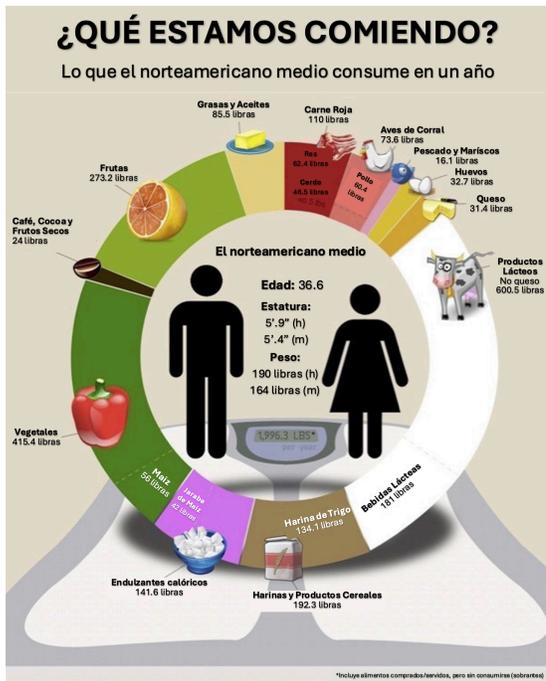


NxT Horizon LLC

7802 S. 14th St. Phoenix Az. 85042 * 602-363-1677 * Correo Electrónico: info@nxthorizon.com * www.nxthorizon.com

Una Guía Operativa Rápida para el Manejo de su Sistema de Acuaponía NxT del Programa de Huertos en el Patio Trasero de Phoenix



Cómo usar esta Guía:

La acuicultura integrada (piscicultura/agricultura) es una antigua técnica de producción de alimentos que se reinventa una y otra vez porque, sencillamente, funciona. El mérito de una aplicación reciente de esta tecnología, la acuaponía, desarrollada a finales de los años 80, se atribuye en gran parte al Dr. James Rakocy, de la Universidad de las Islas Vírgenes.

Según el (USDA), el norteamericano medio consume anualmente unas 2,000 libras de alimentos (vea el gráfico de la izquierda). Si se dispone del tiempo, la experiencia, el buen tiempo y el equipo adecuados, se podría producir casi el 40% (800 libras) de esos alimentos en un patio trasero medio de Phoenix. Un resumen de los procedimientos operativos estándar, la misión de este documento es ayudarle a usted y a su familia a alcanzar ese objetivo utilizando la acuaponía.

La acuaponía puede ser compleja:

De los métodos para cultivar alimentos en un patio trasero de Phoenix Az., la acuaponía es probablemente el más complejo. Pero puede producir una gran variedad de frutas, verduras, peces de agua dulce y crustáceos durante todo el año. Algunos de los procesos pueden ser un poco técnicos. Por ejemplo, el cultivo básico de peces y el tratamiento de las carencias de nutrientes de las plantas. Para ayudarle, le proporcionamos enlaces a referencias detalladas que le ayudarán a comprenderlos.

Para empezar, le sugerimos que descargue el documento enlazado a continuación. ("Producción acuapónica de alimentos a pequeña escala" de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Esta información y otras relacionadas le ayudarán en su camino hacia la acuaponía productiva.

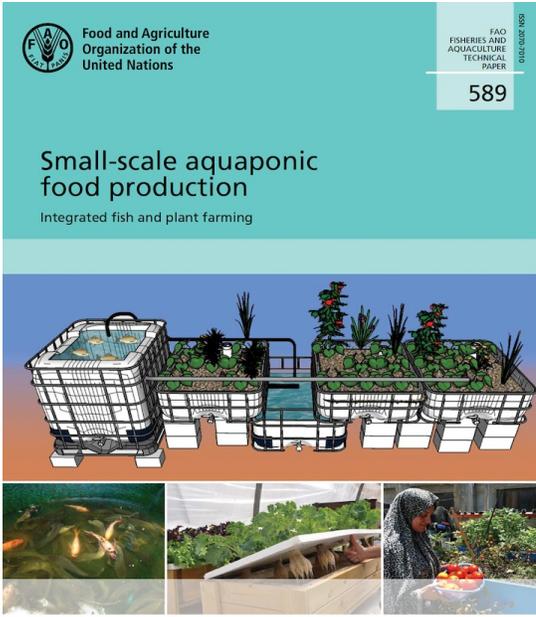
<http://nxthorizon.com/PDF/SmallscaleaquaponicfoodproductionFAO.pdf>

Pt. 1. La Acuaponía: ¿Qué es y cómo funciona?

