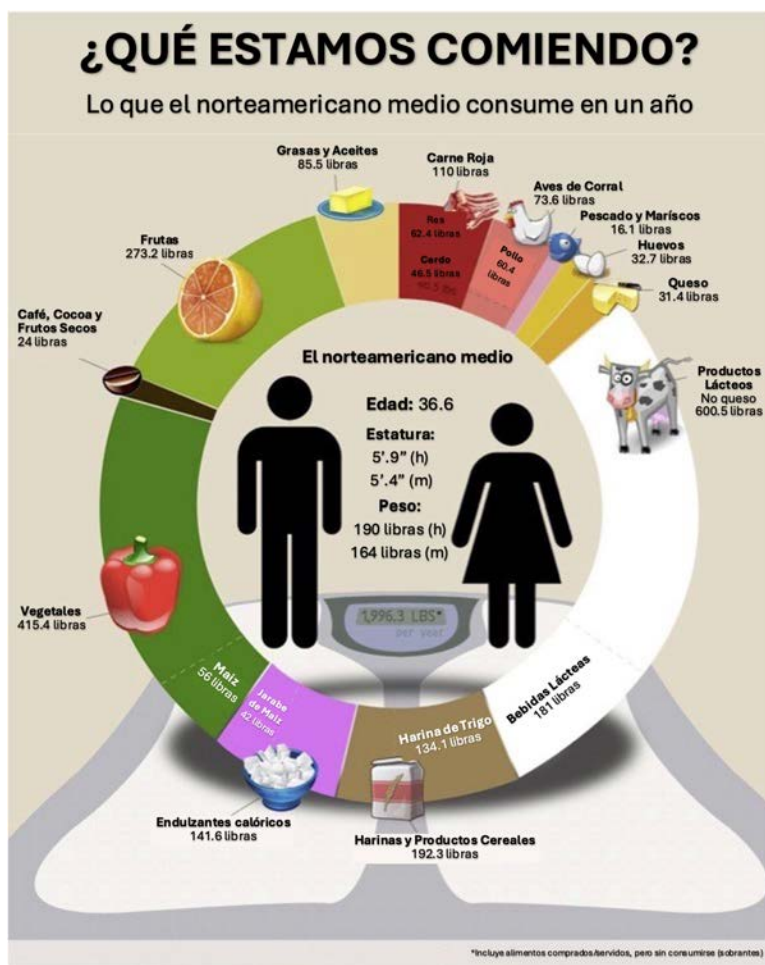


# NxT Horizon LLC

7802 S. 14th St. Phoenix Az. 85042 \* 602-363-1677 \* Correo electrónico: [info@nxthorizon.com](mailto:info@nxthorizon.com) \* [www.nxthorizon.com](http://www.nxthorizon.com)

12 Cosechas para una dieta sana. Guía operativa rápida para iniciar su acuaponía del Programa de Huertos en el Patio Trasero de Phoenix

Según el USDA, el norteamericano medio consume aproximadamente 2,000 libras de alimento al año (vea la gráfica a continuación). Si se dispone del tiempo, la experiencia, el buen tiempo y el equipo adecuados, se podría producir casi el 40% (800 libras) en un patio trasero medio de Phoenix. Resumen de los procedimientos operativos estándar. Usando una simple mezcla de 6 cultivos de invierno y 6 cultivos de verano de plantas y animales, la misión de este documento es ayudarle a usted y a su familia a alcanzar esa meta usando la acuaponía.



No hay forma de evitarlo, la acuaponía es compleja. En el Programa de Huertos en el Patio Trasero, hemos hecho que lo sea menos, llevando así los conceptos de la tecnología agrícola a su patio trasero.

## ¿Qué es la acuaponía?

Existen muchas definiciones de acuaponía. La definición que utilizaremos aquí es "El cultivo y la cría de plantas y animales acuáticos".

## La acuaponía en el Programa de Huertos en el Patio Trasero de Phoenix

El objetivo básico es cultivar alimentos suficientes para una familia en un pequeño patio trasero de Phoenix Arizona utilizando materiales de bajo costo y fáciles de encontrar. La última vez que esto se hizo con éxito a gran escala fueron los Huertos de Guerra de la Primera Guerra Mundial, más tarde llamados Huertos de la Victoria durante la Segunda Guerra Mundial. Los Huertos Victoria requerían una media de 1.600 pies cuadrados de terreno, un tamaño de parcela demasiado grande para el patio trasero normal de Phoenix. Sin embargo, aprovechando un poco de ciencia agroalimentaria del siglo XXI para reducir el tamaño, la escala y el costo, fue posible crear un sistema de acuaponía comparativamente de bajo costo que puede producir muchos alimentos básicos locales deseados, incluyendo lechuga, col rizada, acelga, brócoli, berza, tomates, chiles, melones, sandías, pez bagre y mucho, mucho más. Todo ello utilizando simples piscinas de chapoteo como base de los huertos y que pueden prefabricarse e instalarse en menos de 3 horas.

### Partes de su sistema acuapónico:

A veces llamado Jardín Acuapónico de la Victoria, la foto de la página siguiente es el sistema acuapónico estándar de NxT Horizon utilizado en el Programa de Huertos en el Patio Trasero. Para permitir una reparación fácil y de bajo costo por parte del usuario, el sistema de acuaponía está especialmente construido con materiales de bajo costo disponibles en muchas ferreterías grandes o en línea.



### ¿Cómo funciona?

El método se denomina Cultivo en Aguas Profundas (DWC). La técnica para permitir el cultivo en aguas profundas en una piscina de chapoteo se desarrolló por primera vez alrededor de 2012 y se publicó en Brooks 2017.

<http://nxthorizon.com/PDF/design1.pdf>.

La piscina de chapoteo cubierta por un **forro interior de plástico apto para peces** crea una masa de agua donde las plantas alimenticias flotan en balsas (ver foto) con sus raíces extendiéndose hacia el interior del tanque. En las raíces de

las plantas y en el clarificador es donde se encuentran la mayoría de los microorganismos que convierten los desechos de los peces en nutrientes. Para criar los peces se utilizan **dos cubos de basura de plástico de polietileno de alta densidad (HDPE) apto para uso alimentario**. La circulación del agua se crea mediante el uso de una bomba de elevación de aire accionada por aire comprimido. El **clarificador** es un dispositivo sencillo que recoge los desechos sólidos de los peces para su uso posterior.

