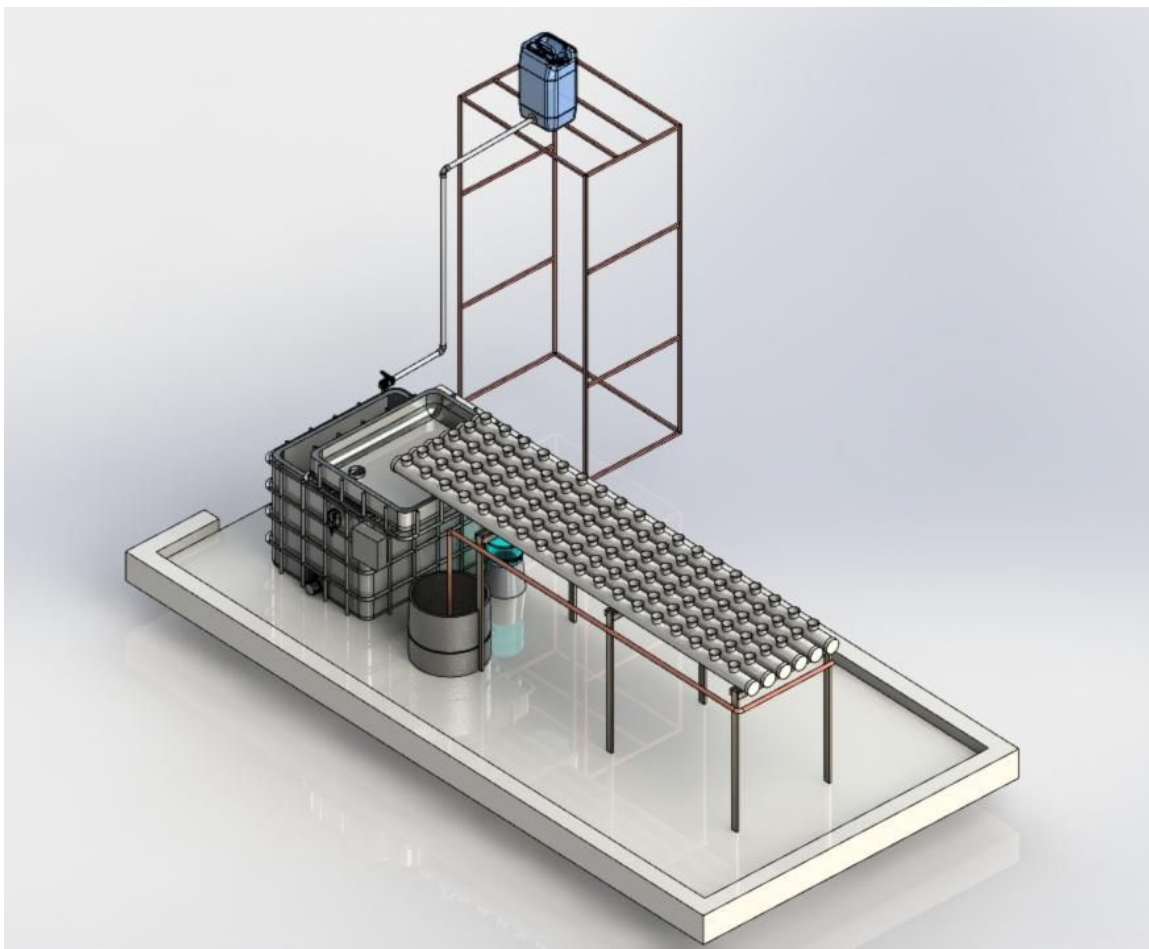


## **Circuito autosostenible de acuaponía: *de peces a plantas***

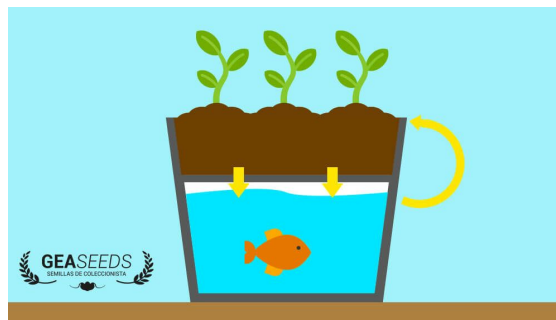


***Rosario / Argentina***

***Octubre 2018***

### ¿Qué es la Acuaponia?

La acuaponia es la combinación de dos sistemas, uno hidropónico y uno de acuicultura. El primero es el cultivo de plantas en agua en lugar de tierra y el segundo es la técnica de cultivo de organismos acuáticos, en este caso peces. Es un método sustentable que combina los peces y las plantas bajo un sistema de recirculación de agua en el que se benefician mutuamente.