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

1.1. La acuaponía en el Programa de Huertos en el Patio Trasero de Phoenix

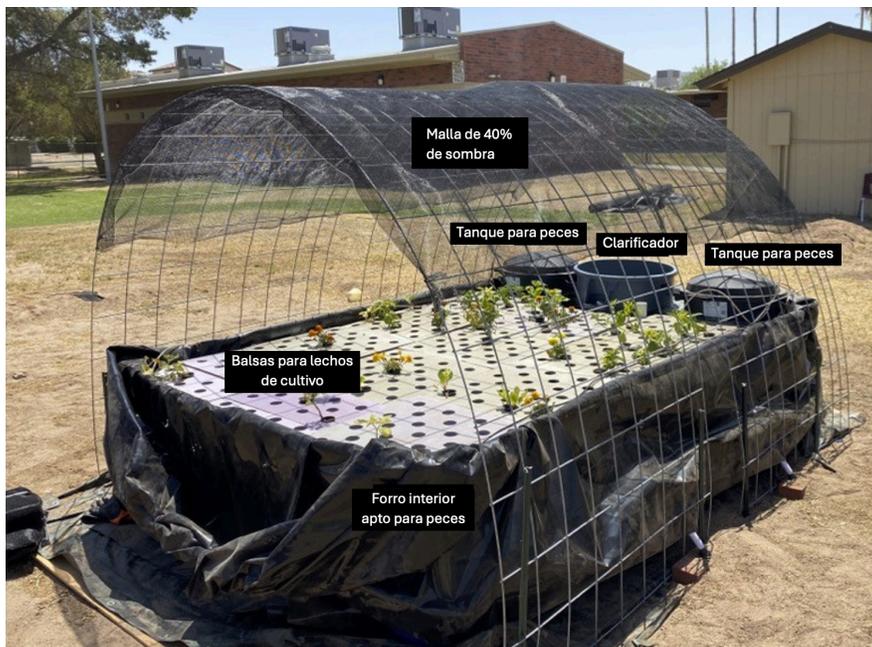
Primero. Los sistemas acuapónicos que le han proporcionado no están diseñados para usos comerciales. Los sistemas comerciales tienen un diseño muy diferente. Aunque similar a las granjas verticales comerciales, el método utilizado aquí está destinado a trabajar dentro de las normas y reglamentos que rigen los mercados de agricultores y patios traseros. Se llama Cottage Law y usted puede encontrar algo al respecto en el siguiente enlace.



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 fue con 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 400² pies cuadrados de terreno, un tamaño de parcela demasiado grande para el patio trasero normal de Phoenix.

1.2 Partes de su sistema acuapónico:

La foto a continuación 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, el sistema de acuaponía está especialmente construido con materiales de bajo costo disponibles en muchas ferreterías grandes o en línea.



1.2.1 Cultivo en Aguas Profundas

Este método de acuaponía se denomina cultivo en aguas profundas (DWC). Hay muchas maneras diferentes de hacerlo. Este método en particular fue desarrollado por NxT alrededor de 2012 y publicado en Brooks 2017. El diseño es muy DIY (hágalo usted mismo) por lo que es fácil de reparar.

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

Para facilitar la construcción y a bajo costo, el huerto utiliza una piscina de chapoteo de 5 x 8 pies cubierta por un **revestimiento de plástico seguro para los peces**. Así se crea una masa de agua en la que las plantas alimenticias flotan en **balsas** (ver foto) con sus raíces extendidas hacia el fondo de la piscina. 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 las plantas. Las peceras están hechas con **dos cubos de basura de plástico de polietileno de alta densidad (HDPE) apto para uso alimentario fáciles de conseguir**. La circulación del agua se crea mediante el uso de bombas "Air Lift" accionadas por aire comprimido. El **clarificador** es un dispositivo sencillo que recoge los desechos sólidos de los peces para su uso posterior.

Las mallas de sombra del **30% y el 70% (según la época del año)** se apoyan en una estructura de enrejado y protegen a las plantas del exceso de luz solar durante los veranos cada vez más calurosos de Phoenix. El nivel de la malla puede modificarse en función de la época del año o de cualquier cambio en el entorno local. 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 los tanques internos cerrados 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. Los cuidados básicos deben hacerse a diario y se tarda aproximadamente ½ hora una vez que uno se familiariza con ellos.

1.2.2 ¿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)



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.

1.2.3 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 2 pies de profundidad del lecho de cultivo, crean un entorno de cultivo único y rico en oxígeno. De este modo, una sola instalación puede producir una amplia variedad de cultivos, peces, todo en una misma masa de agua, lo que permite a una familia acceder a una dieta más amplia.

1.2.4 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 usted puede cultivarlos, también podrá cultivar los cientos de otros cultivos disponibles que se enumeran más adelante en el documento.

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

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

Guisantes y Frijoles: Frijol de vaca, Habichuelas: Yard Long Beans, Lima, Pima Lima, morados, Green Snap, Tepary marrones y blancos). (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



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. Acelgas
6. Tomates (los tomates no se incluirían normalmente es esta lista, pero el clima está cambiando, así que puede que les vaya bien)

Alt: Apio

1.2.5 Cultivos de "verano"

1. Tilapia (Normalmente es un cultivo de pez de "verano", pero el cambio climático y el aumento de la tolerancia al frío están permitiendo ampliar la temporada de cultivo.)

2. Pepino (En realidad, podrían plantarse en marzo.)
3. Calabazas (Calabacines (Zucchini), por ejemplo)
4. Melones almizcleros (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
7. Bagre de canal (Channel Catfish)
8. Albahaca y camote de enredadera

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

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

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

pH (medida del grado de acidez del agua) 6.5 a 6.8 NOTA: El agua del grifo tiene un pH de 8.0. Las plantas crecen a la mitad de velocidad que a 6.8

Amoniaco: 0.25 ppm

Nitrito: 0 – 0.25 ppm

Nitrato 20 ppm

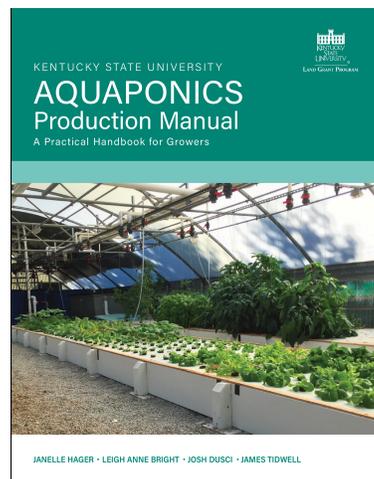
Temperatura: Ambiente de "invierno" 40°F a 90°F (el bagre de canal prefiere el agua alrededor de 75 a 85°F pero les va bien en 40F pero no crecen.)

