

UNRN - 2023-2024

# ACUAPONÍA PARA TODOS

Módulos acuapónicos estratégicos  
de interés social



AYELÉN EDITH GARCÍA DI LODOVICO -  
CAMILA PEREYRA ALMENA - TOMBARI ANDREA.



**2023 - 2024**  
**ACUAPONÍA PARA TODOS**

---

**GARCÍA DI LODOVICO AYELÉN EDITH**

(LIC. EN CIENCIAS DEL AMBIENTE, UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO NEGRO-SEDE ATLÁNTICA)

**PEREYRA ALMENA CAMILA**

(LIC. EN CIENCIAS DEL AMBIENTE, UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO NEGRO-SEDE ATLÁNTICA)

**TOMBARI ANDREA**

(CIT RÍO NEGRO, SEDE ATLÁNTICA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO NEGRO)



**ESTE PROYECTO FUE FINANCIADO POR EL  
PVU/2022 - MALVINAS ARGENTINAS Y EL  
PVU/2022 - UNIVERSIDAD, CULTURA Y  
TERRITORIO, PERTENECIENTES A LA  
SECRETARIA DE POLÍTICAS UNIVERSITARIAS.**

# ÍNDICE



<b>Bienvenida</b> .....	<b>2</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>4</b>
<b>Medios de cultivo</b> .....	<b>9</b>
<b>Agroecología</b> .....	<b>11</b>
<b>Sistemas básicos</b> .....	<b>12</b>
<b>Sostén</b> .....	<b>14</b>
<b>Diseños estratégicos</b> .....	<b>15</b>
Hablemos de ergonomía e inclusión.....	16
Sistema de acuaponía horizontal (SAH) .....	18
Sistema de acuaponía vertical (SAV) .....	19
Torres de cultivo .....	21
<b>Recomendaciones</b> .....	<b>22</b>
<b>Construcción, desarrollo y mantenimiento</b> .....	<b>26</b>
<b>Antecedentes y referencias</b> .....	<b>35</b>
Galpón amarillo .....	36
Acuaponía e investigación .....	38
<b>Comunidad acuapónica</b> .....	<b>41</b>
<b>Anexo I</b> .....	<b>42</b>

# ACUAPONÍA ESTRATÉGICA

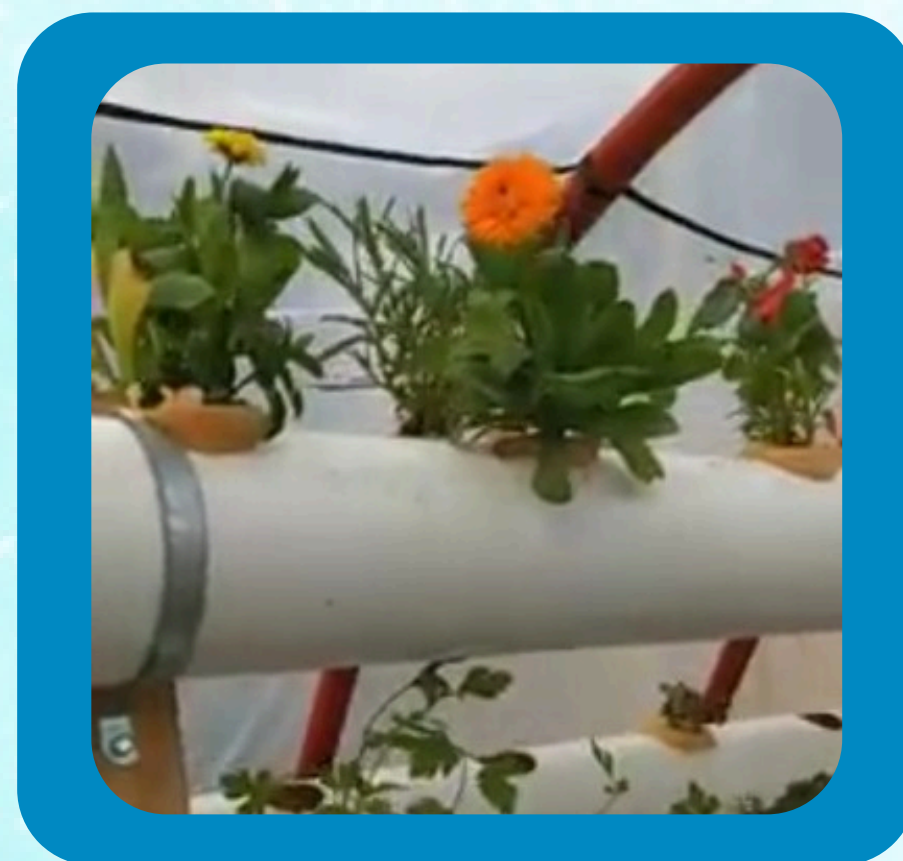


## ¡Bienvenidos al diverso mundo de la Acuaponía!

En este breve manual, realizado por un equipo interdisciplinario de estudiantes de la Universidad Nacional de Rio Negro (UNRN), encontrarán detalladas las **explicaciones** paso a paso para **planificar, construir y desarrollar** un sistema acuapónico básico. Esta pensado para implementarse con un bajo presupuesto, a través de materiales accesibles, de fácil instalación y gran adaptación a los espacios disponibles. Toda esta información se obtuvo gracias a recopilación de antecedentes de relevancia en acuaponía, desarrollado por investigadores, docentes y profesionales en la materia.



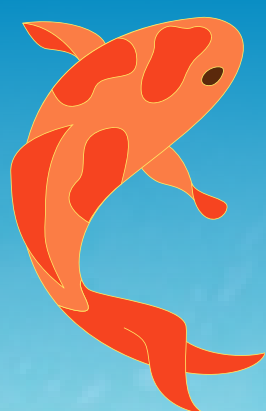
*Peces de acuaponía - Proyecto CAMU - A. Tombari*



*Flores en sistema acuapónico- Proyecto Spegazzini - A. Tombari*

## ¿Por qué estratégica?

Porque este material presenta recomendaciones claves de diseño para lograr una serie de **multipropósitos**, siendo los principales: potenciar la **eficiencia productiva**; mejorar la **ergonomía** en el trabajo; la **seguridad y soberanía alimentaria** y la **sustentabilidad** de los productos obtenidos con cada módulo acuapónico. También incluye una serie de adaptaciones recomendadas para garantizar la **inclusión** de todo aquel que este interesado, así como también garantizar la adaptación a los espacios .



¡ Comencemos !



# INTRODUCCIÓN AL MUNDO DE LA ACUAPONÍA



Referencias teóricas claves en la **acuaponía**, su interrelación e impacto social

## ¿Qué es la acuaponía?

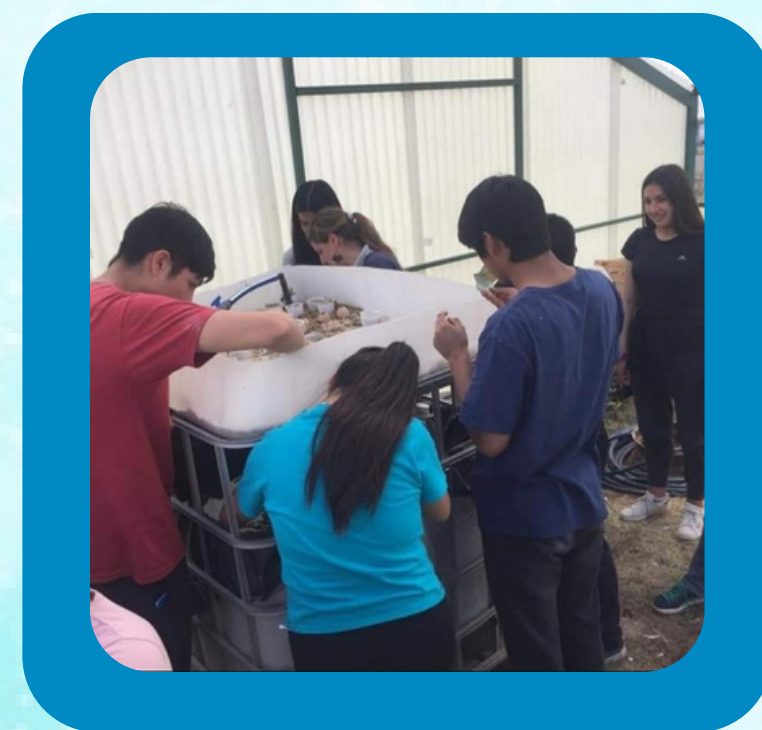
Es el **cultivo simultáneo** de vegetales y organismos acuáticos (peces, moluscos, crustáceos y anfibios) en el que éstos proveen de nutrientes a las plantas a partir de sus desechos.



*Pecera acuapónica - Universidad de Sevilla*



*Peces en acuaponía - INTA - D. Casimiro*



*Proyecto de acuaponía educativa - A. Tombari*

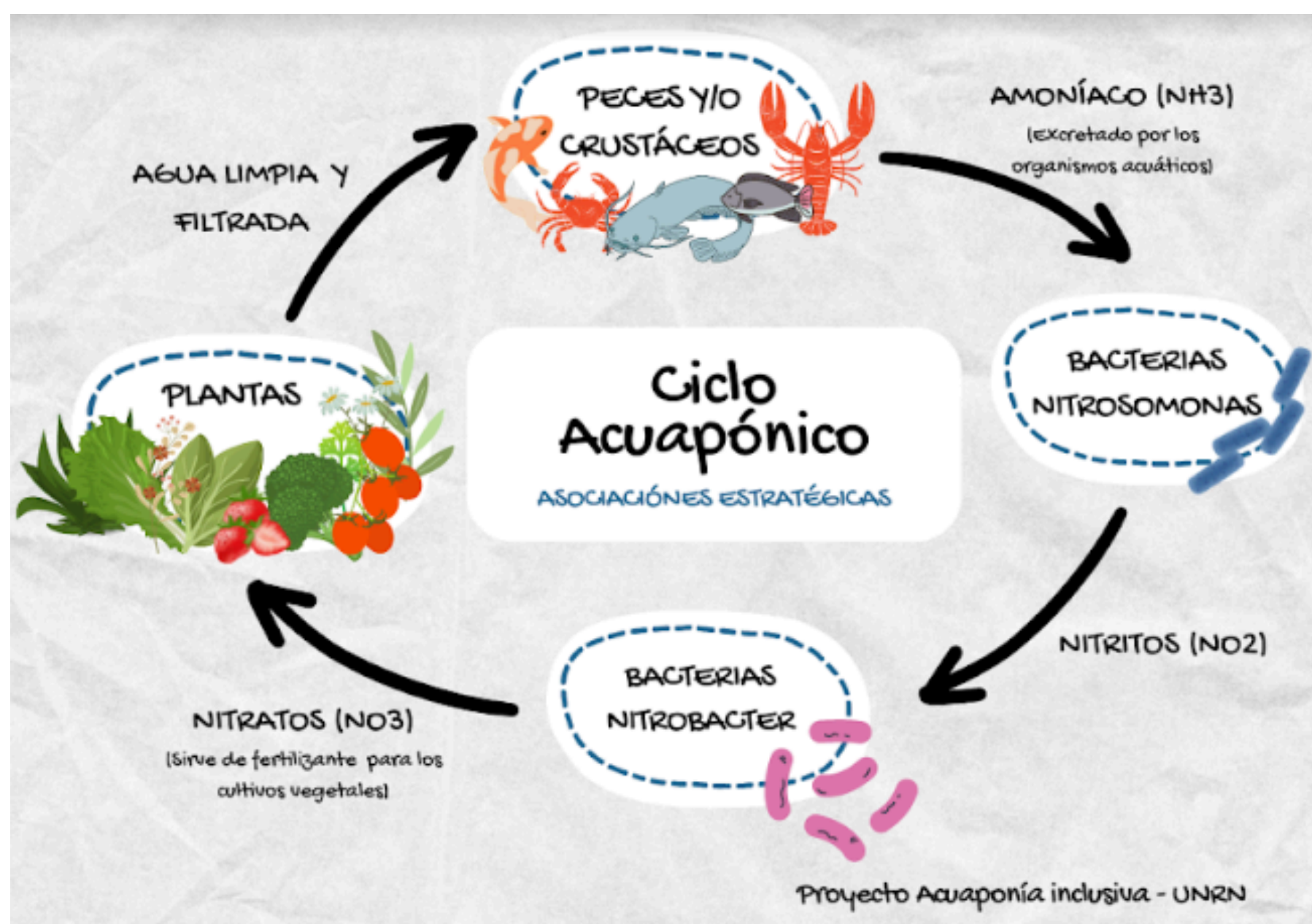
## ¿Cómo funciona?



Este sistema es básicamente, una combinación de otros dos: la **acuicultura** (cultivo de organismos acuáticos) y la **hidroponía** (cultivo de vegetales en agua) dentro de un módulo de circulación de agua cerrado y adaptado a los requerimientos de las especies objetivo.

Los **usos** en los que se pueden aplicar en acuaponía pueden ser con fines de producción, consumo familiar, de valor ornamental, de interés medicinal, de reprobamiento etc.

La acuaponía tiene múltiples beneficios y puntos a favor para ser un **sistema exitoso y sustentable**



## ¡Conozcamos sus beneficios !

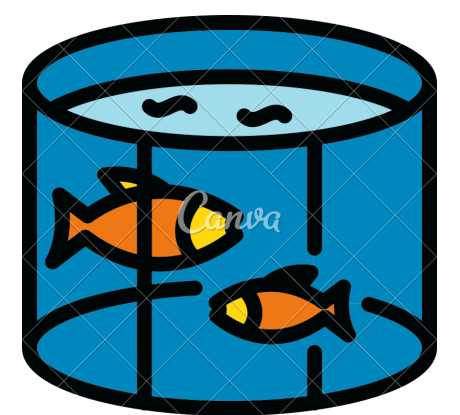
- El requerimiento del espacio físico y del agua es muy poco, por lo que se considera un sistema de **alta eficiencia**. Sin embargo este beneficio no solo está dado por estas características.
- Es un **circuito prácticamente cerrado**, en el que el agua circula constantemente distribuyendo los nutrientes aportados por los animales acuáticos. Estos nutrientes están disponibles para los vegetales y plantas, previa transformación por parte de las bacterias, las cuales son dependientes de oxígeno y una temperatura óptima. Solo se requiere reponer agua en caso de filtración, evaporación o consumo por parte de las plantas.
- Se obtienen como mínimo, **dos productos simultáneamente** (vegetal y animal)
- El sistema es ampliamente **adaptable** en cuanto a diseño, materiales de construcción y espacios disponibles. Esto último siempre y cuando haya fuentes de agua y energía cerca.
- Permite **reciclar**, **reducir** y **reutilizar** materiales y recursos.
- Además es una buena herramienta para realizar **educación** ambiental e **investigación** científica.