**Una malla de sombra** sostenida por una estructura enrejada sirve para proteger las plantas del exceso de luz solar durante los veranos cada vez más calurosos de Phoenix. El enrejado también proporciona una estructura en la que puede crecer una gran variedad de plantas enredaderas. Por último, las plantas en las balsas y los peces en un tanque externo cerrado facilitan el crecimiento y la cosecha y hacen que todo sea más fácil de manejar. En las páginas siguientes se dan instrucciones básicas sobre lo que hay que hacer cada día para que todo siga funcionando. Puede hacerse empleando aproximadamente ½ hora de tiempo.



**¿Qué tipo de plantas y peces se pueden cultivar en Phoenix?**

A continuación, se muestra una breve lista de plantas y animales que se han cultivado con éxito en Phoenix con este tipo particular de sistema de acuaponía:

**Verduras asiáticas:** Bok Choy, Joi Choi, Tokyo Bekana, Hon Tsai Tai, Komatsuna. (De tamaño mediano a grande)

**Verduras americanas:** Col, Mostaza, Brócoli, Coliflor, Mostaza Roja, Col Morada. (De tamaño mediano a grande)

**Tomates:** Cherry, Grape, Boutique Cherry, Best Boy, Sweet 100s, Yellow Pear. (Plantas muy grandes)

**Guisantes y Frijoles:** "Frijol de vaca", Habichuelas: "Yard Long Beans", "Lima", "Pima Lima", "Purple", "Green Snap", "Tepary Brown & White"). (Plantas de tamaño medio).

**Flores:** Capuchina, zinnias gigantes, celosia, petunia, caléndula, gazania, cosmos, lisianthus, girasol gigante (suelen ser plantas pequeñas, aunque la capuchina puede crecer mucho).

**Lechuga:** mezcla de jardín, mantequilla crujiente, velas rojas, hoja de roble rojo, hoja de roble verde, Simpson, lechuga romana. (Plantas pequeñas)

**Melones/Calabazas/Pepinos:** charentais, lufa, melón híbrido amarillo, melón cantalupo, melón dulce, pepino clásico, pepino armenio, pepino japonés, pepino limón, calabacín, calabaza amarilla, sandía amarilla, sandía Sugar Baby. (Suelen ser plantas grandes)

**Albahacas:** italiana, Limón, tailandesa, Canela, Serata, Globo picante, Morada, Azul africana. (Pueden ser grandes y tupidas)

**Varios Otros cultivos:** Acelga roja, acelga arco iris, apio, batata (hojas utilizadas como verduras), orégano, fresas, hojas de shiso, amaranto, remolacha, colinabos, verdolaga, espinaca malabar, rábano rojo.

**Chiles:** Brasa Explosiva, Habanero, Pimiento Verde, Pimiento Dorado, Chile Anaheim, Pimiento Maxi, Cereza Roja, Tabasco, Súper Chile.

**Especies de animales acuáticos:** Pez dorado, Langostino gigante de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii*), Tilapia (*Oreochromis niloticus* (Nilo), *O. aureus* (Azul), *O. mossambicus* (Mozambique), *O. urolepis hornorum* (Wami)), Pez platja, Mollies, Endlers, Colas espada, Guppys, Bagre acorazado sudamericano.

**Uno para todos los requisitos de calidad del agua:** Los sistemas de agricultura acuática de alta tecnología y alta producción suelen requerir una calidad de nutrientes diferente para cada tipo de cultivo producido. Sin embargo, aunque diferentes mezclas de nutrientes podrían mejorar la productividad, todas las especies y cultivares enumerados anteriormente tienen necesidades de calidad del agua y de nutrientes que coinciden. Estas necesidades ambientales superpuestas, combinadas con el agua bien aireada a casi 60 cm de profundidad del lecho de cultivo, crean un entorno de cultivo único y rico en oxígeno que favorece el crecimiento de las raíces de las plantas grandes y pequeñas, así como su acceso a los nutrientes. De este modo, una sola instalación puede producir una amplia variedad de cultivos, como enredaderas, verduras de hoja verde, lechugas y pescado, todo en una misma masa de agua, lo que permite a una familia acceder a una dieta más amplia.



### Los 6 cultivos "de invierno"

Los cultivos estacionales son aquellos que dan buenos resultados en esa estación del año. Aunque con el cambio climático y la consiguiente inestabilidad meteorológica, las estaciones de cultivo son ahora algo fluidas. Para describir las estaciones, utilizamos las denominaciones básicas de invierno (octubre-marzo) y verano (abril-septiembre). Estos cultivos se eligieron no sólo porque prosperarán durante estas estaciones, sino también porque producirán una buena cantidad de alimentos. Básicamente, si puedes cultivarlos, también podrás cultivar los cientos de otros cultivos disponibles que se enumeran más adelante en el documento.

1. Bagre de canal (Channel Catfish)
2. Lechuga (Muchos cultivares diferentes todos relacionados)
3. Verduras (Col rizada, brócoli, coliflor: todas Brassica oleracea)
4. Cebollas
5. Acergas
6. Tomates (los tomates no se incluirían normalmente en esta lista, pero el clima está cambiando, así que puede

que les vaya bien)  
Alt: Apio

## Los 6 cultivos de verano

1. Tilapia (Normalmente es un cultivo de pescado "de verano", pero el cambio climático y el aumento de la tolerancia genética al frío están permitiendo ampliar la temporada de cultivo)
  2. Pepinos (En realidad, podrían plantarse en marzo)
  3. Calabazas (calabacines (zucchini), por ejemplo)
  4. Melones almizcaderos (Cantalupo, Melón dulce, Pepinos armenios)
  5. Chiles (Demasiada variedad para mencionar. El jalapeño y el chile güero son buenos para empezar)
  6. Sandía Sugar Baby
- Alt: Albahaca y camote enredadera.

NOTA 1: Con el cambio climático, plantas como las acelgas y los tomates pueden crecer todo el año.

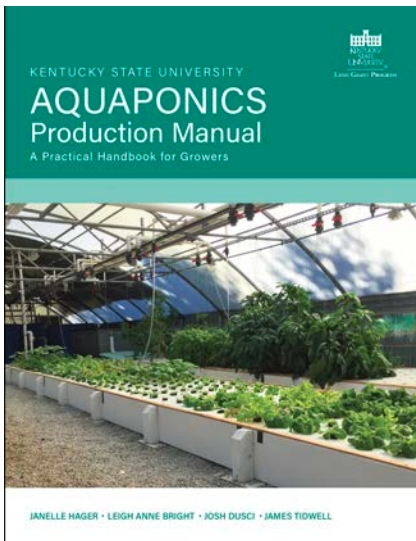
NOTA 2: Hay muchas otras oportunidades que pueden ser igual de buenas que las elegidas, pero empezaremos por éstas.