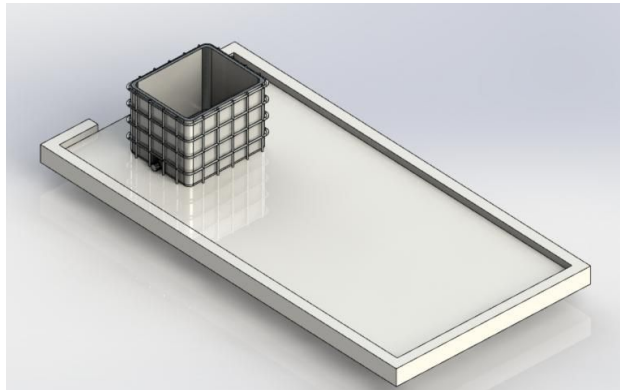


**Figura 1** – Representación básica de un sistema acuapónico (Fuente: GEASEEDS)

### ¿En que consta un sistema acuapónico?

El sistema acuapónico fue desarrollado de manera modular, siendo posible la adaptación del sistema a diversos recursos materiales o espacios disponibles. A continuación presentamos la configuración desarrollada durante el LABICAR, como un prototipo de experimentación y replicación, para esto presentamos los componentes esenciales del sistema:

**1- Tanque de Cultivo de Peces:** Tanque de polietileno de alta densidad, con una capacidad de 1000 litros.



**Figura 2:** Tanque de cultivo de peces

**2- Bomba Aireadora:** Tiene como objetivo generar oxígeno disuelto en el agua para ser utilizado por los peces en su sobrevivencia y desarrollo, también por las plantas para evitar el deterioro de las raíces y las bacterias que actúan en el biofiltro. La bomba funciona de manera continua las 24 horas del día. (Para el prototipo se utilizó una bomba de 12 voltios)



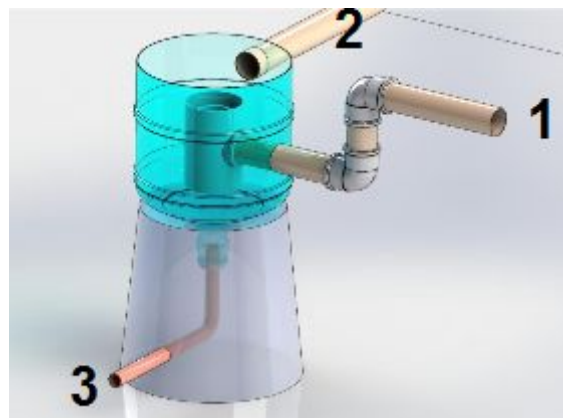
**Figura 3:** Aireador

**3- Bomba de Agua:** Es el motor del sistema acuapónico generando la recirculación del agua por todo el sistema. (Para el prototipo se utilizó una bomba sumergible).



**Figura 4:** Bomba sumergible.

**4- Filtro Mecánico:** Este filtro es responsable de interrumpir el paso de partículas sólidas y basuras, tales como restos de alimentos y heces de los peces, hacia el resto del sistema. Para ello se reutilizó un bidón de agua con algunas tuberías adaptadas y se le integró material filtrante para la recolección de las partículas suspendidas en el agua.