- No requiere maquinaria agricola.
- No erosiona el suelo y además es un trabajo más ergonómico .
- Previene plagas, malezas y evita el uso de agroquímicos.

- Sus productos obtienen un "plus" en el valor agregado de mercado, debido a que son libres de pesticidas, abonos artificiales y, por su tipo de desarrollo, son mas amigables con el ambiente.
- Se pueden obtener productos de alta calidad alimentaria de un modo sustentable.
- Estos sistemas favorecen la diversificacion productiva y de consumo familiar.

# ACUICULTURA



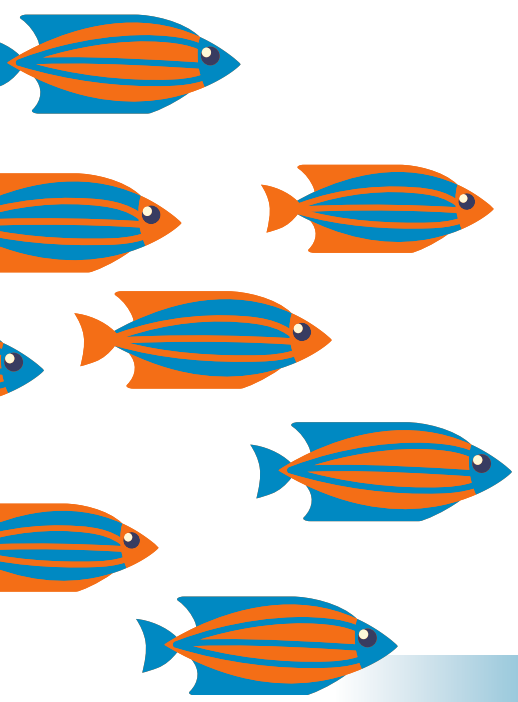
---

La acuaponía es la fusión de dos sistemas, la **acuicultura** y la **hidroponía**, que si se realizan apropiadamente, generan un gran impacto positivo en terminos productivos, sociales y ambientales

---

## ¿Qué es la acuicultura?

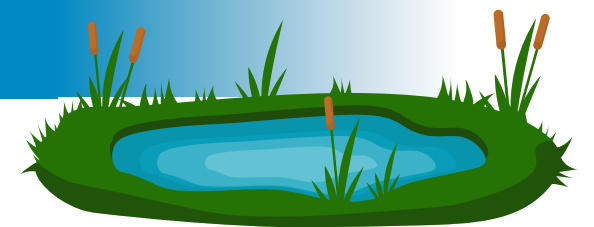
Es la producción **organismos acuáticos** a través de su cultivo de los mismos. Para los fines del presente manual, nos centraremos exclusivamente en el cultivo de peces de consumo y de acuarismo. Pero hay **muchísimas posibilidades de cultivo de otras especies acuáticas y uso** de esta práctica, su potencialidad es ilimitada.



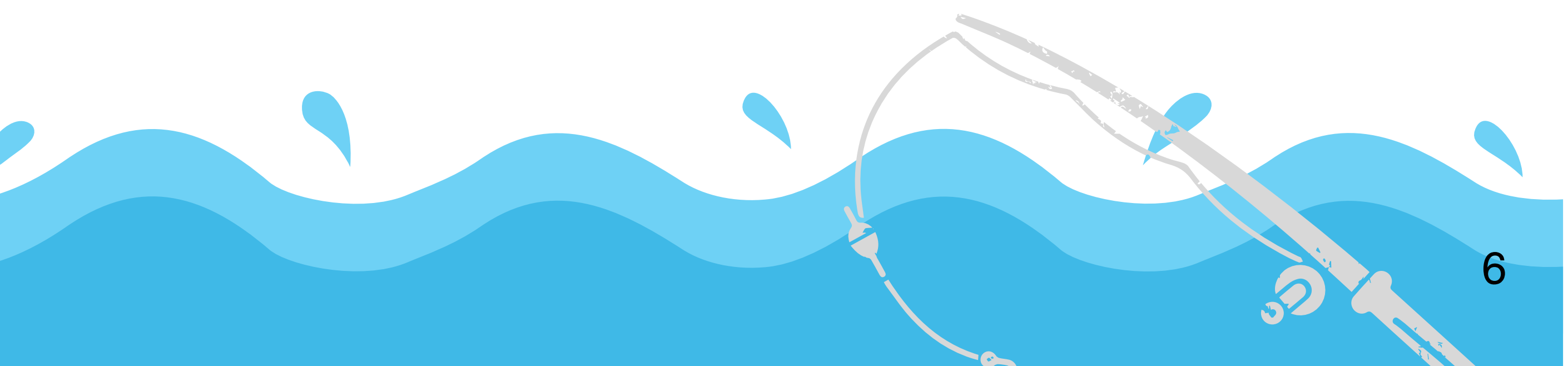
## ¿Qué se requiere para su implementación?

Este tipo de producción, puede realizarse en piletones, estanques, peceras o cualquier recipiente que pueda contener volúmen de agua. En cualquiera de los casos, se debe tener en cuenta principalmente la condición del agua, para prevenir enfermedades y cualquier situación de stress; permitiendo el desarrollo y crecimiento óptimo de los peces.

### Ventajas



La acuicultura refiere a una producción **controlada** que permite un incremento de la producción, estabilidad en el sistema alimentario y reducción considerable del impacto ambiental. A su vez, contribuye a la conservación de especies acuáticas y al aumento de los niveles de nutrición de los alimentos proporcionados, obteniendo un mejor rendimiento en el crecimiento. Se pueden hacer cosechas parciales y tener una llegada continua al mercado. También es relevante mencionar que los peces consumen menos energía, por lo que necesitan menos alimento.

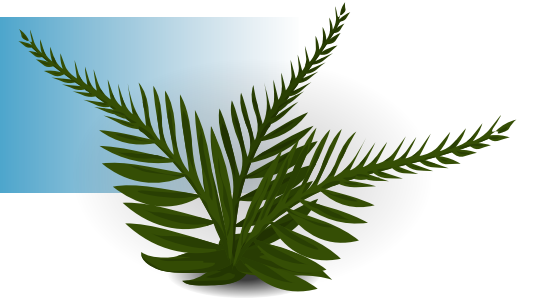






# HIDROPONIA

## ¿Qué es la hidroponia?



Es una forma de producir vegetales de rápido crecimiento en un medio acuoso. Si bien se considera sencilla, limpia y de bajo costo lo cierto es que se necesita algún sustrato para que se afirmen las raíces y se sostengan las plantas.

**En rasgos generales se divide en dos grandes grupos:**

### Sistema cerrado

El agua con nutrientes circula por todo el módulo, siendo reutilizada. Este es el más utilizado.

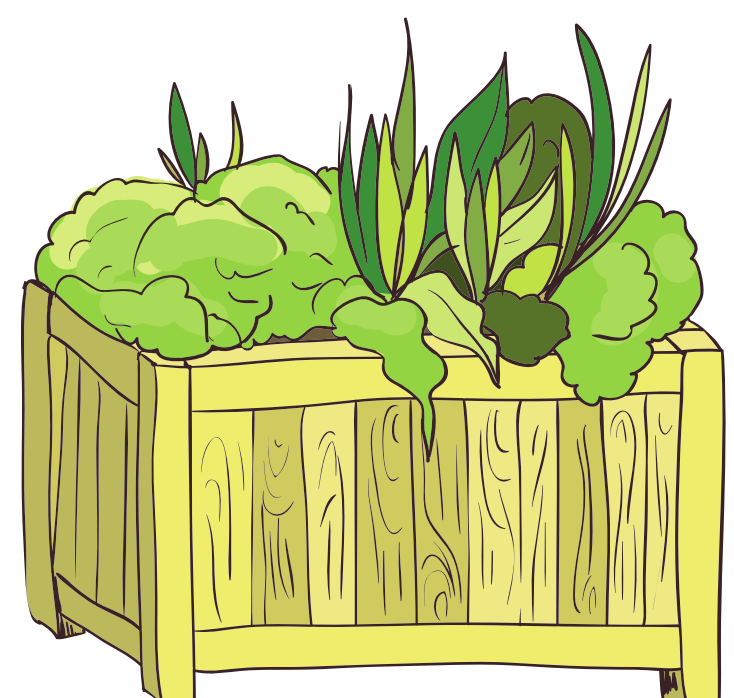
### Sistema abierto

El agua con nutrientes, una vez consumida por las plantas, es desechada por un drenaje. Este es menos frecuente ya que los nutrientes tiene un costo elevado.

## Ventajas



No se degrada el suelo y requiere menor espacio. A su vez se pueden producir alimentos en zonas aridas o semi aridas en donde las condiciones del suelo no son óptimas para el cultivo. Incluso se puede plantar en edificios, galpón o por qué no, bases antárticas. Además se previenen plagas en las plantas.



# MEDIOS DE CULTIVO



Módulo acuapónico INTA - Ayelén García

## Raíz flotante

En este caso la raíz está en contacto directo con el agua con nutrientes. El sostén lo da un anillo de espuma de goma que sujeta la planta por el tallo.



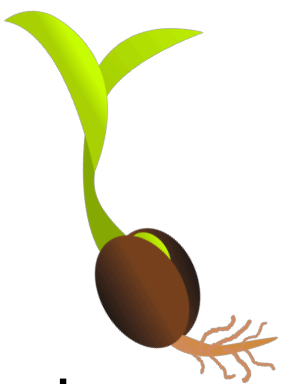
Módulo acuapónico INTA - Ayelén García

## Sustrato inerte

En este caso el sustrato debe tener alta **porosidad** y un tamaño óptimo para que permita una buena relación por el ingreso de agua por capilaridad y oxígeno. Estos sustratos se pueden usar solos o en mezclas. Puede ser inorgánico, como piedras, u orgánico como aserrín o corteza de árboles, lana de oveja, cáscaras de semillas, etc.

## SIEMBRA

Las opciones aquí también son variadas y adaptables. Podemos poner un **plantín**, plantar un **esqueje** o germinar una **semilla**. Todo va a depender de nuestra disponibilidad



## Plantín

Podremos transplantar el plantín de la tierra al sistema acuapónico cuando salgan las dos primeras hojas verdaderas, no los cotiledones. El plantín refiere a una planta ya formada con sus hojas verdaderas pero que aún tiene un tamaño pequeño y no ha desarrollado flores ni frutos.



Proyecto Spegazzini - A. Tombari

## Cotiledones

tienen forma circular y generalmente salen de a pares.

Le proporcionan los nutrientes a la plántula para su desarrollo.

## Hojas verdaderas

salen luego de los cotiledones y tienen la forma de la hoja característica de la planta. Reemplazan a los cotiledones.



## Esqueje

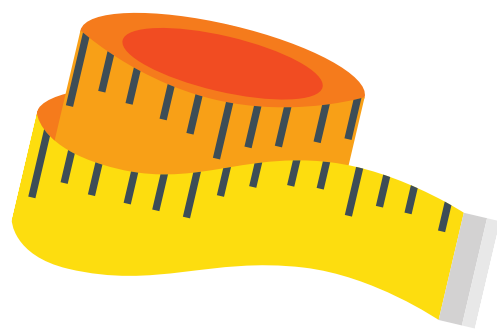
Se tratará cómo cualquier otro esqueje, sacando parte de las hojas (2/3 se sacarán y solo quedarán las hojas de la parte superior o “más alta”) , dejando muchas yemas “desnudas” a disposición de generar raíces y se colocará en el sistema acuapónico.

## Semilla



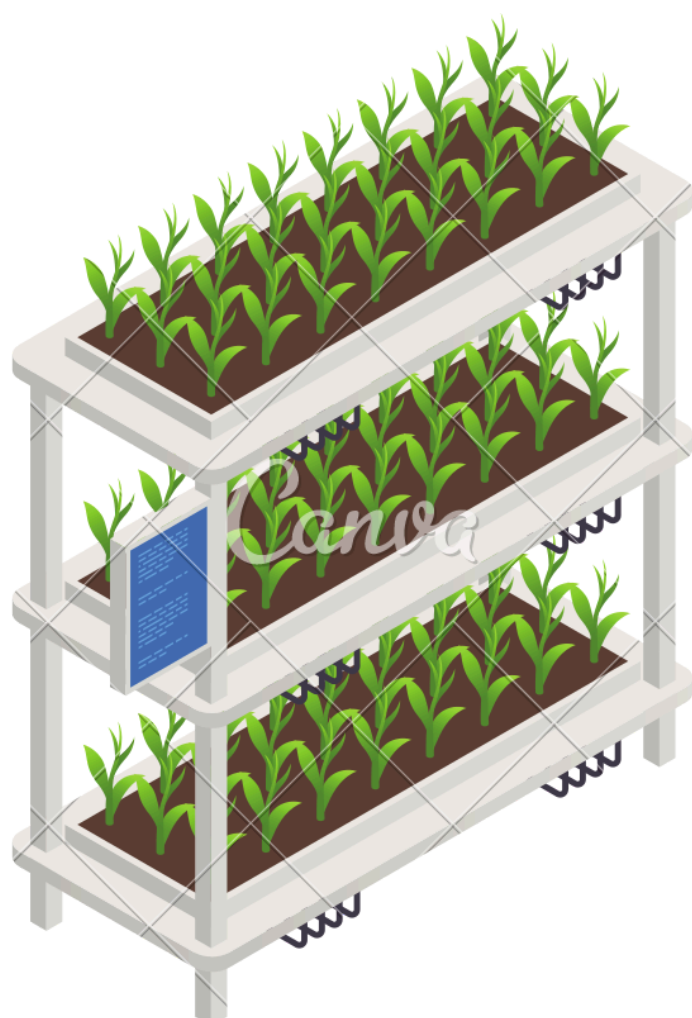
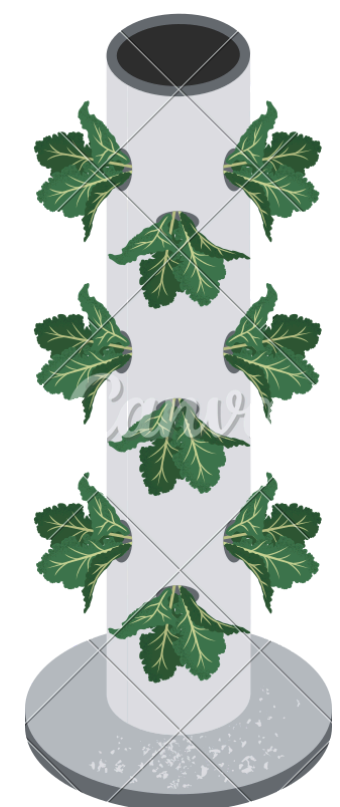
Deberá colocarse la semilla en el sustrato inerte que se haya elegido y de esta manera evitaremos cualquier tipo de estrés que pueda generar un trasplante.

