



MINISTERIO
DE AGRICULTURA
Y GANADERÍA

**Paso a paso para establecer un módulo de producción acuapónica de 1 mt³.
Sistema "Inundación Y Drenaje. FAD | Ing. Armando Romero**



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura - CENDEPESCA

División de Fomento y Desarrollo Pesquero y Acuícola

JULIO 2021

I. Descripción del sistema acuapónico FAD.

1. ¿Qué es la acuaponía?

El termino ACUAPONÍA, hace referencia a dos disciplinas de producción de alimentos, la ACUICULTURA, y la HIDROPONÍA.

La ACUICULTURA, se refiere al cultivo de especies en ambientes acuáticos, un ejemplo de ello es el cultivo de la tilapia en estanques pilas o jaulas. En este caso nos referimos a la ACUICULTURA DE RECIRCULACION, en la cual se utiliza una bomba para hacer recircular el agua del cultivo de peces, con ello se filtra y oxigena, de esta forma se puede sembrar mayores densidades de peces por metro cubico (80 a 100).

La HIDROPONIA, por su parte, trata sobre el cultivo de hortalizas en medios acuáticos o sustratos inertes enriquecidos con soluciones nutritivas para que las plantas se nutran, crezcan y produzcan. En el caso de la acuaponia, los nutrientes son aportados por los desechos de la digestión de los peces. En este documento describiremos el sistema FAD, por ser este, el método más práctico de producir en acuaponia a pequeña escala.



Este modelo tiene alta aplicabilidad a nivel urbano y rural, pudiéndose utilizar espacios desde 1 mt² para establecer unidades productivas de hortalizas y peces. En un metro se pueden sembrar 100 de alevines y cosechar hasta 25 libras de pescado o mas según el cuido.

2. Como funciona sistema Acuaponico FAD?

La unidad productiva acuapónica sistema FAD, (flood and drain) que puede traducirse como INUNDACIÓN y DRENAJE, es un modelo fácil de construir a pequeña escala, sus componentes se detallan a continuación.



La Unidad Productiva Acuapónica tiene 3 componentes vivos: a) el cultivo de peces, b) las bacterias nitrificantes del biofiltro y c) el cultivo de hortalizas.

a) El cultivo de peces.

El cultivo de tilapia, se desarrolla en una pila densamente poblada, 80 peces por metro cubico.

La siembra se hace con alevines (peces pequeños) de 10 gramos los cuales permanecerán en desarrollo por un periodo de 4 meses, tiempo en el cual pueden ganar peso hasta llegar a un promedio de 230 gramos, para ser cosechados.

En la práctica hemos cosechado 25 libras por mt³ sembrado de tilapia gris. Se puede obtener mayor producción en la medida que se controlen adecuadamente los diferentes aspectos que intervienen en el proceso productivo.

Aspectos como, alevines de calidad, alimentación, recirculación y monitoreo constante entre otros.

b) Las bacterias nitrificantes del biofiltro



Las bacterias que transforman el amonio de los desechos de los peces en nitratos (una forma de Nitrogeno asimilable por las plantas) se desarrollan en el sustrato de grava volcanica roja u otros tipos de grava, la cual ademas sirve de cama de cultivo para las hortalizas, el agua de los peces debe pasar al menos DOS VECES POR HORA a traves del BIOFILTRO para asegurar un proceso adecuado de transformacion de los desechos de los peces.

Estos desechos de los peces contienen principalmente amonio, el cual es una fuente rica en Nitrogeno; tambien contienen Fosforo y elementos menores de gran valor para la nutricion, desarrollo y produccion de de las hortalizas.

c) El cultivo hortícola.



Diferentes especies de hortalizas pueden cosecharse en la CAMA DE CULTIVO / BIOFILTRO, logrando con ello aprovechar los desechos de los peces para la nutrición y producción de las hortalizas.

II. Pasos para establecer la Unidad Productiva Acuapónica de 1 mt³, sistema FAD

1. Selección del sitio para establecer el cultivo acuapónico.

El módulo acuapónico deberá ubicarse completamente al sol, y en un suelo firme que permita mantener nivelada la pila y el biofiltro a fin de que la inundación y el drenaje de este se realicen con normalidad.

También deberá estar ubicado lo más próximo a la casa para estar pendiente del cuidado de los peces, así como de cualquier eventualidad que pudiere ocurrir, ya que se trata de un sistema productivo intensivo, el cual tiene una bomba en funcionamiento y cualquier apagón o atasco puede interrumpir la normal recirculación del agua.