Requisito de calidad del agua preferido para el buen crecimiento de los 12 cultivos recomendados para principiantes.

pH	6.5 to 6.8
Amoníaco:	0.25 ppm
Nitrito:	0 – 0.25 ppm
Nitrato	20 ppm
Temperatura:	Ambiente de "invierno" 40°F a 90°F (el bagre de canal prefiere el agua alrededor de 75°F a 85°F pero les va bien en 40°F, pero no crecen) Ambiente de "verano" 65°F a 90°F (Nota, la tilapia (azul / híbrido del Nilo también prefieren el agua en 75°F A 85°F, pero normalmente no les va bien en agua que está a 40°F.

**Referencias:** Aquí están los enlaces a dos excelentes referencias. La primera es el **Kentucky State University Aquaponics Production Manual (2021)**. **NOTA: de 67 páginas 3.7.1MB).**

<https://www.ksuaquaculture.org/PDFs/Aquaponics%20Handbook%202021%20Updated%20.pdf>



La acuaponía es también una forma estupenda de enseñar STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, STEM por sus siglas en inglés). Hay algún aspecto de la acuaponía que abarca literalmente todas las disciplinas. Proporcionado por **National Agriculture in the Classroom**, si desea dedicar algún tiempo a la acuaponía con sus hijos, detrás de este enlace hay un excelente plan de estudios sobre acuaponía para niños de 3° a 5° curso. <https://agclassroom.org/matrix/lesson/632/> No se deje engañar por los niveles de edad. Aunque está diseñado para niños de primaria, hay literalmente cientos de páginas de información básica sobre acuaponía que son perfectamente adecuadas también para adultos.

## REGLAS BÁSICAS PARA EL AGUA

**Cuidado Diario:** Para garantizar una buena cosecha, los sistemas de acuaponía actúan como máquinas bien engrasadas. Todas las piezas deben mantenerse en buen estado de funcionamiento. Las siguientes son algunas de las cosas que debe hacer a diario para mantener su sistema en funcionamiento y sus plantas y animales sanos. La acuaponía depende de lo que se denomina el Ciclo del Nitrógeno. Uno de los procesos que mantienen la vida en la tierra, el Ciclo del Nitrógeno funciona en los suelos y en el agua en cualquier lugar donde los microbios metabolizan el amoníaco de los animales convirtiéndolo finalmente en nitrato necesario para las plantas como fertilizante.

Como se ve en la foto a continuación, algunos lo llaman el Proceso Acuapónico:



**Flujo de agua:** El flujo de agua adecuado es fundamental para proporcionar oxígeno a sus plantas y animales (Sí, las raíces de sus plantas requieren oxígeno), así como para mover los desechos de los peces y el agua limpia a donde tienen que estar. **Asegúrese de que las bombas de aire comprimido estén encendidas y proporcionando una gran cantidad de aire.** A continuación, asegúrese de que las burbujas se ven en todo el sistema de cultivo y los tanques de peces.

Comprobación de la calidad del agua: Debe conocer la calidad de su agua en todo momento. **El Kit de Test API Master Freshwater que se le ha proporcionado, es lo que utilizará para comprobar diariamente importantes parámetros de calidad del agua.** Para obtener instrucciones completas sobre el uso del kit de prueba, por favor vea el siguiente video:



completas sobre el uso del kit de prueba, por favor vea el siguiente video:

<https://www.youtube.com/watch?v=b0gH-6f41Uc&t=48s>

**pH:** El pH es la medida de la cantidad de ácido que hay en el agua. En primer lugar, debe mantener la cantidad de ácido en el agua para una buena salud del sistema entre 6.6 y 6.8. (7 es neutral) Esta es la cantidad de ácido donde los nutrientes están más disponibles para las plantas, pero también donde los peces y los microorganismos, que acondicionan el agua, seguirán creciendo bien. Además, mantener estas condiciones de agua ligeramente ácida ayuda a evitar que las incrustaciones (también llamadas cal y carbonato cálcico) se asienten en todas las superficies subacuáticas de su sistema. (Más adelante encontrará más información sobre cómo mantener el nivel de pH).

## BIOFILTRACIÓN

La biofiltración es el proceso que convierte los desechos de los peces en alimento para las plantas. El proceso consta básicamente de 3 pasos:

**1. Amoníaco.** Los peces liberan amoníaco cuando descomponen las proteínas de su comida. Cuando la biofiltración de su huerto funciona correctamente, la cantidad de amoníaco en el agua debe estar entre 0 y 0.25 ppm. El amoníaco es tóxico, por lo que si los niveles empiezan a subir, espere y póngase en contacto con su técnico del programa de acuaponía.

**2. Nitrito.** El nitrito se crea como parte del ciclo del nitrógeno (véase más arriba) cuando las bacterias descomponen el amoníaco como fuente de energía. También es tóxico y normalmente no abunda (0.25 ppm más o menos). Sin embargo, si sus niveles comienzan a aumentar, puede significar que algo en su sistema está desequilibrado, como el desperdicio de alimento o la muerte de un pez, razón por la cual debe analizarlo todos los días. Además, cuando esto ocurra con el nitrito o el amoníaco, póngase en contacto con su técnico de acuaponía lo antes posible.

**3. Nitrato.** El nitrato se forma cuando las bacterias descomponen el nitrito. Es lo que las plantas utilizan como alimento. Sin él, su sistema no prosperará. La cantidad que vea en el agua depende de la cantidad de comida que haya dado a sus peces, de la temperatura del agua, del tipo de plantas que esté cultivando y de lo "hambrientas" que estén sus plantas. Cuando analice el nitrato, busque un nivel de 20 ppm más o menos. Si no es así, es posible que su sistema esté desequilibrado, por ejemplo, si no ha alimentado a los peces lo suficiente. Una vez más, póngase en contacto con el técnico de acuaponía para que le aconseje.

## Nivel y calidad del agua:

Naturalmente, el agua es de vital importancia para un sistema de acuaponía. Hay muchas fuentes de agua posibles para la acuaponía, grifo, lluvia, superficie (río, lago, canal) pozo, etc. En el caso de los sistemas utilizados aquí, de todas las posibles fuentes de agua en Phoenix Metro, grifo es el mejor:

Limpia (Filtrada y esterilizada con cloro)

Siempre disponible (24/7)

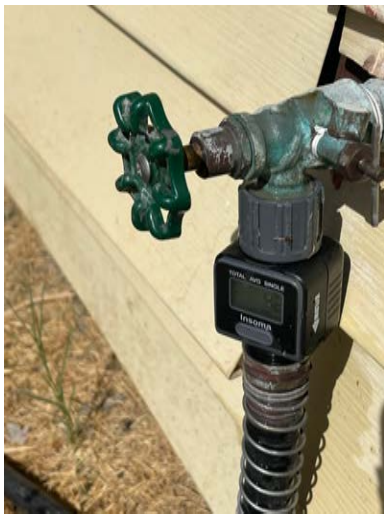
**Comparativamente** de bajo costo cuando se utiliza en pequeñas cantidades. (En la actualidad, unos 0.012 dólares por galón en el momento de escribir estas líneas (invierno de 2024).