## Distancias



La distancia entre plantines deberá ser mayor a 15 cm si habalmos de cultivo definitivo o de plantas adultas.

Los plantines podrán estar entre 15 a 20 días aproximadamente con 9 cm de distancia entre sí, mientras que a partir de los 20 días se podrá trasplantar a los de mayor distancia .



Si tenemos un sistema de bandejas o caños, la distancia entre los caños o bandejas “apilados” deberá ser de 30 cm aproximadamente, de altura, para que las plantas puedan crecer de manera óptima. Si hablamos de plantines para trasplante podrán estar a 20 cm de altura.



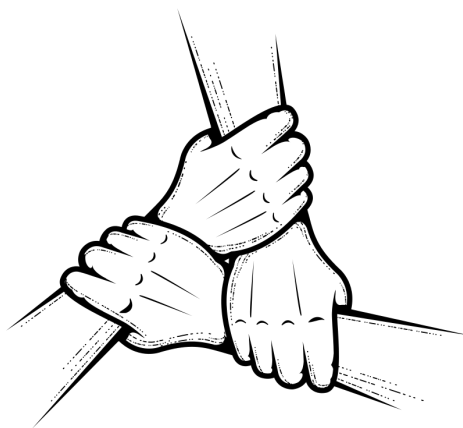
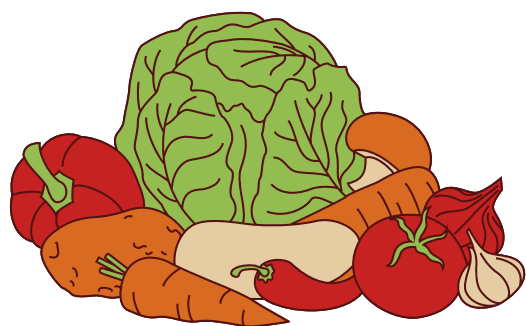
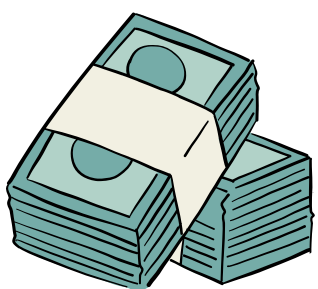
# AGROECOLOGÍA

Si hacemos una práctica eficiente de nuestros sistemas acuapónicos, podremos obtener como resultado productos agroecológicos para consumo

## ¿Qué es la agroecología?



La agroecología es un paradigma que promueve el diseño y gestión de sistemas de producción agropecuaria, recolección, pesca, elaboración, comercialización, consumo y comensalidad, económicamente viables, socialmente justos y ambientalmente sostenibles, caracterizados por una mayor resiliencia socio-ecológica y orientados a fortalecer el buen vivir de toda la sociedad.



Una producción agroecológica a través de la acuaponía permite obtener una valiosa herramienta productiva para lograr la **soberanía alimentaria** y un consumo más sano, nutritivo y seguro, ya que los cultivos no requieren agregados de agroquímicos. Por lo que son considerados como productos orgánicos y los mismos, poseen un valor diferencial de mercado que puede contribuir a la economía familiar. Además, brinda la posibilidad de robustizar y diversificar la producción, mejorando el acceso a una dieta diversa y aprovechando el máximo potencial del espacio y recursos disponibles, al mismo tiempo que ayuda a preservar los mismos por su bajo impacto ambiental.



# SISTEMAS BÁSICOS DE ACUAPONÍA



El sistema se **adapta** a nuestros objetivos, limitaciones, presupuestos y preferencias, por lo que todo puede ser modificado y adaptado



## ¡Para tener en cuenta!

Este sistema carece de suelo. Las plantas se establecen en un medio acuoso pero deben tener algún **sostén** inerte. Estos soportes inertes pueden ser: corteza de árbol, piedritas, esponjas, etc., los cuales pueden estar contenidos en vasos o pots descartables.



Fotografías de proyectos escolares de acuaponía - A. Tombari



El **agua** se reutiliza constantemente, siendo ésta impulsada por una bomba y oxigenada con la turbulencia que se genera al caer. Esta es una gran ventaja en el ahorro de agua frente a los cultivos tradicionales.

## ¿Qué debo tener en cuenta para colocar el sistema?

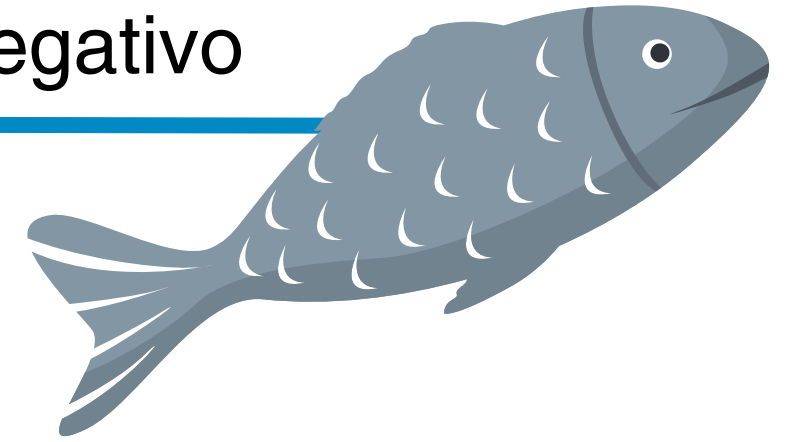


- Debe estar orientado hacia el **Norte**
- Tener un mínimo de 6 horas diarias de **luz solar**
- Tener **protección** frente a imprevistos climáticos como altas temperaturas, granizo, heladas, fuertes vientos, etc



- **Protección** frente a animales domésticos y/o silvestres. Se recomienda utilizar invernadero. Para **prevenir** plagas se recomienda utilizar plantas aromáticas o plásticos amarillos con aceite para que queden atrapados.
- Tener **paciencia** frente a los eventuales inconvenientes. **¡Todo tiene solución!**

Resulta útil, tener en cuenta algunas características relevantes al momento de decidir las especies a incorporar al sistema, por ejemplo, es recomendable considerar como prioridad las especies **locales** de plantas y peces, ya que las mismas, por ser autóctonas tendrán ventajas a nivel adaptativo al sitio y sus condiciones ambientales, y al mismo tiempo supondrán un menor riesgo de impacto ambiental negativo



### **Autóctonas o nativas**

Son especies propias de un lugar, pertenecen a una región o ecosistema determinados. Su presencia es el resultado de fenómenos naturales.

### **Exóticas**

Son aquellas especies, que no son propias del lugar, sino que fueron introducidos natural o artificialmente y que pueden vivir en el ecosistema que se los incorporó, muchas veces trayendo consecuencias negativas sobre el mismo.

## **Materiales necesarios:**

Si tenemos alto presupuesto no tendremos problemas en elegir materiales y diseño, pero si queremos gastar menos, es posible **reutilizar**, también se pueden usar materiales en desuso o de menor calidad.



Los **materiales** específicos a necesitar van a depender exclusivamente del diseño que llevemos a cabo. Ya sean tubos, piletones, bandejas, peceras, etc. Y de esta elección y los recursos disponibles, dependerá también la selección de especies a cultivar.

Por lo que el primer paso, será entonces, definir el **objetivo** del sistema, el **tipo** a implementar y **presupuesto** disponible.

# SISTEMA DE SOSTÉN

Todo va a depender del **espacio** y los **materiales** con lo que contemos

## Planchas de telgopor

Si tenemos un estanque grande podremos usar como sostén una plancha de telgopor de mínimo **2 cm** de espesor, en ella haremos círculos de **5 cm** de diámetro. En los círculos podemos colocar vasitos descartables o esponjas. Siempre recordando la distancia que debe haber entre plantines.



Proyecto Spegazzini - A. Tombari

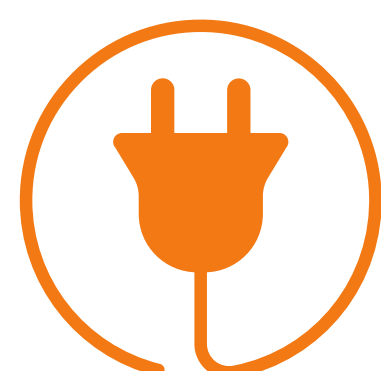
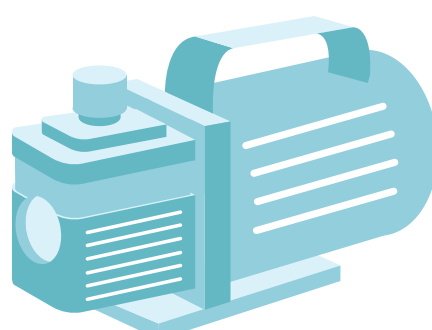
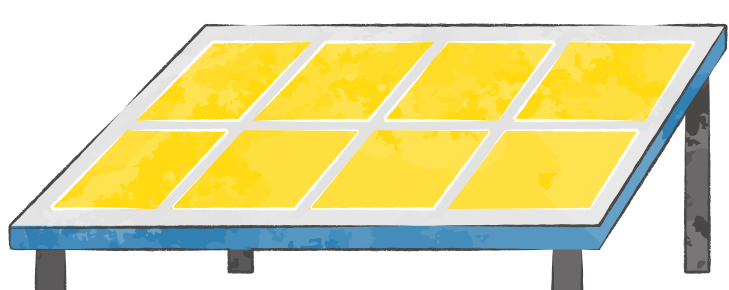


Proyecto Spegazzini - A. Tombari

## Caños de PVC

Los caños se suelen usar cuando se tiene un espacio reducido o por el diseño. Para plantas adultas, se recomiendan perforaciones de **110 cm** y para plantines de **63 mm**. Al igual que en las planchas se cortan los círculos y luego, simplemente se colocan recipientes descartables o esponjas. Si queremos **reutilizar** podemos usar por ejemplo, botellas de lavandina en vez de caños.

Éstas son dos de las opciones más conocidas y replicadas, pero lo cierto es que las opciones dependen de la creatividad y recursos del usuario. En casi todos los casos, se requiere de una **bomba sumergible** para que el agua se distribuya. Y si bien puede ayudar a su oxigenación, esta lo hace principalmente por la turbulencia propia del sistema. También podemos usar un **aireador** para mejorar la oxigenación. Si no se dispone de luz eléctrica, se pueden instalar paneles solares, una válvula de ariete modificada o generador eléctrico a combustible aislado prudencialmente.



# DISEÑO ESTRATÉGICO DE MÓDULOS ACUAPÓNICOS



**Adecuaciones** recomendadas para potenciar el uso inclusivo del sistema acuapónico

Existen diseños con alternativas **sustentables**, de bajo presupuesto, inclusivas y de interés social



*Proyecto Spegazzini - A. Tombari*

**¡Se puede diseñar desde la inclusión!**



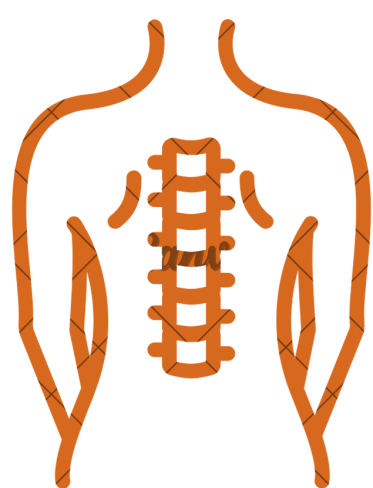
A continuación presentamos, algunas de las adecuaciones posibles, para potenciar el uso inclusivo del sistema acuapónico.

Estas técnicas y herramientas, permiten potenciar la adaptación de cada módulo a la diversidad real de ambientes y personas.





# ¡HABLEMOS DE ERGONOMÍA E INCLUSIÓN!



La **ergonomía** es la disciplina científica que trata las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema, con el fin de adaptar las condiciones laborales a las capacidades y necesidades del ser humano y **prevención de accidentes**, es necesario conocer la normativa para personas con discapacidad física, al momento de diseñar el sistema acuatónico.

