



Manual Popular de Acuaponía

Consejos Prácticos para el Manejo de una Unidad Acuapónica



Autor: World Renew y Diaconía Nacional.
Título: Manual Popular de Acuaponía.
Año de publicación: 2020. Choluteca, Honduras. Sello Editor:
86 páginas.
Fuente: <https://www.worldrenew.net>

Elaboración, Diseño y Diagramación de Manual Técnico y Manual Popular de Acuaponía, Subvención: Acuaponía para Seguridad Alimentaria Familiar,
Proyecto Acuaponía para la Seguridad Alimentaria Familiar.
Eurosan Occidente, World Renew y Diaconía Nacional.
Honduras, 2020

La presente publicación ha sido preparada con el apoyo financiero de la Unión Europea. Su contenido es responsabilidad exclusiva de World Renew y no necesariamente refleja los puntos de vista de la Unión Europea.

Consultor de País, World Renew, Honduras

Byron Obed Zúniga Rosales

Elaboración y Edición de la Publicación

Andrés Conrado Gómez
Consultor

Aportes y Colaboraciones

Coordinadores de Componentes Proyecto Acuaponía para la Seguridad Alimentaria Familiar.

Revisión Final

Equipo de Proyecto Acuaponía para la Seguridad Alimentaria Familiar, World Renew.
Andrés García Joya.
Marlon Martínez Medina.
Equipo de Visibilidad y Comunicación de Proyecto Eurosán Occidente
Scarleth Durón.

Fotografía

Proyecto Acuaponía para la Seguridad Alimentaria Familiar.

Agradecimientos

Unión Europea.
Unidad Técnica de Seguridad Alimentaria Nutricional (UTSAN).

MANUAL POPULAR DE ACUAPONÍA

Consejos Prácticos para el Manejo de una Unidad Acuapónica

Contenido

| | |
|--|-----------|
| Presentación | |
| Introducción | 1 |
| Conociendo la Acuaponía | 2 |
| ¿Por qué instalar un Sistema de Acuaponía? | 3 |
| ¿Cómo funciona un Sistema de Acuaponía? | 5 |
| El Agua: mantener y cuidar su calidad | 7 |
| Las partes del Sistema de Acuaponía | 12 |
| Tamaño y condiciones para instalar un Sistema de Acuaponía | 15 |
| Preparación de las partes del Sistema a Instalar? | 19 |
| 1. Preparación del tanque de peces o pecera | 20 |
| 2. Preparación de las dos primeras maceteras | 26 |
| 3. Preparación de la tercera macetera y el reservorio | 29 |
| 4. Montaje de tanque de peces y maceteras sobre columna de bloques | 32 |
| 5. Preparación del sifón de campana | 33 |
| Operación y funcionamiento del Sistema | 35 |
| Los peces en el sistema..... | 36 |
| Cuidados en la compra, traslado y siembra de alevines..... | 37 |
| Alimentación de los peces | 38 |
| Plantas a establecer en el Sistema | 44 |
| Condiciones de clima y temperatura de algunas plantas | 44 |
| Siembra directa | 50 |
| Siembra indirecta o trasplante | 50 |
| Semilleros o almacigo de plantas | 51 |
| Trasplante de plántulas a maceteras | 52 |
| Manejo de podas | 53 |
| Práctica de tutorado | 54 |
| Cosecha | 54 |

Contenido

| | |
|--|-----------|
| Control de plagas y enfermedades en plantas | 55 |
| Enfermedades en peces | 65 |
| Enfermedades producidas por parásitos | 68 |
| Enfermedades producidas por bacterias | 69 |
| Enfermedades producidas por virus | 69 |
| Uso de baños de sal con los peces | 69 |
| Controlar las condiciones del agua | 71 |
| Prácticas en el manejo del agua | 72 |
| Manejo y mantenimiento del Sistema de Acuaponía | 73 |
| Materiales y costos para instalar un Sistema de Acuaponía | 80 |

Presentación

El Proyecto Acuaponía para la Seguridad Alimentaria Familiar, presenta esta publicación con consejos prácticos de como manejar un sistema de acuaponía en el hogar, a fin de orientar sobre su manejo en la producción de peces y plantas adaptables a diferentes condiciones y factores ambientales.

Bajo la técnica de acuaponía que combina los sistemas de recirculación en acuicultura de agua para los peces y la hidroponía para la producción de plantas, se pueden obtener producciones continuas de alimentos para toda la familia.

Es suficiente aplicar estas prácticas y recomendaciones indicadas para un sistema de acuaponía, a partir del manejo de volúmenes de 1000 litros de agua en áreas de 1m^3 , para cría de peces y una superficie de 3m^2 para el cultivo de una diversidad de plantas, dependiendo de la región del país.

Ante la variabilidad producto del cambio climático, el crecimiento poblacional, la demanda de alimentos frescos y sanos, es posible que cada familia aspire a diversificar la dieta alimentaria con mayor nivel proteico vitamínico y consumo regular de vegetales y pescado, a un costo más bajo que si lo adquiriera en el mercado en cualquier época del año, aplicando estas técnicas acuapónicas en el país.

World Renew



Introducción

Cultivar peces y plantas en forma combinada, no parece muy común ¿verdad? Claro, por años hemos venido sembrando los cultivos con suelo y peces en los estanques. Cada cual en su sitio y por separado.

Esta forma de cultivar peces y plantas, se conoce como acuaponía, un sistema de recirculación continua del agua en depósitos, donde se combina la acuicultura, en el manejo de peces, con la hidroponía en el manejo de plantas.

Es una práctica, donde se aprovecha al máximo el agua y los desechos generados por los peces, para nutrir las plantas y con ello, producir alimentos frescos y sanos en cualquier época del año.

Todo inicia a partir de la utilización de los desechos generados por los peces, estos sirven como nutrientes a las plantas, las que a su vez, limpian el agua de estos compuestos, haciéndola nuevamente disponible para los peces.

El agua que circula, se encarga de llevar y traer estos nutrientes, que van desde el tanque de peces o pecera, a través de una tubería que cumple las funciones de filtro, hasta las maceteras de plantas, y que luego retorna de nuevo al tanque de peces, completando de esta forma el ciclo en todo el sistema.

Las plantas crecen sin suelo, en su lugar se utilizan sustratos como teja, ladrillo, grava de río, entre otros. Colocados en pequeñas partículas en las maceteras, purifican y clarifican el agua, al tiempo que sirven de anclaje para las plantas y mantienen la humedad.

A continuación, se describen una serie de pasos básicos para instalar un sistema de acuaponía, con un diseño muy sencillo, que pueda construirse fácilmente. Se necesitan pocas labores diarias en el manejo de los peces y las plantas, para cosechar alimentos frescos y saludables para toda la familia.



Toda la familia puede participar en el manejo del Sistema de Acuaponía.



Conociendo la Acuaponía

La acuaponía funciona por medio de la circulación continua del agua, es un ir y venir del agua de forma permanente. El agua que sale del tanque de peces, pasa a través de un filtro preparado con tubería de PVC, eliminando todos aquellos residuos sólidos mayores; y continuando hasta donde se alojan las bacterias, que transforman las heces de los peces, en nutrientes para las plantas.

Es el agua la que traslada de un lugar a otro los desechos de los peces, para luego convertirse en un medio abundante de nutrientes que llegan a las plantas como un fertilizante natural. Las plantas al obtener estos nutrientes como alimento, ayudan a purificar el agua, la que regresa al sitio donde están los peces.



El sistema drena el agua hacia las maceteras de plantas y una vez que llena y que alcanza su nivel, se vacía y va al tanque de peces.



¿Por qué instalar un Sistema de Acuaponía?

Hay una diversidad de formas para instalar un sistema de acuaponía, igual que el tamaño; todo se puede adaptar a la disponibilidad de los recursos, materiales locales, la cantidad de peces y plantas a cultivar.

El consumo diario de agua es mínimo y la cantidad de cultivos que pueden establecerse es variado, no es necesario el uso de suelo, por lo que se puede instalar tanto en zonas rurales, como urbanas en cualquier parte del país.

Con 1000 litros de agua, se podrán mantener en crecimiento, entre 50-60 peces y en tres metros cuadrados de área para plantas, una variedad de vegetales en cualquier época del año. Dentro de 3- 4 meses (120 días), los peces en crecimiento, habrán alcanzado un peso entre 300-350 gramos, ya listos para el consumo de carne de pescado fresco.

En este mismo período de tiempo, se habrá obtenido al menos 3 cosechas de lechuga, rábanos, cilantro, pepinos, tomates, frijol de verdura, plantas de condimentos y otros alimentos sanos, sin usar químicos. Bastará establecer siembras escalonadas y combinadas, sembrando determinada cantidad de plantas; por ejemplo, de 4-6 plantas de tomate y en este mismo espacio de 8-12 plantas de lechuga o bien de cilantro. Es decir plantas de hoja y de fruto, tanto de porte alto como bajo para tener alimentos todo el año.



El integrar peces y plantas en un solo medio de producción, es una opción para obtener alimentos frescos como carne de pescado y una variedad de vegetales de hoja y de fruto.

Beneficios:

- a) El sistema puede ser instalado en el patio de la vivienda.
- b) El manejo es fácil, tanto los peces como las plantas.
- c) Se utilizan materiales locales como sustratos, otros reciclados para la preparación del tanque de peces y maceteras;
- d) La familia puede obtener dos fuentes de ingreso, con peces y plantas.
- e) No se usan plaguicidas, ni fertilizantes, los productos cosechados son “vegetales orgánicos”.
- f) La cantidad de agua que se requiere es mínima.
- g) Los sustratos empleados reducen plagas relacionadas al suelo y pueden ser reutilizados en varias cosechas.
- h) Toda la familia puede participar en el manejo y mantenimiento del sistema.



Son muchos los beneficios que se obtienen al instalar un sistema de acuaponía, como la producción de peces y una variedad de vegetales.



¿Cómo funciona un Sistema de Acuaponía?

Se fundamenta en el recurso agua, que con su constante movimiento, genera el medio de vida que logra mantener unido a peces y plantas en un sistema de colaboración mutua.

Este movimiento del agua, llamado recirculación del agua, permite que tras alimentarse los peces, liberen al agua, sus desechos y materia orgánica, los cuales son transformados en sales minerales por las bacterias y otros microorganismos beneficiosos que se desarrollan en el sistema de acuaponía.

Las sales minerales, como nutrientes, sirven de “alimento” a las plantas, que al ser absorbidos por sus raíces, eliminan del agua impurezas y la devuelven limpia a los peces para volver a iniciar el ciclo en el sistema.



Sistema de acuaponía, donde se aprecian sus dos componentes el de peces y plantas, interconectados por tuberías que facilitan la recirculación del agua.



Las bacterias transforman los desechos de los peces en nutrientes para las plantas.

El proceso de transformación de los desechos de los peces en nutrientes, se conoce como nitrificación, función que la realizan esos pequeños microorganismos llamadas bacterias. Las bacterias, realizan muchas funciones para descomponer los desechos provenientes de los peces y de restos del alimento, que luego se convierten en el fertilizante para las plantas.

Las bacterias aunque no se ven a simple vista, sus colonias se desarrollan adheridas al sustrato, ladrillo,

teja, grava de río o cualquier otro material apropiado, colocado en las maceteras de plantas.

Las bacterias son las primeras en desarrollarse en el sistema, una vez que se ha incorporado agua y que los peces comienzan a generar desechos mediante sus excretas.

Los peces son introducidos en el tanque de peces, una vez que se han desarrollado las bacterias, que transforman los desechos. Como especies de peces, se puede utilizar la tilapia, o bien otro tipo de peces adaptables a condiciones de temperatura y clima de la zona o región.

Las plantas, se establecen después de los peces, pueden ser hortalizas como lechugas, repollos, tomates, pepinos, chiles pimiento, ayote, frijol de verdura, otras aromáticas o de condimento como albahaca, orégano, cilantro y plantas medicinales.



Las plantas se establecen después de los peces en el Sistema de Acuaponía.



El Agua: mantener y cuidar su calidad

El agua, es el medio de vida, donde conviven bacterias, peces y plantas en el sistema de acuaponía. Es uno de los principales medios de vida, por lo que debe mantenerse su calidad, garantizando el bienestar y la salud de las bacterias, de los peces y de las plantas.

Al mantener la buena calidad de agua en el sistema, se estará suministrando y distribuyendo los nutrientes y el oxígeno en forma adecuada para el desarrollo saludable de bacterias, peces y plantas, para obtener buenas producciones.



Parte de las rutinas diarias es observar el agua del sistema, ya que cualquier alteración a su calidad, afectará la salud de bacterias, peces y plantas.



El manejo de los dos componentes, cría de peces y plantas en una sola unidad de producción, requiere de forma especial, cuidar la calidad del agua.

Una manifestación de buena calidad de agua, es cuando observamos como se mueven las burbujas de aire, por encima de la superficie del agua, luego estallan; esto indica abundante oxígeno disuelto, uno de los compuestos del agua, que es vital en la vida de los peces.

Condiciones, compuestos del agua y su funcionamiento

Temperatura, pH, oxígeno y el nitrógeno en la calidad del agua

Hay algunas situaciones que hay que cuidar a diario en el agua y en el funcionamiento del sistema de acuaponía.

Para el caso, durante el día, el pH, el oxígeno y la temperatura cambian, esto dependerá de las horas del día y de las condiciones del medio; por ejemplo, en la madrugada, los niveles de oxígeno disuelto en el agua y el pH son más bajos., por lo que es importante estar atento a estas variaciones del agua y cómo funcionan.

Temperatura del agua, es una factor importante, depende de la cantidad de radiación solar, la temperatura del aire o ambiente o del agua que pasa a través de todo el sistema y las plantas. La temperatura sino es la adecuada para los peces y plantas, puede afectar su crecimiento y las condiciones de salud.

Lo adecuado: 18-30° centígrados.

pH del agua, interviene en la asimilación de los nutrientes de las plantas y ayuda a mantener las condiciones óptimas para los peces. Dependiendo del tipo de plantas y de peces. En el sistema es muy frecuente que el agua, se acidifique, por lo que habrá que nivelar sin que sea dañina para los peces.

Lo adecuado: Mantener la calidad del agua en un rango de pH de 6- 7.

Oxígeno, se encuentra disuelto en el agua. Al hacer falta o reducirse, puede causar la muerte de los peces, dañar las raíces y provocar asfixia en las plantas.

Lo adecuado: El nivel de aireación adecuado, debe estar por encima de 3mg/l, lo ideal es 5mg/l o un poco más.

Nitrógeno, igual que el oxígeno, está contenido en el agua, se encuentra en las sustancias que como seres vivos desprenden: excretas, orina en los peces y restos de plantas. Una vez que entra en contacto con el oxígeno que está en el agua, las bacterias lo transforman y ya no es peligroso para los peces, a este cambio se le llama nitrificación.

Lo adecuado: 1 mg/litro.

¿Por qué se altera la calidad del agua?

Los movimientos del agua son determinantes, al pasar por donde están los peces y las plantas, va entremezclando toda sustancia que está o que entra en el sistema. Si esta recirculación no funciona de forma adecuada, puede modificar las cantidades de oxígeno, nitrógeno y cambiar la misma temperatura, lo que vendrá a alterar el bienestar de los peces y de las plantas.

Hay que estar muy atento a situaciones como:

- a) No está recirculando el agua de forma continua en el sistema.
- b) Las excretas de los peces, están descompuestas por el exceso y las bacterias no alcanzan a transformarlas en el nivel adecuado.
- c) Se aumentó la cantidad de peces de forma más rápida en relación al desarrollo de las plantas.
- d)) Se ha dejado alimento, sin retirar del agua, y este se profundizó y entró en descomposición.
- e) Entró agua lluvia al sistema, principalmente en los primeros aguaceros. al inicio del invierno.