**Abundante:** Teniendo en cuenta las condiciones de sequía, en Phoenix no se puede malgastar el agua. La acuaponía es uno de los métodos agrícolas más eficientes en el uso del agua. Dependiendo de la habilidad del operador, la acuaponía permite producir más alimentos por galón de agua disponible.

**Llenado y mantenimiento de los niveles de agua:** Utilizar agua municipal del grifo facilita mucho el manejo del agua. **Con la manguera del jardín, llene el sistema hasta unas 3 pulgadas por debajo del borde interior (consulte la foto de la izquierda).** No más. Cada día se evaporará

algo de agua, así que cada 3 (tres) días más o menos, utilice su manguera de jardín para volver a llenarlo hasta el nivel prescrito.



**REGISTRO DEL CONSUMO DE AGUA:** es importante registrar el consumo de agua utilizando el medidor de agua que se proporciona para uso con la manguera. Por favor, registre los datos y envíelos a la Municipalidad de Phoenix utilizando el enlace que le enviarán cada mes. Hay una gran variedad de medidores de agua de manguera que son adecuados para la tarea y son muy similares en diseño y funcionamiento. Este vídeo proporciona información básica sobre el uso de estas marcas de medidores que le hayan proporcionado: <https://www.youtube.com/watch?v=qJ0nF1KB-ws>

**Eliminar el cloro del agua del grifo:** Para mantener el sistema libre de patógenos, Phoenix utiliza cloro para esterilizar su suministro de agua. El cloro también es mortal para los peces y puede dañar las plantas, por lo que debe eliminarse. Hay varias maneras de hacerlo, pero la más fácil es simplemente dejarlo reposar durante 24 horas. En ese tiempo, el cloro se desprenderá del agua de forma natural. En general, no se preocupe por el cloro en las pequeñas cantidades de agua de compensación que va a utilizar para contrarrestar la evaporación. No hay suficiente cloro en esa cantidad de agua para dañar a sus peces. Normalmente se puede cambiar hasta el 10% del agua total (unos 60 galones) de forma segura. Es posible cambiar más, pero se recomienda tener más experiencia o la ayuda de un experto antes de intentarlo. Por último, también hay algunos medios químicos muy eficaces y seguros para eliminar el cloro del agua, pero dejaremos esa discusión para otro día







**Aire:** El oxígeno del aire es esencial para todos los organismos de un sistema acuapónico. Los peces, las raíces de las plantas y los microorganismos que filtran el agua mueren sin él o crecen muy lentamente si no reciben suficiente. El aire es suministrado por dos bombas de aire comprimido (la marca puede variar) y entregado al sistema de acuaponía a través de una serie de tubos de transporte de aire que se conectan a las piedras de aire que rompen la corriente de aire en miles de millones de burbujas y las bombas de elevación de aire en los tanques de peces que son responsables de la circulación del agua. Las bombas de aire utilizan electricidad comercial de 120 vatios y se conectan a enchufes de pared estándar. Aunque el sistema se ha diseñado para permitir la supervivencia de los peces y las plantas en caso de que se pierda el aire de las bombas durante unas horas, es fundamental que estas bombas estén encendidas las 24 horas del día, los 7 días de la semana, para un crecimiento y un uso adecuados. El arranque de las bombas de aire es sencillo, si funcionan con normalidad basta con enchufarlas. Si las bombas no se activan y/o si no ve un abundante burbujeo casi como de jacuzzi en el sistema, compruebe si su alimentación está conectada y / o las conexiones de las líneas aéreas a las válvulas y otros puntos de distribución (ver sección 1.3.3). Si nada funciona, pida ayuda inmediatamente al técnico del programa de acuaponía.

fundamental que estas bombas estén encendidas las 24 horas del día, los 7 días de la semana, para un crecimiento y un uso adecuados. El arranque de las bombas de aire es sencillo, si funcionan con normalidad basta con enchufarlas. Si las bombas no se activan y/o si no ve un abundante burbujeo casi como de jacuzzi en el sistema, compruebe si su alimentación está conectada y / o las conexiones de las líneas aéreas a las válvulas y otros puntos de distribución (ver sección 1.3.3). Si nada funciona, pida ayuda inmediatamente al técnico del programa de acuaponía.

**Cuidado de los peces:** Como ya se ha dicho, en acuaponía cultivamos tres tipos de organismos. Peces, microorganismos y plantas. Al alimentar a los peces, éstos producen desechos que contienen microbios beneficiosos que limpian el agua para convertirla en alimento para las plantas. Muchos sistemas de acuaponía se centran en las plantas y el objetivo de los peces es principalmente proporcionar fertilizante. En el caso de nuestro programa, el valor de los peces producidos por libra es tan importante como el valor de las plantas. Es importante que los peces estén bien cuidados para que puedan proporcionar al usuario una fuente de nutrición rica en proteínas. La meta en este caso es producir por lo menos 30 libras de pescado de alimento por año. Incluso para aquellos que no desean comer sus peces, se pueden producir igualmente tipos de peces de alto valor que normalmente no se comen, como la carpa Koi.

**¿Qué tipo de peces se pueden cultivar?** Aunque es posible que haya más especies disponibles en un futuro próximo, para cumplir objetivos de en nuestros que África. alimento y



con las normas del Departamento de Caza y Pesca de Arizona y nuestros 10 cultivos, actualmente hay dos tipos de peces comestibles que crecen bien sistemas, el bagre de canal y la tilapia (*Oreochromis* sp.). El bagre de canal utilizamos es originario del río Misisipi y todas las tilapias son originarias de Aunque su sabor es muy diferente, ambos son muy apreciados como pueden encontrarse en las estanterías de marisco de la mayoría de los supermercados

Al igual que de peces. el cultivo de alimentos en el exterior es estacional, también lo es el cultivo Por ejemplo, las tilapias son peces tropicales de aguas cálidas y pueden cultivarse cuando el agua está a más de 70 grados (finales de primavera, verano, principios de otoño). Mueren en aguas de menos de 60 grados. El bagre se considera un pez de "aguas templadas". Esto significa que aceptan agua fría en invierno (menos de 40 grados F) y pueden cultivarse casi todo el año en Phoenix. Sin embargo, durante el caluroso verano de 2023 las temperaturas del agua de los tanques superaron los 90 grados, causando estrés térmico en algunos de los bagres producidos.