## Accesibilidad de personas con movilidad reducida

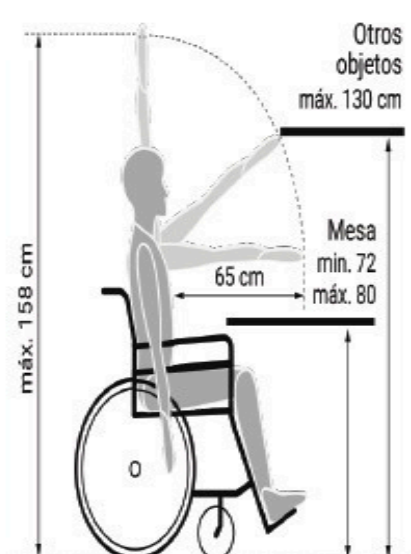
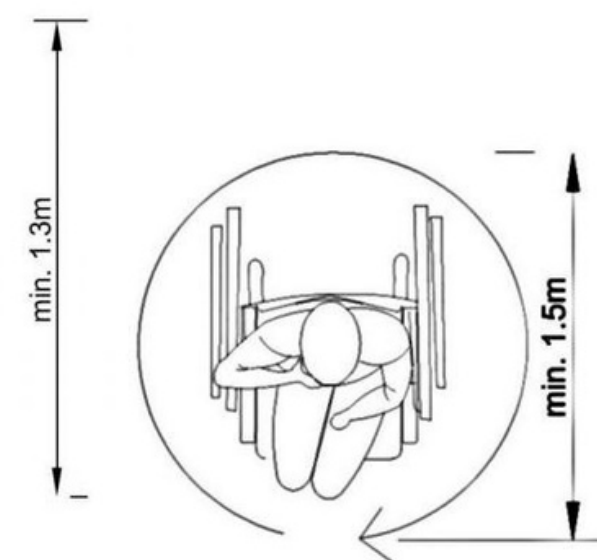
**Ley 24314**  
**Decreto 91497**  
**Modificación de la Ley**  
**N° 22.431**



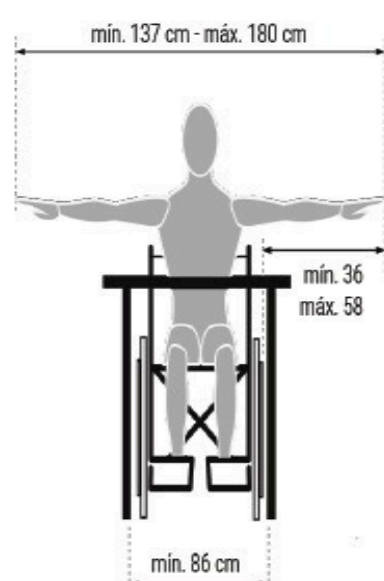
+ info

## A tener en cuenta para el diseño

**Dificultades de maniobra.** Limitan la capacidad de acceder a los espacios y moverse a través de ellos, como pasillos y puertas angostas.



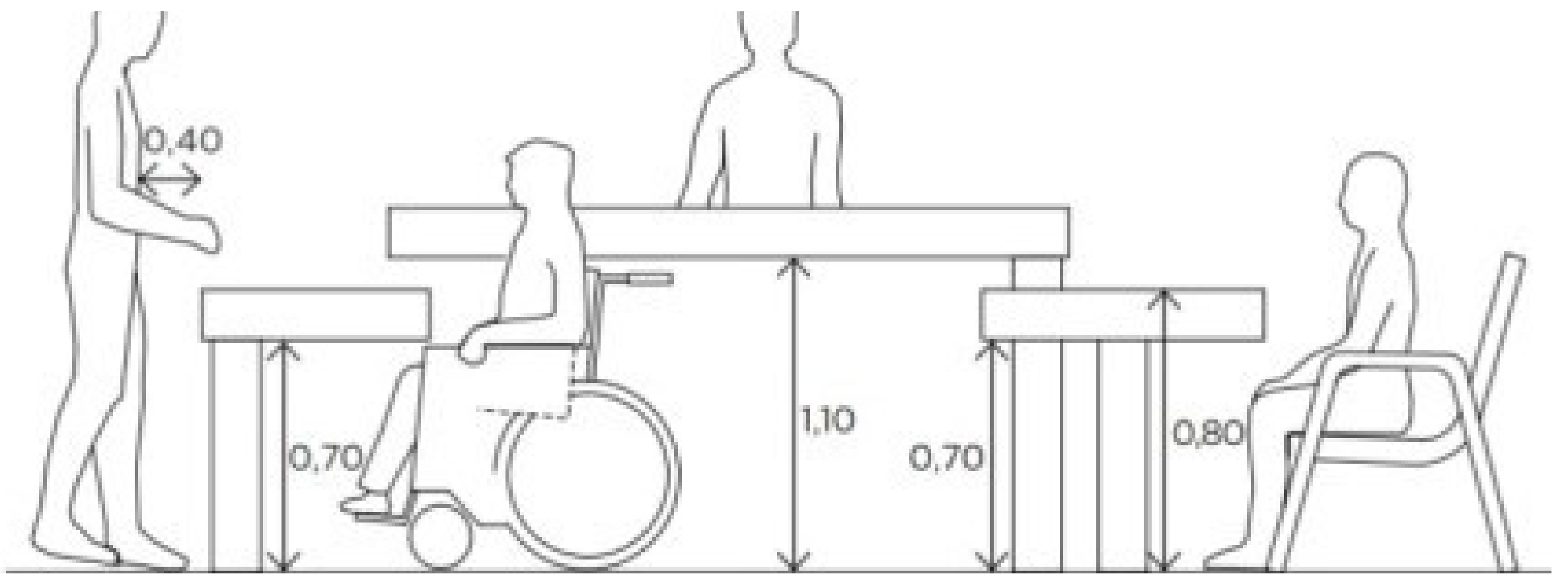
Alturas mobiliarios  
Personas adultas con silla de ruedas



Anchos mobiliarios  
Personas adultas con silla de ruedas

**Dificultades para salvar desniveles.** Aparecen con los cambios de nivel y peldaños.

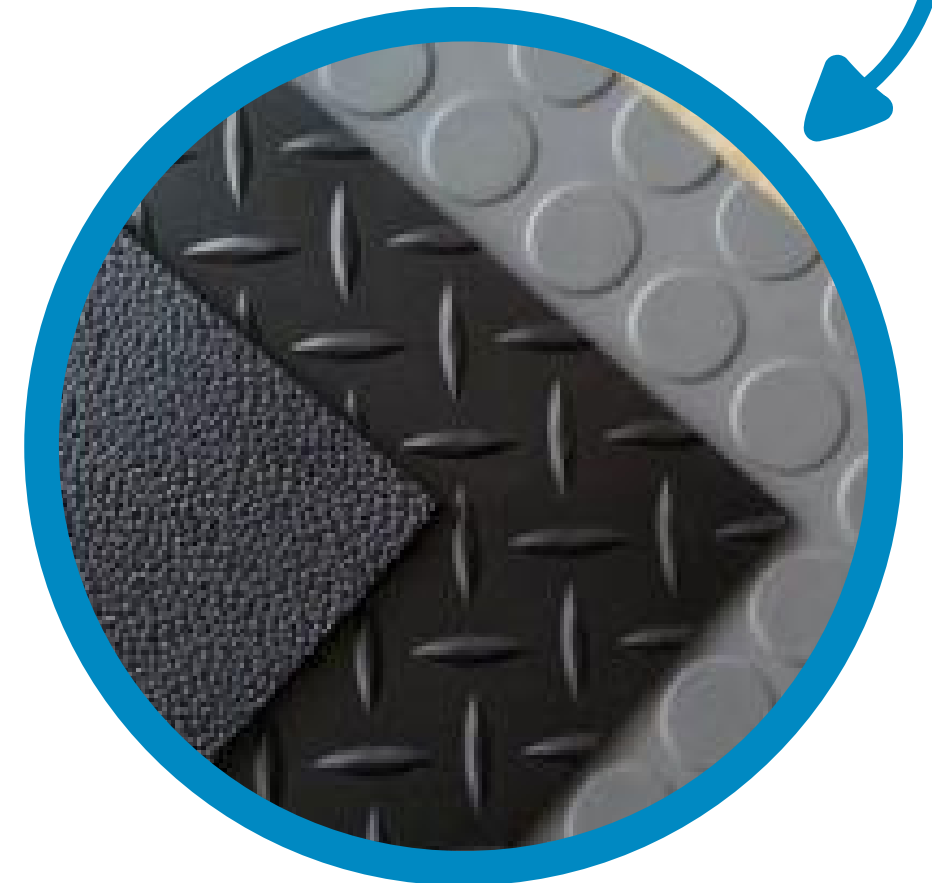
**Dificultades de alcance.** Se evidencia ante la imposibilidad de alcanzar los objetos.



La superficie del suelo deberá ser de un material **antideslizante**

Más recomendaciones

**Concientizar** a las personas que utilizan éste sistema de producción sobre la importancia de la **higiene postural** (es decir, sobre el mantenimiento de la postura correcta del cuerpo durante las realización de las actividades).



Periodos de **pausa** para estirar los músculos de las manos, brazos, hombros, cuello y espalda

**Rotar** por las estaciones de trabajo permite que todos puedan trabajar a diferentes alturas para alternar la postura, reducir el esfuerzo muscular estático y aliviar los síntomas de fatiga.



Impresindible contar con un **botiquín** de primeros auxilios.

## ¡Un plus holístico!

Se destaca que es un lugar **calmo y relajante**. Es importante desde el punto de vista psicológico el **silencio** que se encuentra allí, el **sonido del agua**, la **observación** del nado de los peces y el espacio **verde** que rodea a este lugar. Todo esto genera un refuerzo positivo en la psiquis del ser humano.



# SISTEMAS DE ACUAPONIA HORIZONTAL (SAH)

La opción ideal, si se cuenta con espacio para su instalación, ya que brinda un buen medio para el crecimiento y movimiento horizontal de los peces

**¡Conozcamos las técnicas más habituales de este tipo de sistema!**

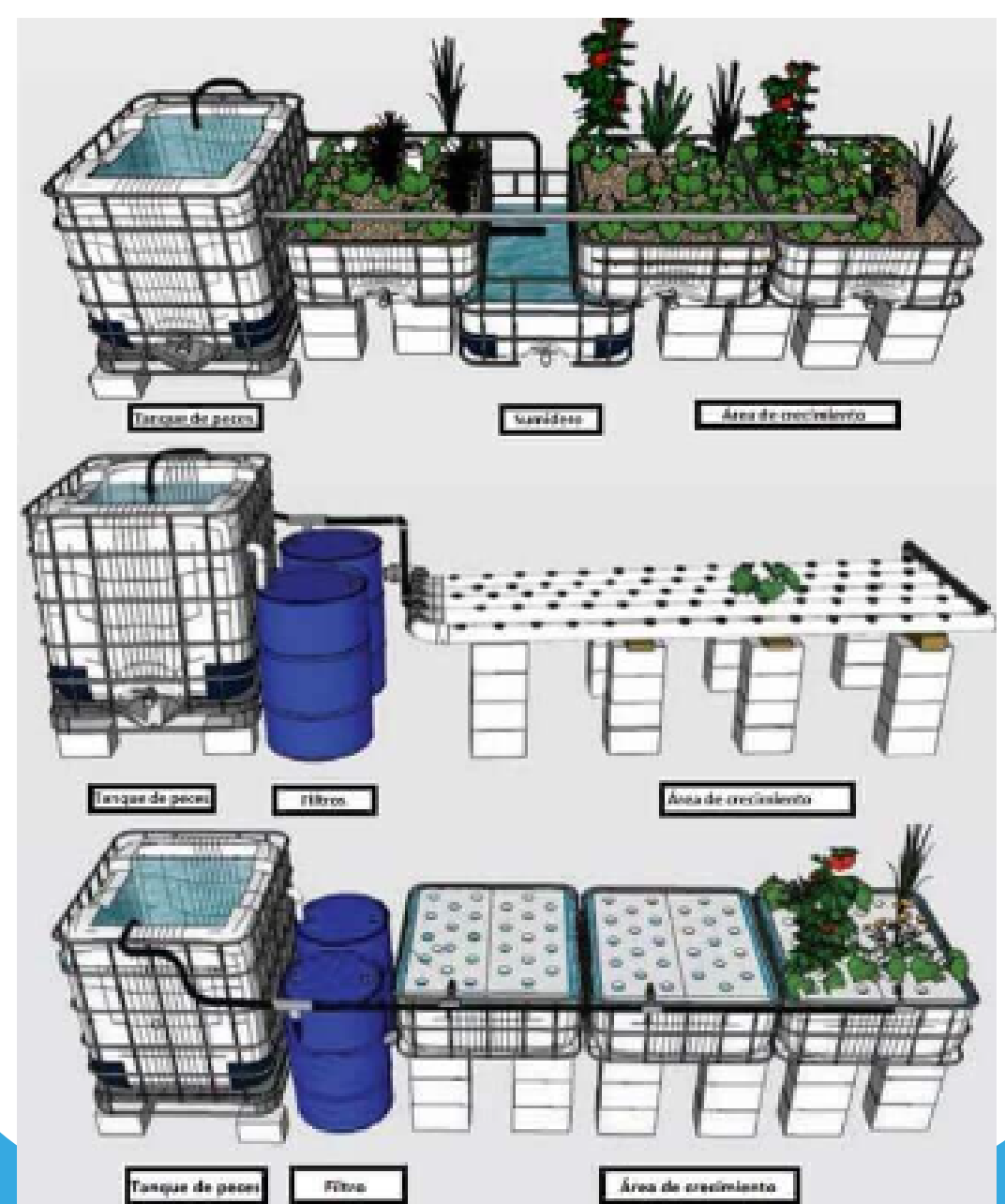
**Camas con sustrato:** son de bajo costo y fácil manejo por su simplicidad. El sustrato sostiene las raíces de los cultivos y además, funciona como filtro biológico y mecánico. La desventaja principal es que tiene más evaporación que otras técnicas.

*¡Excelente sistema para implementar a pequeña y mediana escala!*

**Película Nutritiva (NFT):** es versátil en ensamblaje y requiere poca agua, también permite ahorrar en sustrato. Es ideal para cultivar hortalizas.

*Esquema general de un sistema acuapónico - Fuente: FAO, 2007.*

**Balsas Flotantes:** recomendable para producciones de hortalizas de hoja. Consiste en dejar las raíces sumergidas en agua, porque es fundamental el control en oxígeno y nutrientes.