Al presentarse estas condiciones, de inmediato, se debe hacer un cambio parcial de agua; dependiendo de estas alteraciones, es probable que se tenga que hacer cambios con más frecuencia, entre dos y tres partes del agua del sistema.

Color, olor y sabor del agua: Todos los días, hay que observar el color, el olor y el sabor del agua, tres características que indican cómo está la calidad del agua del sistema.

Color del agua: El color del agua es una señal de alerta, al observar cambios, puede deberse a la presencia de sustancias o compuestos naturales o de otro origen, disueltos o en suspensión en el agua, por ejemplo, residuos de alimento, hojas y frutos de plantas, tierra y polvo que arrastó el viento u otras materias livianas, que pueden entrar al sistema.



De notar cambios en el agua del sistema, de inmediato, se debe hacer el cambio de agua, cuidando que vaya libre de gases como cloro.

Una forma de comprobar que el agua no tiene turbidez y no se ve oscura, es meter el brazo limpio hasta el codo, si se deja ver de forma transparente la palma de la mano, el agua está bien, de lo contrario, se debe hacer un recambio de agua, entre cuatro a cinco baldes.

Olores en el agua: El agua debe tener un olor natural a peces y nunca a pudrición.

Si se sienten olores provenientes del tanque de peces, estos no deben de ser fuertes, ni desagradables ¿Si huele diferente?, podría ser un problema de bacterias o de peces muertos.

¿Por qué el agua a veces se pone oscura?

- a) Porque el sistema solo tiene peces o muy pocas plantas, haciendo que el agua se descomponga por exceso de excretas de los peces.
- b) Porque en el sistema hay más peces que plantas, y estas no logran consumir los desechos convertidos en nutrientes disponibles.
- c) Porque no está recirculando el agua, debido quizás a un daño en la bomba o atascamiento en las tuberías.
- d) Porque no se retiró a tiempo los sobrantes del alimento que no consumieron los peces y se fue al fondo del tanque.

¿Cuál debe ser el color del agua?

El agua debe presentar un color verde claro.

Producción de oxígeno por aireación y caída de agua

La aireación es una condición para que el sistema funcione adecuadamente y solo se logra manteniendo el agua en constante movimiento. El aire contiene nitrógeno y oxígeno, además de otros ingredientes que tienen relación con la condición del agua.

El agua debe circular al menos una vez cada hora. Ejemplo: si en el sistema se tienen 1000 litros de agua, esta debe dar una vuelta completa a todo el sistema, como mínimo una hora.

Dos condiciones son necesarias para la buena producción de oxígeno: el bombeo de aireación y provocar la caída de agua, ambas sirven para mantener cantidades adecuadas de oxígeno disuelto en el agua. Los peces necesitan el oxígeno disuelto para su crecimiento y sobrevivencia, igual que las plantas para prevenir la muerte de raíces por estar sumergidas.

Una forma es mantener la bomba de agua conectada a una manguera, además, es conveniente colocar en el sistema al menos una piedra difusora en el fondo del tanque, este dispositivo, ayuda a que la dispersión del oxígeno fluya de abajo hacia arriba en cientos de burbujas, mejorando la distribución y oxigenación del tanque.



El sistema de aireación facilita el mantener en movimiento el agua y producir oxígeno suficiente para los peces y plantas.



Las partes del Sistema de Acuaponía

El sistema se compone de varias partes, que van desde depósitos para peces y plantas, hasta aquellos equipos y accesorios que complementan la instalación y funcionamiento. Figura 1.

Tanque o pecera de peces: Aquí crecen los peces. Se les alimenta y ellos producen desechos, que luego sirven como nutrientes a las plantas. El tanque de peces, representa la mitad del sistema, se requiere un tamaño adecuado, en función de la cantidad de agua, el movimiento y crecimiento de los peces.

Camas o maceteras de plantas: Es el área donde están las plantas, absorbiendo nutrientes que vienen desde los peces. En función del tamaño y área de cultivo, así será la cantidad de camas o maceteras de siembra y crecimiento, donde las plantas están agarradas en el sustrato colocado.

Tanque sumidero o reservorio: Es donde el agua es recolectada después de ser filtrada por los sifones de campana para que sea direccionada de nuevo hacia el tanque de peces.



Tipo de sustratos utilizados en las unidades acuapónicas que pueden mezclarse en la maceteras para mejorar sus condiciones.

Tuberías de llenado y drenaje: Todos los depósitos se conectan de tal forma que el agua abundante en nutrientes pasa del tanque de peces a las maceteras con sustratos. A través de un sifón o sumidero que colecta el agua proveniente de todas las maceteras, para luego ser llevada nuevamente al tanque de peces y reiniciar el ciclo.

Sistema de bombeo (bombas): Ayuda a que el agua circule y aumente su oxigenación. Para lograrlo, se necesita una bomba, que mantiene el agua en circulación entre los dos componentes, peces y plantas. Se requiere mantener los niveles óptimos de oxígeno disuelto en el agua para un buen crecimiento de los peces y las funciones de las bacterias.

Sustratos: La primera función que cumple el sustrato, es convertirse en la superficie para la colonización de las bacterias. Dependiendo de su composición, los sustratos pueden llegar a proveer algunos nutrientes para el crecimiento de las plantas.

Otra función es la de filtración, pues el sustrato sirve para la retención de los sólidos que vienen del tanque de peces. Cada sustrato en particular, puede tener condiciones para retener y liberar nutrientes; lo cual favorece el proceso de mineralización dentro del sistema.

De igual forma, sirve de soporte para las plantas, razón por la cual se aconseja el uso de tutores en el caso de producciones de plantas de fruto (que necesitan sostén por su peso), como tomates; chile pimiento, o especies rastreras, como zapallos, ayote, melones, zanahorias y remolachas.

Los sustratos, se pueden utilizar en forma combinada, para ello hay que considerar su condición, tamaño, dureza y peso. Un sustrato muy pesado y duro "apretará" los tubérculos o raíces impidiendo su normal desarrollo.

Al usar teja o bien ladrillo, se debe triturar en partículas de 1-2 centímetros. Cuando se combina grava más ladrillo o teja, se sugiere colocar 4 partes de grava en el fondo de cada macetera por una parte de teja o ladrillo triturado. Otra combinación es usar grava canto rodado de río, lavada y desinfectada con hipoclorito, colocando 0.4 metros cúbicos de grava por depósito.

Hay que tener cuidado de aquellos sustratos "*No Aptos*" como **arena de construcción y arena de mar**.

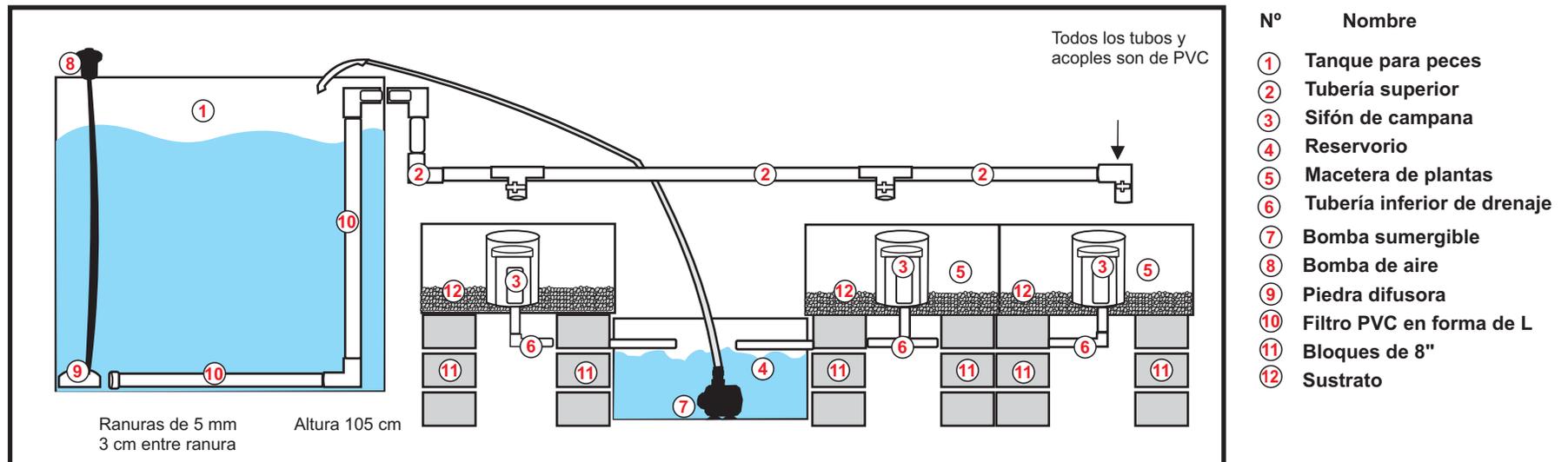
Sifón de campana: Va colocado uno por cada macetera en el centro del área del sustrato, donde se desarrolla el tejido radicular de las plantas. El sifón de campana, sirve para controlar el llenado y vaciado de agua de las maceteras, puede sufrir daños debido a:

- Porque se movió al realizar alguna labor de limpieza de las plantas, se desplazó de donde debe estar.
- Porque le entro partículas de teja, ladrillo o arena en el área del filtro y se atascó u obstruyó.
- Porque en la macetera no se llenó con el sustrato al nivel (28 centímetros).



El sifón de campana va colocado al centro de cada macetera, sirve para activar el llenado y vaciado del agua.

Figura 1. Ubicación de las partes que componen el sistema de acuaponía





Tamaño y condiciones para instalar un Sistema de Acuaponía

Tipo del sistema: Hay muchos tipos de sistemas que se pueden utilizar, cada modelo tiene sus variantes, dependiendo del diseño de las partes que lo componen y el tipo de materiales a utilizar.

Se debe seleccionar el tipo de sistema que esté al alcance y que resulte fácil de instalar, como el uso de tanques IBC, con los cuales se preparan los contenedores para los peces, plantas y bacterias; estas dos conviven y crecen en el mismo espacio de las maceteras con sustratos.



Tipo de sistema de acuaponía de tamaño familiar. Su instalación resulta práctica al igual que las labores de manejo.

Hay varios tipos de sistemas o técnicas de acuaponía. En el sistema que se sugiere instalar a nivel familiar el mecanismo de sifón de campana, permite que de forma automática y sin energía eléctrica, se llene y vacíe de agua las maceteras donde están las plantas. Se llena de agua el tanque en que crecen los peces seguidamente se coloca la bomba sumergible, que bombeará el agua hacia las maceteras de plantas.

En el montaje y conexión de las partes, de lado izquierdo estarían los peces y de lado derecho, las tres maceteras con sustratos para las plantas, separada la primera de las dos restantes por un depósito o reservorio, ubicado más bajo, recolección y desagüe de las tres maceteras.

Tamaño del sistema a instalar

El tamaño y la estructura del sistema de acuaponía es variable, pues está determinado por las condiciones del lugar como altitud, clima, materiales y costos. De igual forma, por la cantidad y tipo de especies de peces, plantas a cultivar, fuente de agua, entre otras.

| Sistema de acuaponía a baja escala | |
|---|--|
| Partes del sistema | Descripción/tamaños |
| • Capacidad máxima de llenado: | 1000 litros de agua. |
| • Altura efectiva tanque de peces: | 100 centímetros (1 metro). |
| • Volumen de agua para manejo de los peces: | 900 litros (90 centímetros). |
| • Producción de oxígeno, aireación del agua: | Con bomba de aire de 10 watts, con salida de 8 litros/minuto, conectada a tubería de 3 milímetros y uso de piedra difusora colocada en el fondo del tanque de peces. |
| • Recirculación del agua en el sistema: | Con bomba de agua de 25 watts, y un empuje de 1500 litros /hora, conectada a una manguera de ½ pulgada para llevar el agua ya filtrada al tanque de peces. |
| • Tamaño total del sistema de acuaponía instalado: | 1 metro cúbico (1m ³) de agua para peces y 3 metros cuadrados de área (3m ²) para plantas. |
| • Tamaño y altura de maceteras de plantas y cantidad de agua en el llenado: | Altura de 36 centímetros, llenado de sustrato hasta 28 centímetros y 200 litros de agua hasta realizar el vacío por el sifón. |

La ubicación y selección del lugar, es una de las primeras decisiones a considerar. Debe reunir algunas condiciones, como la cercanía a la vivienda, agua, energía y protección de vientos.

Selección del terreno

El área para la instalación del sistema, debe estar protegida de climas severos que pueden afectar el desarrollo, crecimiento y producción tanto de peces como de plantas.

Debe estar ubicado en la cercanía de la vivienda, con acceso a agua, energía eléctrica, luz e iluminación natural, además, de estar protegido del daño por animales domésticos y silvestres.



El lugar debe estar cerca de la vivienda y disponer de una fuente de agua y conexión a electricidad.

Se necesita un terreno plano con un área de 18 metros (7.5 metros largo x 2.4 metros ancho), considerando el área de movilización. El terreno deberá nivelarse, para asegurar la colocación de las columnas de bloques de concreto, sobre las cuales van montadas las partes del sistema.

Otro factor a considerar, es la exposición solar, su razón es que la mayoría de plantas se desarrollan y crecen bien en condiciones normales de entrada de los rayos del sol. De acuerdo a las características de clima y temperatura de cada región, será necesario instalar una estructura protegida (techada), especialmente si hay una excesiva intensidad de luz.

Hay que valorar la dirección del sol, es decir, donde nace y se oculta, para que las plantas tengan suficiente luz. Tener presente que la luz solar directa afecta a las bacterias, reduce los niveles de oxígeno en el agua, y estresa a los peces. De igual forma, puede provocar un calentamiento mayor, especialmente en aquellos meses con temperaturas calientes.

Fuente de agua

El agua es el principal recurso a considerar al momento de instalar un sistema de acuaponía.

Al usar agua de pozo, se recomienda realizar un análisis para determinar si contiene metales pesados o bacterias dañinas como coliformes, que indiquen el nivel de contaminación mineral o fecal.

Otra opción, es la conexión a la red municipal o comunitaria, donde por lo general el agua es tratada con cloro, un gas altamente tóxico tanto para las bacterias como para los peces.

Para eliminar este gas disuelto en el agua, se deberá dejar reposar el agua durante 4 - 6 horas antes de introducir los peces, o se puede hacer por burbujeo por 1 ó 2 horas, usando una bomba de aire.



Es importante asegurar la fuente de agua. La opción de agua de pozo es recomendable por costos, disponibilidad y condiciones.

Sistema eléctrico o conexión domiciliaria

El sistema puede funcionar con una conexión eléctrica comunitaria. Lo mejor es disponer de un generador eléctrico, o bien contar con un sistema automatizado que combinen energía eléctrica con el uso de baterías, energía eólica, solar, etc.

Cuando se da un corte o suspensión del fluido eléctrico deja de funcionar la bomba de aire, lo que provoca falta de oxígeno. En esta situación, se observa que los peces tienden a subir a la superficie por la necesidad de obtener oxígeno.

Si se observa esta situación en los peces, con una cubeta limpia, comience a sacar agua y luego déjela caer, procurando hacerlo desde la altura de los brazos, de forma tal que el golpe incorpore oxígeno en la columna de agua, esto se debe de hacer unos 8-10 minutos y continuar con el monitoreo.

Bajo estas condiciones, no se recomienda alimentar a los peces ya que no van a comer por el estrés de falta de oxígeno.

Estructura techada del sistema

Se debe considerar el establecer el sistema con una estructura techada, cobertizo o dentro un pequeño invernadero. Lo recomendable según la región, es el uso de malla sombra y manta térmica.

La malla sombra, ayuda a controlar la temperatura en el sistema de acuaponía. El uso de mallas, se recomienda para aquellas zonas donde la temperatura es caliente, en zonas templadas no es necesaria.

