LAS PLANTAS.

CONTROL FITOSANITARIO EN ACUAPONÍA.

UNIT 9

PLANTS SPECIES IN AQUAPONICS

INTRODUCTION.

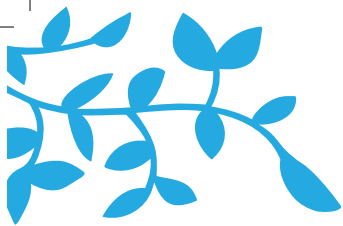
PLANT ANATOMY AND PHYSIOLOGY.

PLANTS SUITABLE FOR AQUAPONICS.

NUTRITIONAL REQUIREMENTS OF PLANTS.

PHYTOSANITARY CONTROL IN AQUAPONICS.





INTRODUCCIÓN

Las plantas son las que suelen aportar la mayor rentabilidad a un sistema acuapónico, debido al corto tiempo requerido para su cosecha, en comparación con parte acuícola. De hecho, en algunas instalaciones, los peces son considerados casi un subproducto por su menor contribución a la economía de estos sistemas.

A diferencia de los cultivos hidropónicos convencionales, las plantas producidas en acuaponía obtienen los nutrientes que necesitan para su desarrollo a partir de los desechos de los peces mineralizados por una comunidad bacteriana, lo que supone una cercanía conceptual a las producciones certificadas como ecológicas.

Es importante señalar que, en las distintas fases de desarrollo de las plantas, éstas necesitan diferentes concentraciones de nutrientes. Por este motivo, lo que se hace es intercalar cultivos con diferentes estadios de crecimiento de las plantas para asegurar la estabilidad de nutrientes en el agua. Por ejemplo, los vegetales con fruto tienen una mayor demanda de nutrientes, por lo que podría ser necesario suplementar con potasio durante el periodo de fructificación.

INTRODUCTION

Plants are those that usually bring the highest profitability to an aquaponics system, due to the short time required for its harvest, compared to the aquaculture section. In fact, in some facilities, fish are considered almost a by-product due to their lower contribution to the economy of these systems.

Unlike conventional hydroponic crops, plants produced in aquaponics get the nutrients they need for their development from the waste of fish mineralized by a bacterial community, which is a conceptual proximity to productions certified as organic.

It is important to point out that, in the different phases of plant development, plants need different concentrations of nutrients. For this reason, crops are interspersed with different stages of plant growth to ensure nutrient stability in the water. For example, fruiting vegetables have an increased demand for nutrients, so it may be necessary to supplement with potassium during the fruiting period.

With respect to fish, due to adaptability, freshwater species are more frequent.

Species that can be cultivated in aquaponics systems, both plants and fish, are varied. However,

Con respecto a los peces, por una cuestión de adaptabilidad, son más frecuentes los de agua dulce.

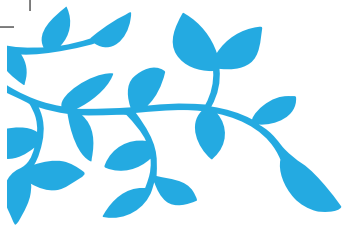
Las especies que pueden ser cultivadas en sistemas acuapónicos, tanto de plantas, como de peces son variadas. No obstante, la combinación de ambas (peces y plantas) deberá ser seleccionada con atención, y asegurarse de que las dos especies tengan requerimientos similares en cuanto a temperatura y pH, ya que así se lograrán los mejores resultados. Siempre habrá algún compromiso para con cualquiera de las especies, y esto se debe a que la mayoría de las plantas prefieren un pH que ronde los 5,5 puntos que favorece la disponibilidad de nutrientes, mientras que los peces prefieren un pH de 7,5. Además, es preciso establecer la relación óptima entre el número de individuos de ambas especies (peces y plantas) que permite equilibrar las velocidades de retirada y generación de nutrientes (nitratos, fosfatos, etc.). Habitualmente, esta relación se establece en función del total de pienso aportado diariamente a los sistemas y del contenido en proteína del mismo: a mayor cantidad de pienso aportado.

the combination of both should be carefully selected, and ensure that the two species have similar temperature and pH requirements, as this will achieve the best results. There will always be some compromise with either species, and this is because most plants prefer a pH around 5.5 that favors nutrient availability, while fish prefer a pH of 7.5. In addition, it is necessary to establish the optimum ratio between the number of individuals of both species (fish and plants) that allows to balance the speeds of withdrawal and generation of nutrients (nitrates, phosphates, etc.). This relationship is usually established on the basis of the total amount of feed supplied daily to the systems and its protein content: the greater the amount of feed supplied.



Cultivo en lecho de sustrato / Cultivation on Grow bed





ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA DE LAS PLANTAS

Las plantas, al igual que los animales, tienen sistemas compuestos por órganos, a su vez compuestos por diferentes tejidos, formados de uno o más tipos de células.

Células vegetales

Todas las plantas están formadas por células formadas por un núcleo, citoplasma, membrana celular, mitocondrias y ribosomas, aunque están añadidas partes únicas no presentes en la célula animal.

Quizá los más relevantes son los cloroplastos, los cuales contienen la clorofila encargada de absorber la energía solar necesaria para realizar la fotosíntesis. También contiene vacuolas que almacenan sustancias de desecho o de reserva, y por último, una pared celular o membrana celulósica que la protege y fortalece.

Las células vegetales son eucariotas, y por lo tanto, todas las plantas terrestres son organismos eucariontes.

Órganos vegetales

Las plantas terrestres o embriófitas se subdividen en vasculares y no vasculares. Las vasculares, conocidas también como traqueófitas y cormofitas, se distinguen de las no vasculares por

PLANT ANATOMY AND PHYSIOLOGY

Plants, like animals, have systems composed of organs, in turn composed of different tissues, formed from one or more types of cells.

Plant cells

All plants are formed by cells. These cells are formed by a nucleus, cytoplasm, cell membrane, mitochondria and ribosomes, although unique parts not present in the animal cell are added:

- *Chloroplasts: They are organelles that contain the chlorophyll, a pigment in charge of absorbing the solar energy necessary for photosynthesis.*
- *Vacuoles: They are organelles that store waste or reserve substances.*
- *Cell wall: A cellulose membrane that protects the cell and strengthens it.*

Plant cells are eukaryotes, and therefore all terrestrial plants are eukaryotes.

Plant organs

Terrestrial plants or embryophytes are subdivided into vascular and non-vascular. Vascular plants, also known as tracheophytes and cormophytes, are distinguished from non-vascular plants by the

el desarrollo de flores, semillas y frutos. Por otra parte, aunque las pteridofitas pertenecen también al grupo de las plantas vasculares, únicamente pueden desarrollar raíces, tallo y hojas.

Raíz

Está presente en todas las plantas vasculares con excepción de algunas pteridofitas. Este órgano fija la planta al suelo puesto que crece en el interior de éste.

Sus funciones son: a) impedir que la planta sea arrastrada por el agua o el viento y b) captar agua y nutrientes. En algunos casos almacena sustancias de reserva.

Las raíces también pueden ser acuáticas y aéreas.

Tallo

Es el órgano de sostén por excelencia de las plantas.

development of flowers, seeds and fruits. On the other hand, although pteridophytes also belong to the group of vascular plants, they can only develop roots, stem and leaves.

Root

It is present in all vascular plants with the exception of some pteridophytes. This organ fixes the plant to the soil since it grows inside the soil.

Its functions are: a) to prevent the plant from being washed away by water or wind and b) to capture water and nutrients. In some cases, it stores reserve substances.

The roots can also be aquatic and aerial.

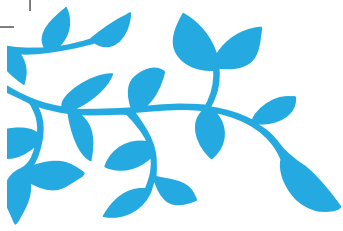
Stem

It is the support organ in plants. In addition to supporting the organs responsible for photosynthesis and reproduction, it also transports substances to the leaves.



Diferentes órganos de una fresa; tallos, hojas, flores y frutos / Different organs of a strawberry; stems, leaves, flowers and fruits





Además de sostener los órganos encargados de la fotosíntesis y la reproducción, se encarga de transportar sustancias hasta las hojas.

Los tallos pueden ser herbáceos si sus células se llenan de agua y sólo tienen crecimiento primario. Por el contrario, los tallos leñosos tienen crecimiento primario y secundario y sus tejidos de sostén están muy desarrollados, por lo que son duros. Constituyen el tronco de los árboles.

Hoja

Suele ser plana pero presenta multitud de formas. Capta la energía luminosa del Sol que la planta utiliza para sintetizar su alimento. Asimismo, captura el oxígeno y despidel el dióxido de carbono a través de estomas.

Las hojas constan de 3 partes: la parte ancha denominada limbo, la zona por la cual se une al tallo, llamada peciolo, y un punto de inserción nombrado vaina.

Yemas

Las yemas son órganos para crecimiento longitudinal (o sea, alargan las ramas; no las ensanchan). Las plantas tienen yemas de dos tipos:

- Apicales, ubicadas al final (en la punta) de cada rama. Causan el alargamiento de la rama.
- Axilares, en las axilas de las hojas; es decir, en el ángulo que se forma entre el peciolo y el tallo.

The stems can be herbaceous if their cells are filled with water and have only primary growth. On the contrary, woody stems have primary and secondary growth and their supporting tissues are highly developed, so they are hard. They are the trunk of trees.

Leaf

It is usually flat but has a multitude of shapes. It captures the luminous energy of the Sun that the plant uses to synthesize its food. It also captures O₂ and releases CO₂ through stomata.

The leaves consist of 3 parts: the broad part called the blade, the area by which it attaches to the stem, called the petiole, and an insertion point called the pod.

Yolks

They are organs for longitudinal growth (i.e., they lengthen the branches; they do not widen them). They are two types:

- Apicals, located at the end (at the tip) of each branch. They cause branch elongation.
- Axillary, in the armpits of the leaves; that is, in the angle formed between the petiole and the stem. They give rise to new lateral branchess.

Flower

It is the structure of sexual reproduction of

Dan origen a ramas laterales nuevas.

Flor

Es la estructura de la reproducción sexual de las espermatofitas (gimnospermas y angiospermas). En las gimnospermas son muy rudimentarias y se agrupan formando conos pero en las angiospermas constituyen un verdadero deleite visual.

Las etapas esenciales de la reproducción sexual, meiosis y fecundación, que se llevan a cabo en la flor son:

- a) La formación de células reproductoras
- b) Polinización
- c) Fecundación
- d) Desarrollo del fruto y de la semilla
- e) Dispersión de la semilla y el fruto
- f) Germinación de la semilla

Semilla

Contiene el embrión que da origen a una nueva planta.