# SISTEMAS DE ACUAPONÍA VERTICAL (SAV)

El SAV permite una producción **intensiva** de alimentos frescos y de alta calidad, en espacios reducidos

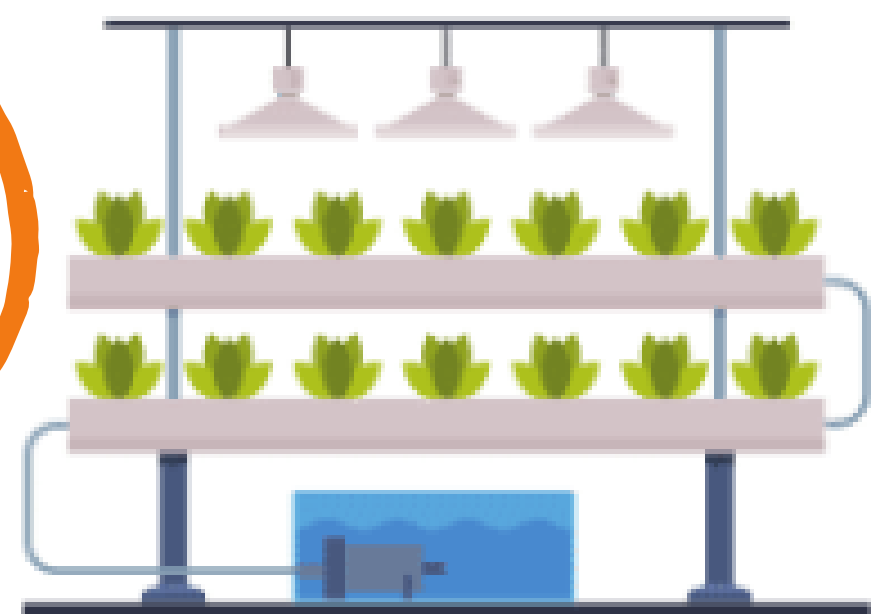
## ¿Cómo es este sistema?

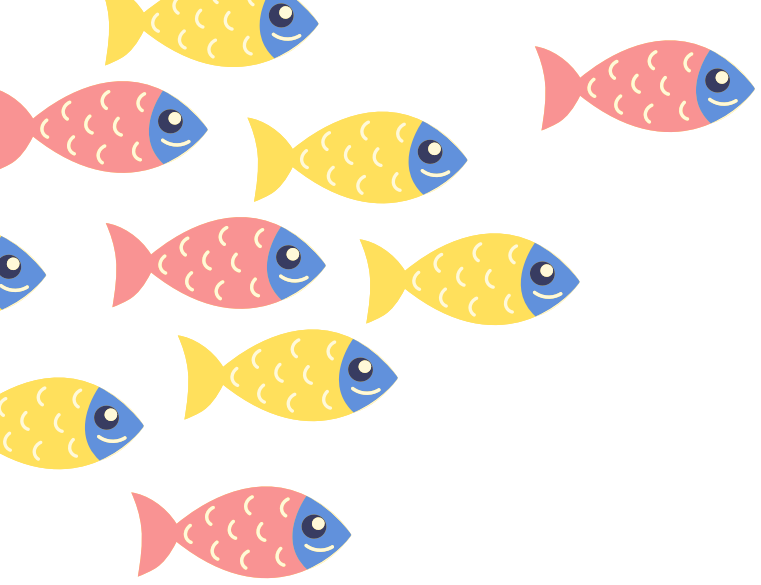
La característica principal de estos sistemas, es que el componente hidropónico se desarrolla en **columnas o pilas**; por lo tanto, requiere menos espacio.

Básicamente, el agua rica en nutrientes proveniente de los tanques de peces es bombeada para alcanzar la altura de las columnas y por gravedad, se distribuye a los pisos inferiores, regresando limpia nuevamente a los tanques de peces.



Los **SAV** tienen la capacidad de producir más alimentos por metro cuadrado y se consideran como una alternativa para mantener la seguridad alimentaria y fomentar la agricultura urbana sostenible.

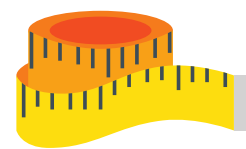




## Ventajas del SAV



### Espacio



Requiere menos espacio horizontal

Tiene la capacidad de producir más alimentos por metro cuadrado, aún que esto es discutible con respecto al SAH

### Versátil



Puede cultivarse en diferentes formas y tener varios pisos de altura.

Se pueden colocar en cualquier lugar, incluso en el hogar.

## Desventajas de un SAV y SAH



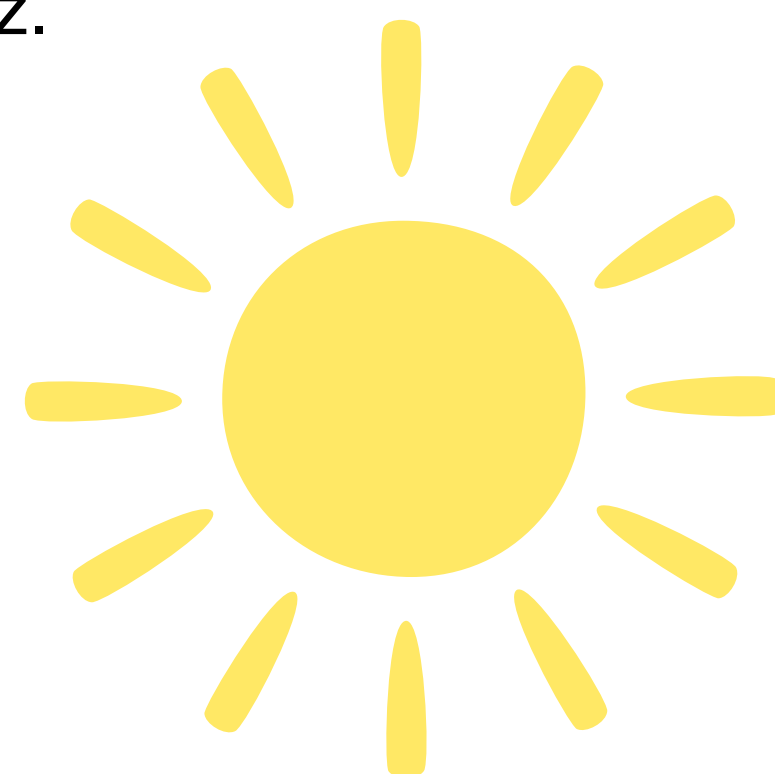
**Obstrucción** y **reducción** de los caudales de agua en las hileras verticales por el biofouling (ensuciamiento) que puede privar de agua a las plantas; de manera que es necesario un lavado rutinario a presión de los componentes del sistema para evitarlo.

Se requiere un **bombeo adicional** para elevar el agua a la parte superior.

Disminución de la luz natural desde la parte superior del sistema hacia la inferior; por lo que se necesitará iluminación artificial para compensar estas pérdidas.

Menor peso de la planta como resultado de los gradientes en la disponibilidad de nutrientes y la intensidad de la luz.

Dificultad para cosechar, debido a la altura.



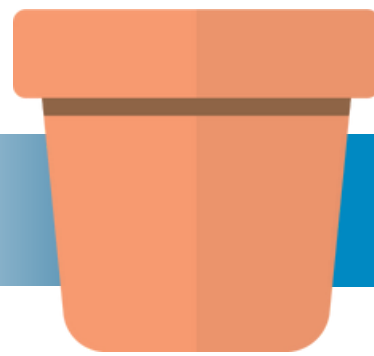
# TORRES DE CULTIVO

## Tubos de PVC

Generalmente son tubos verticales de PVC , con agujeros cortados a los lados, en donde se insertan las plantas.



Acuaponía en macetas verticales - Agrotendencia.Tv



## Macetas apiladas

Son recipientes que pueden ser de barro, plástico u otro material impermeable, que se apilan para el cultivo. Suelen usarse para cultivos más pesados como pepinos o tomates.



Acuaponía en macetas verticales - Agrotendencia.Tv

## Paredes vivas

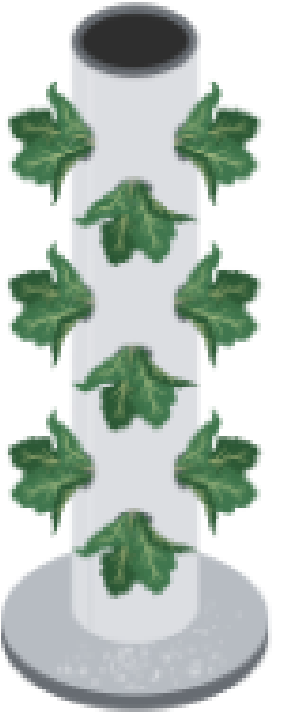
Suelen ser muros en áreas urbanas, que proporcionan además del **ahorro** en los **espacios** de cultivo (ya sea para consumo u ornamentales) un gran aporte de **ahorro económico** y **energético**, ya que proporcionan sombra y reducen la temperatura de los inmuebles donde se colocan.



Acuaponía en macetas verticales - Agrotendencia.Tv

*En algunos casos como los sistemas **NFT**, se requiere de un **filtro** para remover los residuos sólidos del agua antes de llegar a las plantas; a fin de **prevenir** que se pudran las raíces.*

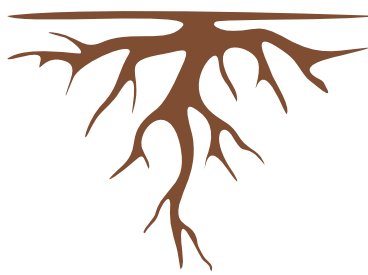
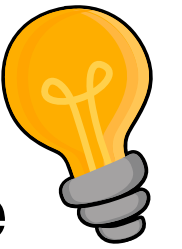
# RECOMENDACIONES



¡A tener en cuenta!



- Iluminación homogénea en toda la columna, natural o artificial.
- Evitar, en lo posible, la influencia del viento y el clima, lo que puede afectar la producción.
- Colocar ventilación en invernaderos, disponiendo de las unidades de cultivo para que el aire fluya libremente entre ellas.
- Asegurar un flujo constante de agua rica en nutrientes.
- Escoger un medio inerte apropiado como fibra de coco y lana mineral para que las raíces de las plantas se establezcan fácilmente.
- El recipiente en el que crecerán las plantas debe ser impermeable a las raíces para permitir una fácil extracción de la planta y sus raíces.
- El medio para el crecimiento de las plantas debe permitir que fluya suficiente agua de regreso a los peces.



## ¡Controlar la calidad del agua es fundamental!



- Controlar el **Oxígeno** resulta importante ya que su disminución puede causar la muerte de los peces y las bacterias. Por lo que el sistema de aireación debería estar en funcionamiento constantemente.
- La **dureza** del agua, ayuda a contrarrestar la acidez de los procesos de nitrificación.
- El **pH** debe regularse para que no se acidifique el agua, teniendo en cuenta los requerimientos en función de las necesidades óptimas de cada especie del sistema. Así mismo, es importante para la asimilación de nutrientes para los cultivos y mantiene las condiciones óptimas para los peces.
- **Temperatura**, este parametro debe ajustarse exclusivamente a partir de los requerimientos de las especies que incluya el sistema acuapónico.
- La **conductividad eléctrica** o la **salinidad** del agua se recomienda ajustar según los requerimientos de las especies con las que se trabaja.

La recirculación del agua es vital para el funcionamiento del sistema y garantizar la oxigenación permanente del mismo. Para ello es necesario contar con una bomba sumergible la cual debe tener características asociadas al tipo de sistema que vamos a montar.

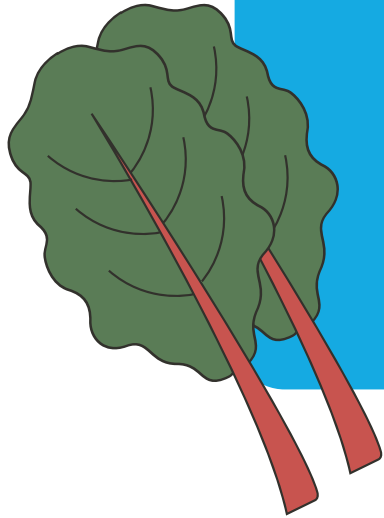
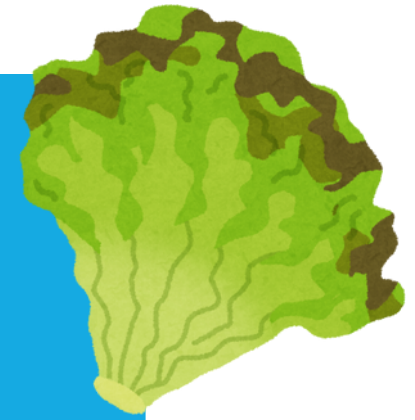




# CULTIVOS RECOMENDADOS PARA SAV



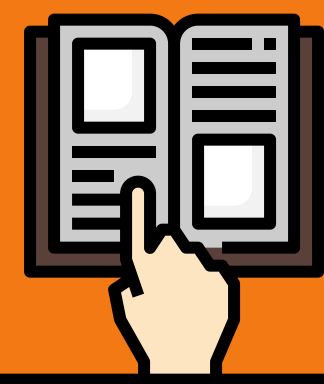
Se recomiendan principalmente, cultivos de bajo peso, como los vegetales de hoja y crecimiento bajo a moderado.



Tales como lechuga, espinaca, acelga, albahaca, perejil y frutilla.

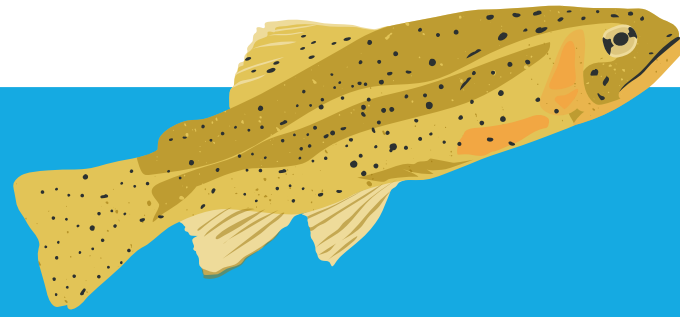


## ¡Un dato interesante!



Un sistema acuapónico puede producir **32** plantas por m<sup>2</sup>, dependiendo de la especie de vegetal; mientras que usando el sistema de **paredes vivas** se pueden producir **98** plantas por m<sup>2</sup>.