Ambiente de "verano" 65°F a 90°F (Nota, la tilapia (azul / híbrido del Nilo también prefieren el agua en 75 a 85°F, pero normalmente tienden a morir en agua que está a 40F.

Referencias: Kentucky State University Aquaponics Production Manual (2021). NOTA: 67 páginas 3.7.1MB).

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

PS 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.

1.3 REGLAS BÁSICAS PARA EL AGUA: LA ACUACULTURA

Una buena definición de la acuacultura es “el cultivo y la cría de plantas y animales acuáticos”, que en su mayor parte es también una buena definición de la acuaponía. Además, la acuaponía está regulada en el estado de Arizona como acuicultura. En resumen, un sistema de acuaponía es lo que se llama un Sistema de Acuicultura de Recirculación (RAS por sus siglas en inglés). Como se ve en la imagen, es donde el agua fluye en un circuito cerrado. (NOTA: EL MANUAL DE ACUAPONÍA DE LA FAO ENTRA EN GRAN DETALLE SOBRE ESTO. LEERLO PARA MÁS DETALLES)

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 ven 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.

Comprobar la calidad del agua: Usted debe conocer la calidad de su agua en todo momento. **El API Master Freshwater Test Kit (Kit de Prueba de Agua) que se le ha proporcionado, es lo que utilizará para comprobar diariamente importantes parámetros de calidad del agua.** Estos incluyen el pH, los niveles de



Amoníaco, Nitrito y Nitrato. Para obtener instrucciones completas sobre el uso del kit de prueba, sírvase ver 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 condicionan 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). **Un descubrimiento reciente es que, aunque el pH de 6.8 es necesario para el crecimiento rápido de las plantas, el agua directamente del grifo con un pH de 8 sigue permitiendo un buen crecimiento, aunque un 50% más lento.**



los peces y los microorganismos, que condicionan 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). **Un descubrimiento reciente es que, aunque el pH de 6.8 es necesario para el crecimiento rápido de las plantas, el agua directamente del grifo con un pH de 8 sigue permitiendo un buen crecimiento, aunque un 50% más lento.**

1.4 Proceso básico de acuaponía - Filtración, ciclado y circulación del agua

Ciclado: Como ya se ha mencionado, el sistema de circulación del agua se dedica a mantener la calidad del agua, ya sea eliminando la suciedad, los desechos sólidos de los peces y los detritus del agua, ya sea convirtiendo los desechos líquidos tóxicos de los peces (principalmente amoníaco) en alimento para las plantas en forma de nitrato. Esta última parte del proceso, pero extremadamente importante, se denomina biofiltración y el proceso para ponerla en marcha se denomina ciclado. **No me canso de repetirlo. Iniciar y mantener con éxito la biofiltración es el secreto del éxito de la acuaponía.**

Si el amoníaco no se convierte en nitrato, se acumula en el agua y puede matar a los peces. Igual de importante es que si el amoníaco no se convierte en nitrato no hay alimento para las plantas.

1. El 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, deje de alimentar a los peces y póngase en contacto con un técnico experto en la acuaponía o acuarios.

2. 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 empiezan a aumentar, puede significar que algo en su sistema está desequilibrado, como el desperdicio de alimento o la muerte de un pez. En general, para bajar el nivel, deje de alimentar a los peces.

3. 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 les 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 sus peces lo suficiente.

Para una explicación detallada del ciclado, consulte los capítulos 2 y 3 del manual de la FAO.

Y el Manual de la Universidad Estatal de Kentucky Página 26-27.

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

Bob Rob, un respetado experto en acuaponía de Australia, hace un buen trabajo en este vídeo explicativo:

https://www.youtube.com/watch?v=kmxfl_fkmtc

El Nivel y la Calidad del Agua:

Por supuesto, el agua es de vital importancia para un sistema de acuaponía. Hay muchas posibles fuentes de agua 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, el del grifo es el mejor:

Limpia (filtrada y luego esterilizada con cloro)

Siempre disponible (24/7)

Comparativamente de bajo costo cuando se utiliza en pequeñas cantidades. (En la actualidad, unos \$0.012 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 del grifo de la ciudad facilita mucho el manejo del agua. **Con la manguera del jardín, llene el sistema desde la manguera del patio trasero hasta unas 3 pulgadas por debajo del borde interior (consulte la foto de la izquierda).** No más. Cada día se evaporará un poco de agua, por lo que cada 3 (tres) días aproximadamente, utilice la manguera de jardín para volver a llenar el sistema 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. Hay una gran variedad de medidores de agua para mangueras que son adecuados para la tarea y son muy similares en diseño y funcionamiento. Este video proporciona información básica sobre el uso de estas marcas de contadores que se le pueden haber proporcionado:

<https://www.youtube.com/watch?v=qJ0nF1KB-ws>



Eliminar el cloro del agua del grifo: Para mantener el agua del grifo 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 hay que eliminarlo. Hay varias maneras de hacerlo, pero la más fácil es simplemente dejarla 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 reposición que utilizará para contrarrestar la evaporación. No hay suficiente para dañar a los peces. Normalmente puede cambiar hasta el 10% del agua total (unos 60 galones al día) de forma segura. Es posible cambiar más, pero se recomienda adquirir más experiencia o contar con 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. **Por favor, hable con su proveedor de acuaponía acerca de estos.**

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 normales. 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 1.7.3). Si nada funciona, pida ayuda inmediatamente al responsable del programa de acuaponía.