**La seguridad alimentaria es fundamental** en el sistema alimentario estadounidense. Una excelente fuente de información sobre la seguridad alimentaria de estos dos pescados es la *Monterey Seafood Watch* que muchos consideran una de las

mejores fuentes de este tipo de información en el mundo. Simplemente haga clic en este enlace y luego escriba el nombre del pescado que desea conocer y le llevará a información BASADA EN LA CIENCIA sobre esa especie. Este es el enlace: <https://www.seafoodwatch.org>.

**Los peces y el pH.** Los peces son sensibles al pH (acidez). Algunos prefieren un pH alto, como la tilapia (8,0 más o menos). Otros, un pH más bajo. Al bagre, por ejemplo, le gusta el agua poco ácida, entre 6.6 y 6.6 aproximadamente. Como se explicará con más detalle en la sección de plantas, la acuaponía necesita un pH de 6.6 aproximadamente para que las plantas estén contentas. Siempre y cuando los peces tengan la oportunidad de adaptarse lentamente a los cambios, también les va bien este nivel de 6.6 más o menos.

**Alimentar a sus peces:** Alimentar a sus peces es fácil en apariencia. Compre el alimento para peces en su tienda local de productos agrícolas o, si es necesario, en una tienda de animales/acuarios. Aunque hay muchas marcas que ofrecen diferentes calidades, características (como ser totalmente orgánico, por ejemplo) y precios, para este propósito y, para empezar, elija un alimento que esté etiquetado como bueno para varios tipos diferentes de peces con al menos un 20% de proteínas. Asegúrese de que los gránulos flotan (si el alimento se hunde, es difícil saber si los peces se lo han comido) y de que son pequeños (3/32 pulgadas). Si los gránulos son demasiado grandes, los peces pequeños pueden tener dificultades para ingerirlos.

El propósito es alimentar a sus peces con todo lo que puedan comer; sin embargo, sólo puede darles de comer lo que puedan consumir en 30 minutos. Suena contradictorio, pero en realidad no lo es. Los primeros días después de la introducción de los peces en el acuario (cómo introducir peces en el acuario es un tema que trataremos más adelante) se mostrarán reacios a comer. Para que empiecen a comer, dos veces al día (por la mañana y por la noche) esparza unos cuantos gránulos de alimento en la superficie del agua, cierre la tapa y espere. Transcurridos 30 minutos, abra la tapa, retire y deseche los gránulos que flotan en la superficie. (Nota: nunca deje el alimento más de 30 minutos. Si se deja más tiempo, puede empaparse, hundirse y obstruir los filtros internos de la pecera). Al cabo de unos días, los peces deberían aprender a subir a la superficie y comer.

Una vez que los peces aprendan a comer, siga dándoles dos veces al día la misma cantidad de comida hasta que se la coman toda en el plazo de 30 minutos. En ese momento, puede aumentar la cantidad de comida que les suministra. Aunque las peceras parecen pequeñas, están diseñadas para albergar 10 peces de 1.5 libras (15 libras de peces por pecera) al mismo tiempo y para que pueda hacerlos crecer hasta este tamaño durante una temporada.

A continuación, encontrará un manual muy bueno y completo sobre la alimentación de sus peces:

<https://gogreenaquaponics.com/blogs/news/a-full-guide-to-fish-feeding-in-aquaponics#:~:text=Conclusion,to%20use%20quality%20fish%20food>.

**Elección del tipo de pez alimenticio:** El tipo de pez comestible que escoja dependerá de sus gustos personales. ¿Le gusta la tilapia? ¿Le gusta el bagre? También puede depender de sus deseos y restricciones culturales. Por ejemplo, algunas culturas restringen el tipo de pescado que se puede consumir sólo a los que tienen escamas. La tilapia tiene escamas, mientras que el bagre no. Sin embargo, al bagre le van bien las aguas más frías del otoño y el invierno, mientras que la tilapia tiende a morir cuando la temperatura del agua desciende por debajo de los 60°F.

**Peces no comestibles:** El sistema acuapónico puede cultivar peces no comestibles, como la carpa koi, igual que peces comestibles. Se les aplican las mismas reglas biológicas (temperatura) que a los peces comestibles. Un punto importante aquí. Koi es simplemente una carpa común criado para mostrar patrones de color sorprendentes y peces de oro están estrechamente relacionados y también llegan a ser grandes. Aunque no están en las listas de peces restringidos como el

bagre de canal y la tilapia, sólo se consideran no comestibles porque no hay una cultura clara en EE.UU. para un pez con muchas espinas. Aparte de eso, son tan comestibles como otros peces.

**La reproducción:** Cuando se dan las condiciones adecuadas (época del año, etc.), algunos tipos de peces como la tilapia, el pez dorado y el koi se reproducen muy fácilmente en el sistema. Sin embargo, la presencia de crías puede dificultar un poco el mantenimiento. Por ejemplo, las crías de tilapia se comerán las raíces, al igual que los koi y los peces dorados. Se está trabajando en algunos cambios de diseño fáciles de instalar para el sistema. Los bagres no se reproducen en las condiciones de su sistema.

**Saltar:** Debe mantener la tapa de la pecera cerrada en todo momento. Tanto el bagre como la tilapia saltarán si no lo hace. La tilapia mucho más que el bagre.

**Mantener la salud de los peces:** Los peces enferman de vez en cuando. Este tema se tratará en detalle en una edición posterior de este SOP.

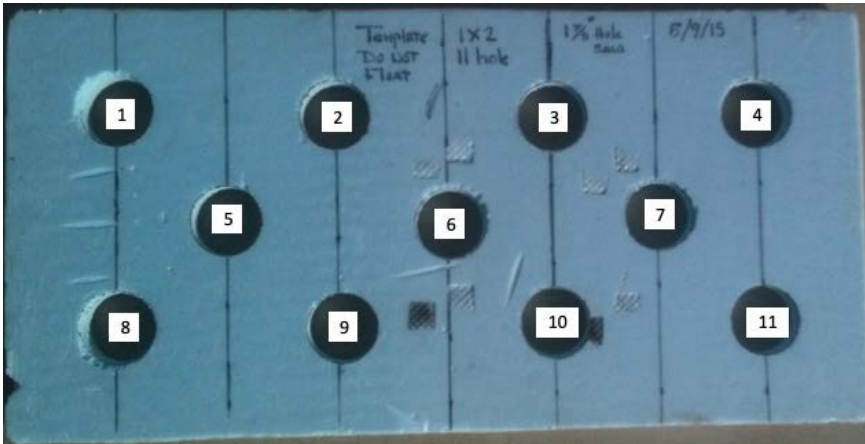
**Control integrado de plagas (peces que comen mosquitos y peces que comen algas/detritus):** Los mosquitos pueden transmitir enfermedades y les encantan las masas de agua abiertas, por lo que se adaptan muy bien a la acuaponía. Para controlarlos, añadimos al agua del lecho de cultivo pequeños peces de la familia *Poeciliidae* (portadores de vida), entre los que se incluyen: peces mosquito, mollies, platies, guppies, colas de espada y algunos otros. La mayoría de ellos tienen cierto grado de tolerancia al frío, por lo que algunos pasarán el invierno. Se alimentan de larvas de mosquito, pero también limpian las raíces de ciertos microbios incrustantes que, aunque beneficiosos, pueden crecer en exceso. Mientras haya comida, se reproducirán, lo que le permitirá tener una población constante y autorregulada de estos peces.