2. Marcar el recipiente para obtener la pila y caja contenedora biofiltro.



Para un módulo acuapónico, de 1 mt³, se puede usar un contenedor GRG (Gran recipiente para mercancías a Granel). Este debe marcarse para realizar los cortes y obtener así, la pila para los peces y la caja para el biofiltro.

3. Cortar la estructura metálica y el contenedor plástico.



Cortar estructura metálica externa del tanque y luego el contenedor que servirá de pila para el cultivo de peces y la otra parte como caja contenedora del biofiltro. Estos cortes deberán realizarse con una herramienta que facilite el corte como una sierra eléctrica con disco.

4. Colocar y nivelar el tanque o pila para cultivo de peces.



La colocación de la rejilla perimetral del contenedor deberá hacerse en un piso nivelado y de preferencia pavimentado para evitar que por el peso de los materiales se deforme y desnivele, lo cual podría causar posteriores problemas para el funcionamiento del biofiltro y en consecuencia el cultivo de hortalizas.

5. Instalar la caja contenedora del biofiltro y el sifón.



Colocar caja contenedora del biofiltro sobre la estructura de la pila. Dentro de esta caja se instala el sifón, el cual consta de cuatro partes: a) rejilla, b) campana, c) tubo de nivel de llenado, y, d) adaptador de paso del biofiltro a la pila de cultivo de peces.

a) La rejilla

Construida en tubo PVC de 4" de 20 cm de longitud, con una serie de ranuras en la parte inferior para dar paso al drenaje, en el momento de la descarga. Este tubo con ranuras también impide el paso de los granos de grava volcánica del biofiltro en el momento del drenaje, pues la corriente que se generan al descargar el agua pudiera arrastrar el material del biofiltro hacia la pila de cultivo de peces y dañar la bomba.

b) Campana

Elaborada de un tubo PVC de 3" de 18 cm cerrada en uno de sus extremos y dentada en el otro extremo.

c) Tubo de nivel

Consiste en una pieza de tubo de PVC de $\frac{3}{4}$ " de 10 cm de longitud, la función de este tubo es limitar la altura de llenado.

d) Adaptador hembra y macho

Esta es la conexión entre el biofiltro y la pila de cultivo de peces, es una pieza de PVC de $\frac{3}{4}$ ", que da paso a la descarga del agua del biofiltro en el momento del drenaje.

6. Llenar el biofiltro.



El llenado de la caja contenedora del biofiltro se hace preferiblemente con grava roja volcánica ya que esta grava tiene mayor porosidad y favorece de mejor forma el desarrollo de las bacterias del biofiltro.

7. Instalar bomba sumergible.



Instalación de bomba sumergible para recircular el agua desde de la pila de cultivo hacia el biofiltro, y asegurar mayor calidad del agua y mejorar la oxigenación con ello se puede asegurar una siembra de siembra de 80 peces por metro cubico.

Una bomba de 30 watts recircula bien el agua del cultivo de peces.

8. Siembra del cultivo de peces con alevines de buena calidad



Los mejores resultados se han obtenido sembrando alevines de tilapia gris de preferencia de 10 gramos de peso o más.

La revisión bibliográfica indica que otras especies de peces como carpa común, algunas especies de bagres y ciertos crustáceos se pueden cultivar con éxito en acuaponia. En este material se comparte la experiencia de cultivo obtenida con tilapia gris y en algunos casos con tilapia roja, esta última ha demostrado un desarrollo más retardado que la tilapia gris.

Es importante que la primera siembra de alevines se realice unas semanas antes de sembrar las hortalizas, de esta forma se favorece el desarrollo de las colonias de bacterias del biofiltro que transformaran el amonio de los desechos de los peces en nitritos y en luego en nitratos, estos últimos son asimilables por las hortalizas.

Con esta forma adelantada de siembra de los alevines, se asegura la madurez del biofiltro, a fin de que, al sembrar las hortalizas, estas encuentren disponibles los nutrientes para su desarrollo.

9. Alimentación de los peces en base al peso .



El alimento a proveer a los alevines es una ración comercial de 38% de proteína durante el primer mes, luego puede cambiarse a una dieta con 36% 32% 28% y 25% según la disponibilidad y plan de alimentación hasta alcanzar el peso para cosecha.