Una semilla está formada por una radícula (especie de raíz), un tallito, albumen (tejido de reserva), cotiledones (hojitas interiores) y tegumento (capa externa proveniente de las envolturas del óvulo).

spermatophytes species (gymnosperms and angiosperms). In gymnosperms they are very rudimentary and are grouped forming cones but in angiosperms they constitute a true visual delight.

The essential stages of sexual reproduction, meiosis and fertilization, which take place in the flower are:

- a) The formation of reproductive cells*
- b) Pollination*
- c) Fertilization*
- d) Fruit and seed development*
- e) Dispersion of seed and fruit*
- f) Germination of the seed*

Seed

It contains the embryo that gives rise to a new plant.

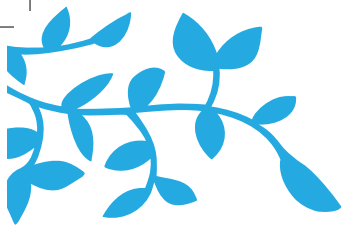
A seed consists of a radicle (root species), a stem, albumen (reserve tissue), cotyledons (inner leaves) and tegument (outer layer from the egg sheaths)

Fruit

It is exclusive to angiosperms and originates from the ovary. The fruits contain seeds inside, and many are edible.

The fruit protects the seeds and helps them disperse.





Fruto

Es exclusivo de las angiospermas y se origina a partir del ovario. Los frutos contienen semillas en su interior, y muchos son comestibles.

El fruto protege las semillas y las ayuda a dispersarse.



Melón producido en lecho de sustrato / Melon produced in Grow bed



Jardín vertical con sistema N.F.T. en el Restaurante Sollo / Vertical garden with N.F.T. at Sollo Restaurant

PLANTAS IDÓNEAS PARA ACUAPONÍA

Las plantas que más se recomiendan en este sistema son las hortalizas de hoja, como la lechuga, acelga, espinaca, apio o escarola, y las plantas aromáticas, como la albahaca, menta y orégano, por tratarse de cultivos con ciclos cortos.

Las mejores plantas, en general, que se adaptan a este sistema son los vegetales de pequeño porte, como rábanos, cebollas, ajos, fresas, lechugas, acelgas, espinacas, hierba buena, perejil, etc.

Se han realizado pruebas de cultivo con varias especies de peces en sistemas acuapónicos: Pacú; Murray Cod; Randiá; Channel cat fish; Tilapia; Large mouth bass; Sun fish; Carpa koi; Carpa común y peces ornamentales (guppies, espadas, carassius, pez ángel, mollies, etc.).

También se han probado de forma práctica todo tipo de plantas: hortalizas (lechuga, acelga, rúcula, perejil, escarola, espinaca, etc.); vegetales varios (tomate, pimientos, melón, coliflor, brócoli, zanahoria, cebolla, etc.); hierbas aromáticas (hierba buena, menta, albahaca, cilantro, orégano, etc.); plantas acuáticas (loto, lemna, elodea, vallisneria, etc.) y ornamentales (helechos, florales, etc.).

Principales factores a tener en cuenta para mantener especies vegetales en acuaponía:

PLANTS SUITABLE FOR AQUAPONICS

The plants most recommended in this system are leafy vegetables, such as lettuce, chard, spinach, celery or endive, and aromatic plants, such as basil, mint and oregano, because they are crops with short cycles.

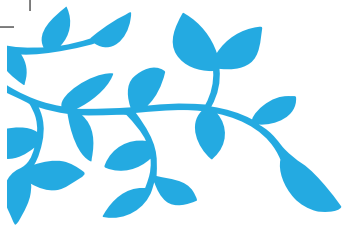
The best plants, in general, that adapt to this system are small vegetables, such as radishes, onions, garlic, strawberries, lettuce, chard, spinach, good grass, parsley, etc.

Culture tests have been carried out with several species of fish in aquaponic systems: Pacú; Murray Cod; Randiá; Channel cat fish; Tilapia; Large mouth bass; Sun fish; Koi carp; Common carp and ornamental fish (guppies, swords, carassius, angel fish, mollies, etc.).

All kinds of plants have also been tested in a practical way: vegetables (lettuce, chard, rocket, parsley, endive, spinach, etc.); various vegetables (tomato, peppers, melon, cauliflower, broccoli, carrot, onion, etc.); aromatic herbs (good grass, mint, basil, coriander, oregano, etc.); aquatic plants (lotus, lemna, elodea, vallisneria, etc.) and ornamental plants (ferns, flowers, etc.).

Main factors to take into account to maintain plant species in aquaponics:





1. Temperatura.
2. Oxígeno y sólidos disueltos.
3. Nutrientes y pH.
4. "RATIO".



Flor de Hierbabuena / Peppermint Flower

1. Temperatura

La temperatura del agua en torno a las raíces no es un factor limitante, sin embargo la temperatura ambiental si puede serlo en algunos casos, por ejemplo para que las flores fecunden correctamente y no se produzca el aborto de estas, o para que algunas plantas, como las lechugas por ejemplo, no "se suban".

Una temperatura demasiado elevada también incrementa la evapotranspiración, mientras que bajas temperaturas pueden detener el crecimiento.

1. Température.
2. Oxygen and dissolved solids.
3. Nutrients and pH.
4. "RATIO".



N.F.T. vertical

1. Temperature

The temperature of the water around the roots is not a limiting factor, but the ambient temperature can be a limiting factor in some cases, for example so that the flowers fertilize correctly and there is no miscarriage, or so that some plants, such as lettuce for example, do not "climb".

Too high a temperature also increases evapotranspiration, while low temperatures can stop growth.

2. Oxígeno y sólidos disueltos

Especies acuáticas, plantas y bacterias nitrificantes necesitan niveles óptimos de oxígeno en el agua para su desarrollo.

Si las raíces de las plantas no disponen de oxígeno suficiente detendrán su crecimiento y se pudrirán.

Por ello se debe mantener una concentración de oxígeno disuelto de 5-6 p.p.m. como mínimo.

Además el oxígeno puede verse afectado por los sólidos disueltos en el sistema, por ello deben eliminarse de forma periódica de las instalaciones.

3. Nutrientes y pH

El nitrato suele ser el nutriente que se encuentra en mayor concentración en una instalación acuapónica, por ello cuando su concentración alcanza los 40 mg/l, nos estará indicando que el resto de nutrientes han alcanzado la concentración mínima para nutrir una determinada cantidad o superficie de plantas de forma adecuada.

Sin embargo, a veces las plantas no crecen adecuadamente a pesar de disponer del nivel adecuado de nitratos, esto se debe al pH, ya que algunos nutrientes no son asimilables por las raíces si el pH no es el adecuado, por lo que aun disponiendo de una buena concentración de un determinado nutriente, este puede no estar siendo absorbido por la planta.

2. Oxygen and dissolved solids

Aquatic species, plants and nitrifying bacteria need optimal levels of oxygen in the water for their development.

If the roots of the plants do not have enough oxygen, they will stop growing and rot.

Therefore, a dissolved oxygen concentration of at least 5-6 ppm should be maintained.

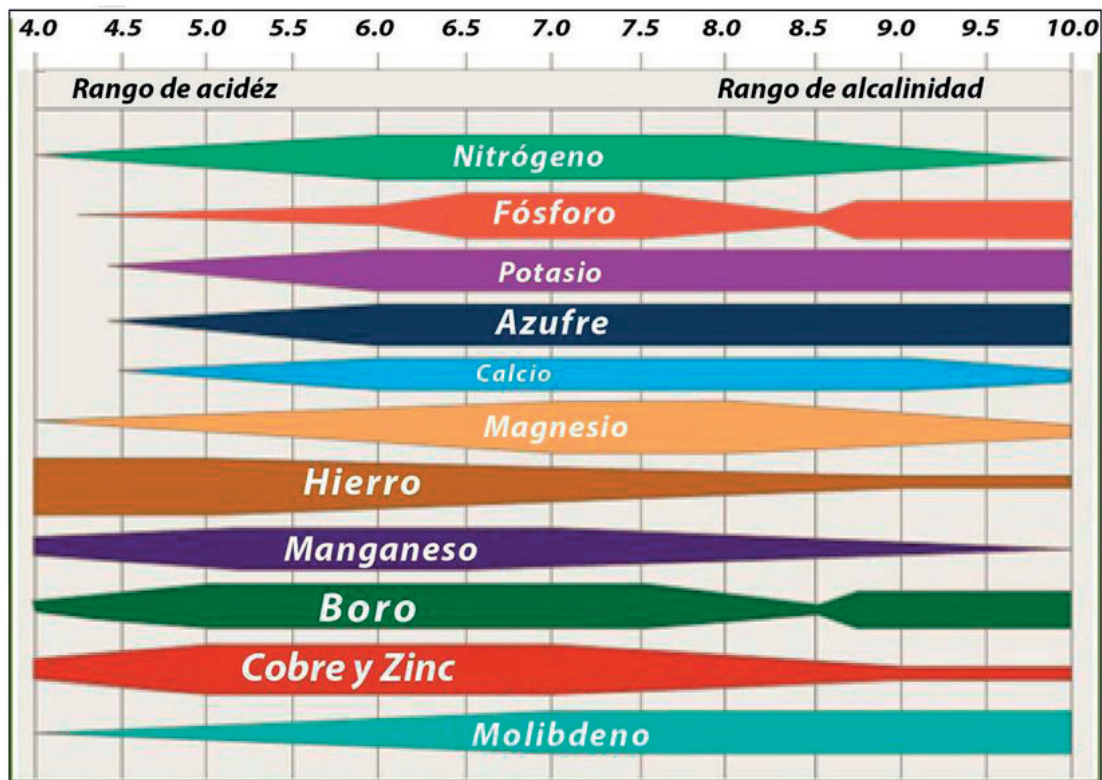
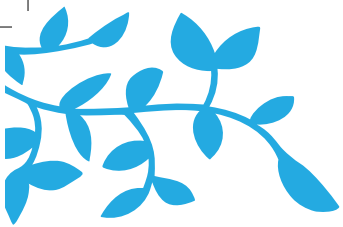
In addition, the oxygen can be affected by the solids dissolved in the system, which is why they must be periodically removed from the installations.

3. Nutrients and pH

Nitrate is usually the nutrient with the highest concentration in an aquaponic installation, so when its concentration reaches 40 mg/l, it will indicate that the rest of the nutrients have reached the minimum concentration to adequately nourish a certain quantity or surface of plants.

However, sometimes plants do not grow properly despite having the right level of nitrates, this is due to pH, since some nutrients are not assimilable by the roots if the pH is not adequate, so even having a good concentration of a particular nutrient, it may not be being absorbed by the plant.





Disponibilidad de nutrientes en función del pH / Nutrient availability based on pH

Entonces, ¿cuál es el pH al que debemos mantener nuestro sistema? El óptimo para las plantas se encuentra entre 5.5-5.8, el óptimo para las bacterias nitrificantes se encuentra en 8, y el pH idóneo para la mayor parte de las especies acuáticas usadas en acuaponía se encuentra entre 6-8. Según estos datos la mejor opción es mantener el pH entre 6 y 7.