**Figura 5:** Filtro mecánico. 1) Entrada de agua; 2) Salida de agua; 3) Salida de sólidos (barros).

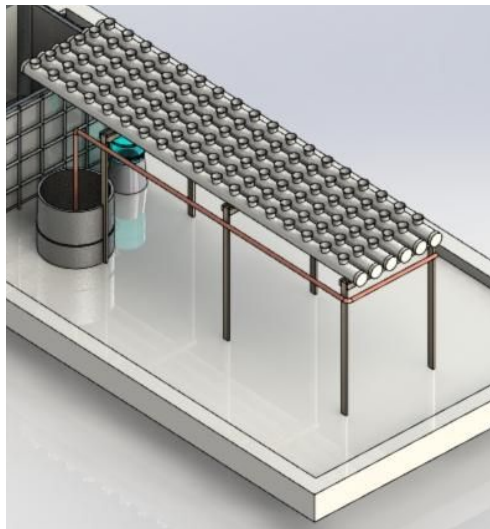
**5- Biofiltro:** Este componente se desarrolló con un tanque de 70 litros, al cual, se le introdujeron tapas plásticas recicladas de gaseosa como superficie de fijación de las bacterias. La función de este tanque es recoger partículas en suspensión y albergar las bacterias que transforman las sustancias tóxicas para los peces en sustancias aprovechables por las plantas.



**Figura 6:** Componentes del filtro biológico: tanque y tapas plásticas recicladas.

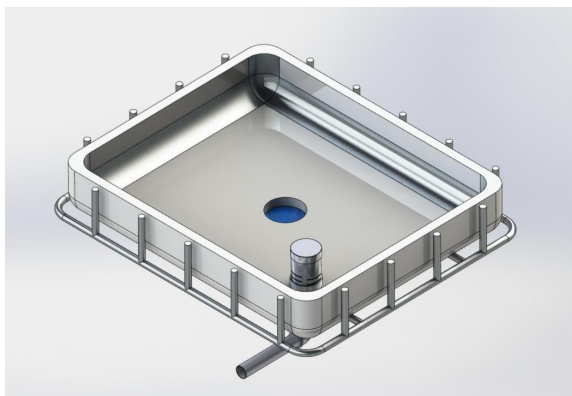
**6- Sistema de Cultivos Hidropónicos:** para el prototipo se implementaron dos tipos de sistemas:

- A. Sistema de solución nutritiva recirculante: Consta de una serie de tubos donde se insertan los plantines y por los cuales el agua recircula aportando los nutrientes y el oxígeno necesario para las plantas.



**Figura 7:** Sistema de tubos de cultivo y solución nutritiva recirculante

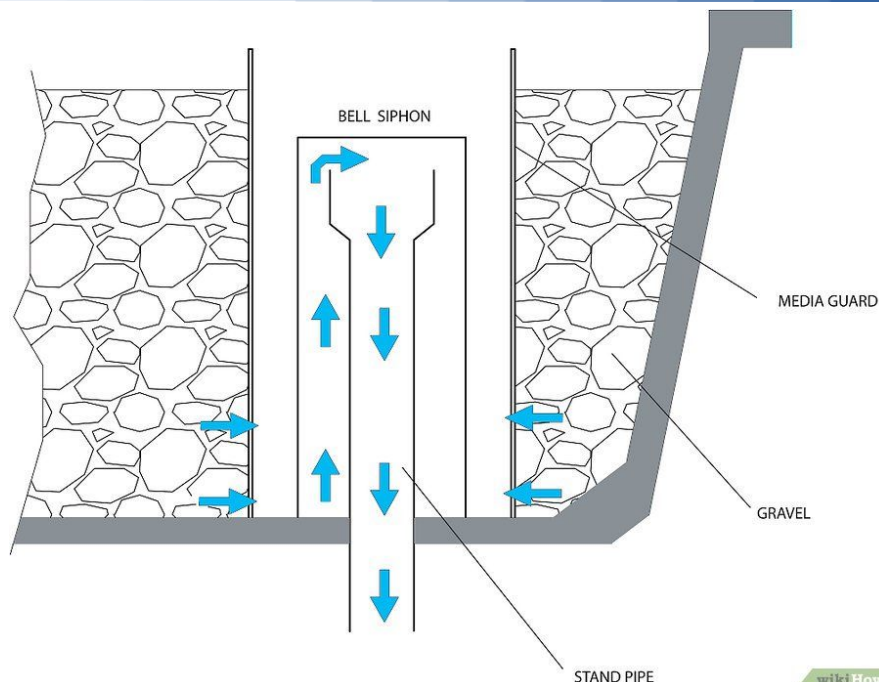
- B. Sistema de cama de cultivo: consta de un contenedor o soporte con sustrato sólido que es utilizado como soporte para las raíces, las protege de la luz solar, retiene la humedad, distribuye la solución nutritiva y permite la oxigenación de las raíces. Se puede utilizar la tapa que se retira del tanque de los peces.