Dependiendo de la zona, se puede requerir del uso de mantas térmicas, ayudando a controlar temperaturas y reducir la velocidad de los vientos para evitar la presencia de plagas. Cuando las temperaturas son altas, ayudan a reducir la entrada fuerte del sol, creando una barrera y protección de vientos y plagas.



Este tipo de estructura va colocada como techo y en los laterales, ayuda mucho a proteger el sistema y las condiciones de temperatura.



Preparación de las partes del Sistema de Acuaponia

Materiales a utilizar:

Tanques para preparar los depósitos: En el diseño familiar del sistema propuesto, se necesita preparar los depósitos para los componentes de peces (tanque de peces), para las plantas (maceteras de plantas) y el reservorio de agua.

Se pueden adquirir tanques plásticos o de fibra de vidrio, ambos resultan apropiados por su durabilidad. Los tanques de plástico, presentan el inconveniente que la incidencia de rayos del sol, los resecan, provocando su fácil destrucción ante eventuales golpes. El tipo de material, la forma y el color, resultan determinantes en el funcionamiento y durabilidad de los depósitos del sistema.

Los colores claros de los tanques, ayudan a la visualización y control general de los peces (comportamiento, sólidos, restos de alimento). Es conveniente valorar que la incidencia de la luz solar, puede generar la proliferación de algas. Una forma de superar este inconveniente, es colocando un poco de pintura de colores claros, evitando el calentamiento, y colores oscuros en el caso de querer captar el calor.

Se necesitan tres tanques de plástico tipo IBC, con capacidad de 1000 litros de agua. De estos tanques, se obtienen el depósito para peces o peceras, tres maceteras para plantas y el reservorio.

Tuberías y accesorios de PVC: El sistema va interconectado con tuberías, accesorios de PVC y mangueras de color negro para establecer sus conexiones. Estas tuberías van colocadas en la parte superior (llenado) y para el vaciado bajo las maceteras, esto hace que funcione el sistema de recirculación de agua en la instalación y operación del sifón de campana.

Reglas de madera: Se necesitan entre 18 a 20 reglas de madera de diferentes tamaños, para reforzar el tanque de peces, las maceteras y el reservorio, a fin de mantener su rigidez ante el peso del agua, el sustrato y las plantas.

Bloques de concreto: Todos los depósitos deben ir colocados en columnas de bloques de concreto. Se requiere montar 12 columnas de bloques de concreto de 8 pulgadas cada una, por el peso que tienen los diferentes depósitos.

Madera rústica para la estructura: En la estructura de protección del sistema (techo y laterales), se utilizan postes de madera rolliza o aserrada rústica.

Uso de mallas de sombreo y mantas térmicas: Para la protección solar, evitar contaminación del sistema, así como para asegurar la temperatura del agua, se requiere colocar malla sombra zarán (del tipo 65 de filtración) y manta térmica.

1. Preparación del tanque de peces o pecera

Materiales: Un tanque IBC de 1000 litros.



Tipo de tanques IBC para preparar los diferentes contenedores de que se compone el sistema de acuaponía.

Procedimiento:

a) Retirar las barras metálicas horizontales del tanque

En un primer momento, se procede a retirar las barras metálicas horizontales que vienen recubriendo el tanque. Se retiran los tornillos que traen sujetado el tanque con un destornillador de estrella. Una vez que se abre la estructura, se separan las barras horizontales metálicas para extraer el tanque.



Posición del tanque para iniciar el trazado de corte de tapa superior del mismo.



Se debe separar el soporte de metal, para luego trazar las medidas para el corte del tanque de peces

b) Extraer el tanque de plástico para hacer trazado de medidas de corte

Una vez que se abre la estructura de soporte, se extrae el tanque de plástico, se retiran las barras metálicas horizontales. Luego se coloca en la posición adecuado para el trazado de la medidas.

c) Hacer trazado de medidas para corte en la parte superior del tanque

Medidas: 36 pulgadas de ancho x 30 pulgadas de largo x 39 pulgadas de altura.

Según el fabricante, estas medidas del tanque pueden cambiar, lo importante, es que se mantenga la capacidad de almacenamiento, en este caso de 1000 litros.

La primera medida, se traza a una altura de 10 centímetros desde la superficie del tanque en los 4 lados del mismo, lo que permite dejar medidas de 30 pulgadas de ancho x 36 pulgadas de largo.



El trazado de línea de corte en la parte superior del tanque, sirve para extraer una tira y liberar la entrada de los peces y otras labores.

Corte del Tanque Parte Superior



Sobre las líneas trazadas, se hace el corte en la parte superior del tanque para la pecera.

d) Hacer el corte en parte superior del tanque

Con una sierra circular eléctrica o manual, se hace el corte de esta parte del tanque. Esta (tapadera) del tanque, se retira o puede dejarse sujeta a un extremo del tanque, dejando una abertura para facilitar el manejo de peces, alimentación, captura y la limpieza cada vez que lo requiera el sistema.

e) Lavado del tanque

Se lava el interior del tanque con agua caliente y jabón y se pone a secar, durante 24 horas.

f) Colocar la estructura de metal de nuevo en el tanque

Enseguida la estructura de metal, se vuelve a colocar en el tanque para su protección y firmeza, para soportar el peso del agua.

g) Hacer agujero en la parte superior del tanque

Se inicia marcando un punto para perforar un agujero de 2 pulgadas, a una altura de 12 centímetros desde la parte superior y a 12 centímetros desde el lado del tanque, orificio que se hace con una broca circular, seguidamente, colocar un empaque esponjoso de 2 pulgadas.



Al hacer el corte en la parte superior, se obtiene una tira de abertura que pueda quedar sujeta en uno de sus extremos.

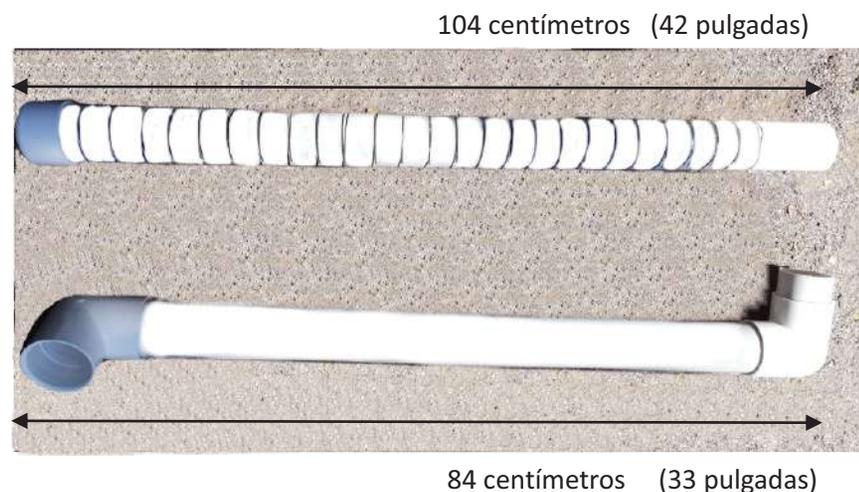
h) Preparar e instalar sistema de filtro en tanque de peces

Medidas tubería diagonal: Tamaño 42 pulgadas de largo. *Medidas tubería del fondo a la superficie:* Tamaño 33 pulgadas de largo.

Al fondo del tanque, debe instalarse un sistema de filtro en forma de L. Sirve para trasladar los sólidos que descienden al fondo, como ser: heces de los peces y restos de alimento concentrado al área de producción de plantas.



Forma de instalación de esta tubería filtro en el tanque de peces.



Este filtro, se prepara con tubería de PVC de un diámetro de 2 pulgadas. Se coloca de forma diagonal en el fondo del tanque de peces, y se conecta al área del reboso para conducir el agua a las maceteras de plantas.

A lo largo del tubo, se perforan agujeros o rendijas horizontales continuas de 2-3 milímetros de ancho, las cuales se hacen con un taladro o sierra. Estos agujeros sirven para filtrar los residuos sólidos en la tubería.

i) Hacer perforación en ángulo superior de salida

Realizar una perforación justo en el ángulo superior de salida del filtro en forma de L, para evitar que este filtro en momentos de falta de recirculación, se convierta en un sifón.

j) Instalar la tubería de salida de agua del tanque de peces

La tubería de salida de agua del tanque de peces, consta de 2 tubos de PVC de 2 pulgadas de diámetro; el primero de 4.6 metros de largo, colocado de forma horizontal en toda la superficie de las maceteras, el segundo tubo de 0.40 metros de largo, va ubicado de forma vertical junto a la pared externa del tanque, conectado a través de un codo de PVC de 2 pulgadas por el área de reboso.

A lo largo de la tubería horizontal de PVC, lleva varias conexiones donde van colocadas las válvulas que descargan el agua proveniente del tanque, estas uniones, se hacen a través de uniones TEE de PVC de 2 pulgadas y con reductores de PVC de 2 a 1 pulgada, para luego hacer la instalación de válvulas de bola de 1 pulgada; al final de la tercera macetera, se conecta por medio de un codo recto de PVC de 2 pulgadas de diámetro.

Finalmente, se debe perforar un agujero de 0.1 centímetros de diámetro en el codo ubicado en la salida de reboso en la parte interna del tanque de peces, esto evitará cualquier sello de aire y que se drene por efecto de sifón el agua del tanque.



Perforación de ángulo superior en tanque de peces.



Instalación de tubería en tanque de peces.

2. Preparación de las dos primeras maceteras

Hay que preparar 3 camas o maceteras, que conforman el componente de plantas.

Materiales:

Se requieren dos tanques de plástico de 1000 litros para preparar tres maceteras.

Procedimiento:

a) Retirar las barras metálicas horizontales de soporte del tanque

Se comienza por retirar las barras metálicas horizontales, siguiendo igual procedimiento que con el tanque de peces.

b) Extraer el tanque de plástico para retirar barras metálicas

Una vez que se abre la estructura del soporte, se extrae el tanque de plástico. Se sigue el mismo procedimiento que con el tanque de peces.

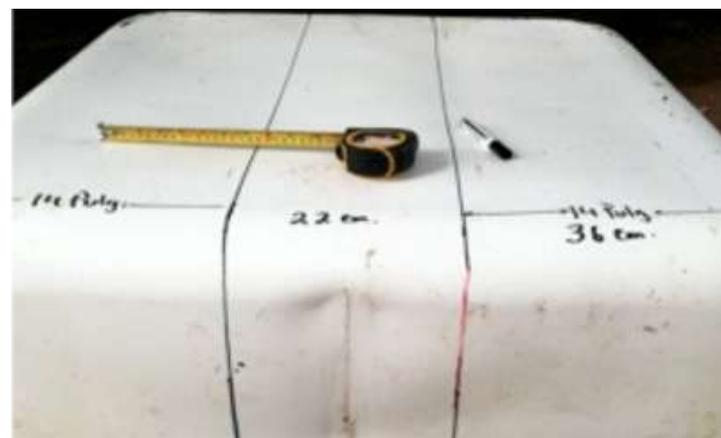
c) Hacer trazado de medidas de corte del tanque para maceteras.

Medidas: Cada macetera tiene un tamaño en pulgadas de: 36 de largo x 30 de ancho x 14 de altura.

Trazado de medidas: Se comienza con el trazado de líneas de corte del tanque, utilizando un metro y lápiz marcador. De la orilla al centro del tanque, se marca una medida de 14



Corte y retiro de barras horizontales metálicas del tanque.



Líneas de corte sobre el tanque del cual se obtendrán dos depósitos para las maceteras de plantas.

pulgadas (36 centímetros) en los dos extremos horizontales del tanque; lo que deja una franja (tira de tanque), de 22 centímetros en la parte central.

d) Hacer corte transversal del tanque para obtener dos maceteras

Con el taladro o sierra circular, se hace el corte a lo largo de ambas líneas marcadas en todos los lados del tanque. El propósito es obtener dos contenedores de igual tamaño y con una profundidad de 36 centímetros.

e) Corte de barras metálicas para soporte de maceteras

Inicialmente, se toma la estructura de soporte de metal del tanque, para después proceder a cortar dos marcos del soporte, uno para cada macetera.

El corte, se hace con una altura de 14 pulgadas, pues el propósito es separar en dos partes la barra de metal, utilizando para ello el taladro o sierra circular.

Al cortar los dos lados de 30 centímetros de las barras de metal en el centro de la estructura, se deben mantener los dos perfiles o tubos horizontales intactos, que servirán como soporte a los lados de la macetera, una vez que están cargadas de agua y de sustrato, esto ayuda a evitar que se abran de los lados y pierdan su forma cuadrada.



Corte del tanque a lo largo de ambas líneas trazadas para los dos primeros contenedores de igual tamaño.



Trazo y corte de barras en la parte central de la estructura de metal para obtener dos soportes para igual cantidad de maceteras.



f) Lavar los contenedores para maceteras de plantas

Los dos contenedores, se deben lavar con abundante agua y jabón, luego poner a secar al sol durante 24 horas.

g) Reforzar soportes metálicos con madera en primeras maceteras

Medidas: Para las tres maceteras, se necesitarán 6 reglas de madera de 1.5 diámetro x 8 de ancho x 1.22 metros de largo; 12 reglas de madera de 1.5 de diámetro x 8 de ancho x 1,5 metros; y 6 reglas de madera de 1.5 de diámetro x 8 de ancho x 45 pulgadas de largo.

Las reglas intermedias de madera, van en el centro de la macetera (son las medianas) y en las dos cabeceras. Primero se trazan las medidas del largo, según el tamaño de cada regla. Después de haber cortado el soporte metálico, se colocan los dos marcos en el suelo. En los laterales, se instalan las reglas de mayor longitud, para darle fijeza a la maceteras, ya que por el peso del agua y el sustrato tiende a deformarse.

Luego se hace el corte de las 6 reglas (piezas) de madera de 1.5 de diametro x 8 de ancho x 1.22 metros de largo, enseguida se colocan en la parte superior entre cada espacio del soporte de metal y se sujetan. La instalación de las reglas de madera ayudará a mantener la posición horizontal de la macetera, que es necesario para el funcionamiento de los sifones de campana.



Lavado de los depósitos preparados



Forma de colocar las reglas de madera entre los soportes de metal sobre los cuales van las maceteras

g) Colocar maceteras en soportes reforzados

Para reforzar las maceteras, se deben ubicar varias reglas de madera. en los espacios de las barras de metal

También se deben instalar dos reglas de madera en los dos extremos del tanque sin soportes, a la altura de la parte media de cada macetera, para proporcionar firmeza al depósito.

Las 4 reglas de 1.04 centímetros de largo, van puestas en los espacios que posee el marco metálico. En el espacio central van las reglas de 48 centímetros de largo y la regla de 42 centímetros, ambas piezas están diseñadas para dejar un espacio por donde pasará la tubería del flujo del agua, que proviene de las maceteras.

Recuerde que sobre las reglas va sentada cada macetera de plantas, por lo que se deben sujetar por la presión del peso; que ejercen las plantas, el agua y el sustrato sobre ellas. Las dos reglas de 1.24 metros de largo, sirven para dar soporte a la macetera y al marco de metal en ambos lados.

3. Preparación de tercera macetera y el reservorio

Materiales: Del tercer tanque, se obtendrá una macetera y el resto, es para el tanque reservorio. En el reservorio, es donde se depósita el agua de las maceteras una vez filtrada, para luego ser reenviada al tanque de peces, por medio de la bomba de agua.

a) Retirar barras horizontales metálicas de soporte del tanque

Se procede a quitar las barras horizontales de metal, igual que como se realizó con el tanque de peces y con la preparación de las primeras maceteras.