4. "RATIO"

Es la proporción entre la cantidad de alimento para los peces (medido en gramos) y la superficie de cultivo para las plantas (en m²).

Ejemplos de RATIOS:

- En el sistema comercial UVI:
 - Si las plantas están en el sistema de balsa flotante: 60-100 gr/m².
 - Si las plantas están en NFT o Lecho de sustrato: 15-25 gr/m².
- En los sistemas acuapónicos de la FAO:
 - Plantas para consumo de hojas verdes: 40-50 gr/m².
 - Plantas para consumo de frutos: 50-80 gr/m².

So, what is the pH at which we should maintain our system? The optimum for plants is between 5.5-5.8, the optimum for nitrifying bacteria is at 8, and the ideal pH for most aquatic species used in aquapony is between 6-8. According to these data the best option is to maintain the pH between 6 and 7.

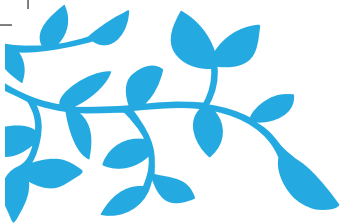
4. "RATIO"

This is the ratio between the amount of fish feed (measured in grams) and the growing area for the plants (m²).

Examples:

- *In the UVI commercial system:*
 - *If the plants are in the floating raft system: 60-100 gr/m².*
 - *If the plants are in NFT or Grow Bed: 15-25 gr/m².*
- *In the aquaponic systems of the FAO:*
 - *Plants for consumption (green leaves): 40-50 gr/m².*
 - *Plants consumption (fruit): 50-80 gr/m².*





EJEMPLOS DE PLANTAS Y REQUERIMIENTOS

Lechuga (*Lactuca sativa*)

- pH: 6.0-7.0
- Marco de plantación: 18-30 cm. (20-25 cabezas/m2)
- Tiempo de germinación y temperatura: 3-7 días. 13-21°C.
- Tiempo de crecimiento: 24-32 días.
- Temperatura óptima: 15-22°C.
- Exposición solar plena.
- Sistema hidropónico recomendado: todos.

Tomate (*Solanum lycopersicum*)

- pH: 5.5-6.5
- Marco de plantación: 40-60 cm. (3-5 plantas/m2)
- Tiempo de germinación y temperatura: 4-6 días. 20-30°C.
- Tiempo de crecimiento: 50-70 días.
- Temperatura óptima: 22-26°C.
- Exposición solar plena.
- Sistema hidropónico recomendado: Lecho de sustrato.

EXAMPLES OF PLANTS AND REQUIREMENTS

Lettuce (*Lactuca sativa*)

- pH: 6.0-7.0
- Plantation framework: 18-30 cm. (20-25 specimens/m2)
- Germination time and temperature: 3-7 days. 13-21°C.
- Growth time: 24-32 días.
- Optimum temperature: 15-22°C.
- Full sun exposure.
- Recommended hydroponic system: All.

Tomato (*Solanum lycopersicum*)

- pH: 5.5-6.5
- Plantation framework: 40-60 cm. (3-5 specimens/m2)
- Germination time and temperature: 4-6 days. 20-30°C.
- Growth time: 50-70 days.
- Optimum temperature: 22-26°C.
- Full sun exposure.
- Recommended hydroponic system: Grow Bed.



Lechuga / Lettuce

Pimiento (*Capsicum annuum*)

- pH: 5.5-6.5
- Marco de plantación: 30-60 cm. (3-4 plantas/m²)
- Tiempo de germinación y temperatura: 8-12 días. 22-30°C.
- Tiempo de crecimiento: 60-95 días.
- Temperatura óptima: 22-30°C.
- Exposición solar plena.
- Sistema hidropónico recomendado: Lecho de sustrato.

Perejil (*Petroselinum crispum*)

- pH: 6.0-7.0
- Marco de plantación: 15-30 cm. (10-15 plantas/m²)



Tomate / Tomato

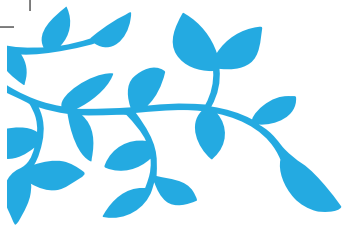
Pepper (*Capsicum annuum*)

- pH: 5.5-6.5
- *Plantation framework: 30-60 cm. (3-4 specimens/m²)*
- *Germination time and temperature: 8-12 days. 22-30°C.*
- *Growth time: 60-95 days.*
- *Optimum temperature: 22-30°C.*
- *Full sun exposure.*
- *Recommended hydroponic system: Grow Bed.*

Parsley (*Petroselinum crispum*)

- pH: 6.0-7.0
- *Plantation framework: 15-30 cm. (10-15 specimens/m²)*





- Tiempo de germinación y temperatura: 8-10 días. 20-25°C.
- Tiempo de crecimiento: 20-30 días.
- Temperatura óptima: 15-25°C.
- Exposición solar plena.
- Sistema hidropónico recomendado: Todos



Pimiento / Pepper

Albahaca (*Ocimum basilicum*)

- pH: 5.5-6.5
- Marco de plantación: 15-25 cm. (8-40 plantas/m2)
- Tiempo de germinación y temperatura: 6-7 días. 20-25°C.
- Tiempo de crecimiento: 5-6 semanas.
- Temperatura óptima: 18-30°C.
- Exposición solar plena.
- Sistema hidropónico recomendado: Todos.

- Germination time and temperature: 8-10 days. 20-25°C.
- Growth time: 20-30 days.
- Optimum temperature: 15-25°C.
- Full sun exposure.
- Recommended hydroponic system: All.



Perejil / Parsley

Albahaca (*Ocimum basilicum*)

- pH: 5.5-6.5
- Plantation framework: 15-25 cm. (8-40 specimens/m2)
- Germination time and temperature: 6-7 days. 20-25°C.
- Growth time: 5-6 weeks.
- Optimum temperature: 18-30°C.
- Full sun exposure.
- Recommended hydroponic system: All.

Espinaca (*Spinacea oleracea*)

- pH: 6.0-7.5
- Marco de plantación: 20-30 cm. (15-20 plantas/m2)
- Tiempo de germinación y temperatura: 4-5 días. 25-30°C.
- Tiempo de crecimiento: 25-35 días.
- Temperatura óptima: 16-24°C.
- Exposición solar plena.
- Sistema hidropónico recomendado: Todos.

Pepino (*Cucumis sativus*)

- pH: 5.5-6.5
- Marco de plantación: 30-60 cm. (2-5 plantas/m2)
- Tiempo de germinación y temperatura: 3-7 días. 20-30°C.
- Tiempo de crecimiento: 55-65 días.
- Temperatura óptima: 22-28°C.
- Exposición solar plena.
- Sistema hidropónico recomendado: Todos.

Berenjena (*Solanum melongena*)

- pH: 5.5-7.0
- Marco de plantación: 40-60 cm. (3-5

Spinach (*Spinacea oleracea*)

- pH: 6.0-7.5
- *Plantation framework: 20-30 cm. (15-20 specimens/m2)*
- *Germination time and temperature: 4-5 days. 25-30°C.*
- *Growth time: 25-35 days.*
- *Optimum temperature: 16-24°C.*
- *Full sun exposure.*
- *Recommended hydroponic system: All.*

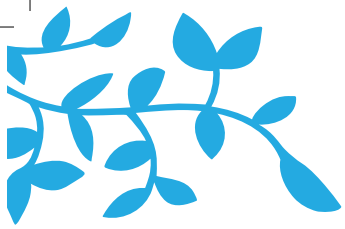
Cucumber (*Cucumis sativus*)

- pH: 5.5-6.5
- *Plantation framework: 30-60 cm. (2-5 specimens/m2)*
- *Germination time and temperature: 3-7 days. 20-30°C.*
- *Growth time: 55-65 days.*
- *Optimum temperature: 22-28°C.*
- *Full sun exposure.*
- *Recommended hydroponic system: All.*

Aubergine (*Solanum melongena*)

- pH: 5.5-7.0
- *Plantation framework: 40-60 cm. (3-5*





plantas/m2)

- Tiempo de germinación y temperatura: 8-10 días. 25-30°C.
- Tiempo de crecimiento: 90-120 días.
- Temperatura óptima: 22-26°C.
- Exposición solar plena.
- Sistema hidropónico recomendado: Todos.

specimens/m2)

- Germination time and temperature: 8-10 days. 25-30°C.
- Growth time: 90-120 days.
- Optimum temperature: 22-26°C.
- Full sun exposure.
- Recommended hydroponic system: All.



Albahaca / Albahaca



Espinaca / Spinach



Pepino / Cucumber



Berenjena / Aubergine

Coliflor (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*)

- pH: 6.0-6.5
- Marco de plantación: 45-60 cm. (3-5 plantas/m2)
- Tiempo de germinación y temperatura: 4-7 días. 8-20°C.
- Tiempo de crecimiento: 2-3 meses primavera. 3-4 meses otoño.
- Temperatura óptima: 20-25°C.
- Exposición solar plena.
- Sistema hidropónico recomendado: Todos.

Brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*)

- pH: 6.0-7.0
- Marco de plantación: 40-70 cm. (3-5 plantas/m2)
- Tiempo de germinación y temperatura: 4-6 días. 25°C.
- Tiempo de crecimiento: 60-100 días.
- Temperatura óptima: 13-18°C.
- Exposición solar plena.
- Sistema hidropónico recomendado: Todos.

Hierbabuena (*Menthas picata*)

- pH: 6.0-7.0

Cauliflower (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*)

- pH: 6.0-6.5
- Plantation framework: 45-60 cm. (3-5 specimens/m2)
- Germination time and temperature: 4-7 days. 8-20°C.
- Growth time: 2-3 spring months. 3-4 Autumn months.
- Optimum temperature: 20-25°C.
- Full sun exposure.
- Recommended hydroponic system: All.

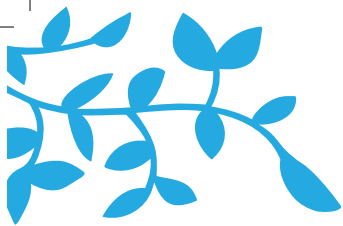
Broccoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*)

- pH: 6.0-7.0
- Plantation framework: 40-70 cm. (3-5 specimens/m2)
- Germination time and temperature: 4-6 days. 25°C.
- Growth time: 60-100 days.
- Optimum temperature: 13-18°C.
- Full sun exposure.
- Recommended hydroponic system: All.