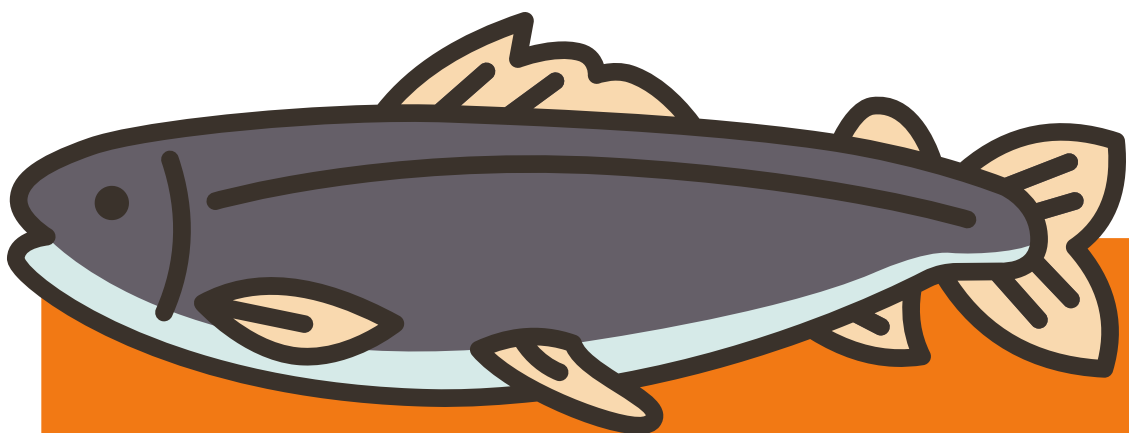
# ¡HABLEMOS DE PECES!



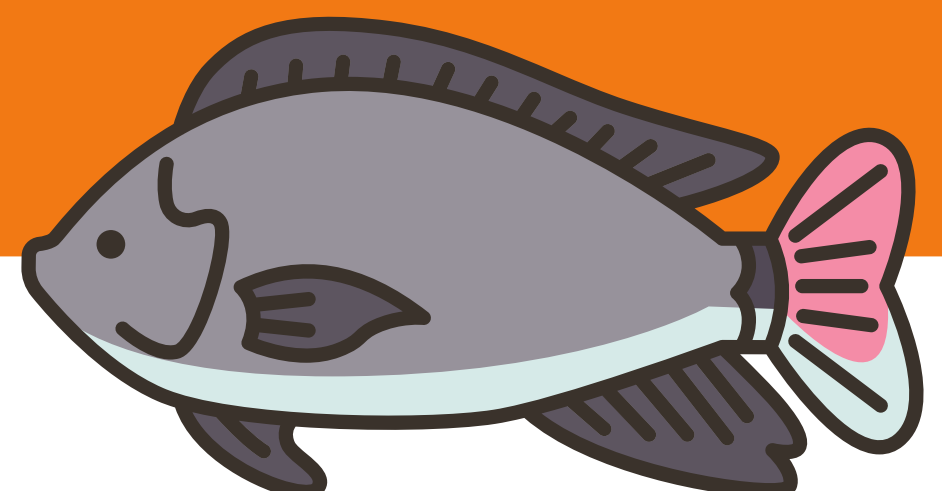
Es importante tener en cuenta, que antes de establecer los peces en el módulo el agua debe estar acondicionada y con tiempo suficiente para que las bacterias se puedan multiplicar. Posteriormente se incorporan los peces y por último los cultivos vegetales.

Para la selección de la especie acuática es necesario tener en cuenta la disponibilidad de recursos y espacio físico, así como también, tener definido el objetivo productivo (ornamental-alimento-otro). Por otro lado, no olvidar los requerimientos fisicoquímicos, la adaptabilidad, el rango de tolerancia de oxígeno, pH y temperatura, origen y costos etc. de cada una de las especies a involucrar en el sistema acuapónico.

**¡NO OLVIDAR  
INVESTIGAR LOS  
REQUERIMIENTOS  
DE CADA ESPECIE  
ANTES DE INICIAR  
EL PROYECTO !!**



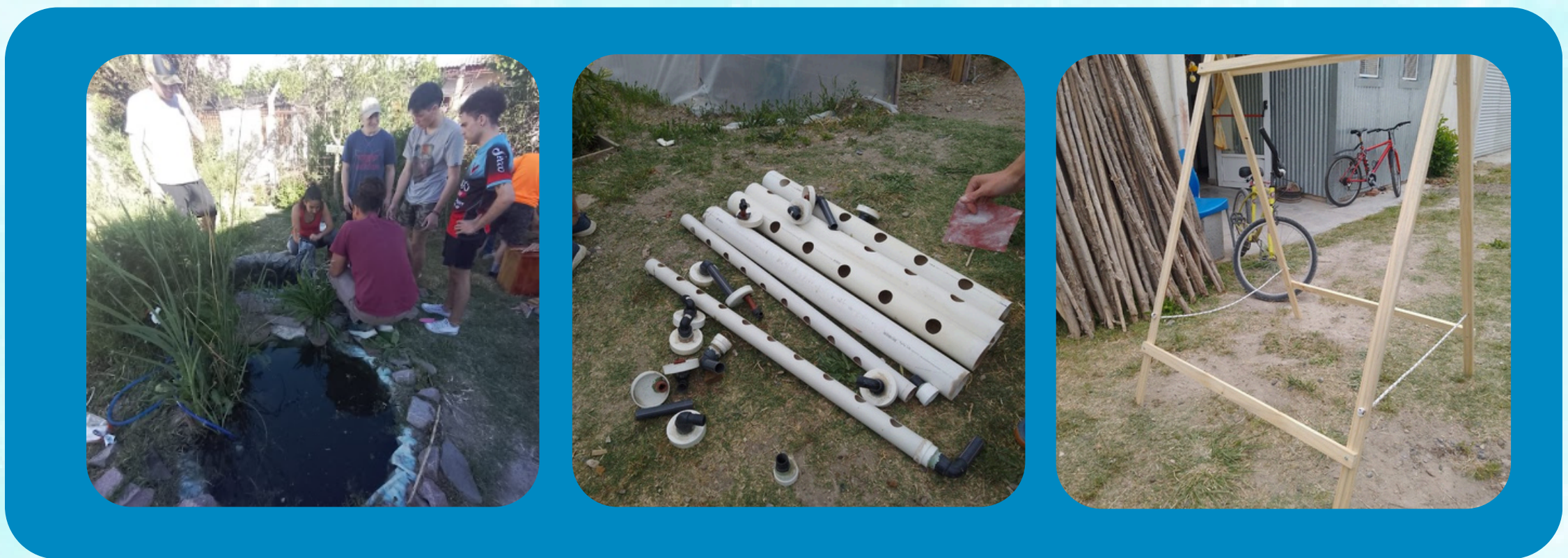
Los peces más utilizados a nivel mundial en la acuaponía, son la tilapia (No permitida en Río Negro) y la trucha, por el rango de temperatura que toleran y por el valor de su carne.



# CONSTRUCCIÓN, DESARROLLO Y MANTENIMIENTO



Sistemas acuapónicos **funcionales** y fácilmente **replicables**



## Consideraciones previas

Para iniciar a construir el sistema acuapónico, debemos tener en cuenta los siguientes aspectos



# SISTEMAS BÁSICOS DE ACUAPONÍA

Listado en orden de los pasos **generales** a seguir

1

Preparar el lugar donde estarán los peces ya sea una **pecera** (recordar que siempre deben estar apoyadas sobre cartón o telgopor para absorber las vibraciones del medio), un **estanque** o una **pileta**. El agua debe estar oxigenada, limpia y sin cloro.

Armar el **sistema** que hayamos elegido para nuestro módulo, teniendo en cuenta que las conexiones eléctricas y de agua tienen que estar cercanas.



2

Cuando tengamos el agua y el módulo listo, el próximo paso será el agregado de agua, el acondicionamiento de la misma y el tiempo suficiente para la multiplicación de bacterias. Posteriormente colocar los **peces** en el agua para que vayan nutriendo la misma.

3

Por último colocaremos las **plantas** y controlaremos nuestro sistema, por cualquier eventualidad o requerimiento en nuestro módulo.



4

## Sistema en bandeja

Perforamos la plancha de telgopor haciendo cada orificio a una distancia de al menos **15 cm** entre uno y otro, esto dependerá de la planta que elijamos. Los 15 cm son si nuestra idea es que la planta quede **fija** ahí. Si solo queremos que se forme el plantin y luego **trasnplantarla**, podemos hacer los orificios a **9 cm** de distancia.

Los plantines se fijaran mediante esponjas o vasitos con sustrato inerte, que se insertaran en los orificios del telgopor, teniendo en cuenta que las raices deben estar en contacto con el agua.



## Sistema de tubos



Perforamos con una mecha copa, el tubo de PVC

Para la unión colocamos una reducción en uno de los extremos del caño y luego un codo. Cada unión se sellará con **silicona** o también se puede utilizar caños que vienen con su o ring.



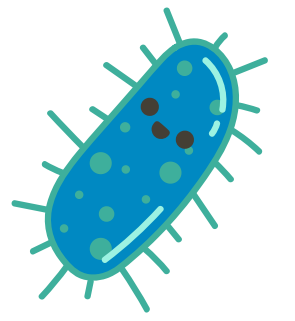
Cada caño se sujeta al lateral del caballete de madera, con **ganchos omega** que serán atornillados. Así hasta completar la secuencia de cada lado.

## Armado del estanque



Principales elementos :

- Estanque
- Bomba
- Aireador con manguera y piedra difusora
- Anticloro

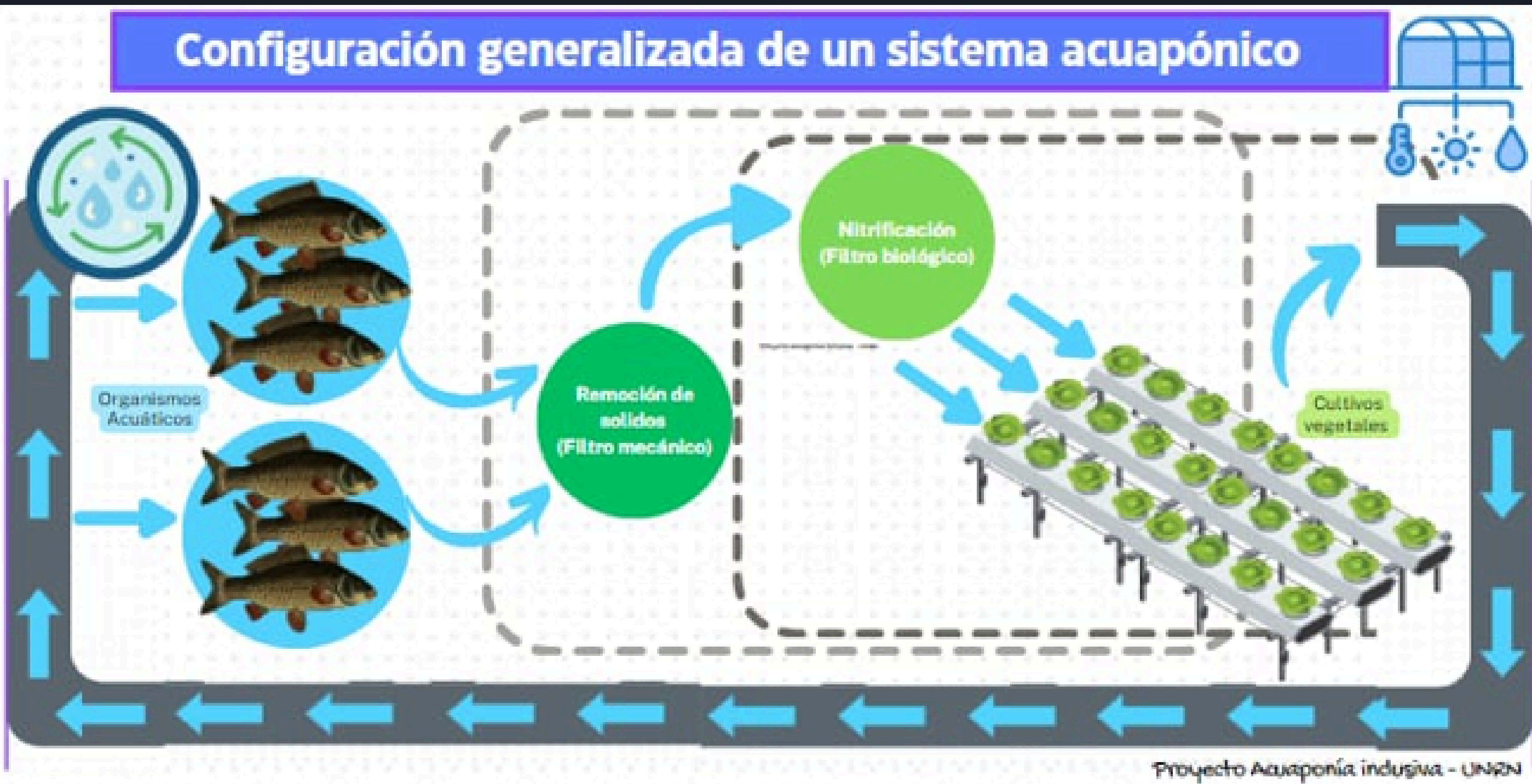


Para un uso eficiente y una mejor calidad de vida para los peces se recomienda incorporar un **sistema de filtrado**. Este sistema incluye filtro físico, biológico y químico. Lo ideal es usar los tres, pero se puede usar uno o combinación entre ellos. Su uso, al igual que el aireador, debe ser continuo, para proporcionar el oxígeno que las bacterias y los peces necesitan.



La aireación y un buen filtrado del estanque son fundamentales cuando tenemos altas temperaturas ambientales, ya que en esas condiciones el oxígeno se disuelve poco en agua.