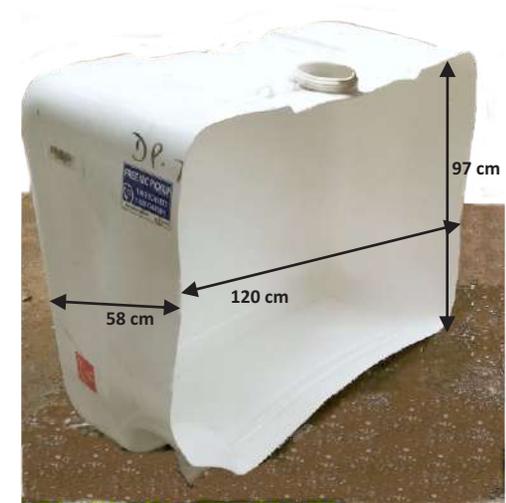
b) Extraer el tanque de plástico para retirar las barras metálicas

Una vez que se abre la estructura de soporte, se extrae el tanque de plástico, se retiran estas barras metálicas horizontales de la parte superior del tanque.

c) Hacer trazado de medidas de corte del tanque

Medidas: La macetera tiene un tamaño en pulgadas: de 36 pulgadas de largo x 30 pulgadas de ancho x 14 pulgadas de alto.

Para el trazado, se comienza colocando en posición vertical el tanque, luego con un metro y lápiz, marque desde la orilla al centro del tanque, una medida de 36 centímetros (14 pulgadas), la pieza restante que quedará de un tamaño de 58 centímetros, será destinada al reservorio.



d) Hacer corte transversal del tanque para la tercera macetera

Con el apoyo del taladro y siguiendo el mismo procedimiento de las dos primeras maceteras, se debe realizar el corte transversal del tanque. Al hacer este corte, se obtendrán dos depósitos, de los cuales el recipiente de 36 centímetros (14 pulgadas), servirá para la tercera macetera y el otro para el reservorio.

Pieza restante del tanque de un tamaño de 58 centímetros, será destinada al reservorio.

e) Preparación del reservorio

Medidas: 36 pulgadas de largo x 30 pulgadas de ancho x 25 pulgadas de alto.



Este corte transversal dará dos depósitos, uno para la tercera macetera y el otro para el reservorio.

El reservorio va ubicado entre las maceteras en la parte inferior, sirve para coleccionar el agua drenada y limpia por la filtración ocurrida al pasar por el sustrato y por el sistema de raíces de las plantas, para luego ser conducida al tanque de peces.

En la preparación se hace lo siguiente:

- a) Para preparar el reservorio, se utiliza la pieza restante del tanque de donde se obtuvo la tercera macetera. Esta es una pieza de 58 centímetros de altura.
- b) El tanque reservorio, debe conservar la estructura de soporte metálico para evitar que se deforme con el peso del agua.
- c) Se debe lavar con agua tibia y jabón y dejar secar al sol.
- d) Se debe dar mantenimiento o limpieza de hojas o suciedad en general de forma regular, para evitar que se atasquen u obstruyan la bomba de agua.

f) Lavar los dos contenedores para macetera y reservorio

Como se indicó anteriormente, se debe lavar con abundante agua y jabón y luego dejar a secar al sol durante 24 horas.

g) Reforzar soportes metálicos con madera en la tercera macetera

Para la tercera macetera, se debe seguir el mismo procedimiento con respecto a la colocación de las reglas que sirven de soporte a estos depósitos.

h) Hacer agujero para instalar tubería de agua

En el tanque reservorio, se perforan dos orificios de 1 pulgada de diámetro, utilizando una broca cónica, luego se insertan los tubos por donde se drena el agua que viene de las maceteras.

4. Montaje de tanque de peces y maceteras sobre columnas de bloques

Los contenedores o depósitos preparados como ser, el tanque de peces, las maceteras de plantas y el reservorio, van colocados sobre 12 columnas de bloques de concreto de 8 pulgadas.

a) Distribución de las columnas de bloques

Se colocan 8 bloques de 8 pulgadas de diámetro x 8 pulgadas de alto x 15.5 pulgadas de largo. Por columna, se requieren dos bloques, colocados uno sobre otro en cada esquina y separados a 50 centímetros, las columnas entre si.

b) Altura y colocación de las columnas de bloques

Las columnas de bloques van levantadas a una altura de 32 pulgadas desde la superficie y separadas las primeras dos maceteras entre si a 50 centímetros, dejando 25 centímetros de separación entre la tercera macetera y el tanque de peces.

Las maceteras van distribuidas de forma lineal a la pecera, para que conduzca el agua a las mismas.

La primera macetera, se coloca de forma separada a unos 25 centímetros del tanque de peces o la pecera. Las otras dos maceteras van después del reservorio de agua. Cada macetera va montada en cuatro hileras de bloques, separados a 50 centímetros una de otra



Espaciamiento de las columnas de bloques donde se monta el sistema una vez instalado y conectadas las tuberías de llenado y drenaje de agua.



Alineado de las partes del sistema de acuaponía.

5. Preparación del sifón de campana

a) Preparar las partes del sifón de campana

Está formado por tres partes:

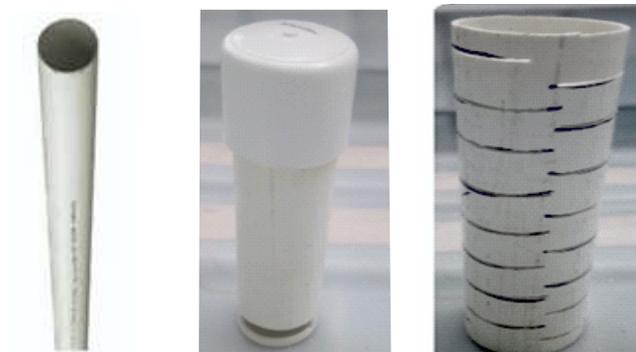
Tubo vertical de PVC: El tamaño es de 1 pulgada x 23 centímetros de largo. Este tubo define el nivel que va a manejar la macetera para accionar el sifón de campana.

Campana de sifón de tubería de PVC: Es de un tamaño de 3 pulgadas x 30 centímetros de largo. Esta pieza lleva 1 ranura a 2 pulgadas en la base de la estructura de 1 pulgada de diámetro y sirve para drenar el agua y trasladarla al tubo vertical y poder romper el vacío para hacer el drenaje de la macetera de plantas.

Protector de la campana tubería de PVC: Tiene un tamaño de 4 pulgadas x 35 centímetros de largo con un tapón de 3 pulgadas en su base. Esta parte lleva varias ranuras de 5 milímetros al contorno y separadas de 1-2 pulgadas. Sirve para proteger la campana de la obstrucción del sustrato.

Además, lleva una pequeña abertura de una separación de 2 pulgadas del fondo del tanque por donde circula el agua, haciendo un vacío y drenandola dejando sólo 2 pulgadas de agua en su base para el crecimiento de las bacterias.

Para el protector de campana: Se corta un tubo de PVC de un diámetro de 4 pulgadas y una longitud de 35 centímetros. A este tubo, se le deben perforar ranuras de 5 milímetros de ancho, separadas entre sí de 1 a 2 pulgadas. El protector de campana va instalado sobre el tubo de 3 pulgadas.



Primer tubo vertical que forma parte del sifón de campana.

Segundo tubo del sifón de campana, drena el agua hacia el tubo vertical.

El tercer tubo del sifón de campana, sirve de protector.



Perforación de las ranuras en el tercer tubo del sifón de campana

b) Instalar el sifón de campana

Se deben instalar tres sifones de campana, uno por cada macetera de plantas:

- a) Primero, se debe perforar un agujero de 1 pulgada, con una broca circular en el centro de la macetera donde se va el sifón de campana.
- b) En este agujero perforado en la macetera, con un adaptador macho de 1 pulgada, se coloca un sello de goma por cada lado de la pared del tanque, para evitar fugas, así como, un adaptador hembra en el extremo exterior para el acople de la tubería de drenaje.
- c) Este mismo procedimiento, se hace en las dos maceteras restantes.



En cada macetera de plantas se debe instalar un sifón de campana en el centro del depósito.



Todas las partes del Sistema de Acuaponía quedan interconectadas por tuberías de conducción del agua.



Operación y funcionamiento del Sistema de Acuaponía

Una vez instalado el sistema, es importante asegurar que todo el equipo esté funcionando correctamente, es decir, la bomba de agua, la bomba de aire y tuberías antes de introducir los peces y plantas.

Para la puesta en funcionamiento del sistema, se debe agregar agua al sistema, verificando que no hay fugas en las tuberías.

Las colonias de bacterias: Una vez concluida la fase de pruebas del sistema de recirculación y el sistema de bombeo, viene el establecimiento de las poblaciones de bacterias, que son microorganismos que se encargan de transformar los desechos de los peces en nutrientes para las plantas.

Para iniciar, se debe poner a funcionar el sistema durante 8-10 días, para que se desarrollen y establezcan las colonias en el sustrato.

Al momento de ser excretados; los desechos de los peces, no son aptos por su composición, que resulta toxica, además no pueden ser absorbidos de forma directa por las plantas, se requiere que sean transformados por las bacterias, en nutrientes disponibles para las plantas.

La bacterias pueden crecer en cualquier material, como raíces de las plantas, a lo largo de las paredes de las peceras, en cada medio de cultivo y en el sustrato, pero por lo general se alojan en el sustrato. Prefieren el sustrato, por poseer cavidades y porosidad, condiciones que lo poseen materiales como grava de río, ladrillo o teja, entre otros.



El sistema ya instalado para pruebas e iniciar el crecimiento de las bacterias los peces y después las plantas.

Recomendaciones en el manejo de las bacterias:

- a) Utilizar un sustrato de buena calidad porosa, por ejemplo, la teja o ladrillo triturado para que puedan servir de alojamiento de las colonias de bacterias.
- b) Mantener buena aireación en el agua del sistema.
- c) Mantener una recirculación permanente del agua.
- d) Evitar la entrada directa del sol, lo cual ayudará a que la temperatura del agua no supere los 33 grados centígrados.
- e) Mantener un equilibrio entre peces y plantas, no dejar nunca el sistema con menos de 15 peces grandes o 30 pequeños y al menos 6 plantas por macetera.

Los peces en el sistema

Con la introducción de los peces al sistema, comienza la generación de excretas, permitiendo que las bacterias empiecen su función de transformar estos desechos en nutrientes asimilables por las plantas.

La tilapia es la especie más utilizada en sistemas de acuaponía debido a:

- a) Es de rápido crecimiento.
- b) Tolera temperaturas altas en el agua.
- c) Puede sobrevivir a bajos niveles de oxígeno en el agua.
- d) Resiste aguas con niveles altos de compuestos, que contienen las excretas de los peces.
- e) Soporta altas siembras de peces en el tanque.
- f) Es de fácil manejo por su rusticidad.
- g) Se adapta a alimentos naturales como hoja de moringa, lenteja de agua, entre otros.
- h) Forma parte de la cultura alimentaria de la población.

Finalmente, la tilapia como alimento contiene en su composición nutricional proteína, grasa, energía y carbohidratos, todas muy saludables a la persona.

Cuidados en la compra, traslado y siembra de alevines

Traslado de alevines al lugar del sistema: El transporte desde los centros proveedores hasta el lugar, se debe realizar en horas de la mañana, evitando los rayos del sol, que pueden incrementar la temperatura del agua y provocar mortalidad de peces por falta de oxígeno y el estrés.

Siembra de alevines en el sistema: La siembra se realiza asegurando que la temperatura del agua en el transporte, y la del tanque coincidan, evitando así el "Shock térmico" (cambio brusco de temperatura del agua que pueden sufrir los alevines).

Cuando se manejan densidades entre 50-60 peces, se puede introducir de una vez, todo el lote de alevines, pero antes se debe asegurar que la temperatura del agua del tanque, coincida con la temperatura del depósito en el cual se hizo el traslado.

Al adquirir alevines de mayor tamaño; por ejemplo, de 20 gramos, se asegura una menor mortalidad, además de ganar un mes de levante, lo que permite cosechar a los 4 meses con un peso de 350 gramos (10-20 onzas).

Un lote constante de peces, permite un suministro adecuado de nutrientes para las plantas, por lo que se debe realizar siembras de alevines de forma escalonada, para mantener de forma continua peces de cosecha. Aproximadamente los peces de 3- 4 meses, estarían alcanzando un peso entre 250-300 gramos, un buen tamaño para el consumo.

Recomendaciones al momento de la siembra de alevines:

- a) Realizar la siembra en horas de la mañana o de la tarde cuando el sol no este fuerte y la temperatura para no estresar a los peces.
- b) Al momento de introducir los peces al tanque, se debe colocar el recipiente de traslado dentro de la pecera hasta que el agua alcance la misma temperatura y los peces no tengan sobresaltos de temperatura.
- c) Alimentar a los peces hasta el siguiente día de sembrados, después de haberse acostumbrado al agua y al tanque donde crecerán.



La aclimatación del pez tiene que ver entre la temperatura del agua que viene y la de su nuevo sitio de crecimiento en el tanque.

Alimentación de los peces

Para cada especie de peces hay un intervalo óptimo de temperatura en el que crecen, se alimentan y reproducen en las mejores condiciones; por ejemplo, para las tilapias es entre 27-28 grados centígrados. La tilapia cultivada en agua de buena calidad, tarda de 6 a 8 meses en crecer, a partir de la siembra de alevines de 5 gramos, para alcanzar un peso de cosecha de 500 gramos.

A mayor temperatura, los peces están más activos y comen más. El rango adecuado en temperatura para un buen comportamiento alimenticio de la tilapia es de 25 a 32 grados centígrados.

Por las razones anteriores, se utilizan tablas de alimentación para varios tipos de peces y cada una viene a una temperatura concreta. En función de cada temperatura, tipo de pez, viene indicada la cantidad de comida diaria (raciones) a suministrar.

También están indicadas las raciones según la edad del pez. Un pez con 20 gramos de peso, come más alimento diario que un pez con 200 gramos. Cuando los peces están pequeños, las raciones indicadas deben darse varias veces, debido al poco desarrollo de su intestino. Si se les diera en una sola ración, intentarían comer todo lo que puedan, corriendo el riesgo de causarles “empachos”, mala digestión, y desperdiciar la comida en el agua, pudiendo provocar muertes repentinas.

En el comercio, se pueden adquirir alimentos balanceados en forma de *pellets* (gránulos), que contienen los requerimientos para cada especie y vienen preparados según la etapa de crecimiento de los peces.

Etapa de inicio: Alimento de tilapia 45% de proteína cruda (PC), preparado para larvas y alevines de 0.1 a 25 gramos.



Las raciones de alimento a suministrar a los peces están en función de su biomasa, es decir su peso.

Etapa de crecimiento: Concentrado al 38% de proteína cruda (PC), elaborado para el fortalecimiento de los órganos vitales del pez joven y para lograr crecimientos de 0.9 a 1 gramo diario.

Etapa de engorde: Concentrado del 32% de proteína cruda (PC), diseñado para el crecimiento y acumulación de tejido muscular en peces entre 80 y 400 gramos.

La proteína es el componente más importante para obtener carne de peces. Los peces como la tilapia necesitan entre 25-35 % de proteína en su dieta. En general, los peces jóvenes (alevines y juveniles), requieren una dieta rica en proteína durante la etapa de crecimiento. Otros componentes del alimento de los peces, son lípidos y carbohidratos, los cuales ayudan a aumentar el valor energético en la alimentación, igual que vitaminas y minerales, necesarios para la función del sistema inmune y el crecimiento de los peces.



Alimento para peces proteína al 38%



Alimento para peces proteína al 32 %



Etapa de crecimiento: Concentrado al 38% PC.
Fortalecimiento de órganos vitales del pez joven y para lograr crecimientos de 0.9 a 1 gramo diario.



Etapa de engorde: Concentrado del 32% PC.
Crecimiento y acumulación de tejido muscular en peces entre 80 - 400 gramos.

Uso de tablas de alimentación para peces: En algunas ocasiones, el alimento natural no se encuentra presente en suficiente cantidad para proveer una adecuada nutrición a los peces, por lo tanto, se deben alimentar a horarios regulares dos o tres veces al día con alimentos concentrados adquiridos en el comercio.