El Cuidado de los Peces: Como ya se ha dicho, en la acuaponía cultivamos tres tipos de organismos. Peces, microbios 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 propósito de los peces es principalmente proporcionar fertilizante. En el caso de su sistema, 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 una fuente de nutrición rica en proteínas para el usuario. 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.



1.5 ¿Qué tipo de peces se pueden cultivar?

Aunque es posible que haya más especies disponibles en un futuro próximo, para cumplir con las normas del Departamento de Caza y Pesca de Arizona, actualmente hay dos tipos de peces comestibles que crecen bien en nuestros sistemas, el bagre de canal y la tilapia (*Oreochromis* sp.). El bagre de canal que utilizamos es originario del río Mississippi y todas las tilapias son originarias de África. Aunque su sabor es muy diferente, ambos son muy apreciados como alimento y pueden encontrarse en las estanterías de marisco de la mayoría de los supermercados.



Al igual que el cultivo de alimentos en el exterior es estacional, también lo es el cultivo de peces. Por ejemplo, las tilapias son peces tropicales de aguas cálidas y pueden cultivarse cuando el agua está a más de 70F grados (finales de primavera, verano, principios de otoño). Mueren en aguas de menos de 60F 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 2023-2024 las temperaturas del agua del tanque superaron los 90 grados, causando estrés por calor en algunos de los bagres producidos.

La seguridad alimentaria es fundamental en el sistema alimentario norteamericano. Una excelente fuente de información sobre la seguridad alimentaria de estos dos peces es la *Monterey Seafood Watch*. Está considerada 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 tipo de pez 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 un poco ácida, a 6.5 más o menos. Como se explicará con más detalle en la sección sobre plantas, la acuaponía necesita un pH de aproximadamente 6.5 para que las plantas estén contentas. Esto hace que un pH de 6.8 sea el punto óptimo para todos.

Alimentar a sus peces: Alimentar a sus peces es fácil en apariencia. Compre la comida para peces en su tienda local de productos agrícolas o, si es necesario, en una tienda de mascotas/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, preferiblemente un 35 a 40%. Asegúrese de que los gránulos flotan (si la comida se hunde, es difícil saber si los peces se la han comido) y son pequeños (3/32 pulgadas). Si los gránulos son demasiado grandes, los peces pequeños pueden tener dificultades para ingerirlos.

Lo mejor es alimentar a los peces con todo lo que puedan comer, pero sólo con lo que puedan consumir en 30 minutos. Suena contradictorio, pero en realidad no lo es. Los primeros días después de la introducción en el acuario, los peces 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 el alimento que flota 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. Muchos textos dicen que de 10 a 15 minutos, pero se necesitan 30 para que el bagre pueda acceder a la comida)** Después 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 da. La necesidad a largo plazo es conseguir que coman todo lo que puedan para crecer mejor. Aunque las peceras parecen pequeñas, están diseñadas para albergar 10 peces de 1.5 libras (15 libras de peces por pecera) en un momento dado y para permitir que crezcan hasta este tamaño durante una temporada. Sin embargo, para tener cuidado, comience con aproximadamente la mitad de este número de peces hasta que adquiera más experiencia.

El siguiente es un manual muy completo sobre la alimentación de sus peces, excepto que puede dejar el alimento para peces en el tanque durante 30 minutos en lugar de los 5 minutos recomendados por el enlace:

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

Elegir el tipo adecuado de pez comestible: El tipo de pez comestible que elija 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 a los que tienen escamas. La tilapia tiene escamas, mientras que el bagre no. Sin embargo, el siluro se desarrolla bien en 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. Koi es simplemente una carpa común criado para mostrar sorprendentes patrones de color y peces de oro están estrechamente relacionados y crecen grandes también. Aunque no están en las listas de peces restringidos, como el bagre de canal y la tilapia, sólo se consideran no comestibles porque en EE.UU. no existe una cultura clara para un pez con muchas espinas. Aparte de eso, son tan comestibles como otros peces y pueden llegar a ser muy grandes. Tan grandes que en algunas partes del mundo se sirven como pieza central de una comida festiva en lugar de un ave grande.

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.