### Configuración generalizada de un sistema acuapónico



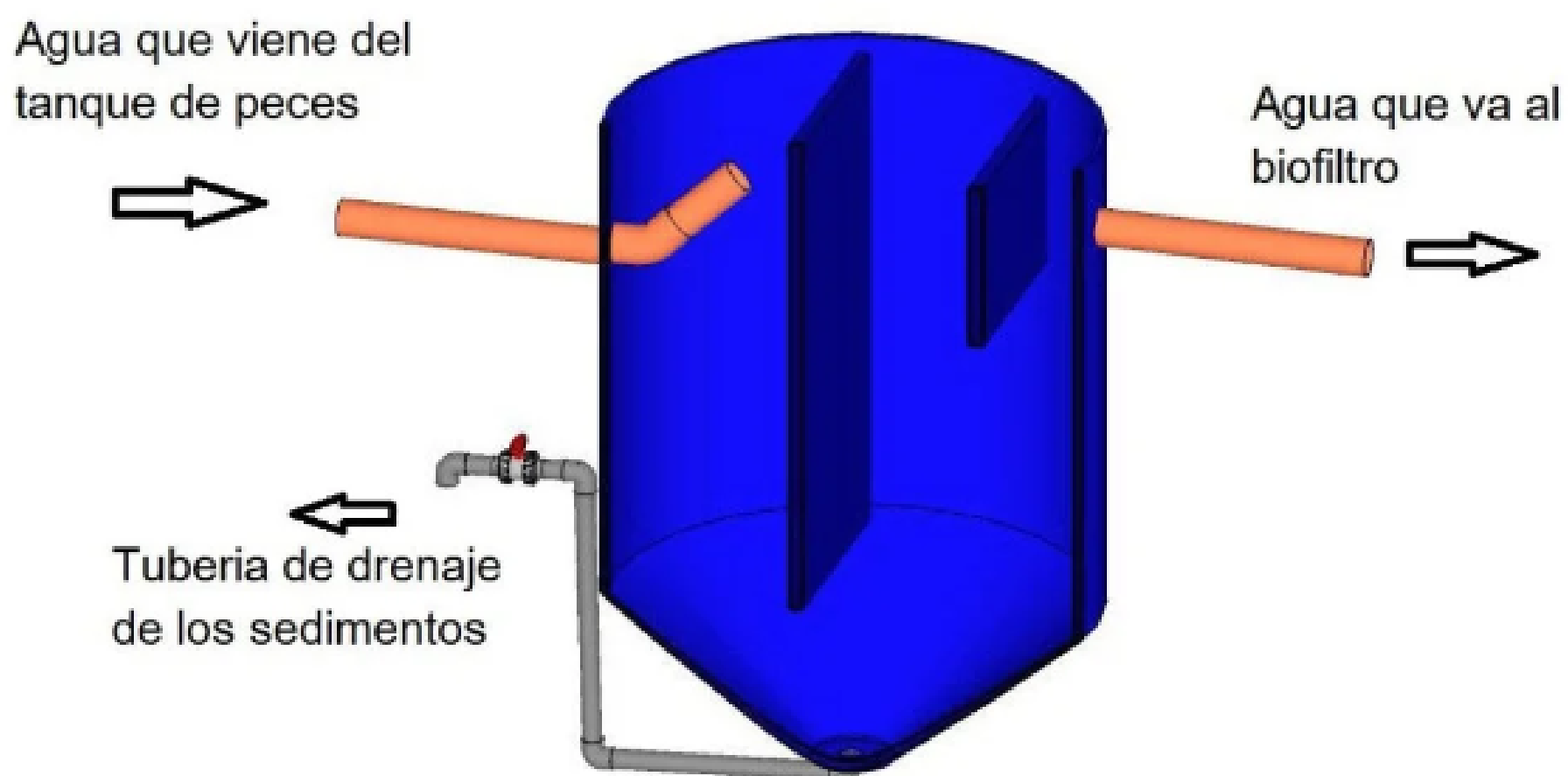
Los filtros de esponja son una opción estratégica a considerar, ya que realizan filtración física al retener partículas. También tienen una función biológica porque en ella se fijarán las bacterias que transformarán el nitrógeno tóxico de los desechos, en nitrógeno aprovechable por las plantas.



## Filtración mecánica

- Este proceso permite separar y remover los desechos sólidos en suspensión (Heces de peces, restos de alimento, etc.)
- Los desechos deben ser removidos o podrían liberar gases tóxicos al acumularse y descomponerse enfermando a los peces y las plantas.
- Aplicando principalmente, el método de decantación o sedimentación para sólidos de gran tamaño y distintos tipos de filtración para partículas menores, sumado a técnicas de separación de los desechos flotantes.
- Además, cumple la función de acumular periódicamente desechos en un sitio determinado, para que ocurra naturalmente el proceso de la mineralización, es decir la liberación de nutrientes al agua.
- Una vez removidos los sólidos perjudiciales, el agua es dirigida a los filtros biológicos o biofiltros.

### Filtro mecánico tipo Tanque de sedimentación



Esquema de un filtro mecánico - Agrotendencia t.v.



## Biofiltros

Los filtros biológicos proveen una superficie suficiente para el desarrollo de colonias de bacterias nitrificantes. Estos se pueden implementar usando diferentes materiales y de diversas formas, como por ejemplo las tapitas plásticas de gaseosas previamente saneadas. Dependiendo de la modalidad y la ingeniería del biofiltro, será sumergido permanentemente o tendrá baños periódicos con el agua, lo importante es garantizar que las bacterias alojadas en dicha superficie, puedan tener acceso al amoníaco y al oxígeno del sistema.



Diversos materiales inertes para biofiltros - CENADAC



¡RECICLEMOS!



Módulo acuapónico INTA - Ayelén García



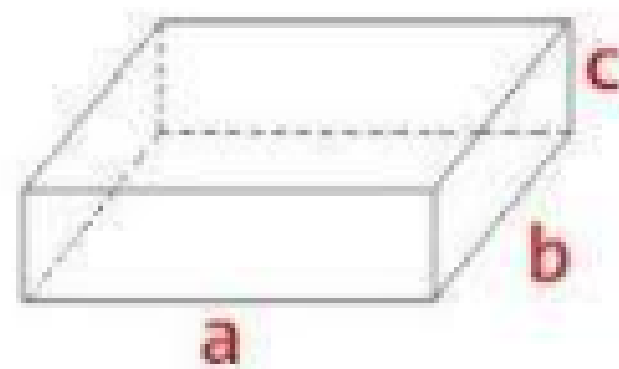
## ¿ Cómo se controla el volúmen de agua?



Este cálculo es necesario no solo para saber el volúmen de agua a utilizar para los peces, sino para estimar el peso que tendrá que soportar la superficie donde se apoye.

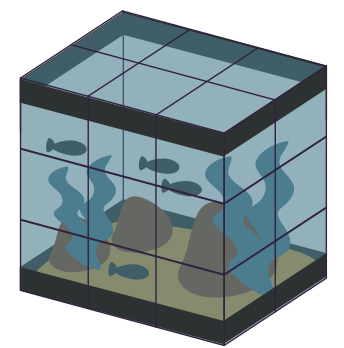
Asimismo, el volúmen será útil para calcular la dosis de anticloro; la dosificación de medicación en caso de enfermedad y la cantidad de peces que pueden entrar en ese estanque.

Largo: a  
Ancho: b  
Alto : c



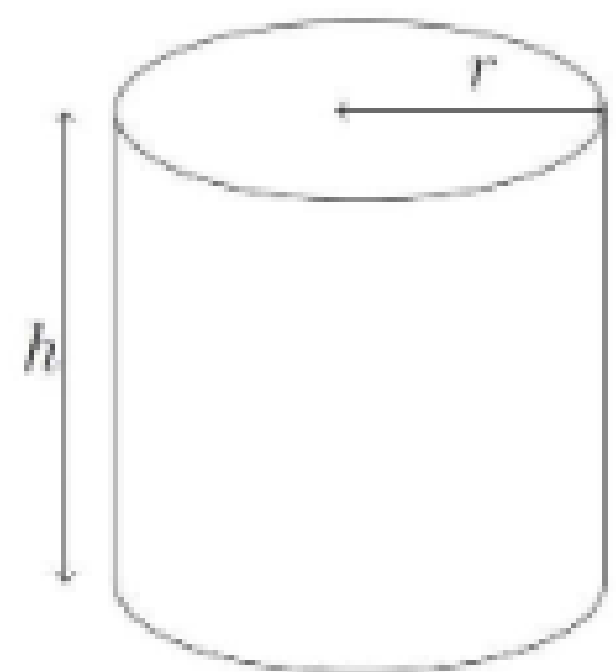
Volumen:  $a \cdot b \cdot c$

Para realizar el cálculo del volúmen, bastará con identificar la figura geométrica del estanque, tomar las medidas y buscar la fórmula de volúmen para ese cuerpo.



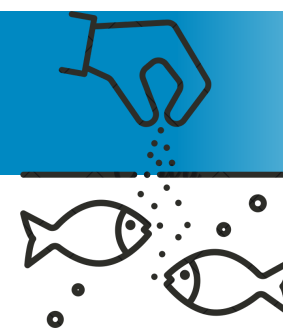
En caso de enfermedades en peces, es necesario aislar en otro estanque los ejemplares afectados del sistema acuapónico, para poder tratarlos y que la medicación no sea absorbida por los vegetales y que la enfermedad no se propague.

¡Tener siempre en cuenta, la forma del estanque!



$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

## Alimentación de los peces



En este punto es necesario tener en cuenta si los peces son **carnívoros**; **herbívoros** u **omnívoros**; si están adaptados a comer de superficie, de fondo; si comen alimento vivo; fresco o seco.

Si los peces son de acuarismo y de agua fría como carpas y goldfish, necesitan una buena proporción de fibras, por lo que se recomienda tener plantas naturales o suplementar con vegetales de hoja verde cocida, como espinaca.

Las **plantas acuáticas**, tanto sumergidas como flotantes también cumplen la función de actuar de soporte al momento de desove y como refugio.

La mayoría de los **peces de acuario comunitario**, que son aquellos que pueden convivir armónicamente con otras especies, generalmente son omnívoros y se desarrollan bien con alimentos de buena calidad, pero sin mayores exigencias.

Los **carnívoros** son los que demandan mayor cantidad de proteína en su dieta o alimento vivo como caracoles acuáticos, insectos, crustáceos, lombrices, peces pequeños, etc.

Para el caso de los **peces de consumo**, los alimentos se venden ya formulados para cada especie, por ejemplo para truchas y pejerreyes. Las carpas también son un recurso fácil de conseguir, se alimenta con desechos de comida como granos, caracoles, lombrices, hojas, etc.

Una buena nutrición, sumada a las buenas condiciones y calidad de agua, asegura un desarrollo prolongado y sano de los ejemplares



Módulo acuapónico INTA- Ayelén García

En todos los casos, es recomendable alimentar los peces varias veces al día con poca cantidad de alimento y no mucha comida en una sola dosis.

En este último caso el excedente no es consumido y termina descomponiendo la calidad de agua, pudiendo matar a nuestros peces.



## Limpieza y maduración del sistema

La higiene del estanque se realiza en gran parte por las raíces de las plantas, sin embargo nunca está de más agregar un filtro o sistema de filtros que se mencionaron anteriormente, los cuales deberían limpiarse semanal a quincenalmente dependiendo de la cantidad de peces y tipo de dieta que tengan y de los recursos disponibles.

Es importante también, mantener el nivel de agua del estanque constante, debido a que parte del volumen se pierde por evaporación.



La maduración del sistema, es el período necesario para la formación de la colonia de bacterias beneficiosas para el sistema acuapónico (requiere entre 3 y 5 semanas).

Es fundamental mantener el agua en condiciones para no fomentar el desarrollo de algas o patógenos.

# ANTECEDENTES DE INTERÉS



Sistemas acuapónicos **funcionales** y fácilmente **replicables**, que involucran diversos objetivos de producción con **perspectiva social**

¡Veamos algunos ejemplos de interés, con módulos acuapónicos diseñados para distintos propósitos y contruidos con diversos materiales, que pueden resultar inspiradores!



A continuación, se presentan algunos casos a tener en cuenta para replicar con adaptaciones al propio sistema.

# ACUAPONÍA INCLUSIVA

-Proyecto del **Galpón amarillo**-

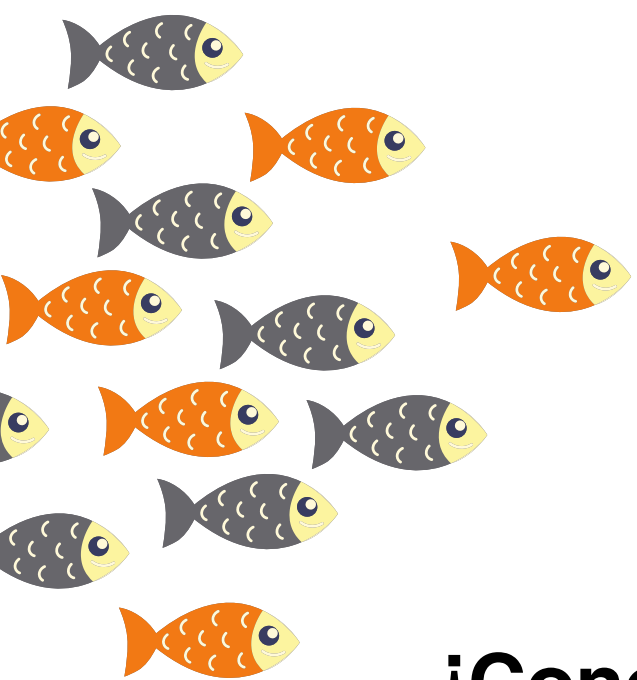
## ¿Qué es el Galpón amarillo?

Es un espacio de integración que brinda actividades recreativas y de desarrollo para niños y adolescentes. Ubicado en el Barrio Zatti de Viedma en Río Negro. Forma parte del Programa Provincial de Espacios Comunitarios de Organización Social (ECOS) de la Secretaría de Niñez, Adolescencia y Familia (SENAF).