**Figura 8:** Detalle del soporte de la cama de cultivo.

**7- Sifón (Tipo Campana):** El sifón es un sistema mecánico, incluido en la cama de cultivo, que permite la acumulación de agua (hasta una altura deseada) en sustrato por un período de tiempo para luego liberarla, retornando así al tanque de cultivo de peces. Este ciclo se repite constantemente.

Para la construcción del sistema de sifón se necesita básicamente tres tubos de diferente diámetro, y una tapa para el de diámetro intermedio de funcionara de campana. En la figura siguiente se presenta como es el sistema del sifón tipo campana.

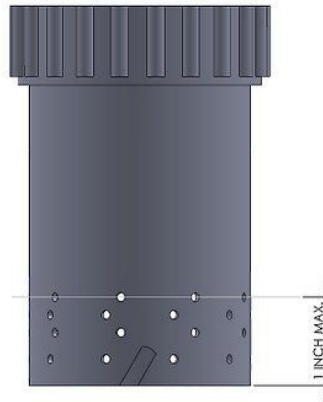


**Figura 9** : Ejemplo de un sistema de sifón tipo Campana (Fuente: WikiHow)

### Paso a paso:

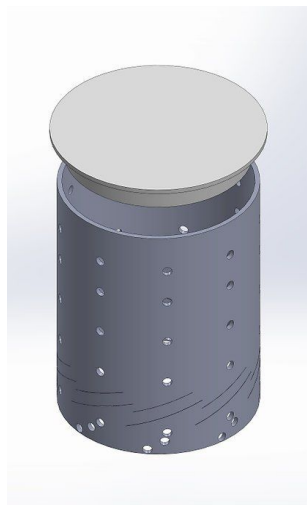
- El tubo identificado como stand pipe en la figura es un tubo de 50mm. La altura de este tubo determinará la altura de inundación del sustrato en la cama. Se debe hacer un agujero de aproximadamente del mismo diámetro para pasar el tubo a través de la base del soporte de la cama. Seguidamente se fija un tubo pasando por el agujero, asegurado con pegamento tipo silicona para evitar filtraciones de agua.
- Coloca la campana de 60 mm en el medio. Esta es de un tubo o caño 60 mm con una tapa hermética en la parte superior para generar vacío. Como muestra la Figura 10, el tubo tiene algunas piezas cortadas en la base y algunos agujeros en los costados. Estos agujeros no deben ser más altos que 2.5 cm desde el fondo de la tubería. El agua se

drena sólo hasta ese nivel, es decir que en la cama habrá siempre como mínimo 2,5 cm de agua.



**Figura 10:**Campana del sifón (Fuente: WikiHow)

- Finalmente, la pared protectora de 100 mm, es simplemente para aislar el sustrato de cultivo del sifón. Esta tiene agujeros para permitir que el agua entre. La tapa es opcional.



**Figura 11:** Tubo o caño externo de 100 mm - Sifón de campana



### **Recomendaciones para la construcción e instalación del sistema acuapónico**

- Selección del terreno: Es importante seleccionar un terreno lo más plano posible y libre de árboles que eviten el ingreso de luz solar a la instalación
- Construcción del Invernadero: Los materiales utilizados pueden ser madera o tubos que garanticen firmeza del plástico y durabilidad de la instalación
- Tanque de Agua: Usar tanque con capacidad de 1000 litros de polietileno de alta densidad. Debe realizarse un corte en la parte superior con serrucho, para facilitar el manejo del tanque y su limpieza y poder realizar las labores necesarias con los peces. Además la parte que se corta del tanque pueden utilizarse como cama con sustrato sólido.
- Construcción de las Camas Hidropónicas: para la construcción se recomienda usar cualquier material que soporte el peso (madera, guadua, esterilla) y clavos o tornillos para el armado de las camas. El espesor de la madera depende del tamaño de la cama y del peso del sustrato.