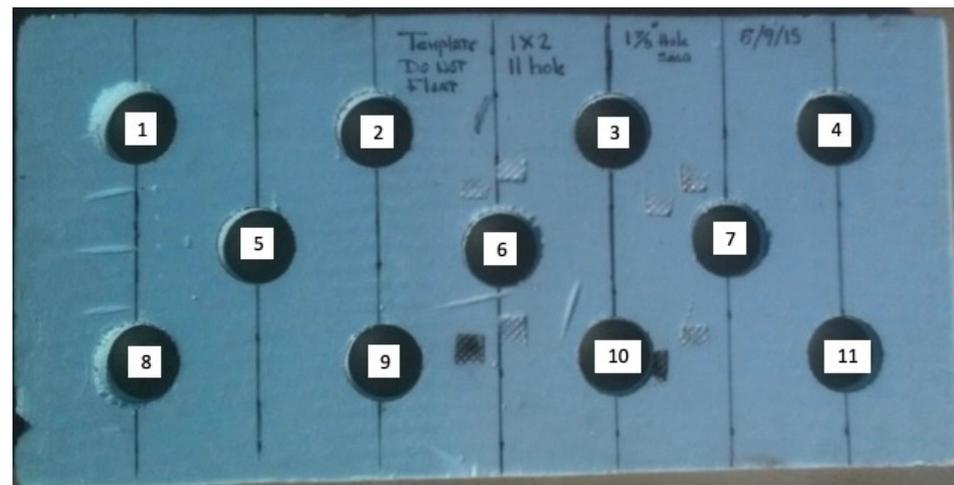
Saltar: Debe mantener la tapa de la pecera cerrada en todo momento. Tanto el bagre como la tilapia saltarán si no lo hace. La tilapia mucho más que el bagre.



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 1.6 El cuidado de las plantas

Pt 1.6.1 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:



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), probablemente solo el agujero 6 sería 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.



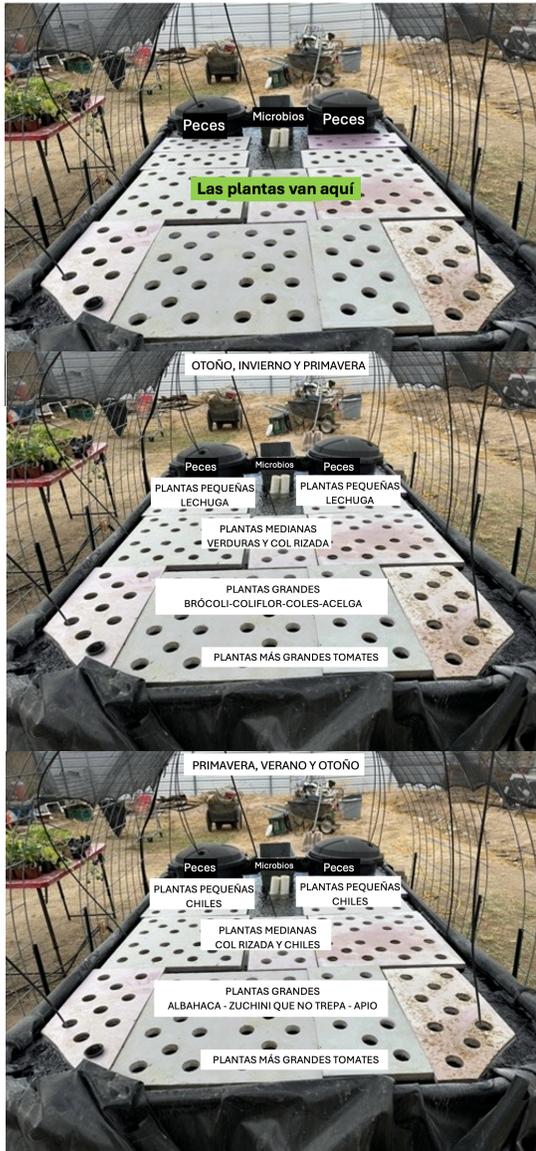
Punto de control diario: Asegúrese de que los compresores de aire están funcionando y de que se ven muchas burbujas procedentes de las 9 piedras de aire. Las raíces de las plantas necesitan mucho aire y no crecerán bien sin él.

Pt 1.6.2 ¿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/Sur (el Sur está en la parte superior de la foto). 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. 1.6.3. 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 son «calientes», por lo que pueden ser perjudiciales para las plantas. Para aprovechar este fertilizante y maximizar la cantidad de alimento que se puede producir, cada uno recibe un árbol de cítricos. Dado que cada mes más o menos el clarificador debe vaciarse de residuos, los árboles son un gran lugar para poner el agua durante unos años hasta que la producción de fruta.



Pt. 1.7 El sistema de recirculación del agua

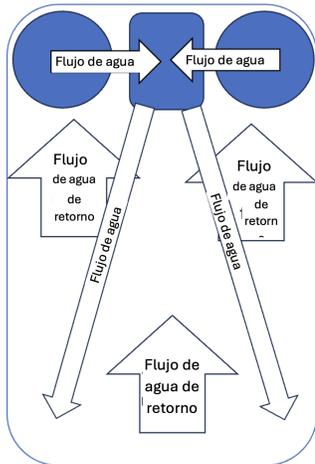
Un breve resumen. El tipo de acuaponía que utilizamos es un tipo de sistema de acuicultura de recirculación o RAS. Como se ve en la foto de arriba a la izquierda, siguiendo las flechas, el agua que lleva los desechos de los peces es conducida a un tanque llamado clarificador donde los desechos sólidos 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 pece, 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 acupónico.

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, a medio 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.

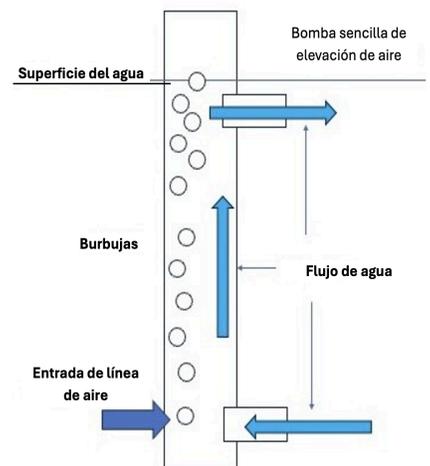


Punto de control semanal: Asegúrese de que los compresores de aire están funcionando y que se ven muchas burbujas procedentes de las 9 piedras de aire.