Hierbabuena (*Menthas picata*)

- pH: 6.0-7.0





- Marco de plantación: 10-15 cm. (30-40 plantas/m²)
- Tiempo de germinación y temperatura: 4-6 días. 25°C.
- Tiempo de crecimiento: 20-30 días.
- Temperatura óptima: 15-35°C.
- Exposición solar plena.
- Sistema hidropónico recomendado: Todos.



Coliflor / Cauliflower



Hierbabuena / Hierbabuena

- *Plantation framework: 10-15 cm. (30-40 specimens/m²)*
- *Germination time and temperature: 4-6 days. 25°C.*
- *Growth time: 20-30 days.*
- *Optimum temperature: 15-35°C.*
- *Full sun exposure.*
- *Recommended hydroponic system: All.*



Brócoli / Broccoli



Menta / Peppermint

NECESIDADES NUTRICIONALES DE LAS PLANTAS

Las plantas necesitan nutrientes minerales, pero tienen la capacidad de elaborar su propio alimento (autótrofas), esto lo consiguen gracias a la fotosíntesis. Para ello, necesitan materias primas y energía. La energía proviene de la luz del sol, que es transformada en energía química gracias a la clorofila. Las materias primas (elementos químicos) las obtienen de distintas fuentes. Por ejemplo, del aire se obtiene el Carbono, a partir del CO₂ atmosférico, que forma el esqueleto de la mayoría de moléculas en las plantas y en el resto de seres vivos. El oxígeno (O), también presente en el aire, participa en numerosas reacciones vitales. El hidrógeno (H), es un constituyente esencial de los compuestos básicos y de los procesos vitales, y puede ser obtenido a partir del agua. En el proceso de fotosíntesis, las plantas usan la energía del sol para transformar dióxido de carbono (CO₂: carbono y oxígeno) y agua (H₂O: hidrógeno y oxígeno) en almidones y azúcares. Los almidones y azúcares son la base energética de la fisiología de la planta.

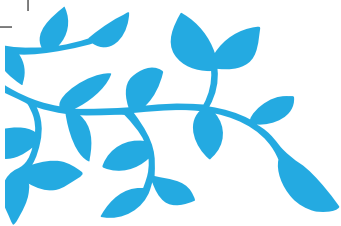
Además de los elementos que los vegetales extraen del aire y del agua (carbono, hidrógeno y oxígeno), también consumen en diferentes cantidades y grados de intensidad diferentes sales minerales y elementos, a través de las raíces, que clasificados según las cantidades diarias necesarias que necesitan.

NUTRITIONAL REQUIREMENTS OF PLANTS:

Plants need mineral nutrients, but they have the ability to make their own food (autotrophs), which they do thanks to photosynthesis. For this, they need raw materials and energy. The energy comes from sunlight, which is transformed into chemical energy by chlorophyll. Raw materials (chemical elements) are obtained from different sources. For example, carbon is obtained from the air from atmospheric CO₂, which forms the skeleton of most molecules in plants and other living beings. Oxygen (O), also present in the air, participates in many vital reactions. Hydrogen (H) is an essential constituent of basic compounds and vital processes and can be obtained from water. In the process of photosynthesis, plants use the sun's energy to transform carbon dioxide (CO₂: carbon and oxygen) and water (H₂O: hydrogen and oxygen) into starches and sugars. Starches and sugars are the energetic basis of plant physiology.

In addition to the elements that plants extract from the air and water (carbon, hydrogen and oxygen), they also consume in different quantities and degrees of intensity different mineral salts and elements, through the roots, which are classified according to the necessary daily quantities they need.



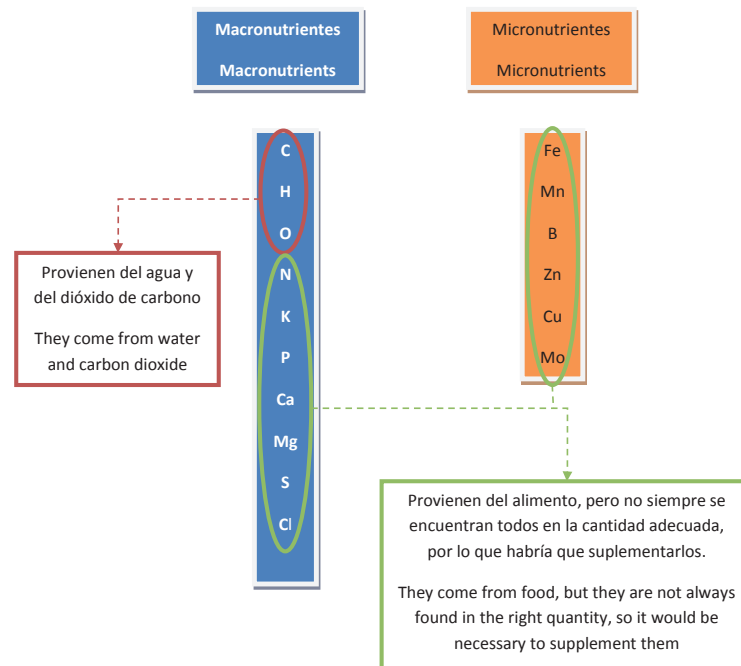


Categorías de nutrientes

Los nutrientes necesarios para el crecimiento óptimo de las plantas se dividen en dos categorías, los macronutrientes y los micronutrientes. Los macronutrientes son aquellos que presentan requerimientos diarios más elevados y proporcionan un servicio más rápido a las plantas. Los micronutrientes son también imprescindibles para el crecimiento sano de las plantas en general, pero se requieren menores cantidades por parte de estas.

Nutrient categories

The nutrients needed for optimal plant growth are divided into two categories, macronutrients and micronutrients. Macronutrients are those that have the highest daily requirements and provide faster service to plants. Micronutrients are also essential for healthy plant growth in general, but smaller amounts are required from plants.



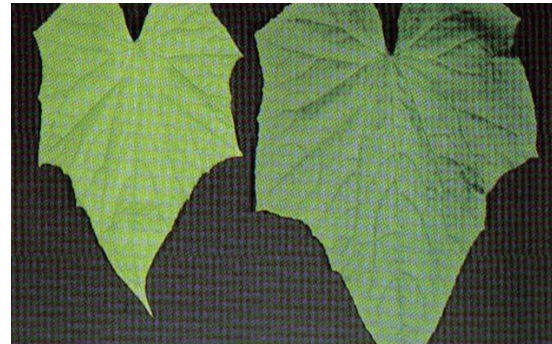
Macronutrientes: El nitrógeno es un elemento esencial para el proceso de producción de la energía en las plantas. Es un componente de la clorofila que ayuda en la fotosíntesis y forma parte de las proteínas vegetales. Esto ayuda a acelerar el crecimiento de las plantas mediante la ampliación del proceso de fabricación de los frutos y las semillas. El nitrógeno está naturalmente en el aire (de ahí lo pueden fijar directamente las leguminosas, gracias a su asociación con rizobios) o se puede aplicar a través de un fertilizante.

El fósforo también es un elemento esencial en la fotosíntesis. Alienta un crecimiento sano y rápido de las raíces y las flores. También ayuda a generar energía química.

El fósforo se puede encontrar en la harina de huesos, superfosfatos y otros fertilizantes.

El potasio es vital para el proceso de la fotosíntesis. Ayuda a generar las proteínas que mejoran la calidad de la fruta. También contribuye a reducir las enfermedades. Es un componente natural del suelo o puede ser aportado en fertilizantes.

El calcio favorece la creación de una pared celular robusta y la resistencia global de la planta. El calcio se puede encontrar en el yeso, el superfosfato y la cal dolomítica.



Diferencia por carencia de nitrógeno / Growth to nitrogen deficiency

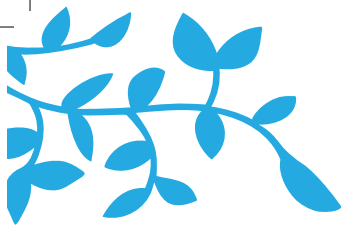
Macronutrients: Nitrogen is an essential element for the energy production process in plants. It is a component of chlorophyll that aids in photosynthesis and is part of plant proteins. This helps to accelerate plant growth by expanding the manufacturing process of fruits and seeds. Nitrogen is naturally in the air (hence it can be fixed directly by legumes, thanks to its association with rhizobia) or can be applied through a fertilizer.

Phosphorus is also an essential element in photosynthesis. It encourages healthy and rapid growth of roots and flowers. It also helps to generate chemical energy.

Phosphorus can be found in bone meal, superphosphates and other fertilizers.

Potassium is vital to the photosynthesis process. It helps to generate proteins that improve the quality of





El azufre forma parte de proteínas, vitaminas y enzimas de la planta, al tiempo que mejora el crecimiento de las raíces y semillas.

El magnesio es también vital para el proceso de fotosíntesis y es la clave para estimular las enzimas de crecimiento de la planta. Se encuentra en el suelo de forma natural o se puede encontrar en la piedra caliza dolomítica y en fertilizantes.

Micronutrientes: El cobre es un micronutriente esencial que ayuda a estabilizar las raíces y el uso de las proteínas. Y además ayuda en la reproducción. El boro ayuda a fabricar carbohidratos y azúcar y es crucial para la fruta saludable y el crecimiento de las semillas. Se puede encontrar en bórax y en sustancias orgánicas. El hierro es esencial para la producción de clorofila y se puede encontrar en los sulfatos del suelo. El cloruro es útil en la estabilización de la planta y es natural en el suelo. El manganeso es una ayuda en el metabolismo del nitrógeno y la disección de los hidratos de carbono y se encuentra naturalmente en el suelo. El zinc ayuda con la ingestión de azúcar, ya que controla el crecimiento de la planta, y ayuda en la conversión de hidratos de carbono. El zinc se puede encontrar en óxido de zinc, sulfato, quelato y también está en el suelo. El molibdeno es beneficioso en la utilización de nitrógeno en la planta y se encuentra en el suelo.

the fruit. It also helps to reduce disease. It is a natural component of the soil or can be provided in fertilizers.

Calcium favours the creation of a robust cell wall and the global resistance of the plant. Calcium can be found in gypsum, superphosphate and dolomitic lime.

Sulfur is part of the plant's proteins, vitamins and enzymes, while improving root and seed growth.

Magnesium is also vital to the photosynthesis process and is the key to stimulating plant growth enzymes. It is found in the soil naturally or can be found in dolomitic limestone and fertilizers.

Micronutrients: *Copper is an essential micronutrient that helps stabilize roots and the use of proteins. It also helps in reproduction. Boron helps make carbohydrates and sugar and is crucial for healthy fruit and seed growth. It can be found in borax and organic substances. Iron is essential for the production of chlorophyll and can be found in soil sulfates. Chloride is useful in stabilizing the plant and is natural in the soil. Manganese is an aid in nitrogen metabolism and dissection of carbohydrates and is found naturally in the soil. Zinc helps with the ingestion of sugar, as it controls the growth of the plant, and helps in the conversion of carbohydrates. Zinc can be found in zinc oxide, sulfate, chelate and is also in the soil. Molybdenum is beneficial in the use of nitrogen in the plant and is found in the soil.*

Necesidades adicionales

Además de los minerales esenciales, las plantas también tienen otras necesidades importantes para su supervivencia saludable. Requieren una cantidad suficiente de espacio para esparcir sus raíces. También necesitan una cantidad adecuada de oxígeno, luz, agua, dióxido de carbono y el clima y la temperatura. Si todas estas necesidades están entrelazadas, el producto debe ser una planta bien alimentada.