Las tablas orientan para llevar un buen programa de alimentación para que los peces lleguen en tiempo y forma a su peso deseado. Las tablas de alimentación, ayudan a controlar la cantidad que consumirán los peces, evitando que dejen residuos en el agua. Tabla 1.

Por lo general, los peces tienen un mejor crecimiento (etapa de engorde), cuando son alimentados con dietas que contienen entre 25 a 30% de proteína cruda.

Cuando se siembran peces a altas densidades, es preferible utilizar alimentos con un contenido de proteína superior al 30 por ciento.

Una vez determinada la cantidad de alimento, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- a) Los peces pequeños necesitan más alimentos que los de mayor tamaño.
- b) Utilice menos alimento complementario (dieta balanceada comercial) si hay alimentos naturales.
- c) Si la cantidad de peces es baja, se debe utilizar menos alimento complementario y más alimentos naturales.
- d) Mientras mejor sea la calidad de los alimentos, menos cantidad se necesita.
- e) Se requiere más alimento en aguas cálidas que en aguas frías.



El cumplimiento del suministro de raciones tal como está distribuido por cantidad y veces al día, será clave para mantener la salud de los peces y plantas.

Tabla 1. Tabla de alimentación y raciones para peces de forma semanal

| Semanas | No. Peces | Proteína (%) | Promedio (gr) | Biomasa (gr) | Ración semanal (gr) |
|---------|-----------|--------------|---------------|--------------|---------------------|
| 1 | 60 | 38% | 20 | 1200 | 504 |
| 2 | 60 | 38% | 25 | 1500 | 525 |
| 3 | 60 | 38% | 30 | 1800 | 630 |
| 4 | 60 | 38% | 35 | 2100 | 735 |
| 5 | 60 | 38% | 42 | 2520 | 706 |
| 6 | 60 | 38% | 49 | 2940 | 618 |
| 7 | 60 | 38% | 56 | 3360 | 788 |
| 8 | 60 | 38% | 71 | 4260 | 746 |
| 9 | 60 | 38% | 79 | 4740 | 830 |
| 10 | 60 | 32% | 107 | 6420 | 1124 |
| 11 | 60 | 32% | 135 | 8100 | 1418 |
| 12 | 60 | 32% | 163 | 9780 | 1712 |
| 13 | 60 | 32% | 191 | 11460 | 2006 |
| 14 | 60 | 32% | 219 | 13140 | 2300 |
| 15 | 60 | 32% | 248 | 14880 | 2084 |
| 16 | 60 | 32% | 278 | 16680 | 2335 |

Suministro de la alimentación por raciones: Se debe dividir la alimentación en raciones de mañana y tarde, distribuyendo el alimento por toda la superficie del agua, enseguida retirar cualquier alimento que quede después de 10 minutos. Si no queda comida después de 10 minutos, aumente la próxima ración; si queda mucho, disminuya la ración.

Se debe evitar la sobrealimentación; el alimento no consumido por los peces daña la calidad del agua y la vuelve tóxica para los peces.

| Ración y número de veces al día para alimentar a los peces | |
|--|--|
| Horas de alimentación que se pueden manejar en el sistema | |
| Cantidad de raciones | Horas del día para alimentar los peces |
| 2 raciones en el día: | 6 - 7 de la mañana 4 - 5 de la tarde |
| 3 raciones en el día: | 6 - 7 de la mañana, 11-12 de la mañana 4 - 5 de la tarde |
| Recuerde: El alimento que no sea consumido en un tiempo de 5-10 minutos, se debe retirar para evitar su descomposición. | |

¿Por qué los peces no están comiendo?

Si el apetito de los peces disminuye o si dejan de comer, es una señal de que algo está mal, es probable que en el sistema, se alteró la calidad del agua.

Estas razones pueden ser:

- Se puede dar por la reducida cantidad de oxígeno en el agua.
- Porque la calidad del agua se ha dañado por muchas excretas de los peces.
- Por la comida que no es consumida y no retirada del tanque .
- Por aumento o disminución de la temperatura del agua.



El alimento que no fue consumido por los peces, se debe extraer, para evitar que se profundice y entre en descomposición.

¿Por qué no crecen los peces?

- a) Hay muchos peces para el tamaño del tanque (1 pez /4-5 galones de agua).
- b) No se está proporcionando la cantidad suficiente de alimento.
- c) La calidad de los peces no es la mejor.
- d) La calidad del agua se ha dañado por muchas excretas y lama de los peces.

¿Por qué boquean los peces?

- a) Se puede dar por la reducida cantidad de oxígeno en el agua.
- b) Por la competencia por oxígeno debido a la cantidad de peces.

¿Por qué un pez nada diferente a los demás?

- a) Los otros peces lo han golpeado.
- b) Está enfermo.

Recomendaciones:

- a) Revisar como está funcionando la bomba de aire, mangueras, y la piedra difusora, asegurar de que el aire fluye libremente, especialmente durante los meses de verano (temperaturas del ambiente altas).
- b) Tener presente que el agua caliente contiene menos oxígeno.



La buena calidad del agua, contribuirá a prevenir enfermedades, mantener el bienestar y la salud de los peces.

Plantas a establecer en el sistema

El sistema instalado, dispone en las tres maceteras de un área de 3 metros cuadrados de espacio para colocar los cultivos.

Hay una diversidad de cultivos que se pueden establecer en el sistema, considerando las condiciones de altura del lugar y el clima. Entre los cultivos de hoja se pueden mencionar los siguientes: coliflor, repollo, lechuga mostaza, perejil, espinaca, acelga, culantro, entre otras.

Entre los cultivos de fruto, están: frijoles, melón, pepino, chile pimiento y picantes, ayote criollo, tomate, fresa y berenjena. De igual forma, plantas aromáticas o condimentarias, como: culantro, albahaca, orégano, que crecen en forma combinada tanto con cultivos de hoja como de fruto y especies medicinales.



Con siembra al cuadrante, se pueden asociar varios cultivos en cada superficie de las maceteras combinando plantas de hojas y de fruto.

Condiciones de clima y temperatura de algunas plantas

Cada especie de planta necesita de ciertas condiciones climáticas para crecer y desarrollarse adecuadamente. La altura del lugar, clima, exposición solar y las estaciones del año, son factores que condicionan las necesidades de cada etapa de desarrollo de los cultivos en el sistema.

Algunas tipos de plantas para el sistema:

Pepino

| | |
|------------------------|--------------------|
| Temperatura: | 24-32 °Centígrados |
| Altura: | 0 - 1200 msnm. |
| Tiempo de germinación: | 3-6 días |
| Días a cosecha: | 7-9 semanas |



Chile dulce

Temperatura: 15-30 °Centígrados
Tiempo de germinación: 8-12 días
Días a cosecha: 8- 12 semanas
Plantas por macetera: 3-4 plantas



Culantro/cilantro

Temperatura: 17-27 °Centígrados
Altura: Varían de 0 - 1000 msnm.
Días a cosecha: 5- 7 semanas
Temperatura: 19-35°C
Plantas por macetera: 24- 36 plantas



Tomate

Temperatura: 16 - 30 °Centígrados.
Tiempo de germinación: 4-7 días
Días a cosecha: 9-12 semanas
Plantas por macetera: 3-5 plantas



Ayote criollo

Temperatura: 15- 40°Centígrados
Días a cosecha: 8-12 semanas
Plantas por macetera: 4 - 6 plantas



Frijol de verdura

Temperatura: menores: a 30°Centígrados.
Tiempo de germinación: 4-5 días
Días a cosecha: 6-8 semanas
Plantas por macetera: 12- 16 plantas



Rábano

Temperatura: 10-20°Centígrados
Tiempo de germinación: 11 días
Días a cosecha: 35- 45 días
Plantas por macetera: 3-5 plantas



Zapallo

Temperatura: 10-25°Centígrados
Tiempo de germinación: 6-7 días
Días a cosecha: 25- 35 días
Plantas por macetera: 6-9 plantas



Orégano

Temperatura: 10-25°Centígrados
Tiempo de germinación: 6-7 días
Días a cosecha: 25- 35 días
Plantas por macetera: 6-9 plantas



Albahaca

Temperatura: 16-38°Centígrados
Tiempo de germinación: 6-7 días
Días a cosecha: 4- 6 semanas
Plantas por macetera: 8-40 plantas



Repollo

Temperatura: 15-20°Centígrados
Tiempo de germinación: 4-7 días
Días a cosecha: 6-10 semanas
Plantas por macetera: 6-9 plantas



Brócoli

Temperatura: 15-20°Centígrados
Tiempo de germinación: 4-7 días
Días a cosecha: 8- 12 semanas
Plantas por macetera: 6-9 plantas



Lechuga

Temperatura: 15-22°Centígrados
Tiempo de germinación: 3-6 días
Días a cosecha: 4-5 semanas
Plantas por macetera: 20-25 plantas



Acelga

Temperatura: 15-25°Centígrados

Tiempo de germinación: 4-5 días

Días a cosecha: 4-5 semanas

Plantas por macetera: 15-20 plantas



Perejil

Temperatura: 15-25°Centígrados

Tiempo de germinación: 8-10 días

Días a cosecha: 3- semanas

Plantas por macetera: 16- 24 plantas



Coliflor

Temperatura: 10-20°Centígrados

Tiempo de germinación: 4-7 días

Días a cosecha: 8-16 semanas

Plantas por macetera: 6-9 plantas



Manejo de cultivos de forma combinada: Una forma de manejo de los cultivos es hacerlo en forma combinada, por ejemplo, cultivos de hoja y de fruto, o bien cultivos de porte alto y de porte medio, así se pueden combinar chile pimiento con albahaca y culantro. A continuación se presentan algunas combinaciones de cultivos:

Pepino + frijol
Chile pimiento + albahaca + culantro
Tomate + orégano + albahaca
Ayote criollo + tomate
Zapallo + tomate + chile pimiento

Siembra directa

Con aquellas plantas que se reproducen a través de esquejes o partes de tallo, se sugiere hacer la siembra directa. El prendimiento responde muy bien en cultivos como: albahaca, orégano, ajo, papa, frijol y camote. En este caso, se siembran de forma directa en la macetera preparada con el sustrato.

Siembra indirecta o trasplante

Muchas plantas por sus características y el tamaño de la semilla, se deben reproducir o germinar primero en un semillero para luego trasplantarlas al lugar definitivo



Por la naturaleza del sistema y tamaño de la semilla, varios cultivos deben establecerse primero en el semillero para enseguida realizar el trasplante

Por lo general, se hace en aquellos cultivos que crecen lentamente y son más delicados, por ejemplo: tomate, chile pimiento, cebolla, ayote, pepino, zapallo, repollo y lechuga.

Semilleros o almácigo de plantas

Debido a las condiciones y tamaños de las semillas, varios cultivos, requieren preparar semilleros o almácigos, en recipientes como paso previo, para luego trasplantarlas al lugar definitivo de siembra.

En el manejo del semillero, hay que tener presente los diferentes momentos en la germinación de la semilla, por su delicadeza y cuidados. Una germinación rápida para obtener plantas sanas, es vital para el éxito en el establecimiento del cultivo. El período de germinación en general, oscila de 12 a 22 días una vez sembrada en el semillero.

Un problema común en el período de germinación de las semillas, es el exceso de agua, en virtud que elimina el oxígeno. Se debe tener mucho cuidado de mantener la cantidad de humedad en el semillero.

Recipientes para semilleros: En el sistema de acuaponía, es preferible no realizar la germinación de plantas en el sustrato o macetera, ya que se puede perder la semilla, debido a que se profundiza, o bien por el efecto de succión del sifón de campana que arrastra la semilla por las tuberías.

Para hacer un semillero, se pueden utilizar cualquier tipo de recipientes, como baldes, latas, botellas de agua, cajas de jugos, vasos de plástico, cartones de huevo o directamente adquirir bandejas especiales con celdas en las que se colocan semillas.



Se pueden utilizar remanentes de tanques u otros recipientes para hacer los semilleros antes del trasplante de las plantitas a las maceteras.

Trasplante de plántulas a maceteras

Una vez que la planta alcance 4 hojas verdaderas, dependiendo del tipo de cultivo, se debe pasar del semillero a la macetera preparada con el sustrato.

Para el trasplante, se utiliza una estaca de madera o con la mano para hacer espacio en el sustrato y colocar la planta, de forma que quede bien sujeta y cuidando sus raíces.

Llenado de las maceteras: Como sustrato, se puede utilizar grava, piedra de río o arcilla expandida (teja o ladrillo), de igual forma se pueden hacer combinaciones mixtas entre grava en la base (fondo) y arcilla expandida (teja o ladrillo) en la parte superior. Para las tres maceteras se requiere la cantidad de 1.2 metros cúbicos de sustrato en partículas de un tamaño de 1-2 centímetros.

- Selección del sustrato a utilizar (grava, teja o ladrillo en partículas (quebrado).
- Una vez sembrados los peces, dar tiempo para que las bacterias se alojen en las porosidades del sustrato.
- Renovar o completar el sustrato por el desgaste, debido a la erosión hídrica.



Para el traslado de las plantas al sistema, hay que preparar las maceteras con el llenado del sustrato y antes la colonización de las bacterias.



Una vez que alcanzaron su desarrollo en el semillero, se trasplantan al sitio definitivo en las maceteras.

Recomendaciones al momento de realizar el trasplante:

- a) Realizar el trasplante en horas de la tarde para evitar estrés por temperatura.
- b) Antes de realizar el trasplante, disminuya el riego para endurecer las plantas, trasplante plántulas con cuatro hojas y que hayan alcanzado una altura entre 10 - 15 centímetros.
- c) Hacer un riego abundante al semillero, tres horas antes del trasplante, para facilitar el arranque sin dañar las raíces y que las plantas lleguen con buena humedad a las maceteras.
- d) Trasplantar solo aquellas plantas uniformes, sanas, con hojas bien desarrolladas y erectas.
- e) Deshijar las plantas antes del trasplante.
- f) Las plantas para el trasplante, deben tener raíces blancas y delgadas, las raíces con un color marrón y que no se extiendan hacia la parte inferior, son señal que han estado creciendo bajo un estrés de humedad o que hay pudriciones.
- g) Dejar el distanciamiento adecuado entre las plantas para evitar la competencia por la luz.

Manejo de podas

La poda en los cultivos, provee fuerza, da vigor, mejora la floración y ayuda al desarrollo general de la planta.

Tiene como propósito, eliminar las hojas en la parte baja de la planta donde hay poca entrada de luz y evitar que las hojas se convierten en un sumidero de nutrientes reduciendo el alimento a los frutos.

Sirve también para evitar el crecimiento desordenado, además de conducir el desarrollo de la planta desde sus primeras etapas de crecimiento.

Práctica de tutorado

El trazado de la forma del tutorado debe realizarse antes del trasplante para evitar daños posteriores en las plantas.

El propósito del tutorado, es mantener la planta erguida, mejorar la aireación y aprovechar la radiación solar. Ayuda en la calidad de fruto y en el control de plagas y enfermedades.

El tipo de tutorado, igual que los materiales a utilizar como cuerdas, postes, entre otros, depende de la planta cultivada, su hábito de desarrollo y el tamaño de cada macetera.



El tutorado ayuda a mantener la planta erguida especialmente en aquellos cultivos de alto desarrollo, favorecer la entrada de luz y los espacios en la macetera.

Cosecha

La cosecha es recomendable hacerla en horas de la mañana, en este momento los cultivos están más fríos, los frutos frescos y resulta más fácil su manejo y traslado.

Para cosechar hortalizas se pueden usar diferentes tipos de herramientas como: cuchillos, tijeras, machete, entre otros. La principal desventaja de las herramientas, es que si no se mantienen limpios y desinfectados antes de su uso, los virus y otros organismos que causan enfermedades, son diseminados entre las plantas.