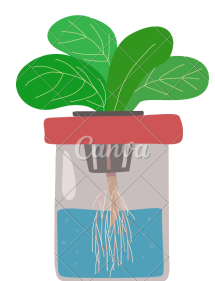
## ¿En qué consiste el proyecto y quienes participan?

El proyecto es realizado por un equipo interdisciplinario de estudiantes de la UNRN en conjunto con el grupo de trabajo del taller de huerta del Galpón amarillo. El mismo consiste en realizar un módulo sencillo de acuaponía con materiales **recilados y reutilizados** (en su mayoría), para analizar la utilidad del sistema desde un enfoque sostenible, social y educativo; teniendo como prioridad la participación activa y conciente de las personas que asisten al lugar.



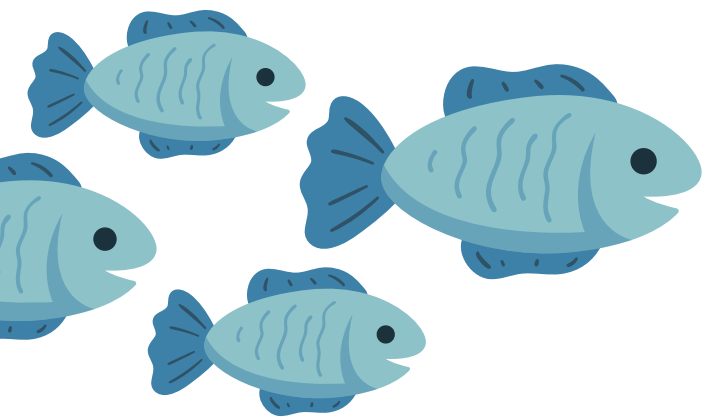
Se utilizó el modelo de bandejas, **reutilizando** cajones de pescado. También se **reutilizaron** estanques ya existentes en el lugar y se colocó una pequeña bomba sumergible. Esta última es para impulsar el agua desde el estanque hasta los cajones

## ¡Conozcamos las plantas y peces del proyecto!



En este caso en particular se utilizaron **plantas** principalmente aromáticas tales como romero, albahaca, menta. Se espera poder sumar otras plantas de cultivo y no solo plantar por esqueje, sino también por semillas o plantines.

Los **peces** que se utilizaron fueron ***Corydoras paleatus*** (Barrefondos), ***Cyprinus carpio*** (Carpa común) y ***Jenynsia lineata*** (Jenynsia). Estos se caracterizan por su resistencia frente a condiciones desfavorables y toleran parámetros ambientales, como el cambio de temperatura, cloro en el agua, cantidad de oxígeno, y porque son especies disponibles en nuestros ambientes.



## ¡Dato interesante!

Las **carpas** son una especie exótica e invasora en el Río Negro, por lo que utilizarlas para estas actividades, de manera controlada, aislada y responsable, puede ayudar a su reducción y control en el recurso natural, aprovechando el mismo.



El módulo instalado

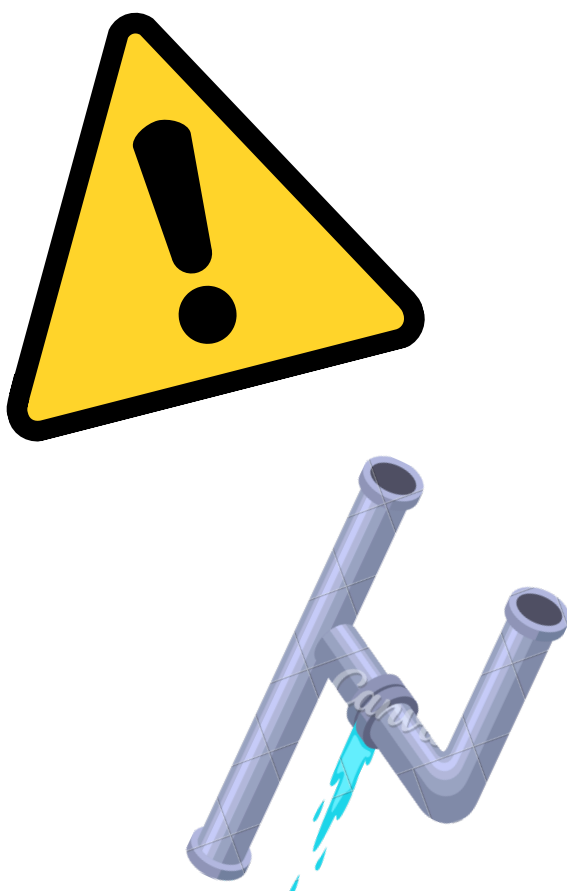
Inti profe de huerta y percusión en el Galpón



Grupo de trabajo pescando

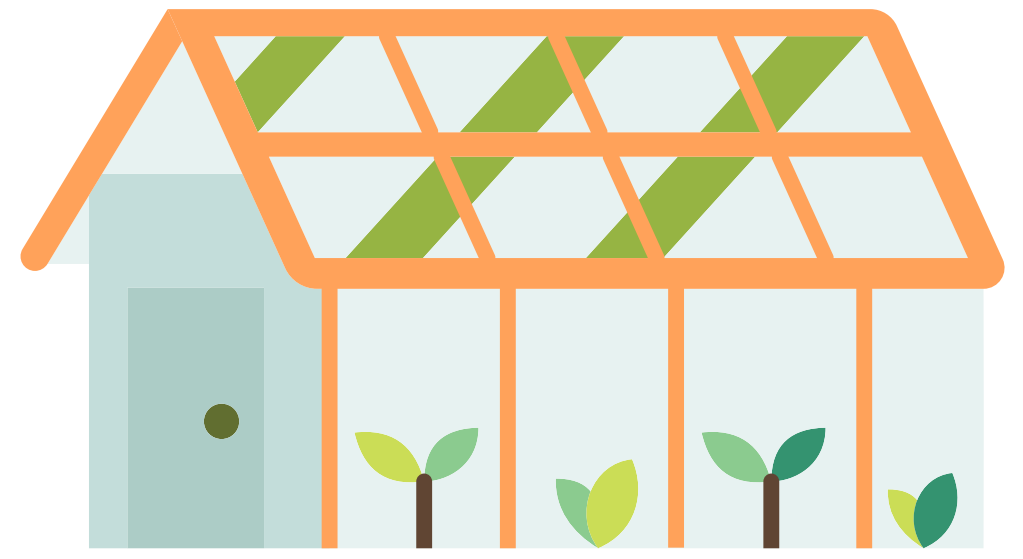
Es muy importante **adaptar** el sistema acuapónico las necesidades y condiciones locales para poder hacer un uso eficiente del mismo.

## ¿Hubieron dificultades?



¡Claro que si! La idea inicial era armar un sistema de caños con caballetes, pero este sistema tenía muchas filtraciones. Probamos con diversos pegamentos pero seguía filtrando, por este motivo decidimos cambiar el sistema y hacerlo en bandejas. Decidimos reutilizar cajones de pescado, de esta manera el sistema ya no filtra y es igual de funcional.

# ACUAPONIA E INVESTIGACIÓN



## La acuaponía como alternativa productiva para economías regionales de la Patagonia Norte

David Casimiro - Andrea Tombari

### ¿Por qué investigar la acuaponía?

La implementación de la acuaponía es una herramienta clave en zonas áridas o desfavorables, representa una alternativa viable y con gran potencial para el cultivo de peces y crustáceos ya sean ornamentales o de consumo, así como también para la diversificación productiva a pequeña y mediana escala.

### ¿Dónde se encuentra instalado?

INTA - Estación Experimental Agropecuaria del Valle Inferior del Río Negro EEA, Viedma R.N.



### El sistema acuapónico

Permite generar productos de calidad y un sistema de innovación en gestión eficiente de recursos.

Este caso evidencia como el sistema puede adaptarse a los recursos disponibles y desarrollarse en un espacio reducido y en simultaneo con la producción de cultivos para consumo familiar.

La acuaponía es una herramienta con gran potencial para investigación, ya que permite analizar de un modo directo y específico, todas las variables del sistema, tanto las especies, como sus interrelaciones e interacciones con los componentes abióticos). Además, se puede aislar o combinar variables de interés para su posterior estudio científico.

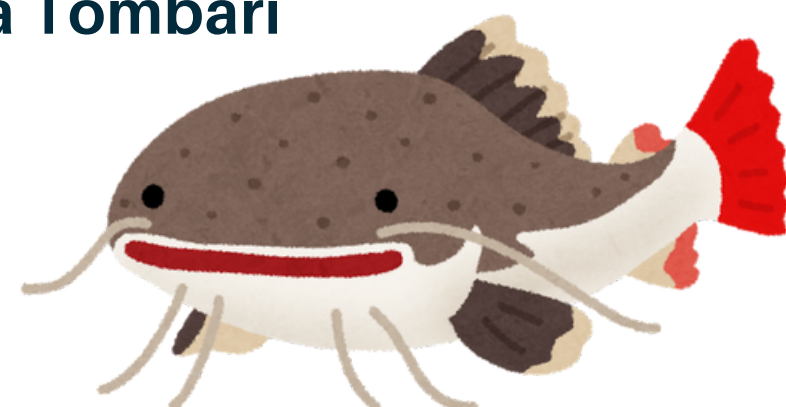


# ACUAPONÍA Y EDUCACIÓN

## ENSEÑAR ACUAPONIA ES APOSTAR A UN MEJOR FUTURO

Proyectos de extensión y voluntariado

Dra. Andrea Tombari



Las iniciativas educativas, a cargo de la profesora y bióloga Andrea Tombari, se diseñaron y desarrollaron en distintos colegios técnicos de nivel medio de las ciudades de Viedma y Patagones (C.E.T. n°11, el C.E.T N°06 Y Spegazzini) como proyectos innovadores de educación ambiental, que se caracterizaron por su modalidad de taller, su carácter multidisciplinar y el contacto directo con la naturaleza.

Se enfocaron en lograr un aprendizaje integral y superador, a partir de la participación activa de los estudiantes y la comunidad educativa en conjunto, incorporando los saberes teóricos aplicados a técnicas y conocimientos prácticos claves en acuaponia. Potenciando la creación de nuevos conocimientos a partir de la experiencia de trabajo y el intercambio gestado en el taller.

Este trabajo permitió además, abordar problemáticas actuales de relevancia, con el fin de visibilizar, concientizar y accionar sobre las especies acuáticas y cultivos de interés biológico, productivo, económico y social.

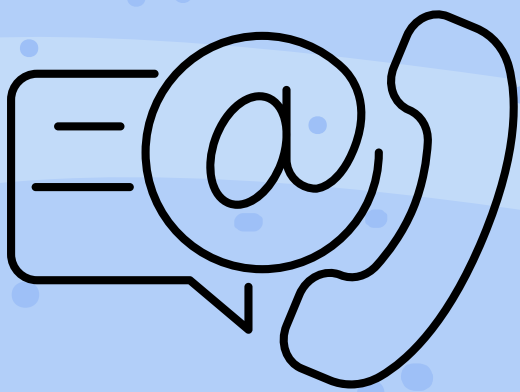
La construcción de conocimiento conjunto y dinámico, le permiten a las nuevas generaciones ser partícipes activos y comunicadores efectivos, generando un cambio de paradigma y conducta en materia ambiental, con beneficios extendidos en la sociedad y con la posibilidad de potenciar la soberanía alimentaria de la región.





# COMUNIDAD ACUAPÓNICA

¡SIGAMOS APRENDIENDO JUNTOS!



Compartimos algunos contactos de interés por cualquier consulta, recomendación o duda sobre el diseño, armado o mantenimiento del sistema acuapónico.

- <https://agrotendencia.tv/contacto/>
- <https://naaee.org/npeee/workbook.pdf>

Laboratorio de Bioecología y  
Calidad Ambiental Acuática



Página web del proyecto.  
Posee información de  
gran utilidad

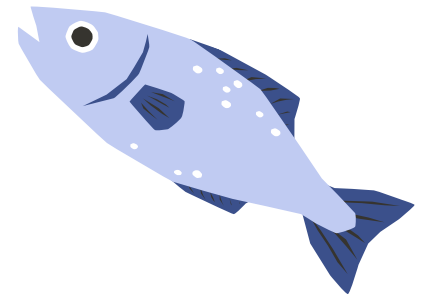


# ANEXO I

---

¿Cómo aprovechamos las carpas acuapónicas en la cocina?

---



¿Cómo?



Una excelente opción es utilizarlas para elaborar un delicioso plato de comida. Si bien su carne no es la mas sabrosa de todos los pescados y posee espinas, lo cierto es que con una buena limpieza, sazón y cocción las carpas pueden contribuir a nuestra dieta.



Nutricionalmente su carne posee un contenido **alto en ácidos grasos insaturados**, lo que la hace muy recomendable, además de ser una fuente de proteínas.

Te dejamos una receta para que pruebes este delicioso pescado y aproveches al máximo nuestros recursos



# CARPA A LA PLANCHA CON LIMÓN Y ROMERO



## Ingredientes

- Carpa de 2 kilos aproximadamente
- Varias ramitas de romero
- Dos limones
- Aceite
- Sal y pimienta
- 4 cucharadas de bicarbonato de sodio
- 60 ml de vinagre



## Preparación

### 1. Limpiar el pescado

Para sacarle el gusto a barro de las escamas vamos a sumergir el pescado en un bowl con agua y bicarbonato. Lo dejaremos tres horas, cambiándole cada media hora el agua y volviendo a colocar bicarbonato. Transcurrido el tiempo le colocaremos un chorro de vinagre y limpiamos bajo agua.

Le cortamos las aletas, abrimos al medio y quitamos la espina central.

### 2. Preparar la plancha

En la plancha colocar un chorrito de aceite de oliva o girasol, unas ramitas de romero y unas rodajas de limón. Mientras se calienta pincelamos el pescado con jugo de limón y una vez que la plancha esté caliente colocamos el pescado por aproximadamente 8 minutos de cada lado. Si vemos que está muy seco podemos agregar más jugo de limón.

Una vez que el pescado esté dorado apagamos el fuego y colocamos la tapa por unos minutos.

### 3. ¡Disfrutar!