Hay productos en el mercado que tienen incorporadas las proporciones adecuadas de estos oligoelementos y que son fácilmente aplicables a nuestros sistemas acuapónicos.

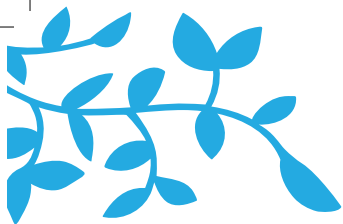
Additional requirements

In addition to essential minerals, plants also have other important needs for their healthy survival. They require a sufficient amount of space to spread their roots. They also need an adequate amount of oxygen, light, water, carbon dioxide and climate and temperature. If all of these needs are intertwined, the product must be a well-fed plant.

There are products on the market that have incorporated the right proportions of these trace elements and that are easily applicable to our aquaponic systems.

TABLA DE NUTRIENTES EN LAS PLANTAS			
Nutrientes no minerales	Nutrientes minerales		
Hidrógeno (H) Oxígeno (O) Carbono (C)	Macronutrientes		Micronutrientes
	Primarios Nitrógeno (N) Fósforo (P) Potasio (K)	Secundarios Calcio (Ca) Magnesio (Mg) Azufre (S)	Hierro (Fe) Cobre (Cu) Zinc (Zn) Cloro (Cl) Manganeso (Mn) Molibdeno (Mo) Boro (B)





Las plantas en el sistema acuapónico pueden presentar deficiencias en hierro, calcio y potasio, ya que el alimento de los peces y la metabolización bacteriana de sus desechos no libera estos nutrientes en suficientes cantidades, aunque también es importante en este punto el aporte extra de nutrientes que puede hacer el tipo de agua que se utilice para la carga de los circuitos acuapónicos (según países y zonas), o el grado de mineralización de la materia orgánica en los mismos. Por ejemplo, las aguas duras de muchos lugares de Andalucía aportan magnesio y calcio, por lo tanto es difícil que se presenten deficiencias en estos elementos en la acuaponía en el sur de España, cosa que es frecuente en las zonas tropicales si se usa sólo agua de lluvia.

Por todo ello, es conveniente revisar estos niveles y añadirlos a los circuitos en compuestos asimilables (quelatos y sales), con frecuencias diferentes para cada elemento, algunos semanales, otros quincenales.

Finalmente, es importante señalar que la disponibilidad para las plantas de algunos nutrientes en la solución nutritiva depende de su pH. En general, los pHs ácidos o en torno a 7, favorecen la asimilación de muchos de los elementos nutritivos.

Plants in the aquaponics system can present deficiencies in iron, calcium and potassium, since the food of the fish and the bacterial metabolization of their wastes does not release these nutrients in sufficient quantities, although it is also important in this point the extra contribution of nutrients that can make the type of water that is used for the load of the circuits aquaponics (according to countries and zones), or the degree of mineralization of organic matter in them. For example, the hard waters of many places in Andalusia provide magnesium and calcium, so it is difficult to present deficiencies in these elements in aquaponics in southern Spain, which is common in tropical areas if only rainwater is used.

Therefore, it is advisable to review these levels and add them to the circuits in assimilable compounds (chelates and salts), with different frequencies for each element, some weekly, others fortnightly.

Finally, it is important to point out that the availability for plants of some nutrients in the nutritive solution depends on their pH. In general, acid pHs, or around 7, favor the assimilation of many of the nutritive elements.

Funciones de los elementos nutritivos:

De los 16 elementos químicos considerados necesarios para el crecimiento saludable de las plantas, 13 de ellos son minerales. Estos, en condiciones naturales de cultivo (suelo), entran a la planta a través de las raíces. El déficit de sólo uno de ellos limita o puede disminuir los rendimientos de cultivo.

La localización de los síntomas de deficiencia en las plantas se relaciona mucho con la velocidad de movilización de los nutrientes, a partir de las hojas viejas hacia los puntos de crecimiento; en el caso de los elementos móviles (N, P, K) que son trasladados rápidamente, los síntomas aparecen primero en las hojas más viejas. Los elementos inmóviles, como el calcio y el boro, causan síntomas de deficiencia en los puntos de crecimiento (hojas jóvenes). Es absorbido en forma de NO_3 y NH_4 .

NITRÓGENO (N):

El nitrógeno es uno de los elementos básicos de todos los seres vivos. Actúa esencialmente en la parte superior de la planta, tallo y hojas. El nitrógeno forma parte de todas las proteínas y de la clorofila, que es la responsable de la fotosíntesis.

Ayuda a las plantas a crecer rápidamente, aumentando la producción de semillas y frutos.

Functions of the nutritive elements:

Of the 16 chemical elements considered necessary for healthy plant growth, 13 of them are minerals. These, in natural growing conditions (soil), enter the plant through the roots. The deficit of only one of them limits or can decrease crop yields.

The location of deficiency symptoms in plants is very much related to the speed of mobilization of nutrients from old leaves to growth points; in the case of mobile elements (N, P, K) that are moved quickly, symptoms appear first in the older leaves. Immobile elements, such as calcium and boron, cause deficiency symptoms at growth points (young leaves). It is absorbed in the form of NO_3 and NH_4 .

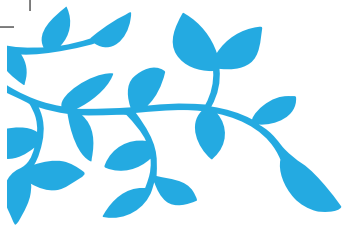
NITROGEN (N):

Nitrogen is one of the basic elements of all living things. It acts essentially on the upper part of the plant, stem and leaves. Nitrogen is part of all proteins and chlorophyll, which is responsible for photosynthesis.

It helps plants to grow quickly, increasing the production of seeds and fruits.

Nitrogen deficiency: Plant presents sick appearance, yellowish green color, due to the loss of chlorophyll. Slow and scarce development. Initial yellowing and





Deficiencia del nitrógeno de la planta: Aspecto enfermizo, color verde amarillento, debido a la pérdida de clorofila. Desarrollo lento y escaso. Amarillamiento inicial y secado posterior de las hojas de la base de la planta, que continua hacia arriba, si la deficiencia es muy severa y no se corrige; las hojas más jóvenes permanecen verdes.

Toxicidad: Cuando se le suministra en cantidades desproporcionadas en relación con los demás elementos, la planta produce mucho follaje de color verde oscuro y tienden a adquirir un aspecto brillante (hojas muy verdes y brillantes), pero el desarrollo de las raíces es reducido. La floración y la producción de frutos y semillas se retrasan. Además, se debe tener en cuenta que elevados aportes de nitrógeno contribuyen a incrementar los niveles de nitratos en las hojas, lo que podría dar problemas sanitarios para el consumo de hortalizas de hoja ancha (lechugas, espinacas, acelgas, etc.).

FOSFORO (P):

Las plantas lo toman en forma de P_2O_5 . Al igual que el nitrógeno, es una parte esencial del proceso de fotosíntesis. Está involucrado en la formación de aceites, azúcares, almidones, etc. Ayuda a la transformación de energía solar en energía química, a la maduración adecuada de la planta y también a soportar el estrés. Promueve un crecimiento rápido y ayuda a la floración y al crecimiento de raíces.

subsequent drying of the leaves at the base of the plant, which continues upwards, if the deficiency is very severe and is not corrected; the youngest leaves remain green.

Toxicity: When supplied in quantities disproportionate to the other elements, the plant produces a lot of dark green foliage and tends to acquire a shiny appearance (very green and shiny leaves), but the development of the roots is reduced. Flowering and the production of fruits and seeds are delayed. In addition, it should be borne in mind that high nitrogen inputs contribute to increased nitrate levels in the leaves, which could lead to health problems for the consumption of broad-leaf vegetables (lettuce, spinach, chard, etc.).

FOSPHORUS (P):

Plants take it in the form of P_2O_5 . Like nitrogen, it is an essential part of the photosynthesis process. It is involved in the formation of oils, sugars, starches, etc. It helps the transformation of solar energy into chemical energy, the proper maturation of the plant and also to withstand stress. Promotes rapid growth and helps flowering and root growths.

Fosphorous deficiency: Appearance of purple leaves, branches and stems; this symptom is first noticed in older leaves. Slow development and ripening, and rachitic appearance in the stems. Bad germination of the seeds. Low yield of fruits and seeds.

Deficiencia del fósforo en la planta: Aparición de hojas, ramas y tallos de color púrpuro; este síntoma se nota primero en las hojas más viejas. Desarrollo y maduración lenta, y aspecto raquítico en los tallos. Mala germinación de las semillas. Bajo rendimiento de frutos y semillas.

Toxicidad: Los excesos de fósforo no son notorios a primera vista, pero pueden ocasionar deficiencia de cobre o de zinc.

POTASIO (K):

Las plantas lo toman en forma de K_2O . El potasio es absorbido por las plantas en cantidades mayores que cualquier otro elemento mineral, a excepción del nitrógeno y en algunos casos, el calcio. Ayuda a la formación de proteínas, a la fotosíntesis, a la calidad de las frutas y a la reducción de enfermedades.

Deficiencia: Las hojas de la parte más baja de la planta se queman en los bordes y puntas; generalmente la vena central conserva el color verde; también tienden a enrollarse. Debido al pobre desarrollo de las raíces, las plantas se degeneran antes de llegar a la etapa de producción. En las leguminosas da lugar a semillas arrugadas y desfiguradas que no germinan o que originan plántulas débiles.

Toxicity: The excesses of phosphorus are not noticeable at first sight, but can cause deficiency of copper or zinc.

POTASSIUM (K):

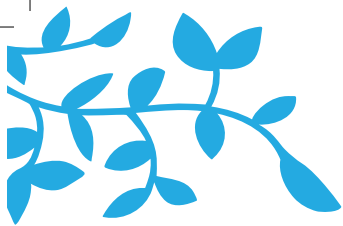
Plants take it in the form of K_2O . Potassium is absorbed by plants in larger amounts than any other mineral element except nitrogen and in some cases calcium. It helps in protein formation, photosynthesis, fruit quality and disease reduction.

Potassium deficiency: The leaves of the lower part of the plant are burned at the edges and tips; generally, the central vein retains the green color; they also tend to roll up. Due to poor root development, plants degenerate before reaching the production stage. In legumes gives rise to wrinkled and disfigured seeds that do not germinate or that originate weak seedlings.