Al cosechar plantas completas (por ejemplo, lechuga, y otras de bulbo), asegúrese de que toda la raíz se elimina del sistema, ya que los residuos pueden provocar pudrición y con ello enfermedades en los peces, bacterias y en la mismas plantas.



Los períodos de cosecha varían según el tipo de cultivo.



Control de plagas y enfermedades en plantas

La prevención y control de plagas y enfermedades en las plantas, debe ser utilizando prácticas orgánicas. No deben utilizarse pesticidas, ni otro producto químico, en virtud que provocarían la muerte de los peces.

¿Por qué las plantas se enferman?

Las plantas pueden enfermarse por las siguientes razones:

- No hay suficientes peces para mantener el agua con los nutrientes necesarios.
- Presencia de plagas.
- Deficiencias nutricionales, principalmente escasez de hierro, calcio y potasio.
- Porque se detuvo la recirculación del agua y no llegan nutrientes, ni oxígeno a las raíces de las plantas.
- Falta de aireación en las raíces de las plantas.
- Tener mucha sombra, que impide realizar bien su fotosíntesis.
- Asfixia o ahogamiento de las raíces de las plantas.

Prácticas para prevenir plagas y enfermedades:

- Observar diariamente las plantas para identificar si hay plagas o síntomas de enfermedades;
- Observar el color de las plantas para identificar deficiencias de nutrientes;
- Dar mantenimiento a la malla sombra y manta térmica;



El sistema de acuaponía funciona en equilibrio entre los peces y las plantas.



A diario se deben revisar las plantas para identificar la presencia de plagas y enfermedades

- d) Hacer limpieza de restos de hojas o ramas que caen de las plantas al sistema;
- e) Aplicar la práctica de tutorado en las plantas.

Algunas plagas que pueden afectar las plantas

Varias plagas como la mosca blanca, pulgones, áfidos, gusano medidor, orugas, trips, acaro rayado, arañita roja, la palomilla, minador de la hoja, entre otros, pueden afectar las plantas en el sistema. A continuación los daños por algunas plagas en los cultivos:

Mosca Blanca

Daños: pequeños y adultos, se alimentan de savia, provocando amarillamiento y marchitez de la planta. Transmite muchas enfermedades de una planta enferma a una sana.

Ciclo de vida: 28 - 39 días.

Cultivos afectados: tomate, melón, lechuga, zapallo y pepino.

Pulgón

Daños: pequeños y adultos, se alimenta de savia de tejidos jóvenes, provoca amarillamiento y reduce el crecimiento. Transmite muchas enfermedades de una planta enferma a una sana.

Cultivos afectados: melón, tomate, zapallo, pepino, papa, sandia, chile dulce y calabaza

Ciclo de vida: 7 a 15 días.

Trips

Daños: pequeños y adultos hacen daño, dejan manchas en el haz y envés de hojas de coloración blanquecina con puntos negros por su hábito raspador-chupador.

Cultivos afectados: lechuga, pepino, papa y cebolla.

Ciclo de vida: 14 - 21 días.



Mosca Blanca



Pulgón



Trips

Acaro rayado y arañita roja

Daños: pequeños y adultos introducen sus estiletes en el tejido para absorber los jugos de las células.

Cultivos afectados: tomate, chile, lechuga, brocoli, repollo, espinaca, perejil.

Ciclo de vida: 20 - 28 días.



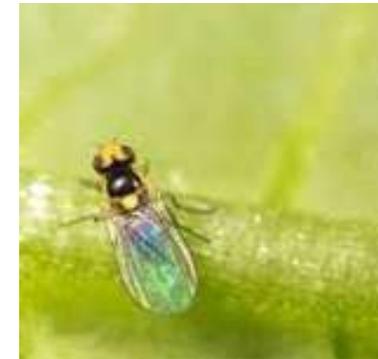
Arañitas Rojas

Minador de la Hoja

Daños: En estado larval, causa daño a nivel de hojas, reduciendo la capacidad de procesar la luz solar para fortalecer la condición de las hojas, flores y fruto de la plantas.

Cultivos afectados: Chile, tomate, frijol, coliflor, papa, repollo, lechuga.

Ciclo de vida: 14-21 días dependiendo de la temperatura ambiente.



Minador de la Hoja

Recomendaciones para el manejo integral de plagas:

- a) No utilizar productos como: pesticidas (por riesgo de muerte de peces), y antibióticos en alimentos para peces (por riesgo para las bacterias nitrificantes).
- b) Los métodos de control de las plagas y enfermedades, deberán hacerse con productos naturales u orgánicos.
- c) Revisar periódicamente las plantas en busca de plagas o síntomas.
- d) Llevar registros de plagas encontradas (número, tipo de plagas, daños, entre otras).
- e) Seleccionar especies de plantas resistentes.
- f) Realizar prácticas preventivas para control de plagas conocidas.
- g) Utilizar más de un método de prevención y control.

Preparación de productos y medios naturales para control de plagas

- **Preparado de cebolla**

Plagas: mosca blanca y pulgón

Preparación: machacar 3 cebollas y vaciar en 1 litro de agua hasta formar una masa uniforme, dejarla reposar por 12 horas.

Aplicación: 2 veces a la semana.

Uso trampas de color: trampa color amarillo.

- **Preparado de tabaco**

Plagas: áfidos

Preparación: mezclar 60 gramos de tabaco con 1 litro de agua.

Aplicación: al menos 1 aplicación diaria durante una semana

Uso trampas de color: trampa color amarillo

- **Preparado de ajo**

Plagas: pulgón

Preparación: deshacer 2 cabezas de ajo (no solo 2 dientes), licuar en 1 litro de agua.

Aplicación: 1 vez a la semana

Uso trampas de color: trampa color amarillo



Ejemplo de algunos preparados naturales para control de plagas en las plantas del sistema de acuaponía.

- **Preparado de hojas de tomate**

Plagas: gusano minador y la oruga

Preparación: mezclar 60 gramos de hojas, picarlas y agregarle 1 litro de agua

Aplicación: cuando este comenzando

- **Preparado de tabaco, ajo y cebolla**

Plagas: Trips

Preparación: mezclar 60 gramos de tabaco, 1 diente de ajo, 1 cebolla en cuadros en 1 litro de agua, dejar reposar por 48 - 72 horas.

Aplicación: una vez por semana. Si es persistente, usarla cada 3 días.

Uso trampas de color: trampa color amarillo

- **Control manual**

Plagas: Oruga

Forma de control: manual, se retira del cultivo cada vez que se observe la plaga.

Los nutrientes en las plantas

Los nutrientes, son aquellas sustancias que hacen que la planta crezca, se desarrolle y de frutos de buen tamaño. Una manifestación de una buena nutrición, es su color intenso y el desarrollo frondoso de las plantas.

En las plantas pueden observarse situaciones que cambian su color normal, entonces surgen preguntas como:

¿Por qué se ponen amarillos los tallos y se pudren las raíces de las plantas?

- Falta de oxígeno en las raíces (se ahogan las raíces).
- Falta de aireación de la macetera debido al mal funcionamiento del sifón.
- El nivel de sustratos en la macetera no es el indicado y permanece inundada.

¿Por qué se caen las flores de las plantas?

- Falta de nutrientes disponibles.
- Por plagas como gusanos o insectos.
- Por vientos fuertes.

Las plantas necesitan de nutrientes para su desarrollo. En el sistema, obtienen estos nutrientes convertidos en sales minerales, procedentes de las bacterias que transforman los desechos que liberan los peces en el agua y los restos de comida.

A mayor peso, los peces, liberan más desechos al agua, esto significa más nutrientes para las plantas, por lo tanto, este es el momento de ir ampliando la cantidad de plantas.

Sin embargo, con el tiempo, aún cuidando bien el sistema y manteniendo su balance, pueden presentarse deficiencias en ciertos nutrientes. Estas deficiencias a menudo ocurren cuando hay demasiadas plantas en relación a la cantidad de peces.

De los nutrientes y minerales que proveen los peces, algunos estarán en mayor cantidad, o más disponibles que otros, esto depende del tipo de plantas. Hay especies que crecen mejor y otras presentan deficiencias según el tipo de nutrientes contenidos en el agua.

Síntomas de deficiencias de nutrientes en las plantas y su enmienda:

Nitrógeno: Color verde claro o amarillento en las hojas, especialmente en hojas viejas y pobre desarrollo de frutos.

Enmienda: El aporte de este nutriente se da por las excretas de los peces en forma de amonio. Mediante nitrificación, se convierte a nitrato compuesto asimilado por las plantas.



Fósforo: Desarrollo de color violáceo en las hojas y pobre desarrollo de la planta.
Enmienda: La ceniza de madera es rica en potasio y en fósforo. Utilizar una onza por litro. Se prepara recogiendo la ceniza de la madera quemada y diluirla en agua.



Potasio: Las hojas más viejas desarrollan un color amarillento en los bordes de las hojas y luego mueren. Desarrollo irregular de frutos.
Enmienda: Se puede realizar un té de conchas de banano o plátano, que contienen alto nivel de potasio. Seis cascaras de plátano por litro de agua y verter en el sistema medio litro cada tres días.



Calcio: Crecimiento reducido o muerte de nuevos gajos. Desarrollo pobre de frutos.
Enmienda: Se recomienda el uso de cáscara de huevo molida al pie de las plantas para el aporte de calcio, sobre todo en la floración/fructificación. Tres cascaras de huevo molido cada 4 días durante 2 semanas.



Azufre: Aparición de color amarillento en las hojas nuevas y posterior avance a toda la planta. Síntomas similares a la deficiencia de nitrógeno con la diferencia que aparece en brotes nuevos.

Enmienda: Azufre (S) en polvo en proporciones mínimas. Una onza diluida en 1 litro de agua, agregar 50 cc cada 4 días durante 2 .



Hierro: Aparecen áreas amarillas o blancas entre nervaduras de hojas jóvenes, provocando puntos muertos de tejido

Enmienda: Óxido de hierro, extraído de clavos, tuercas, virutas de hierro, colocadas en una botella con un litro de agua agregar 100 cc por semana durante 3 veces.



Manganeso: Manchas marrones en las hojas más viejas.

Enmienda: Incorporaciones de ceniza. Una onza en 1 litro de agua



Cobre: Clorosis intervenal, seguida de una necrosis y un curvado de las hojas hacia el envés.
Enmienda: Incorporar cobre en forma diluida en cantidades de 10 gramos por 1000 litros de agua.



Zinc: Color amarillento entre nervaduras en hojas jóvenes. Hojas de tamaño reducido.
Enmienda: Incorporaciones de ceniza diluida.



Boro: Muerte de gajos y deformación de hojas con áreas descoloridas.
Enmienda: Mezclar 1 cucharadita de ácido bórico en 4 litros de agua. Colocar 1 litro por semana.



Molibdeno: Los síntomas de la deficiencia de este nutriente, se manifiestan por una falta de vigor y achaparramiento de la planta; en los cultivos se presentan manchas amarilla.

Enmienda: Incorporaciones de ceniza diluida, 1 onza de ceniza en 1 litro de agua, aplicar medio litro al sistema cada 4 días.



El componente de las plantas, requiere del cuidado diario.



Enfermedades en peces

Los peces pueden contraer varias enfermedades, dependiendo de la calidad del agua y la temperatura del agua, la manipulación excesiva, mala nutrición y las condiciones del medio donde viven, en esta caso, el agua en el sistema.

Los riesgos de enfermedades se vuelven mayores cuando los peces sufren estrés de varios orígenes, por ejemplo, durante la manipulación, siendo la causa posible que la temperatura del agua sea inferior a lo normal, o bien por condiciones de sobrepoblación. Se debe comprobar si hay bajos niveles de oxígeno disuelto.

Las bajas temperaturas inhiben la respuesta inmune y la capacidad de los peces para reaccionar a diferentes gérmenes como virus, bacterias, entre otros. La respuesta inmune de la tilapia, se inhibe a una temperatura entre los 16° a 18° centígrados.

La tilapia cultivada a temperaturas de 23°-32° centígrados, es menos propensa a parasitosis y otras enfermedades. La puede afectar el agua de baja calidad y un manejo nutricional y alimentario inadecuado.

¿Por qué se enferman los peces?

- Cuando la cantidad de peces es mayor en relación al volumen de agua en el tanque o pecera, los peces compiten por espacio, oxígeno y alimento. Lo adecuado, es mantener un pez por cada 20 litros de agua.
- Los peces viven en armonía con las plantas; si en el sistema no hay plantas, los peces morirán, pues estas ayudan a filtrar y limpiar el agua de las excretas de los peces.



Los peces pueden enfermarse por varias razones, mal manejo de la calidad del agua, por sobrealimentar los peces y contaminación del agua por sustancias extrañas.

- c) La sobrealimentación de los peces afecta la calidad del agua. Cada vez que se alimenten los peces, se deben extraer los restos de alimento no consumido después de los 10 minutos.
- d) Cuando hay falta de oxígeno debido a una suspensión del fluido eléctrico, la bomba de aire deja de funcionar.
- e) Cuando se manipulan los peces sin protección en las manos, esto puede provocar daños en aletas y estresar al pez.
- f) Las altas temperaturas en el agua hacen que se libere más rápido el oxígeno disuelto en ella, causando que los peces mueren por falta de oxígeno.
- g) Cuando en el agua del sistemas hay una alta concentración de cloro.
- h) Por sustancias adheridas en las manos que se liberan al hacer contacto con el agua; por ejemplo, cremas, lociones, aceites, jabones, etc.
- i) Por heridas producidas por otros peces.
- j) Por mucha cantidad de peces en la siembra.
- k) Introducir al tanque peces enfermos, los cuales pueden contagiar a los peces sanos.



Una forma de identificar problemas de salud en los peces es realizando muestreos, que además de control del peso, sirve para observar otras condiciones.

¿Qué observar diariamente en el tanque y en peces?

¿Cómo esta nadando el pez?: Si está sano, lo hará de forma normal, si está enfermo, lo verá nadar de forma irregular, como dando tumbos, puede ir dando giros, con hundimiento de costado en la superficie.

Está comiendo bien, es decir consume todo el alimento: Por lo general los peces son voraces al solo sentir alimento en el agua, ya sea en la superficie o en el fondo. Al observar que no consume alimento o queda mucho alimento, indica que hay problemas de salud en los peces.

Reacción de fuga de los peces, quieren salirse del tanque: Si responde a los ruidos y estímulos al acercarse al tanque, significa que el pez está sano y si se observa que no responde el pez no está bien de salud.

Coloración del pez: Si en el pez, se observa una pigmentación definida de acuerdo con la especie, está sano. Por el contrario, si se observa colores claros, puede ser señal de anemias, falta de oxígeno o bien alguna enfermedad.

Piel del pez: Se siente una piel suave, sin descamación, ni inflamación o secreción de mocos. Si observa descamación en la piel de forma evidente, hay úlceras o inflamación, con mucha expulsión de mocos.

Ojos del pez: Los ojos del pez son brillantes, transparentes, si sus ojos se observan opacos, hay problemas de salud.

Branquias del pez: Tiene que verse con una coloración rojo brillante y con lamelas completas. En cambio, las branquias con una coloración rosa pálida, con lamelas con lesiones, o con presencia evidente de parásitos, hay que tratar este pez.

Aletas del pez: Deben estar integra, sin señales de hemorragias internas, ni presencia de parásitos. Si tiene heridas o lesiones significa que hay problemas de salud.

Ano y papilas genitales: En estas partes del cuerpo del pez, no deben verse señales de hemorragia, ni estar congestionadas. Si se ven salientes el ano y las papilas genitales con signos de hemorragias el pez puede estar enfermo.

Cuidado con objetos sólidos, sustancias extrañas en el agua y lesiones en peces

Los peces se pueden enfermar por la presencia de sólidos en suspensión en el tanque, toxinas endógenas o por lesiones o golpes que pueden afectar la salud de los peces.