**Algas incrustantes y suciedad general:** Existen dos tipos básicos de algas. Las algas planctónicas y las algas incrustantes. Las algas planctónicas causan agua verde y se tratarán en la parte 2 de este documento. Las algas incrustantes crecen en las paredes de los sistemas acuapónicos. No se necesitan tanto durante los meses de invierno, pero para la primavera, el verano y el otoño, las algas se controlan introduciendo un pez gato de boca de ventosa de América del Sur comúnmente llamado Plecos. La especie más utilizada es el *Hypostomus plecostomus* aunque existen otras especies de aspecto y comportamiento muy parecidos. Su papel en la acuaponía es comer las algas incrustantes de las paredes y, en general, limpiar la mugre orgánica que puede acumularse en el tanque con el tiempo. Se compran pequeños, pero pueden crecer hasta casi 30 cm durante el verano. Hacen un gran trabajo, pero son sólo de agua caliente, por lo que deben ser retirados en el invierno.



## Pt 1.2 El Cuidado de las plantas

### Pt 1.2.1 Cómo plantar (Balsas):



La primera parte del cultivo de plantas en DWC requiere lo que se denominan balsas flotantes (Imagen de la izquierda). Se pueden fabricar con diversos materiales, siendo uno de los más comunes el poliestireno extruido de 1 pulgada de grosor suministrado por Lowes (*Blue Board*, tablero azul) o Home Depot (*Pink Board*, tablero rosa). Para nuestros sistemas, los tableros de 1 pulgada de grosor se cortan normalmente en planchas de 1 x 2 pies o 2 x 2 pies y se perforan con agujeros de 2 pulgadas en los patrones que se

muestran a continuación. Este tamaño específico del agujero acepta los maceteros de red de 2 pulgadas que serán utilizados para sus plantas.

Para facilitar su uso, cada panel se perfora con un número estándar de agujeros. Balsas de dos pies cuadrados con 11 agujeros y balsas de 4 pies cuadrados con 22 agujeros. Como se explica en el libro *Square Food Gardening*, cada tipo de planta requiere un espacio determinado. La lechuga, por ejemplo, requiere poco espacio, por lo que puede plantarse muy junta. Incluso tan cerca como 5 por pie cuadrado de espacio de balsa. Por el contrario, los tomates requieren mucho más, por lo que sólo se puede plantar 1 planta por pie cuadrado. Como ejemplo, utilizando el número de plazas en una balsa de 1 pie x 2 pies de la imagen de arriba:

Al plantar lechugas o cebollas, se pueden utilizar los 11 agujeros.

Al plantar acelgas, y otras plantas grandes de su tipo, los agujeros 1, 4, 6, 8 y 11 proporcionarían el espaciado necesario y ayudarían a equilibrar la balsa en el agua a medida que crecen las plantas.



Para el apio (una planta muy grande y pesada, sólo el agujero 6 sería probablemente adecuado).

Para los tomates sólo el espacio 6 sería adecuado y sólo cuando esté junto a la pared norte para una luz adecuada y para que el enrejado pueda sostenerlo (Véase la sección 1.2.2)

La plantación en la acuaponía es un sencillo proceso de 5 pasos.

**Paso 1.** La forma más habitual de plantar es utilizar una planta iniciadora. Suelen venir en paquetes de seis, como se ve en la foto. En este caso, los tomates.



**Paso 2.** Sacar la planta del envase, incluida la tierra de la maceta.

**Paso 3.** Utilizando un cubo con un poco de agua fría o un chorro lento de una manguera de jardín, lave suavemente la mayor parte de la tierra de las raíces.

**Paso 4.** Coloque las raíces en el macetero de red y ponga algún tipo de LECA (agregado de arcilla expandida ligera) alrededor de las raíces para estabilizar la planta. El tipo normalmente utilizado para este sistema se llama "Hydroton".

**Paso 5.** Coloque el macetero de red en la balsa y coloque la balsa en el agua.

A medida que la planta crezca, sus raíces se extenderán fuera del macetero de red hasta el agua.



**Punto de control diario:** Asegúrese de que los compresores de aire están funcionando y de que se ven muchas burbujas procedentes de las 9 piedras de aire. Las raíces de las plantas necesitan mucho aire y no crecerán bien sin él.



## Pt 1.2.2 ¿Dónde y qué plantar?



Un sistema de acuaponía completamente desarrollado puede parecerse en cierto modo a un bosque de alimentos. Sin embargo, para permitir el crecimiento de la mayor cantidad posible de alimentos, la plantación no es aleatoria. Ciertos tipos y tamaños de plantas van en determinados lugares. En la página 2 hay una breve lista de verduras y frutas que se han cultivado con éxito en este tipo de sistema acuapónico. En el lado negativo, 2023 fue una llamada de atención para muchos agricultores urbanos del Valle del Sol. El extremo calor diurno y nocturno del verano y la posibilidad de que el calor continúe a finales de otoño han puesto en entredicho los calendarios tradicionales de siembra.

Todavía se están recopilando datos sobre cómo afectará el cambio climático a lo que plantamos y cómo lo plantamos. Sin embargo, a corto plazo, hay algunas reglas básicas sobre dónde plantar los cultivos.



Orientación: El sol siempre cruza hacia el sur. El sistema de la foto está orientado Norte (parte superior de la foto) Sur. Por lo tanto, coloque siempre sus plantas más pequeñas en el lado Sur de su acuaponía y las plantas más grandes en el lado Norte. Como también se explicó en la sección 1.2.1, cómo plantar las balsas, esto se hace para que a medida que crezcan no se bloquee el sol a ninguna planta por estar a la sombra de plantas más grandes situadas delante de ellas. El mismo método de plantación funciona para los sistemas orientados este-oeste. Las plantas pequeñas siguen estando en el lado sur y las grandes en el norte.