Clorosis por falta de potasio / Chlorosis due to lack of potassium





Toxicidad: No es común la absorción de exceso de potasio, pero altos niveles de él en las soluciones nutritivas pueden ocasionar deficiencia de magnesio y también de manganeso, hierro y zinc.

CALCIO (Ca):

Es absorbido en forma de CaO . Es una parte esencial de la estructura de las paredes de las células de la planta, ayuda al transporte y a la retención de otros elementos, y también fortalece la planta. Está pensado para contrarrestar el efecto de las sales alcalinas y de los ácidos orgánicos.

Deficiencia: Las hojas jóvenes de los brotes terminales se doblan al aparecer y se queman en sus puntas y bordes. Las hojas jóvenes permanecen enrolladas y tienden a arrugarse. En las áreas terminales pueden aparecer brotes nuevos de color blanquecino. Puede producirse la muerte de los extremos de las raíces. En los tomates y sandías la deficiencia de calcio ocasiona el hundimiento y posterior pudrición de los frutos en el extremo opuesto al pedúnculo.

Toxicidad: No se conocen síntomas de toxicidad por excesos, pero éstos pueden alterar la acidez del medio de desarrollo de la raíz y esto sí afecta a la disponibilidad de otros elementos para la planta.

Toxicity: Absorption of excess potassium is not common, but high levels of it in nutrient solutions can cause magnesium deficiency and also manganese, iron, and zinc deficiency.

CALCIUM (Ca):

It is absorbed in the form of CaO . It is an essential part of the cell wall structure of the plant, helps transport and retain other elements, and also strengthens the plant. It is designed to counteract the effect of alkaline salts and organic acids.

Calcium deficiency: The young leaves of the terminal shoots bend when they appear and burn at their tips and edges. The young leaves remain rolled up and tend to wrinkle. New whitish buds may appear in terminal areas. Death of root ends may occur. In tomatoes and watermelons, calcium deficiency causes sinking and subsequent rotting of the fruits at the opposite end of the peduncle.

Toxicity: Symptoms of toxicity by excesses are not known, but these can alter the acidity of the development medium of the root and this does affect the availability of other elements for the plant.

MAGNESIUM (Mg):

Plants absorb it as MgO . It is part of the chlorophyll in all green plants, essential for photosynthesis. It also helps to activate various plant enzymes necessary for growth.

MAGNESIO (Mg):

Las plantas lo absorben como MgO. Es parte de la clorofila en todas las plantas verdes, esencial para la fotosíntesis. También ayuda a activar varias enzimas de las plantas necesarias para el crecimiento.

Deficiencia: Pérdida del color verde, que comienza en las hojas de abajo y continua hacia arriba, pero las venas conservan el color verde. Los tallos se forman débiles, y las raíces se ramifican y alargan excesivamente. Las hojas se tuercen hacia arriba a lo largo de los bordes.

Toxicidad: No existen síntomas visibles para identificar la toxicidad por magnesio.

AZUFRE (S):

Es esencial en la producción de proteínas. Ayuda al desarrollo de enzimas y vitaminas y también a la formación de clorofila. Mejora el crecimiento de las raíces y la resistencia al frío.

Deficiencia: Cuando se presenta deficiencia, lo que no es muy frecuente, las hojas jóvenes y sus venas toman un color verde claro; el espacio entre las nervaduras se seca. Los tallos son cortos, endebles, de color amarillo. El desarrollo es lento y raquítico.

Magnesium deficiency: Loss of the green color, which begins in the leaves from below and continues upward, but the veins retain the green color. The stems form weakly, and the roots branch out and lengthen excessively. The leaves twist upwards along the edges.

Toxicity: There are no visible symptoms to identify magnesium toxicity.

SULFUR (S):

It is essential in the production of proteins. It helps the development of enzymes and vitamins and also the formation of chlorophyll. Improves root growth and cold resistance.

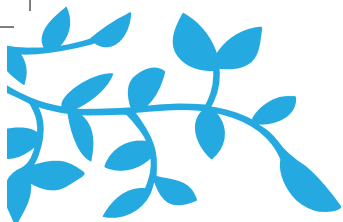
Deficiency: When deficiency is present, which is not very frequent, the young leaves and their veins take on a light green colour; the space between the veins dries up. The stems are short, flimsy, yellow. Development is slow and rickety.

COPPER (Cu):

It is important for reproductive growth. It helps in the metabolism of the roots and in the utilization of proteins.

Toxicity: Ferric chlorosis, dwarfism, reduction in branch formation and abnormal thickening and darkening of the root zone.





COBRE (Cu):

Es importante para el crecimiento reproductivo. Ayuda al metabolismo de las raíces y en la utilización de las proteínas.

Deficiencia: Severo descenso en el desarrollo de las plantas. Las hojas más jóvenes toman color verde oscuro, se enrollan y aparece un moteado que va muriendo. Escasa formación de la lámina de la hoja, disminución de su tamaño y enrollamiento hacia la parte interna, lo cual limita la fotosíntesis.

Toxicidad: Clorosis férrica, enanismo, reducción en la formación de ramas y engrosamiento y oscurecimiento anormal de la zona de las raíces.

BORO (B):

Es imprescindible para la producción de azúcares y carbohidratos. Es esencial para la producción de semillas.

Deficiencia: Anula el crecimiento de tejidos nuevos y puede causar hinchazón y decoloración de los vértices radicales y muerte de la zona apical (terminal) de las raíces. Ocasiona tallos cortos en el apio, podredumbre de color pardo en la cabeza y a lo largo del interior del tallo de la coliflor, podredumbre en el corazón del nabo, ennegrecimiento y desintegración del centro de la remolacha.

BORON (B):

It is essential for the production of sugars and carbohydrates. It is essential for seed production.

Deficiency: It cancels the growth of new tissues and can cause swelling and discoloration of the radical vertices and death of the apical (terminal) zone of the roots. It causes short stems in celery, brown rot on the head and along the inside of the cauliflower stem, rot in the heart of the turnip, blackening and disintegration of the beet center.

Toxicity: The apex of the leaves turns yellow, followed by progressive death, which advances from the basal part of the leaves to the margins and apices. The quantities of this element should not be exceeded within the nutritive solutions or within the substrates, because in doses superior to those recommended it is very toxic.



Deficiencia de Magnesio en plantas de tomate / Magnesium deficiency in tomato plants

Toxicidad: El vértice de las hojas se vuelve amarillo, seguido de la muerte progresiva, que va avanzando desde la parte basal de éstas hasta los márgenes y vértices. No se deben exceder las cantidades de este elemento dentro de las soluciones nutritivas ni dentro de los sustratos, porque en dosis superiores a las recomendadas es muy tóxico.

HIERRO (Fe):

Es esencial para la formación de clorofila.

Deficiencia: Causa un color pálido amarillento del follaje, aunque haya cantidades apropiadas de nitrógeno en la solución nutritiva. Ocasiona una banda de color claro en los bordes de las hojas y la formación de raíces cortas y muy ramificadas. La deficiencia de hierro se parece mucho a la del magnesio, pero la del hierro aparece en hojas más jóvenes.

Toxicidad: No se han establecido síntomas visuales de toxicidad de hierro absorbido por la raíz.

MANGANESO (Mn):

Tiene funciones en el sistema de enzimas involucrado en la descomposición del metabolismo de carbohidratos y nitrógeno.

Deficiencia: En tomates y remolacha causa la aparición de color verde pálido, amarillo y rojo entre las venas. El síntoma de clorosis se presenta igualmente entre las venas de las hojas

IRON (Fe):

It is essential for the formation of chlorophyll.

Deficiency: Causes a pale yellowish color of the foliage, even though there are appropriate amounts of nitrogen in the nutrient solution. It causes a light-coloured band at the edges of the leaves and the formation of short, highly branched roots. Iron deficiency is very similar to magnesium, but iron deficiency occurs in younger leaves.

Toxicity: No visual symptoms of iron toxicity absorbed by the root have been established.

MANGANESE (Mn):

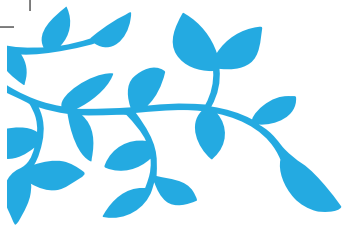
It has functions in the enzyme system involved in the breakdown of carbohydrate and nitrogen metabolism.

Deficiency: In tomatoes and beets it causes the appearance of pale green, yellow and red between the veins. The symptom of chlorosis also occurs between the veins of the old or young leaves, depending on the species; these leaves later die and fall off.

ZINC (Zn):

Essential in the transformation of carbohydrates. It regulates the consumption of sugars as well as the growth of the plant.





viejas o jóvenes, dependiendo de la especie; estas hojas posteriormente mueren y se caen.

ZINC (Zn):

Esencial en la transformación de carbohidratos. Regula el consumo de azúcares así como el crecimiento de la planta.

Deficiencia: Su deficiencia en tomate ocasiona un engrosamiento basal de los pecíolos de las hojas, pero disminuye su longitud; la lámina foliar toma una coloración pálida y una consistencia gruesa, apergaminada, con entorchamiento hacia fuera y con ondulaciones de los bordes. El tamaño de los entrenudos y el de las hojas se reduce, especialmente en su anchura.

Toxicidad: Los excesos de zinc producen clorosis férrica en las plantas.

MOLIBDENO (Mo):

Interviene en el uso de nitrógeno.

Deficiencia: Los síntomas se parecen a los del nitrógeno, porque la clorosis (amarillamiento) avanza desde las hojas más viejas hacia las más jóvenes, las que se ahuecan y se queman en los bordes. No se forma la lámina de las hojas, por lo que sólo aparece la nervadura central. Afecta negativamente el desarrollo de las especies crucíferas (repollo, coliflor, brócoli), la betarraga, tomates y legumbres.



Clorosis por carencia de hierro / Chlorosis due to iron deficiency

Deficiency: Its deficiency in tomato causes a basal thickening of the petioles of the leaves, but diminishes its length; the foliar lamina takes a pale coloration and a thick consistency, parchment, with outward twisting and undulations of the edges. The size of the internodes and that of the leaves is reduced, especially in its width.

Toxicity: Excess zinc produces ferric chlorosis in plants.

MOLIBDENO (Mo):

It intervenes in the use of nitrogen.

Deficiency: The symptoms are similar to those of nitrogen, because chlorosis (yellowing) progresses from the oldest to the youngest leaves, which are hollowed out and burned at the edges. The lamina of the leaves does not form, so only the central rib appears. It negatively affects the development of cruciferous species (cabbage, cauliflower, broccoli), beets, tomatoes and legumes.

Toxicidad: En tomate, los excesos se manifiestan con la aparición de un color amarillo brillante; en la coliflor, con la aparición de un color púrpura brillante en sus primeros estados de desarrollo.