La observación periódica de los peces ayuda a prevenir e identificar enfermedades

Sólidos en suspensión en el agua: Materias extrañas presentes en el agua de los recipientes de cultivo, pueden generar lesiones en las branquias produciendo serios trastornos respiratorios en los peces. Las más dañinas son aquellas partículas duras, angulosas o con punta fina, las cuales a veces pueden provenir de una lluvia con viento fuerte o bien, durante los trabajos rutinarios en el tanque.

Toxinas endógenas: Los desechos de los peces pueden tener un efecto tóxico si se acumulan en niveles elevados y provocar la muerte de los peces. Esta situación suele presentarse por tener una elevada cantidad de peces, por una sobre alimentación o por el poco recambio de agua.

Lesiones mecánicas: Al momento de las labores de manejo en las maceteras de plantas, se pueden provocar lesiones, de igual forma que al hacer manipuleo o recogida de los peces con el uso de redes; en ambos casos, se pueden dañar las escamas, causar lesiones en la piel, por lo que es importante tener cuidado cuando se realicen estas labores con los peces.

Los peces pueden enfermarse por parásitos, bacterias y virus

Los cuidados de los peces son muy importantes para mantener la salud y evitar enfermedades. Las enfermedades pueden llegar a los peces por medio de parásitos que es lo más frecuente por las condiciones del medio donde crecen, así como por bacterias y virus. Las bacterias y los virus hay que ponerles mucho cuidado de presentarse en los peces. A continuación se detallan como se manifiestan estas enfermedades en los peces y como reconocerlas:

Enfermedades producidas por parásitos

El parasitismo es un problema de salud muy común en los peces, sin embargo, este tipo de enfermedades, se presentan cuando las condiciones del agua y del mismo sistema, propicia la proliferación de parásitos.

Los parásitos son organismos que viven sobre o dentro de otro organismo vivo, del que obtienen parte o todos sus nutrientes, en muchos casos, los parásitos dañan o causan enfermedades al pez.

Hay dos tipos de parásitos: los externos o también llamados ectoparásitos, que se encuentran en la piel, las aletas, las branquias o la boca; y los internos o endoparásitos, que viven en la sangre, los tejidos u otros órganos del pez.

Señales de parásitos en los peces: A veces es difícil detectar si un pez tiene parásitos, ya que no siempre los signos son evidentes a simple vista. Un pez que nada solo, más lento o de lado puede ser una señal de que está enfermo.

Una manifestación, es cuando el pez ha perdido peso, le cuesta mover sus aletas, o también si las branquias se mueven más rápido de lo normal. Otra forma, es cuando se observa hinchazón, esto es un síntoma de enfermedad, igual si se observan manchas blancas en el pez.

Enfermedades producidas por bacterias

En los peces las bacterias junto con los virus son los grupos de organismos patógenos de mayor importancia. Estos microorganismos son imperceptibles y para su identificación se requiere, la utilización de microscopios.

Enfermedades producidas por virus

Los virus son microorganismos parásitos, solo visibles en el microscopio. La principal vía de infección son las lesiones en la piel, branquias e intestinales, también se transmite a través del huevo de reproductores infectados a sus descendientes.

Ante una enfermedad en los peces:

- a) Identifique el pez muerto y retirarlo de inmediato del tanque de peces.
- b) Hacer una evaluación para identificar si la muerte fue por enfermedad, golpe u otra causa.
- c) Al comprobar que es enfermedad, realizar de inmediato el recambio de agua y aplicar baños de sal.
- d) Revisar si la aireación y la cantidad de oxígeno en el sistema está funcionando bien.
- e) Hacer cambios proporcionales de agua para regular problemas de coloración y olor.
- f) No alimentar los peces hasta alcanzar la normalidad en el sistema.

Uso de baños de sal con los peces

Cuando los peces han sido sometidos a mucho estrés, la manipulación excesiva o mal manejo durante la cosecha, transporte o traslado y otras actividades de manejo en el sistema, se pueden presentar problemas de salud; ante ello, es importante mejorar las formas de manipulación y el uso preventivo de baños de sal común.

La sal ayuda a reducir el estrés, prevenir y controlar enfermedades, restaura o mantiene equilibrada la cantidad de sales y agua en el cuerpo del pez, mejorar el estado general y la supervivencia de los peces antes y después del transporte, y ayuda a aliviar las condiciones ambientales adversas que pueden presentarse en el lugar.

Tratamientos utilizados para realizar baños de sal.

- a) En un tratamiento de inmersión con sal, los peces heridos o enfermos están expuestos a una fuerte solución salina durante un período corto de tiempo, por ejemplo, hasta 30 segundos o un minuto.
Dosis recomendada: Un kilogramo de sal por cada 40 litros de agua (solución al 3%).
- b) Un baño de sal es útil para el tratamiento de peces en estanque o tanques o peceras pequeñas, usados solamente para este propósito. Los peces se exponen a una solución salina moderada durante un máximo de 30 ó 60 minutos.
Dosis recomendada: 450 gramos de sal (1 libra) por cada 40 litros de agua (una solución 1-2%).

Recomendaciones:

- a) Los baños de sal son prácticas preventivas y correctivas, para algunas enfermedades, las dosis y efectos son las mismas.
- b) Los baños de sal, se deben realizar a los peces fuera del tanque, para no afectar el sistema y posteriormente se introducen los peces, una vez realizada esta práctica.



Controlar condiciones del agua en el Sistema

El sistema está funcionando bien cuando los peces, plantas y bacterias crecen y se mantienen de forma adecuada, sin problemas de enfermedades y conservando productivo el sistema.

Control del pH: Desde el momento que se introducen los peces y las plantas al sistema, se comienza a darle alimento a los peces. La acción de las bacterias y la respiración de los peces, son factores que influyen en la alteración del pH del agua.

En un pH del agua por encima de 7,2-7,5, las plantas no pueden absorber bien algunos nutrientes como el hierro y a un pH por debajo de 6-6,5 la actividad de las bacterias, se hace más lenta y se puede detener la nitrificación, acumulándose peligrosamente sustancias que pueden ser dañinas para los peces.

Controlar temperatura y el oxígeno en el agua: Al controlar la temperatura, se asegura que los peces y plantas, vayan creciendo y en las condiciones adecuadas. Se debe estar pendiente si baja demasiado la temperatura.

Es importante saber que pasa si sube o baja la temperatura en el tanque de peces; si baja demasiado, los peces comerán menos, por consiguiente, se tendrá que dar menos comida; o si sube exagerado también comerán menos los peces e incluso bajará la cantidad de oxígeno disuelto en el agua y quizás se necesite de aire adicional al agua con un pequeño compresor de aire o con saltos de agua. Para las plantas y bacterias, temperaturas entre 18 ° y 30° centígrados son adecuadas.

Lo recomendado: Observar el agua todos los días.



Observar cada día el agua del sistema, el olor y el sabor son señales de que algo está pasando, por lo que se debe actuar de inmediato.

Controlar el oxígeno: Los niveles de oxígeno comienzan a disminuir si aumenta de forma considerable la cantidad de peces, los sólidos en el agua y la temperatura.

Una práctica para mejorar los niveles de oxígeno, es hacer cambios periódicos de agua, es decir, cambiar cierto volumen en el sistema y sustituir con la misma cantidad de agua nueva.

Lo recomendado: medir el oxígeno en el tanque de peces al menos cada 15 días.

Prácticas en el manejo del agua:

- a) Agregar agua de buena calidad al sistema, evitar utilizar agua de fuentes o reservorios donde se observan características de agua contaminada.
- b) Retirar el alimento que está flotando en el agua después de 10 minutos de haber alimentado a los peces porque afectará la calidad del agua.
- c) Hacer limpieza de desechos del tanque a través de succión con manguera.
- d) Observar la coloración del agua de forma permanente, aguas color verde oscuras indican falta de oxígeno y contaminada por lo que se debe de hacer un recambio de agua de la siguiente manera:
 - Si el agua esta de un color muy verde, se deben extraer 8 cubetas de agua y poner igual cantidad de agua nueva en el sistema.
 - Si el agua se observa de un color verde suave extraer de 4-5 cubetas de agua y reemplazar por igual cantidad.
 - Monitorear el olor del agua, olores muy fuertes indican que el agua no esta buena para los peces porque no tiene oxígeno y es dañina para las plantas. En este caso, se debe cambiar al menos 6 cubetas de agua.
 - Extraer hojas u otros residuos del sistema para no afectar la calidad del agua.
 - Evitar introducir la mano al tanque o pecera o que personas se laven las manos dentro del sistema



El manejo de la calidad del agua, resulta determinante para el bienestar y la salud de los peces y plantas.



Manejo y mantenimiento del Sistema de Acuaponía

En el manejo de los peces:

- Con los peces, el principal cuidado es su alimentación.

Prácticas diarias

- Observación diaria de los peces
- Anotar los aspectos observados
- Verifique la temperatura del agua

Veces de alimentación a los peces

- Los peces se deben de alimentar entre 2 - 3 veces al día, la cantidad de alimento será proporcional a la cantidad de biomasa.
- Después de alimentar los peces, retirar el alimento no consumido después de 10 minutos y ajustar la porción siguiente para evitar dichos excesos.
- No sobrealimentar los peces y retirar los restos de alimentos no consumidos. Los residuos al descomponerse, pueden causar enfermedades y consumir todo el oxígeno disuelto.
- A los peces aún pequeños, hay que darles las raciones diarias en varias veces, según lo indicado, aunque tengan poco desarrollado su intestino. Al suministrar la ración diaria de una sola vez, intentarán comer todo lo que puedan, esto puede provocar “empachos”, mala digestión, desperdicios de comida en el agua y hasta la muerte repentina.

Recomendaciones con enfermedades en peces:

- Los peces pueden padecer de estrés, haciéndolos más vulnerables a enfermedades, debido a la variación de la temperatura, calidad del agua y alimentación.
- Las enfermedades provocadas por hongos, pueden ser contrarrestadas aplicando 0.5 gramos/litro de sal de ganadería y aumentando la temperatura del agua (dependiendo de las especies de peces).

Realizar muestreo de los peces:

- a) Realizar muestreo de peso de los peces y verificar cuidadosamente si hay alguna enfermedad. Esta práctica sirve para verificar la salud, el desarrollo y uniformidad de los peces, ayudando a determinar, la cantidad de alimento a suministrar.
- b) Se deben realizar cada semana, muestreos del 5 o 10 % del total de peces.

Limpieza y mantenimiento del tanque o pecera:

- a) Los residuos de alimentos son dañinos para los peces, ya que pueden pudrirse en el agua del sistema, descomponiendo la calidad del agua.
- b) Los alimentos descompuestos, pueden causar enfermedades y consumir todo el oxígeno disuelto.
- c) Al utilizar agua de la red pública, se debe dejar reposar el agua en un recipiente limpio, por un periodo de 1 - 2 días, para que el cloro contenido en el agua, se evapore, evitando así que esta sustancia afecte a los peces.
- d) Desmontar cuidadosamente el sistema para realizar la limpieza.
- e) Es recomendable usar una red de pesca para sacar con cuidado los peces y pasarlos a un recipiente que contenga el 50% de agua tratada (libre del cloro) y el otro 50% con el agua del tanque.

De forma anual

- a) Lavar la pecera, tubería y demás implementos, no utilizar jabón o detergente para evitar se afecte la salud de las especies.

En el manejo de las plantas

Al momento de la siembra de las plantas en las maceteras, se debe asegurar que queden sembradas de manera adecuada, es decir, que no estén apretujadas en los sustratos y que las raíces alcancen al fondo para un buen contacto con el agua.

Prácticas de manejo

| Prácticas diarias: |
|---|
| Observación diaria de las plantas para descartar presencia de plagas. |
| Remover hojas enfermas, para que |
| Observar si existe deficiencias de nutrientes en las plantas |

Prevención de enfermedades en plantas

- a) Revisar todos los días las plantas para observar si hay presencia de plagas, enfermedades, deficiencias nutricionales y problemas de raíz.
- b) Evitar causar daños al momento del trasplante de plantas, como ruptura del tallo y raíces.
- c) Usar tutores en las plantas, principalmente en aquellas de porte alto para evitar problemas de derribo de plantas y frutos.
- d) Hacer aplicaciones de bio insecticidas y/o bio fungicidas, dependiendo de qué problemas se estén presentando.

Limpieza y mantenimiento en camas o macetera de plantas:

- a) Mantener el área de cultivo lo más limpia posible, para evitar enfermedades de las plantas.
- b) El polvo o la acumulación de desechos en la macetera, pueden dar lugar a enfermedades. Una medida de prevención muy habitual que puede hacerse, es colocar una pequeña cubeta con 2 o 3 centímetros de agua al 50 por ciento de lejía para desinfectar el calzado, pisándola unos segundos antes de entrar en la zona del sistema.

En el mantenimiento de la recirculación de agua y las tuberías

Comprobar que las bombas de agua y aire funcionan bien y que el agua esté fluyendo.

| Cada semana se recomienda: | | | | | | |
|--|--------|-----------|--------|---------|--------|---------|
| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
| <ul style="list-style-type: none"> • Revisión de la recirculación de agua y tuberías: Revisar las tuberías y reparar en caso de encontrar obstrucciones. • Control del nivel de agua: Verificar que el nivel del caudal de agua en las tuberías es el adecuado (ni es mucho ni muy poco). • Control de entradas y salidas de agua: Verificar que los flujos de entrada y salida de agua están funcionando. • Control de fugas de agua en tuberías <ol style="list-style-type: none"> a) Revisar que las tuberías no presenten ninguna situación que pueda dar lugar a una fuga. b) Limpieza y renovación de materiales del sustrato. c) Revisar que el sustrato utilizado sea ladrillo, teja grava, arena, otros. d) Revisar si el sustrato está muy cargado de sedimentos y realizar una limpieza. e) Retirar residuos de plantas como hojas, frutos entre otro. | | | | | | |

En el mantenimiento de las bombas

| Cada semana se recomienda: | | | | | | |
|---|--------|-----------|--|---------|--------|---------|
| Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
| <p>La bomba de agua y de aire, se deben conservar limpias las partes y libres de residuos atrapados dentro de los filtros. Hacer limpieza como mínimo 3 veces por semana</p> | | | | | | |
| Bomba de aire | | | Bomba sumergible | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> a) Ubicar en un lugar seguro protegida de la lluvia, golpes y alejada del acceso a niños y animales. b) Revisar que la manguera no esté doblada o dañada para que el aire pueda fluir sin problema hacia el tanque donde están los peces. c) Desconectar la bomba cuando se suspenda la energía eléctrica (red pública) y conectarla después de 15 - 20 minutos del retorno, asegurando que el sistema eléctrico se estabilizó. | | | <ol style="list-style-type: none"> a) Limpiar el filtro 2 veces a la semana mínimo. b) No dejar trabajar la bomba con menos de una cuarta abajo de agua, que equivale a 200 litros de agua. c) Limpiar el filtro sintético 3 veces a la semana. d) No manipular la bomba fuera del agua sin antes quitarle el fluido eléctrico. e) Desconectar la bomba cuando se suspenda el servicio de la energía eléctrica (red pública) y conectarla después | | | |

| Bomba de aire | Bomba sumergible |
|---|--|
| <p>d) No manipular la bomba con las manos mojadas para evitar deterioros en el funcionamiento y prevenir accidentes.</p> <p>e) Limpiar la piedra difusora cada 15 días.</p> | <p>de 15 - 20 minutos del retorno, asegurando que el sistema eléctrico se estabilizó.</p> <p>f) Al manipular la bomba de agua, se debe de hacer con las manos limpias que no tengan residuos ni sustancias que dañen el sistema (cremas, lociones, detergentes, aceites).</p> <p>g) Limpiar la piedra difusora cada 15 días.</p> |

Mantenimiento del reservorio:

- Limpiar en forma periódica tanto el reservorio como el tanque de peces, haciendo un sifoneo (acción de succionado con un pedazo de manguera) para la optimización del agua, pues se van acumulando sedimentos por el viento que arrastra polvo al agua y por el desperdicio de alimento que puede darse.
- Observar todos los días el nivel de agua del reservorio para que la bomba sumergible no quede trabajando en seco, dejando una lámina de seguridad mínimo de un pie.
- Limpiar el reservorio cada 15 días, con un sifón de poliducto para no desperdiciar el agua.