Como hay casi 200 lugares para plantas en el sistema, la tentación es plantar algo en cada uno de ellos. No lo haga. Para las plantas pequeñas (lechugas, cebollas, rábanos, etc.) sí se pueden plantar unas junto a otras. Pero a las plantas más grandes hay que darles espacio. Cada espacio de 5 agujeros ocupa 1 pie cuadrado. Para algunas plantas, como los chiles más pequeños, puede utilizar 4 espacios por pie cuadrado. Sin embargo, para las plantas más grandes como los coles, se debe espaciar a 6 agujeros por balsa grande. En general, para todo el sistema, sólo necesita dos tomateras. (ver la sección 1.2.1) Al principio, el sistema parecerá un poco vacío, pero el espacio se llenará rápidamente a medida que crezcan las plantas.

### Pt. 1.2.3. Árboles



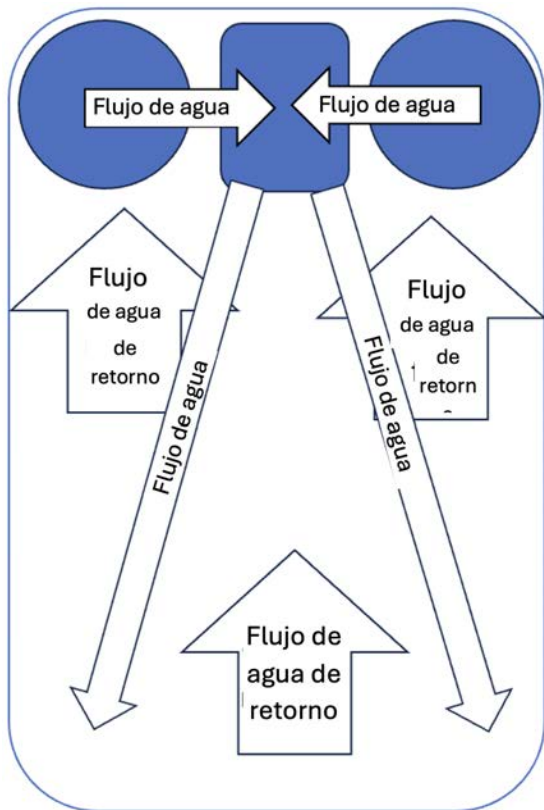
Dos de los subproductos de la piscicultura son los lodos de pescado y el agua de "té" de compost. Ambos son potentes fertilizantes, pero no están "calientes", por lo que pueden ser perjudiciales para las plantas. Para aprovechar este abono y maximizar la cantidad de alimento que se puede producir cada uno recibe un cítrico. Como cada mes aproximadamente hay que vaciar el clarificador de residuos. Que mejor lugar para poner el agua que en un árbol frutal. En pocos años debería empezar a producir cientos de kilos de fruta.

### Pt. 1.3. El sistema de recirculación de agua



Un breve resumen. El tipo de acuaponía que utilizamos es un tipo de sistema de acuicultura de recirculación o RAS. Como se ve en la foto de arriba a la izquierda, siguiendo las flechas, el agua que lleva los desechos de los peces es conducida a un tanque llamado clarificador donde los desechos sólidos son separados de los desechos líquidos y donde los microbios convierten los desechos líquidos en alimento para las plantas (Nitrato). A continuación, el agua fluye hasta el lecho de cultivo, donde las plantas utilizan el nitrato como fertilizante. El agua, ahora limpia de nitratos, se devuelve "limpia" a los peces y el proceso vuelve a empezar.

En el caso del sistema que usted está utilizando, el proceso es el mismo con algunos detalles cambiados para hacerlo más eficiente. (Foto central). En este caso hay dos peceras, una a cada lado. (Nota: estos tanques pueden contener un solo tipo de peces, o un tipo o edad diferente de peces en cada lado, etc.). Además, las peceras se desmontan fácilmente para facilitar la recogida. En cada pecera hay bombas de agua de "elevación de aire" que, siguiendo las flechas, impulsan el agua y los desechos de los peces a través de la tubería "A" hasta el tanque clarificador. Las bombas de elevación de aire son accionadas por las bombas de aire comprimido mencionadas en la parte 1 que, como medida de seguridad, están situadas a cierta distancia del agua en el sistema acuapónico.



El tanque clarificador es donde, como se ve en la foto superior, se separan los residuos sólidos de los líquidos y donde los microbios empiezan a transformar los residuos líquidos (empezando por el amoníaco) en nitrato para las plantas. Como ya se comentó en el punto 1, este proceso se denomina biofiltración y también tiene lugar en las raíces de las plantas y en cualquier superficie donde los microbios puedan vivir.

Siguiendo las flechas, al salir del clarificador el agua fluye (B) directamente a las raíces de las plantas para que éstas absorban el nitrato como fertilizante. A continuación, el agua se devuelve a las peceras por la acción de las bombas de elevación de aire y el proceso vuelve a empezar. La tercera foto muestra las balsas/flotadores que sostienen las plantas. Las plantas, los peces y los microbios necesitan mucho oxígeno. Es lo que se denomina demanda biológica de oxígeno (BOD por sus siglas en inglés). Sin el aire, nada en el sistema prosperará. Para proporcionar el oxígeno necesario, los compresores de aire bombean aire a través de nueve piedras de aire (foto de la izquierda), colocadas estratégicamente (una en cada tanque de peces (2), una en cada una de las cuatro esquinas del tanque principal de plantas también llamado el lecho de cultivo (4), una en el centro del tanque principal (1), una en cada lado largo del tanque principal 1/2 camino entre cada extremo) para mezclar

completamente el agua cada 15 minutos proporcionando así una distribución uniforme de oxígeno a través de todas las partes del sistema.



**Punto de control semanal:** Asegúrese de que los compresores de aire están funcionando y que se ven muchas burbujas procedentes de las 9 piedras de aire.