Pt. 1.7.1 Detalles de la pecera:

(Resumen) Para que el usuario pueda repararlo fácilmente y a bajo costo, el sistema de acuaponía está especialmente construido con materiales de bajo costo disponibles en muchas ferreterías grandes o en

línea. Esto incluye las 2 peceras. Externamente, cada tanque de peces está perforado con 44 agujeros de tamaño de 1.5 pulgadas de conexión de PVC, cada uno cubierto por tela mosquetera de fibra de vidrio (Página 13 Foto a la izquierda





A). La tela mosquetera está soldada en plástico a la pecera. No se utiliza pegamento. La tela sobre los agujeros permite que el agua sea arrastrada hacia el tanque por la bomba de aire (B) sin permitir que el alimento desperdiciado y la materia fecal se escapen hacia el lecho de cultivo. Las bombas airlift 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 airlift 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).

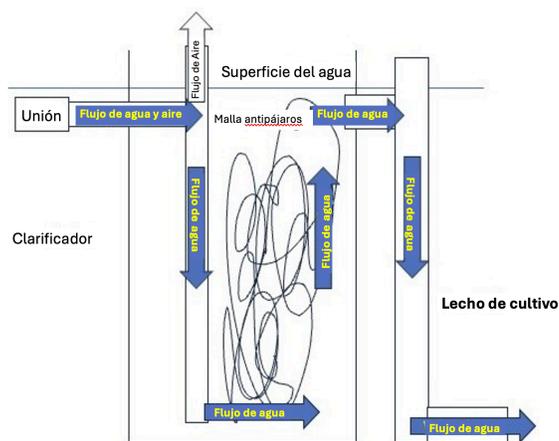
Pt. 1.7.2. El Clarificador.

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 para facilitar su retiro 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.

1.7.3. 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.

1.7.4. La 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).

1.7.5. ¿Cuántos peces hay que criar?

El número de peces es una de las preguntas más comunes en acuaponía y también una de las más difíciles. El número de peces depende del número de plantas que haya en el lecho de cultivo, de la temperatura del agua, del caudal de agua, del tipo de peces, de la forma de la pecera, etcétera, etcétera. Teniendo en cuenta todo lo anterior y más, el sistema acuapónico descrito aquí está diseñado para mantener (llevar) treinta libras de peces en cualquier momento cuando sus camas de cultivo están llenos y plantados con plantas grandes. Por ejemplo, uno podría tener 11 crías de bagre de 6 pulgadas en cada tanque. Se espera que un pez de cada tanque muera, lo que dejaría un total de 22 peces. Si se consigue que todos alcancen un peso de 1.5 libras, se obtendrán 30 libras. Pero hay mucho más. Una vez más, Rob Bob ofrece una buena introducción al tema en este vídeo. <https://www.youtube.com/watch?v=MeYtUfBKwNo>

2.0. Deficiencias de nutrientes en las plantas y enfermedades de los peces

2.1. Deficiencias de nutrientes en las plantas:

¿Se ha preguntado alguna vez por qué las fincas tradicionales cultivan hectáreas de un solo tipo de planta en campos individuales? La respuesta es muy sencilla. Así es más fácil. Cada tipo de planta tiene sus propios requisitos medioambientales y nutricionales, diferentes de los de las demás. Además, casi siempre son también morfológicamente diferentes, por lo que requieren su propio método de cosecha. Sin embargo, "no sólo de lechugas vive el hombre". Como ya se comentó en la parte 1, su sistema acuapónico está diseñado para cultivar una amplia variedad de plantas de forma rápida y de alta calidad. Hasta ahora, casi 100 especies o variedades de especies diferentes, por lo que puede alimentar a una familia. Cultivar todas estas plantas en la misma masa de agua al mismo tiempo puede ser un reto porque obliga a algunas plantas a competir entre sí por los nutrientes, el espacio y la luz. La temperatura y los niveles de pH (acidez) y TDS (sólidos disueltos totales) también desempeñan papeles fundamentales. El primer lugar donde se suelen ver los resultados de esta competencia en las plantas es en forma de diversas deficiencias de nutrientes.

Los nutrientes que necesitan las plantas de su sistema acuapónico incluyen potasio, nitrógeno, fósforo, azufre cálcico y magnesio. También necesitan pequeñas cantidades de molibdeno, manganeso, boro, cobre, cloruro, zinc y hierro. No obtenerlos en la forma que necesitan, las cantidades necesarias y en los momentos adecuados puede afectar a sus índices de crecimiento, sabor y valor nutritivo. Por ejemplo, en un mundo perfecto todo lo anterior debería proceder de los desechos de los peces. Sin embargo, si estos ingredientes no están en el alimento de los peces, las plantas pueden desnutrirse.



2.2.2. Entonces, ¿qué hacer?

Hay una respuesta sencilla a esta pregunta y otra compleja. Primero lo básico.

1. Analice el agua. Como hemos comentado en los puntos 1.3 y 1.4, siga las instrucciones del siguiente enlace para analizar el agua en busca de nitritos, amoníaco y pH.