Cuidados de la calidad del agua (Cada semana)

- Cuando en el agua del sistema, se observan colores verde oscuro y olores fuertes, se tiene que hacer cambios de agua de esta manera:
 - Extraer un volumen de agua del sistema y vaciar la misma cantidad de agua nueva. Es decir, si se extraen 5 baldes de agua, se deben incorporar la misma cantidad.
 - La cantidad de agua a sacar dependerá del color que se observa, es decir, a mayor intensidad del color, sacar hasta 200 litros de agua para lograr cambiar la calidad de agua rápidamente. Si el color es verde turquesa o suave, se debe cambiar unos 100 litros de agua.

Sustitución del agua del sistema por evaporación

No se cambia toda el agua, sólo la cantidad que ha bajado, es decir que se ha evaporado o perdido por el calor del sol por la respiración de las plantas y el consumo para hacer crecer flores y fruto.

Asegurar una adecuada aireación y circulación del agua

- a) El uso de bomba de agua y aire, asegura que el agua alcance altos niveles de oxígeno disuelto y mantener buen movimiento en el agua, para que las bacterias, peces y plantas estén saludables.
- b) Los costos de electricidad son una parte significativa del costo del sistema, es importante elegir la bomba adecuada y considerar la energía fotovoltaica, si es posible.

Prácticas después de cada ciclo de cultivo

- a) Limpieza, reutilización y renovación del sustrato
El uso del sustrato como arcilla cocida (ladrillo o teja triturado), el desgaste se presenta de forma más frecuente. El sustrato de arcilla, como ladrillo o teja, deberá ser renovada cada 3 años, la grava puede durar unos 10 años.
- b) La limpieza o sustitución del sustrato, debe hacerse cada 3 meses o al concluir el ciclo de producción, para asegurar la calidad del agua que riega a las plantas.
- c) Antes de incorporar el sustrato a la macetera, realizar un lavado para eliminar materiales extraños, se puede utilizar agua hirviendo.
- d) Manejar el nivel adecuado de sustrato, evitando inundaciones prolongadas sobre la superficie de siembra de las plantas. La medida es llenar 28 centímetros de sustrato en la macetera.

Extraer partes de la planta a cosechar

- a) Cuando los vegetales están en punto de cosecha, se puede retirar una parte del producto o toda la planta; por ejemplo, lechuga, albahaca, culantro, extraer hojas o extraer solo los frutos como el tomate, chiles, frijol de verdura, entre otros.
- b) Al terminar el ciclo de cultivo, se debe hacer una limpieza previa antes de la siguiente siembra. Retirar todos los residuos de cosecha como raíces, hojas, tallos o cualquier otro residuo.

Ante la suspensión del fluido eléctrico

- a) Ante la ausencia del fluido eléctrico y por lo tanto el no funcionamiento de la bomba de aire, lo primero es

- observar el tanque de peces y ante la evidente exigencia de oxígeno, los peces tienden a subir a la superficie.
- b) Con una cubeta limpia, sacar agua del tanque y luego dejarla caer, hacerlo desde la altura de los brazos, de forma que el golpe incorpore oxígeno en la columna de agua, esto se debe hacer durante unos 8-10 minutos.

Medidas de seguridad en el manejo del sistema

- a) En la instalación eléctrica, se debe utilizar siempre un dispositivo de corriente residual (RCD). Este es un tipo de disyuntor que corta la energía del sistema, si la electricidad cae al agua.
- b) Proteger cables, enchufes de los elementos, especialmente de la lluvia, salpicaduras de agua y humedad. Existen cajas de conexiones al aire libre disponibles para estos fines.

Evitar enfermedades transmitidas por alimentos

- a) Usar técnicas adecuadas para lavarse las manos y desinfecte siempre el equipo de cosecha.
- b) Al cosechar, no permita que el agua toque el producto; tampoco permita que las manos o los guantes mojadas toquen el producto.
- c) La mayoría de los patógenos están en el agua. Siempre lave los productos después de cosecha y también antes del consumo.
- d) No colocar la cosecha y equipo en el suelo.
- e) Evitar que ratas entren al sistema, y mantenga a los animales domésticos (perros, aves, cerdos y vacas) lejos del área.
- f) Si utiliza agua de lluvia, asegúrese de que las aves no se posen en el área de recolección, o considere tratar el agua antes de agregarla al sistema.
- g) No maneje los peces, plantas u otros medios con las manos, use guantes desechables.

Recomendaciones Generales

- a) Evitar colocar el sistema directamente a la luz solar, debido a que acelera el crecimiento de algas ocasionando tener que limpiar con mayor frecuencia el sistema. Otra medida para reducir el crecimiento de algas, es mantener el flujo constante del agua a través de las plantas.
- b) La proliferación de algas puede llegar a obstruir el paso del agua por el sistema debido a que se disminuye el



Materiales y costos de un Sistema de Acuaponía

El costo en materiales y equipo es de **L. 17,204.05** y los gastos operativos del sistema por año son de L.2,696.44 lempiras.

Tabla 2. Materiales, equipo, otros insumos, costos operativos y producción anual.

| No. | Descripción | Cantidad | Unidad medida | Costo Total (L) |
|---|--|----------|---------------|------------------|
| 1 | Materiales, equipo y otros insumos del Sistema acuapónico | | | |
| 1.1 | Componente para instalar conexiones de conducción de agua | Varios | Varios | 1,126.40 |
| 1.2 | Componente accesorios varios | Varios | Varios | 288.13 |
| 1.3 | Componente instalación eléctrica | Varios | Varios | 345.18 |
| 1.4 | Componente construcción de maceteras y tanque reservorio | Varios | Varios | 10,097.19 |
| 1.5 | Componente sistema de bombeo de agua y aire | Varios | Varios | 3,210.00 |
| 1.6 | Componente mallas de protección | Varios | Varios | 635.00 |
| 1.7 | Componente hortalizas y equipo | Varios | Varios | 210.00 |
| 1.8 | Mano de obra calificada y no calificada | Varios | Varios | 800.00 |
| Subtotal inversión inicial | | | | 17,204.05 |
| 2 | Costos operativos del sistema por año | | | |
| 2.1 | Semillas y plantas varias | 3 | Onzas | 74.20 |
| 2.2 | Peces: alevín de tilapia | 180 | Alevines | 899.56 |
| 2.3 | Servicio electricidad | 300 | Watts | 667.44 |
| 2.4 | Servicio conexión agua | 4.2 | M3 | 17.00 |
| 2.5 | Alimento para peces (38/32%) | 120 | Libras | 1038.24 |
| Subtotal costos operativos del sistema por año | | | | 2,696.44 |
| Total Egresos | | | | 19,900.49 |
| 3 | Producción del sistema por año | | | |
| 3.1 | Carne de pescado | 60 | Kg | 4,004.64 |
| 3.2 | Vegetales | 163.60 | Kg | 3,824.15 |
| Total Ingresos | | | | 7,828.79 |

Costo-beneficio

Una relación de costos operativos y los ingresos, resulta un beneficio anual de L 5,129.90. Una vez funcionado el sistema de acuaponía, da una ganancia neta de L 1.91 por Lempira invertido. La recuperación de la inversión inicial tardará unos 39 meses.

Tabla 3. Costo-beneficio del Sistema de Acuaponía.

| Costos Totales/Año | Total/Año (L) |
|--|---------------|
| Costos iniciales de instalación | 17,204.05 |
| Costos operativos anuales | 2,696.44 |
| Ingresos anuales | 7,828.79 |
| Beneficio neto anual | 5,129.90 |
| Recuperación costos iniciales de instalación (meses) | 39 meses |

Tabla 4. Materiales y accesorios en la construcción de un sistema de acuaponía

| No. | Descripción | Cantidad | U. Medida | P. Unitario | Costo Total (L) |
|-----------|--|----------|-----------|-------------|-----------------|
| 1. | Componente para instalación de conexiones de conducción de agua | | | | 1,126.40 |
| 1 | Tubo PVC de presión 1 pulgada | 5 | Metros | 14.00 | 70.00 |
| 2 | Tubo PVC de presión 2 pulgadas | 7 | Metros | 42.41 | 296.89 |
| 3 | Tubo PVC de presión 3 pulgadas | 1 | Metros | 96.07 | 96.07 |
| 4 | Tubo PVC de presión 4 pulgadas | 1.20 | Metros | 137.98 | 190.98 |
| 5 | Codo PVC de presión liso 1 pulgada | 2 | Pulgadas | 6.14 | 12.38 |
| 6 | Codo PVC de presión liso 2 pulgadas | 5 | Pulgadas | 20.43 | 102.15 |
| 7 | Tee PVC de presión lisa 2 pulgadas | 2 | Pulgadas | 25.21 | 50.42 |
| 8 | Tee PVC de presión lisa 1 pulgada | 1 | Pulgadas | 25.30 | 25.30 |
| 9 | Válvula de bola PVC lisa 1 pulgada | 3 | Pulgadas | 16.13 | 48.39 |
| 10 | Adaptador PVC hembra con rosca 1 pulgada | 3 | Pulgadas | 6.48 | 19.44 |

| No. | Descripción | Cantidad | U. Medida | P. Unitario | Costo Total (L) |
|---|--|----------|-------------|-------------|------------------|
| 11 | Adaptador PVC hembra con rosca 1 pulgada | 1 | Pulgadas | 10.96 | 10.96 |
| 12 | Poliducto de alta densidad de 1 pulgada (manguera) | 10 | Yardas | 5.87 | 58.70 |
| 13 | Adaptador PVC macho con rosca 2 pulgadas | 1 | Pulgadas | 11.83 | 11.83 |
| 14 | Adaptador PVC macho con rosca 1 pulgadas | 3 | Pulgadas | 5.00 | 15.00 |
| 15 | Reductor PVC presión 2x1 liso | 3 | Pulgadas | 8.61 | 25.83 |
| 16 | Tapón PVC hembra de presión liso 3 pulgadas | 3 | Pulgadas | 27.39 | 82.19 |
| 17 | Tapón PVC hembra de presión liso 2 pulgadas | 1 | Pulgadas | 9.87 | 9.87 |
| 2. Componente accesorios varios | | | | | 288.13 |
| 18 | Empaque 9750 esponjoso P/Tanque inodoro 2 pulgadas | 1 | Pulgadas | 16.39 | 16.39 |
| 19 | Empaque de goma 36221·1.1/4 (G101) | 3 | Unidades | 30.00 | 90.00 |
| 20 | Pegamento para PVC 4 Onzas | 1 | Unidad | 77.39 | 77.39 |
| 21 | Pegamento silicón 82.8 ML | 1 | Unidad | 104.35 | 104.35 |
| 3. Componente instalación eléctrica | | | | | 345.18 |
| 22 | Caja-rectangular (Caja de toma corriente) | 1 | Unidad | 81.74 | 81.74 |
| 23 | Contacto codo-MS (46100) Doble (Caja Toma) | 1 | Unidad | 29.79 | 29.79 |
| 24 | Placa PPIN·DO (4'1110) doble p/contacto intemperie | 1 | Unidad | 33.65 | 33.65 |
| 25 | Alambre de conexión eléctrica. N° 10 | 10 | Yardas | 20.00 | 200.00 |
| 4. Componente construcción de maceteras y tanque de reservorio | | | | | 10,097.19 |
| 26 | Bloques de concreto de 8 pulgadas | 40 | Unidades | 20.00 | 800.00 |
| 27 | Madera | 16.44 | Pies tablar | 24.16 | 397.19 |
| 28 | Grava de rio lavada canto rodado | 1 | M. cubico | 800.00 | 800.00 |
| 29 | Tanque IBC (Maxi Cubos) | 3 | Unidades | 2,700.00 | 8,100.00 |

| No. | Descripción | Cantidad | U. Medida | P. Unitario | Costo Total (L) |
|--------------|--|----------|------------|-------------|------------------|
| 5. | Componente sistema de bombeo de agua y aire | | | | 3,210.00 |
| 30 | Bomba sumergible P/Fuente (1500 L/H) | 1 | Unidad | 1,475.00 | 1,475.00 |
| 31 | Bomba de aire (8 L/H) | 1 | Unidad | 1,525.00 | 1,525.00 |
| 32 | Piedra difusora | 4 | Unidades | 30.00 | 120.00 |
| 33 | Manguera para conexión de bomba de aire | 6 | Metros | 15.00 | 90.00 |
| 6. | Componente mallas de protección sol, vientos, temperatura, plagas | | | | 492.15 |
| 34 | Malla sombra 1.8 x 300 pies | 20 | Pies | 21.10 | 422.00 |
| 35 | Manta térmica 1.8 x 1000 metros | 17 | Metros | 2.95 | 50.15 |
| 36 | Alambre galvanizado N° 14 | 1 | Libras | 20.00 | 20.00 |
| 7. | Componente peces y alimento de peces | | | | 635.00 |
| 37 | Alevín de tilapia 5 gramos | 60 | Unidades | 5.00 | 300.00 |
| 38 | Alimento concentrado 38% | 20 | Libras | 9.05 | 181.00 |
| 39 | Alimento concentrado 32% | 20 | Libras | 7.70 | 154.00 |
| 8. | Componente vegetales y equipo | | | | 210.00 |
| 40 | Semillas de hortalizas varias | 2 | Onzas | 60.00 | 120.00 |
| 41 | Atomizador jardinería de 1 litro de almacenamiento | 1 | Unidad | 90.00 | 90.00 |
| 9. | Mano de obra calificada y no calificada | | | | 800.00 |
| 42 | Mano de obra calificada por instalación de un sistema | 1 | Unidad | 600.00 | 600.00 |
| 43 | Mano de obra de la familia | 1 | Día/hombre | 200.00 | 200.00 |
| TOTAL | | | | | 17,204.05 |

MANUAL POPULAR DE ACUAPONIA

Financiado por:
UNIÓN EUROPEA

Plaza Millenium, Local B10, Tegucigalpa, M.D.C., Honduras, C.A.
Apartado Postal 2720, Teléfonos: (504) 2225-5525, 2225-5466
<https://worldrenew.net/honduras>

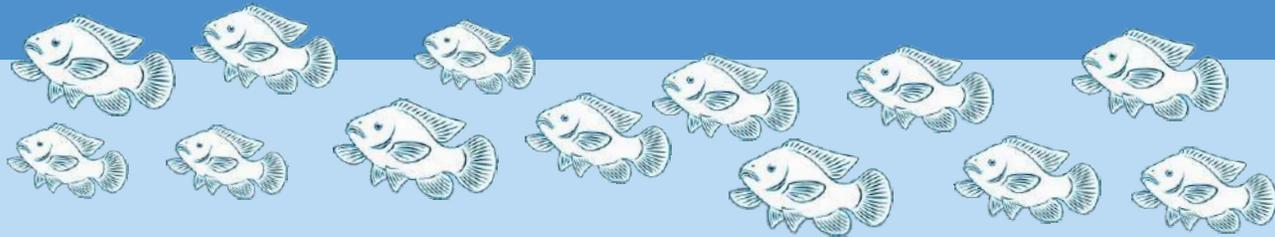
Octubre 2020



SECRETARÍA DE COORDINACIÓN
GENERAL DE GOBIERNO

EUROSAN
OCCIDENTE

SCGG - UNIDAD TÉCNICA DE SEGURIDAD
ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL
UTSAN



HONDURAS SIN HAMBRE