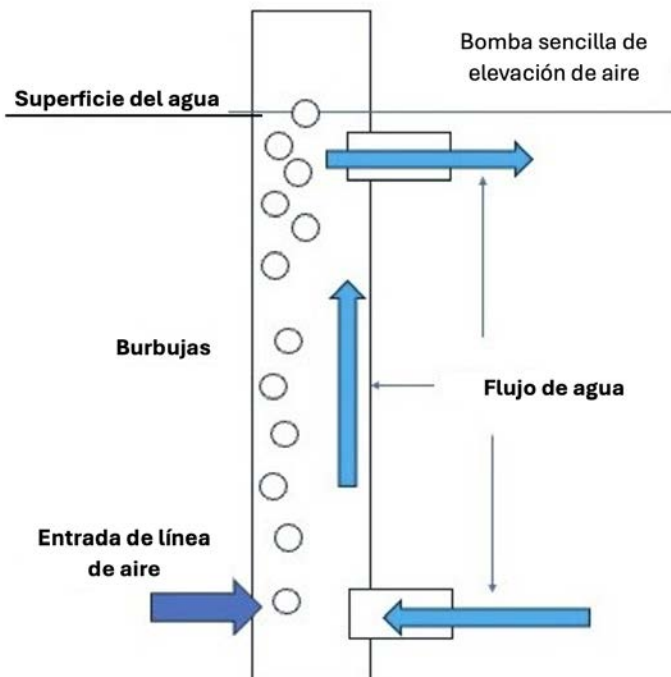
### Pt. 1.3.1 Detalles de la pecera:



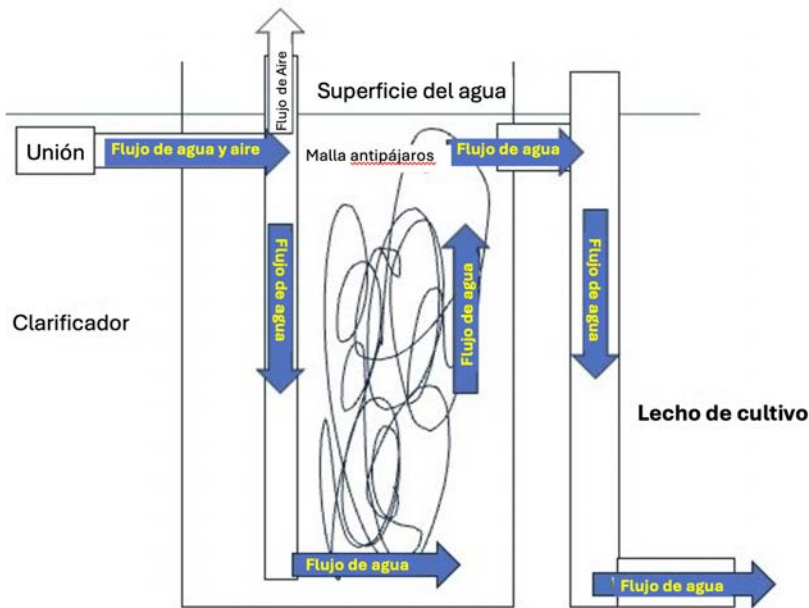
Para permitir una reparación fácil y de bajo costo por parte del usuario, el sistema de acuaponía está especialmente construido con materiales de bajo costo disponibles en muchas ferreterías grandes o en línea. Esto incluye los 2 tanques de peces.



Externamente, cada pecera está perforada con 44 orificios dimensionados para una conexión de PVC de 1.5 pulgadas, cada uno de ellos cubierto por una tela mosquetera de fibra de vidrio (Foto de la izquierda A). La tela mosquetera está soldada con plástico a la pecera. No se utiliza pegamento. La pantalla sobre los agujeros permite que el agua sea impulsada en el tanque por la bomba de aire (B), mientras que no permite que el alimento desperdiciado y la materia fecal se escape en el lecho de cultivo. Las bombas airlift (elevación de aire) son dispositivos sencillos que sólo utilizan aire comprimido para mover el agua (véase el diagrama). En cada pecera y fabricada con PVC de 1.5 pulgadas, la bomba de elevación de aire que crea la recirculación de agua necesaria para el sistema acuapónico se fija a la pared de la pecera. El aire comprimido se inyecta en la bomba a través de una línea de aire que se fija en el punto C (Ver foto)



### Pt. 1.3.2. El clarificador.



Mediante el uso de malla antipájaros para interrumpir las corrientes de agua, el objetivo principal del clarificador es capturar los residuos sólidos antes de que el agua llegue al lecho de crecimiento de las plantas. Este es un paso crítico para mantener las raíces de las plantas libres de detritus. La malla antipájaros también proporciona una cantidad significativa de superficie biológica (BSA) adicional para que las bacterias que "comen" el amoníaco y el nitrito puedan poblarla. El clarificador está conectado a ambos tanques de peces (el tanque izquierdo se muestra en este ejemplo) mediante el uso de una unión roscada de fácil liberación. La unión tiene un doble propósito. No sólo permite desconectar el clarificador de la pecera para limpiarlo (mensualmente). Sino también, para liberar el tanque de peces por lo que puede ser fácilmente removido para cosechar los peces.

El aire y el agua bombeados desde la pecera se separan con el aire liberado hacia arriba y fuera del sistema y el agua con los desechos de los peces fluyendo hacia abajo hasta el fondo. El agua es entonces obligada a pasar a través de la red antipájaros que captura los residuos sólidos. El agua, ahora libre de residuos sólidos, puede pasar al lecho de cultivo.

**Punto de control semanal:** Para confirmar que la bomba de elevación de aire está funcionando correctamente mire a la tubería en el clarificador y justo a la derecha a la unión como se muestra, que permite que el aire sea liberado de la corriente de agua. Si la bomba de elevación de aire está funcionando correctamente este lugar debería burbujear furiosamente. Si no es así, por favor llame a su proveedor de servicios de acuaponía para obtener ayuda lo antes posible.

### 1.3.3. Las Válvulas Gang (también llamada bloque de válvulas o manifolds).

Conectadas directamente a los compresores de aire, las válvulas Gang son una serie de pequeñas válvulas conectadas individualmente que controlan la cantidad de aire necesario para cada necesidad del sistema acuapónico. Las líneas de los compresores de aire se colocan normalmente bajo tierra llegando a la superficie en la unidad de acuaponía. Las válvulas gang están situadas en la parte superior del enrejado, a la izquierda y a la derecha. Cada válvula es alimentada por una bomba de aire individual.



### 1.3.4. Normativa sobre caza y pesca.

En Arizona, la acuaponía está regulada como acuicultura y requiere una licencia para los peces. El programa paga la repoblación. Un representante del programa se pondrá en contacto con usted cada vez que llegue el momento de repoblar su sistema con una especie regulada de peces (la tilapia y el bagre están regulados, mientras que la carpa koi y el pez dorado no lo están).

**Fin de Parte 1. La Parte 2 consistirá en detalles sobre cómo utilizar la alimentación de mosquitos, peces, deficiencias de nutrientes de las plantas, Control Integrado de Plagas para Peces y Plantas.**

**La Parte 3 tratará sobre la cosecha, incluyendo información sobre qué cosechar en las plantas, cuándo cosechar y cómo. También habrá información relacionada sobre los peces.**