2. Examine sus plantas: Sus plantas a menudo le dirán si les faltan nutrientes y de qué tipo. Aprender qué buscar y qué significa puede ser difícil, complejo y llevar algún tiempo aprenderlo. Sin embargo, al cabo de unos meses, lo aprenderá. Para ayudarle en el

proceso, abra este enlace y guárdelo. Va a una de las explicaciones más simples y completas de 20 de las deficiencias de nutrientes más comunes que usted verá.

<https://www.youtube.com/watch?v=9SotrCwqfHo&t=24s>

3. Solucionar el problema: Esta es la parte difícil. Para el principiante, el mejor camino es la prevención. Para prevenir muchos, si no la mayoría, de los problemas de deficiencia de nutrientes haga lo siguiente:

A. Nitrógeno: Después del ciclado, alimente a sus peces y plante sus cultivos al mismo tiempo. En segundo lugar, alimente a sus peces tanto como pueda sin aumentar los niveles de amoníaco ni obstruir los filtros (véase el ciclado). Las crías de pez no producirán mucho nitrógeno al principio y sus plantas jóvenes querrán crecer más rápido que los peces. Sin embargo, la cantidad de nitrógeno producida por los peces permitirá que las plantas se mantengan a la par con los peces, aunque a veces las plantas parezcan un poco escasas de nitrógeno.

B. Fósforo: Es el nutriente que favorece la floración, la siembra y la fructificación. La fuente es, una vez más, los peces. Como antes, alimentar a los peces tanto como sea posible les proporcionará normalmente suficiente fósforo. Una vez más, las plantas querrán crecer más deprisa que los peces y mostrarán algunas carencias al principio (número medio o bajo de flores)

C. Potasio. El potasio ayuda a facilitar el movimiento del agua y la gestión de nutrientes y carbohidratos en el tejido vegetal. Interviene en la activación de enzimas en la planta, lo que afecta a la producción de proteínas, almidón y energía celular. Una vez más, el sencillo calendario de siembra sugerido anteriormente debería proporcionar suficiente potasio.

D. Magnesio: Como se demuestra en el vídeo enlazado más arriba, el magnesio es necesario para que la molécula de clorofila funcione en la fotosíntesis. Si no lo tiene, sus hojas se volverán blancas y sus plantas sufrirán y morirán. Afortunadamente, lo puede comprar en forma de $MgSO_4$ PURO (compruebe la etiqueta cuidadosamente. SIN FRAGANCIAS) también conocido como Sal de Epsom. De nuevo, debe asegurarse de que es pura. Las fragancias agregadas matarán su sistema. Añadir una palma llena de esto a su acuaponía cada mes proporcionará más que suficiente para mantener sus plantas felices.

E. Calcio. Aquí no hay problemas. El agua de Phoenix es muy dura y llena de calcio.

F. Hierro. El hierro, al igual que el magnesio, es necesario para la fotosíntesis. Obtener el hierro que necesitan las plantas es un poco más problemático. Principalmente porque el Hierro ya no está en el alimento de los peces. Además, cuando el hierro se disuelve en el agua debe estar en la forma correcta para estar disponible. No se puede simplemente echar un clavo oxidado en el agua para resolver el problema. El hierro debe ser "hierro quelado" para que las plantas puedan utilizarlo.

Hay varias fórmulas de hierro disponibles en los viveros locales y en las grandes ferreterías. Uno que hemos encontrado que proporciona la mejor forma de quelación (FeDDHA) y no dañará a los peces es un producto llamado Kerex. La dosis recomendada es de 6 cucharadas de polvo cada 3 semanas.

3.0. Problemas que surgen

3.1 Enfermedades de los peces

Epistylis:

Se sabe que el bagre es propenso a las enfermedades. El año pasado fue la ICH. Este año algo que a primera vista se parece a la ICH pero que es muy diferente. Epistylis.



Epistylis se confunde fácilmente con ich. A primera vista se parecen mucho. La Epistylis suele ser difusa y translúcida. Algunos de nuestros acuicultores dicen que el pez parece estar cubierto de gelatina.

Recomendación de tratamiento:

Aún estamos estudiando este tema. Aunque mata rápidamente una vez que el pez lo tiene, no parece propagarse fácilmente. Quizá tenga algo que ver con la limpieza del agua. A diferencia de la ICH, la literatura sugiere que esta enfermedad puede tratarse con antibióticos. También, a diferencia de ICH, el agua caliente no tiene ningún efecto.

ICH:

La ich es una enfermedad de los peces de agua dulce causada por el parásito *Ichthyophthirius multifiliis*. Se presenta como peces cubiertos de quistes blancos en los que crece el organismo. Es una de las enfermedades más comunes del bagre y tiene una elevada tasa de mortalidad. Los brotes pueden desencadenarse por descensos bruscos de la temperatura, como ocurrió a principios de febrero de 2024, o por la adición de agua contaminada o peces enfermos al acuario.

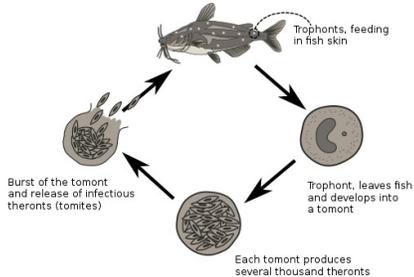


NOTA: La ich es una enfermedad del agua fría/temperatura. No puede sobrevivir en aguas a más de 82° F. Esto sugiere que sería mejor criar bagres en meses más cálidos para mitigar futuros problemas.