COLORO (Cl):

Apoya al metabolismo de la planta.

Deficiencia: Se produce marchitamiento inicial de las hojas, que luego se vuelven cloróticas, originando un color bronceado; después se mueren. El desarrollo de las raíces es pobre y se produce un engrosamiento anormal cerca de sus extremos.

Toxicidad: Los excesos producen el quemado de los bordes y extremos de las hojas; su tamaño se reduce y hay, en general, poco desarrollo.

Deficiencia de nutrientes

Los nutrientes no se movilizan del mismo modo dentro de la planta, por lo que la carencia de alguno de ellos puede detectarse en las hojas jóvenes, viejas o en ambas, según el nutriente.

Esta característica nos puede permitir detectar el nutriente del que carece nuestro sistema, para ello se puede usar la siguiente clave:

Toxicity: In tomato, excesses are manifested with the appearance of a bright yellow color; in cauliflower, with the appearance of a bright purple color in its early stages of development.

CHLORINE (Cl):

Supports plant metabolism.

Deficiency: Initial withering of the leaves occurs, which then become chlorotic, causing a bronzed color, then die. The development of the roots is poor and abnormal thickening occurs near their ends.

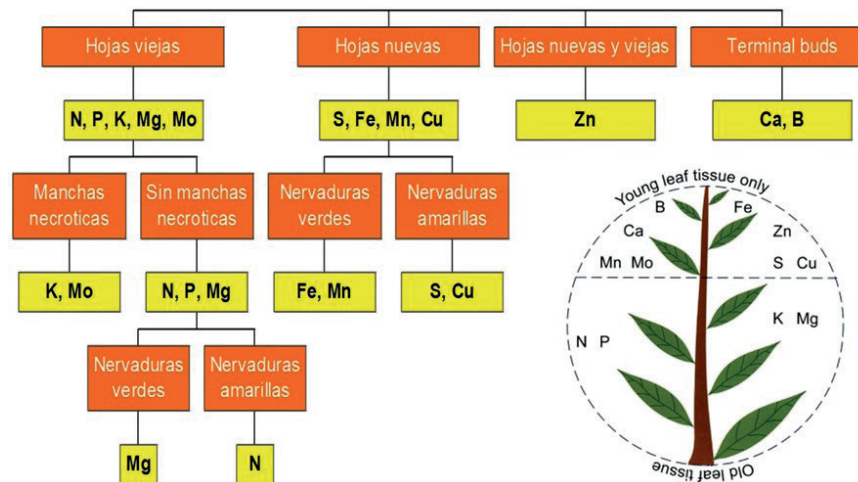
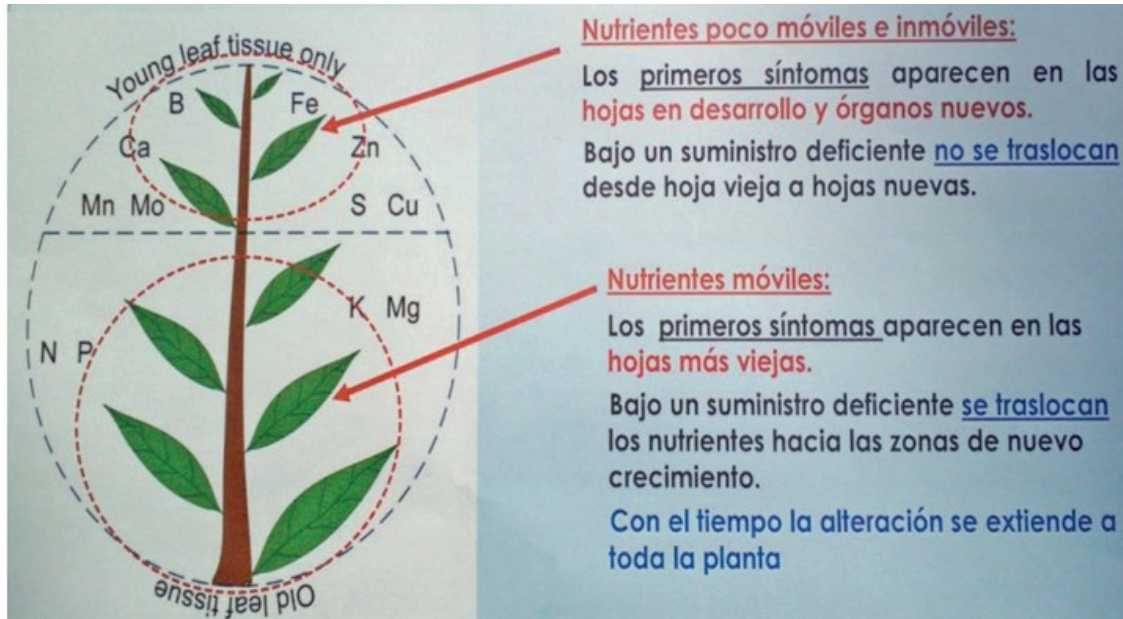
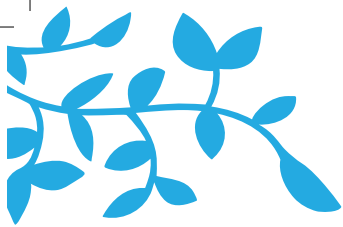
Toxicity: Excesses produce the burning of the edges and ends of the leaves; their size is reduced and there is, in general, little development.

Nutrient deficiency

The nutrients do not move in the same way within the plant, so the lack of any of them can be detected in the young leaves, old leaves or both, depending on the nutrient.

This feature can allow us to detect the nutrient that our system lacks, for it the following key can be used:





CONTROL FITOSANITARIO EN ACUAPONÍA:

En un cultivo acuapónico es importante prevenir las posibles plagas y enfermedades, debido a que no pueden utilizarse pesticidas tradicionales, pues provocarían la muerte de los peces.

Estos métodos de control y cura deben ser siempre orgánicos o naturales.

En acuaponía, las plagas y enfermedades no pueden ser tratadas con plaguicidas, debido a que estos compuestos llegan a afectar a los peces.

Algunas recomendaciones de prevención:

- Revisar periódicamente las plantaciones en busca de plagas o síntomas.
- Tener un plan de manejo previo a la aparición de problemas.
- Llevar registros.
- Elegir variedades de plantas resistentes.
- Mantener acciones preventivas para plagas conocidas.
- Utilizar más de un método de control.
- El productor deberá ser capaz de identificar cuáles son los organismos causantes de problemas, sus síntomas y su tratamiento.

PHYTOSANITARY CONTROL IN AQUAPONICS

In an aquaponics culture is important to prevent possible pests and diseases, because traditional pesticides cannot be used, as they would cause the death of the fish.

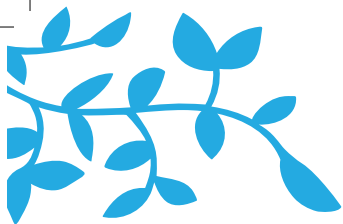
These methods of control and health should always be organic or natural.

In aquaponics, pests and diseases cannot be treated with pesticides, because these compounds can affect fish.

Some prevention recommendations:

- *Check plantations for pests or symptoms periodically.*
- *Have a management plan prior to the appearance of problems.*
- *Keep records.*
- *Choose resistant plant varieties.*
- *Maintain preventive actions for known pests.*
- *Use more than one control method.*
- *The producer should be able to identify the organisms causing the problems, their symptoms and their treatment.*





- Se recomienda registrar la cura aplicada y sus resultados, detallando el progreso y el tiempo transcurrido.
- Es importante mantener la limpieza de toda la instalación y alrededores, así como desinfectar las herramientas utilizadas.
- Es aconsejable la intercalación de cultivos, ya que es más probable que aparezcan plagas en monocultivo que en policultivo. De hecho, existen muchas combinaciones (generalmente con plantas aromáticas) que repelen los insectos.

Entre las plagas que pueden afectar los cultivos está el Pythium. Es un hongo que afecta a las raíces de las plantas cuando la temperatura del agua se mantiene por encima de los 27°C.

El tratamiento más efectivo es la disminución de la temperatura. Se detecta porque las raíces comienzan a ponerse oscuras, terminando con la muerte del vegetal; llega a producir la pérdida de la producción (Rakocy, 1997).

Los gusanos y orugas son insectos muy comunes, y pueden tratarse con la aplicación de un producto llamado BT. Se trata de una bacteria gran positiva, el *Bacillus thuringiensis*. Forma esporas que aparece naturalmente en el medio ambiente. Produce sustancias tóxicas para las formas larvarias de muchos insectos y no afecta a peces ni a plantas.

- *It is recommended to record the cure applied and its results, detailing the progress and the time elapsed.*
- *It is important to maintain the cleanliness of all the installation and surroundings, as well as to disinfect the tools used.*
- *It is advisable the intercalation of crops, as it is more likely that pests will appear in monoculture than in polyculture. In fact, there are many combinations (usually with aromatic plants) that repel insects.*

Among the pests that can affect crops is Pythium. It is a fungus that affects the roots of plants when the water temperature is maintained above 27°C.

The most effective treatment is to lower the temperature. It is detected because the roots begin to become dark, ending with the death of the plant; it leads to the loss of production (Rakocy, 1997).

*Worms and caterpillars are very common insects, and can be treated with the application of a product called BT. It is a large positive bacterium, *Bacillus thuringiensis*. It forms spores that appear naturally in the environment. It produces substances toxic to the larval forms of many insects and does not affect fish or plants.*

Los insectos como moscas, ácaros, áfidos o chinches no son comunes, pero si se hicieran presentes, pueden ser tratados con melazas diluidas o jabón natural y mezclas de ajo, romero, salvia o vinagre, rociadas sobre las hojas de las plantas.

Si nuestro producto no es tratado con ningún tratamiento químico, y además podemos acortar el tiempo de crecimiento, puede llegar antes al mercado y tener un valor añadido, pudiéndose certificar que no ha sido tratado con pesticidas.

Interesan los ciclos productivos cortos, principalmente hortalizas de hoja verde, y reducir así la exposición a los ataques de patógenos.

Otros métodos o tratamientos utilizados

Métodos físicos:

El plástico del invernadero, las mallas sombra o mallas anti-áfidos reducen la incidencia de plagas actuando como barrera física.

Trampas:

Se recomienda el uso de trampas adhesivas de colores; las de color azul atraen estados adultos de trips, mientras que las amarillas atraen las moscas blancas o voladores pequeños.

Insects such as flies, mites, aphids or bedbugs are not common, but if present, they can be treated with diluted molasses or natural soap and mixtures of garlic, rosemary, sage or vinegar, sprayed on plant leaves.

If our product is not treated with any chemical treatment, and in addition we can shorten the time of growth, it can arrive before the market and have an added value, being able to certify that it has not been treated with pesticides.

Short production cycles are of interest, mainly green leafy vegetables, and thus reduce exposure to attacks by pathogens.