#### **Camas de tubos**

1. Unir las tablas para formar el soporte de la cama
2. Realizar un orificio de 5 cm de diámetro cada 15 cm en los tubos de PVC y en 6 de las tapas realizar uno de 2 cm de diámetro de forma excéntrica para que siempre haya una película de agua en el fondo. Se recomienda desplazar cerca de 2 cm sobre el centro de la tapa.
3. Luego se realiza el acople de las patas clavando de adentro hacia afuera, evitando dejar puntas para evitar el daño al plástico
4. Una vez terminada la cama hacer un orificio de 4 cms en un lado del marco, el cual servirá como desagüe. Es indispensable utilizar un taladro y broca del

mismo tamaño de la tubería que se utilizará

5. Luego se debe forrar en plástico (calibre 6) para una mayor resistencia. Es importante prensar los bordes externos con grapas con cuidado de no romper el plástico, el cual debe quedar aplanado sin pliegues en el fondo para evitar fallas en el drenaje.

Por último posicionar la cama y el tanque en el lugar seleccionado para la instalación de la tubería y el llenado de las camas.

### **Sistema, tuberías, bombas de agua.**

1. Se recomienda usar tuberías y accesorios de ½ pulgada para la facilidad en su consecución y son económicos
2. La forma y diseño de la entrada de agua deben tener las llaves de paso para regular el flujo de agua en forma independiente en cada cama
3. Para la salida de agua del tubo se posiciona dentro del orificio de la cama y se sella con silicona adentro y afuera de la cama.
4. Al paso anterior se anexa un codo y un tubo de 2-3 cm de largo, colocando al interior de la cama para hacer el vaciado
5. Terminada la unión de la tubería se conecta con la bomba para probar el proceso de recirculación de agua

### **Sustrato**

Una vez terminado lo anterior se debe llenar la cama con el sustrato escogido (piedra, carbón, arroz). Se debe lavar con abundante agua el sustrato a utilizar y luego acomodarlas en las camas. Colocar una media sombra o material de relleno para edredones para no dañar el plástico.

### **Biofiltro**

En un contenedor plástico se llena hasta la mitad de su volumen con tapas de gaseosa, las cuales sirven como sitio para la multiplicación y fijación de las

bacterias nitrificantes.

Terminada la construcción del sistema se activa la bomba para comprobar su correcto funcionamiento. Lo anterior permite detectar fugas de agua de la tubería y sus uniones, medir los tiempos de llenado y vaciado de las camas.

### **Referencias de cantidad de peces con cantidad de agua y de cultivo**

Se utilizó la especie autóctona *Rhamdia quelen* que soporta bien las temperaturas templadas y fluctuantes del caso y vida en cautiverio a las relativamente altas densidades de 40 individuos por m<sup>3</sup>. Para alimentar a los peces se estima una cantidad diaria de alimento balanceado de entre 3 a 5 % de la biomasa total de peces dividida en dos raciones, y la relación entre peces e plantas se estima en 1kg de biomasa de pez por cada 35 plantas aproximadamente.

### **Mantenimiento del sistema**

Para el mantenimiento del sistema, se recomienda observar semanalmente el estado de los filtros, y si percibe una acumulación grande de impurezas, la verificación debe ocurrir en menor plazo. Después de verificar los filtros haga una limpieza adecuada de ellos. Las partes más importantes del sistema son las bombas. Compruebe siempre el estado de las bombas, sobre todo de la bomba de aire, porque sin el funcionamiento adecuado de la bomba de aire, los peces pueden tener dificultades para sobrevivir.

### Equipo del Trabajo

Edwin Rivera	Colombia
Martin Ignacio Peña	Argentina
Julieta Fajardo	Argentina
Thiago Ceratti	Brasil
Maria Belén Facal	Argentina
Jhonatan Torres	Peru
Willy Calderón	Costa Rica
Nathaly Salazar	Bolivia
German Rodríguez	Colombia