3.2. Muerte de peces por cortes de electricidad:

Algunos piscicultores han sufrido la muerte de peces debido a cortes de electricidad (a menudo después de tormentas de polvo, por ejemplo). Al parecer, la causa fue un interruptor diferencial defectuoso que cortó la electricidad una noche. Los cortes de electricidad son la pérdida de todos los sistemas de acuicultura que utilizan electricidad para hacer circular el agua y suministrar aire. Las piscifactorías profesionales se gastan un dineral en sistemas de respaldo eléctrico alimentados por baterías o diésel, necesarios para proteger la salud de los peces. Sin embargo, los sistemas de acuaponía a pequeña escala no suelen hacerlo porque el costo es mayor que el beneficio. Sencillamente, como los peces sólo están ahí para aportar nutrientes, es menos costoso sustituirlos que protegerlos. Sin embargo, si se sigue la filosofía de manejo Fish Centric, es necesario proteger a los peces para que puedan alcanzar un tamaño de mercado constante.

Life Cycle of *Ichthyophthirius multifiliis*



Para cumplir esta tarea, el sistema de manejo de peces está diseñado para proporcionar oxígeno a los peces durante aproximadamente 5 horas tras un corte del suministro eléctrico. El sistema es 100% pasivo y, por tanto, de bajo costo. Sin embargo, no es la panacea. Normalmente, los peces mueren una hora después de detenerse las bombas. Cinco horas es una mejora del 500% y suele ser tiempo suficiente para que el piscicultor tome medidas tras un corte de electricidad. Sin embargo, en este caso no fue suficiente.

3.3 El sabor del pescado

Los peces saben a lo que comen. El bagre de canal es conocido por tener a menudo un sabor fangoso. Es lo que se denomina "mal sabor". Las causas suelen ser la presencia de diversos productos químicos, bacterias, algas, etc. en el agua donde viven. Cualquier aplicación generalizada de la acuaponía debe controlar el sabor si quiere tener éxito. Juzgar el sabor suele ser difícil. El mismo pescado puede saber bien o mal según quien lo pruebe. Sin embargo, recientemente, durante la reunión del 2 de abril de 2024, Aquaponics Office Hours, una



agricultora ofreció un apasionado testimonio sobre el sabor de sus peces. El audio de sus comentarios se encuentra al principio del vídeo de las Office Hours del 1 de abril (véase la sección de Office Hours). Si sus pensamientos son una buena representación de los de los demás, entonces hay un gran potencial para el bagre criado en las granjas de Phoenix en el mercado local, añadiendo valor a la granja.



3.6. Árboles y residuos de pescado, plantación y fertilización

El concepto de acuaponía + árboles se basa en la cantidad de desechos de pescado (un potente fertilizante) que se producirán con el tiempo y que su uso para regar un árbol de cítricos sería un uso sostenible que, a su vez, acabaría produciendo más alimentos.

3.7 Impactos del calor extremo

Como se sugiere en este documento, (<https://bit.ly/3vGbKfn>) el desarrollo de nuevas tecnologías agrícolas adecuadas al lugar puede llevar algún tiempo debido a la necesidad de experimentar una variedad de condiciones ambientales y económicas lo más amplia posible. Por lo tanto, es poco lo que se puede escribir en este momento.



3.8. Desafíos de la cosecha.

3.8.1 Pérdida de fruta

Como sugiere la foto de la derecha, cuando se realiza correctamente, el crecimiento en un sistema acuapónico puede ser extremadamente productivo. Sin embargo, el crecimiento exuberante ha demostrado ser un problema a la hora de cosechar. A menudo, una fruta madura queda cubierta por el crecimiento excesivo de las plantas y no se ve hasta que es demasiado tarde. Esto ocurre sobre todo con las frutas de enredadera, como los melones, aunque también puede ocurrir con las frutas de tallo, como los pimientos y el quimbombó (*okra*).

Solución: No dependa de que su fruta se vea fácilmente. Todos los días debe buscar en su sistema, especialmente en el exterior y en los laterales, la fruta que no se ve fácilmente.



3.8.2. La necesidad de cosechar ahora

A veces, el sistema acuapónico puede producir más fruta de lo que el hogar necesita. La tentación para algunos cultivadores ha sido dejar que la fruta madura siga en el huerto hasta que se necesite. NO HAGAN ESTO. Cuando la fruta está madura, si la deja en la planta, seguirá madurando hasta ser inservible. Siempre coseche su fruta cuando está madura y guárdela en la nevera o regálela a amigos.



3.8.3 Cuándo cosechar el pescado

Al igual que sus plantas, los peces no crecerán todos al mismo paso. Algunos crecerán más rápidos que otros, otros crecerán más lentos que otros. A menudo, los peces de rápido crecimiento lo podrán hacer más rápido que los lentos. Si así es, como se observa en la foto, los peces grandes pelearán o atacarán a los más pequeños, especialmente cuando el agua alcanza temperaturas de 90 grados o más. Esto resulta en muerte o hasta el canibalismo.

Es muy importante vigilar a sus peces. Cuando llegan a estar amontonados, coseche los más grandes. Especialmente cuando llegan a pesar 1.5 libras o más. Esto dejará espacio para que los más pequeños crezcan. Esto resulta cierto tanto para la Tilapia como el Bagre.