Other methods or treatments used

Physical methods:

Greenhouse plastic, shade nets or anti-aphid nets reduce the incidence of pests by acting as a physical barrier.

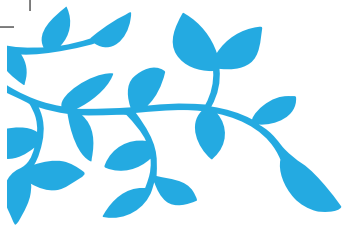
Traps:

The use of colored adhesive traps is recommended; blue traps attract adult thrips, while yellow traps attract whiteflies or small flying flies.

Biopesticides:

They are organisms or substances of natural origin derived from animals, plants, microorganisms and minerals. The most common with vegetable





Biopesticidas:

Son organismos o sustancias de origen natural derivados de animales, plantas, microorganismos y minerales. Los más comunes son los biopesticidas vegetales y se elaboran a base de extractos de cebolla, ajo y chile, los mismos que son efectivos para repeler y controlar plagas y enfermedades. Por su manera de aplicación no contaminan la solución nutritiva, pues se aplican el mismo día de su elaboración y pierden efectividad en poco tiempo.

Control biológico:

Se introducen depredadores naturales en el ambiente para controlar las infestaciones, para esto se debe conocer la plaga y su depredador natural.

Algunas de las ventajas son: ausencia de residuos, no desarrolla resistencia en las plagas, económicamente viable (en proyectos a gran escala) y es ecológico. También el uso de entomopatógenos es seguro; los más comunes son *Beauveria bassiana* y *Bacillus thuringiensis*.

biopesticides and are made from extracts of onion, garlic and chili, which are effective in repelling and controlling pests and diseases. By their way of application, they do not contaminate the nutritive solution, because they are applied the same day of their elaboration and they lose effectiveness in little time.

Biological control:

Natural predators are introduced into the environment to control infestations, for this must know the pest and its natural predator.

*Some of the advantages are: absence of residues, does not develop resistance in pests, economically viable (in large-scale projects) and is ecological. The use of entomopathogens is also safe; the most common are *Beauveria bassiana* and *Bacillus thuringiensis*.*



Trampa adhesiva amarilla con moscas blancas / Adhesive trap for whitefly

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAPHY

<https://www.auladelmar.info/aula/acuaponia>

<https://blogagricultura.com/acuaponia-sistema-produccion>

<http://www.volcanoveggies.com/benefits-of-aquaponics>

<https://sistemasolarunido.wordpress.com/2012/09/17/de-la-chinampa-a-la-acuaponia>

<http://huertosverdesdelsur.blogspot.com.es>

<http://acuaponiasinfronteras.org>

<http://www.huertolazo.eu>

Manual de Acuaponía. Autor: Juan Antonio López (Aula del Mar). 2016.

Acuicultura Mediterránea. Autor: Juan Antonio López (Aula del Mar). 2005.

Guía de buenas prácticas de acuicultura sostenible y ecológica. Aula del Mar. Diputación de Málaga. 2011.

<http://www.backyardaquaponics.com/information/the-nitrogen-cycle/>

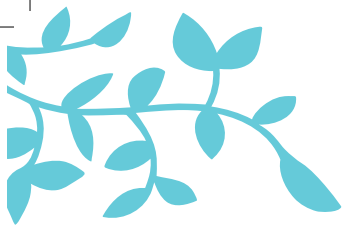
<http://www.mispecies.com/nav/actualidad/reportajes/reportaje/Sistemas-de-Recirculacin-enAcuicultura-como-modelo-de-gestin-sostenible/#.WuSNF4hubIU>

<http://www.fao.org/docrep/l8156s/l8156s0a.htm>

Rakocy, J.E., Masser, M.P. y Losordo, T.M. 2006. Recirculating aquaculture tank production systems: Aquaponics – Integrating fish and plant culture. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC). Publication nº 454.

Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A. & Lovatelli, A. 2014. Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming. FAO Fisheries and Aquaculture Technical





Paper No. 589. Rome, FAO. 262 pp.

<http://www.projectfeed1010.com/blog/2014/07/15/aquaponics-components/>

Fox, Bradley K., Howerton R. and Clyde S. Tamaru. 2010. Construction of Automatic Bell Siphons for Backyard Aquaponic Systems. Biotechnology. College of Tropical Agriculture and human resources. Univesity of Hawai at Manoa

<http://aquaponicsexposed.com/nutrient-film-technique-in-aquaponics/>

<https://www.theaquaponicsource.com/blog/grow-bed-depth>

<https://university.upstartfarmers.com/blog/intro-aquaponic-raft-system>

<https://www.bioaquafloc.com/acuaponia/acuaponia-casera/>

http://www.ipacuicultura.com/noticias/divulgacion/18496/diseo_de_tanques_en_acuicultura_intensiva.html

<http://www.cichlidae-acuarios.com/ciclidoblog/la-maduracion-de-un-nuevo-acuario>

<https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/-/action/90004fc0-93fe-11df8d8b-f26108bf46ad/e5747030-1bb8-11df-b7e2-35c8dbbe5a83/es/02f9e190-faff-11e0929f-f77205134944/alfrescoDocument?i3pn=contenidoAlf&i3pt=S&i3l=es&i3d=e57470301bb8-11df-b7e2-35c8dbbe5a83&contentId=2681ead5-bc5d-4cff-99bd-96c6dac2cfcc>

Borges-Gómez, L., Cervantes Cárdenas, L., Ruiz Novelo, J., Soria-Fregoso, M., Reyes Oregel, V. y Couoh, V. (2010). Capsaicinoids in Habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) under different conditions of moisture and nutrition. *Terra Latinoamericana*. 28 (1), 35 – 41.

JIMENEZ, J., 2012 Sistemas de Recirculación en Acuicultura: Una Visión y Retos Diversos para Latinoamérica. *Revista Industria Acuícola*. México. Vol. 8 N°2 pp. 6-10

Lieth, J.H., Oki, L.R. (2008). Irrigation in Soilless Production. In: Raviv, M. y Lieth, J.H. (ed.). *Soilless Culture: Theory and Practice*. London, UK. Elsevier.

PORLAN, R., CANAL, P., 1986a, Una escuela para la investigación. *Cuadernos de Pedagogía*, 134,

pp. 45-47.

PORLAN, R., CAÑAL, P., 1986b, Más allá de la investigación del medio. Cuadernos de Pedagogía (en prensa).

PORLAN, R., 1985, El maestro como investigador en el aula: investigar para conocer, conocer para enseñar. 111 Jornadas de Estudio sobre la Investigación en la Escuela. Sevilla.

PORLAN, R., 1986, El pensamiento científico y didáctico de estudiantes de ciencias de 294 Magisterio. 1 Congreso sobre el Pensamiento del Profesor. La Rábida (Huelva).

Rakocy J. E. 2002a. Integrating Hydroponic Plant Production with Recirculating System Aquaculture. En: Timmons M. B., J Ebeling, F. Wheaton, S. Summerfelt y B. Vinci. Recirculating Aquaculture Systems, Northeastern Regional Aquaculture Center, 2nd Edition, USA, 631-698 p.

Rakocy, J.E., R.C. Shultz, D.S. Bailey y E.S. Thoman. 2004. Aquaponic production of tilapia and basil: comparing a batch and staggered cropping system. ActaHorticulturae (ISHS). 648:63-69, p.

Rakocy, J.E. (2010). Aquaponics: integrating fish and plant culture. In: Timmons, M. y Ebeling, J. (ed.). Recirculating Aquaculture. 2nd Ed. Ithaca, NY, USA. CayugaAquaVentures.

TONUCCI, F., 1976, La escuela como investigación. (Avance: Barcelona).

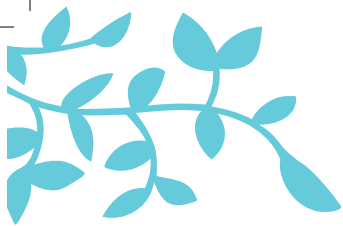
Borges-Gómez, L., Cervantes Cárdenas, L., Ruiz Novelo, J., Soria-Fregoso, M., Reyes Oregel, V. y Couoh, V. (2010). Capsaicinoids in Habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) under different conditions of moisture and nutrition. Terra Latinoamericana. 28 (1), 35 – 41.

JIMENEZ, J., 2012 Sistemas de Recirculación en Acuicultura: Una Visión y Retos Diversos para Latinoamérica. Revista Industria Acuicola. México. Vol. 8 N°2 pp. 6-10

Lieth, J.H., Oki, L.R. (2008). Irrigation in Soilless Production. In: Raviv, M. y Lieth, J.H. (ed.). Soilless Culture: Theory and Practice. London, UK. Elsevier.

Rakocy J. E. 2002a. Integrating Hydroponic Plant Production with Recirculating System Aquaculture. En: Timmons M. B., J Ebeling, F. Wheaton, S. Summerfelt y B. Vinci. Recirculating





Aquaculture Systems, Northeastern Regional Aquaculture Center, 2nd Edition, USA, 631-698 p.

Rakocy, J.E., R.C. Shultz, D.S. Bailey y E.S. Thoman. 2004. Aquaponic production of tilapia and basil: comparing a batch and staggered cropping system. *Acta Horticulturae* (ISHS). 648:63-69, p.

Rakocy, J.E. (2010). Aquaponics: integrating fish and plant culture. In: Timmons, M. y Ebeling, J. (ed.). *Recirculating Aquaculture*. 2nd Ed. Ithaca, NY, USA. Cayuga Aqua Ventures.

DOADRIO, I., PEREA, S., GARZÓN-HEYDT, P., Y J.L. GONZÁLEZ. 2011. Ictiofauna continental española. Bases para su seguimiento. DG Medio Natural y Política Forestal. MARM. 616 pp. Madrid.

Ako, H. and Baker, A., 2004. Nutrient fluxes in aquaponics systems. Department of Molecular Biosciences and Bioengineering. College of Tropical Agriculture and Human Resources. University of Hawaii at Manoa.

<http://www.fishbase.org/summary/346>

http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Carassius_carassius/es

<http://pecesornamentalesmarinodulce.blogspot.com.es/2013/08/salmo-trutta-trucha-comun.html>

http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus_mykiss_es/en

<http://pecesornamentalesmarinodulce.blogspot.com.es/2013/06/mugil-cephalus-mujol.html>

<http://www.fishbase.org/summary/3385>

<https://cienciacebas.wordpress.com/2013/09/12/nutricion-mineral-en-plantas-i/>

<https://es.scribd.com/doc/95519095/Funciones-de-Los-Minerales-en-Las-Plantas>

<https://www.botanical-online.com/propiedadesnutrientes.htm>

<http://www.ecoflms.com.au/plants-that-go-crazy-in-aquaponics/>

<http://www.backyardaquaponics.com/guide-to-aquaponics/plants/>



289