Para un módulo acuapónico en el que se han sembrado 100 alevines de 10 gramos, el consumo de alimento por día deberá ser como máximo el 10% del peso de la población sembrada, durante los primeros 15 días. La ración debe ajustarse cada 15 días, para ello debe tenerse en cuenta la tabla de consumo de alimento según peso.

10. Siembra de Plantines de la mejor calidad en el cultivo hortícola



La siembra de las hortalizas debe hacerse usando Plantines de calidad, también podrá hacerse directamente mediante el uso de semillas para hortalizas de ciclo corto, como en el caso del rábano.

11. Controlar los parámetros calidad del agua.

La Temperatura, PH, Transparencia Oxígeno disuelto, Amonio, nitritos, y nitratos de amonio son los principales parámetros a monitorear para garantizar las condiciones adecuadas para el desarrollo de los peces.

Temperatura.

La tilapia requiere de temperaturas dentro de un rango entre 22 a 32 °C para su normal desarrollo y producción, siendo la temperatura optima entre 26 y 28 °C.

PH

El PH del agua de la pila de cultivo de peces debe ser neutro (7), ya que la mayoría de cultivos hortícolas requieren valores de PH entre 5.5 Y 7, si el valor es mayor, las hortalizas presentan problemas en la asimilación de nutrientes, por lo que la elección de la especie hortícolas a establecer debe hacerse teniendo en cuenta este aspecto, debido a que se trata de un sistema integrado en donde el agua de los peces esta en continuo contacto con las raíces de las hortalizas, y cualquier alteración de los valores del PH en el agua de cultivo de peces puede afectar el normal desarrollo y producción de las hortalizas.

Transparencia del agua



El nivel de transparencia del agua de cultivo de peces indica el adecuado balance de sólidos en suspensión y también revela la baja concentración de microalgas en el agua, lo cual es necesario para evitar el atascamiento del BIOFILTRO.

Se requiere que el agua del sistema acuapónico tenga una transparencia hasta el fondo de la pila de cultivo.

Oxígeno disuelto

El nivel de oxígeno en la pila de cultivo de peces debe ser mayor a 5 mg/lit. Valores menores a este afectan el metabolismo de los peces, lo que se refleja en deficiencias en el desarrollo y la ganancia de peso de estos.

Amonio, nitritos y nitratos

Los niveles de amonio que se acumulan en el estanque son el principal desafío para el biofiltro, pero a la vez una valiosa fuente de Nitrógeno para las hortalizas.

Debe monitorearse frecuentemente los niveles de AMONIO, NITRITOS Y NITRATOS para mantener condiciones adecuadas para el desarrollo de los cultivos.

El monitoreo de los niveles de PH, amonio, nitritos y nitratos, puede

hacerse usando el kit de reactivos para medición de estos parámetros.

Un factor muy importante es la recirculación del agua, con ello se generan burbujas que ayudan a mantener los niveles de oxígeno al nivel requerido. La bomba sumergible garantiza la recirculación del agua, para 1 mt³ de cultivo de peces una bomba entre 30 watts recircula bien el agua y generando de abundantes burbujas

Descripción	Temperatura (°C)	PH	Amonio (mg / L)	Nitritos (mg / L)	Nitratos (mg / L)	Oxígeno disuelto (mg / L)
Tilapia	22 – 32	6 – 8.5	<3	<1	<400	4 – 6
Plantas	16 – 30	5.5 – 7.5	<30	<1	–	<3
Bacterias	14 – 34	6 – 8.5	<3	<1	–	4 – 8

Cuadro resumen de los principales requerimientos Físico y Químicos de los peces, plantas y bacterias.

12. Calibración adecuada del sifón.

El sifón es el juego de piezas de tubos de PVC de diferentes diámetros y longitud, que en conjunto facilitan la descarga del agua del biofiltro hacia la pila de cultivo de peces. La calibración consiste en ajustar la abertura del respiradero y tamaño de los dientes de la campana, así como en diámetro del adaptador de paso. Con ello se garantiza el adecuado proceso de INUNDACION Y DRENAJE del biofiltro.

El sifón es la parte más importante para el adecuado funcionamiento de este sistema acuapónico; es por ello que se debe revisar constantemente e impedir que en su interior se acumulen raíces o piezas de la grava del biofiltro que obstruyan el normal paso del agua .

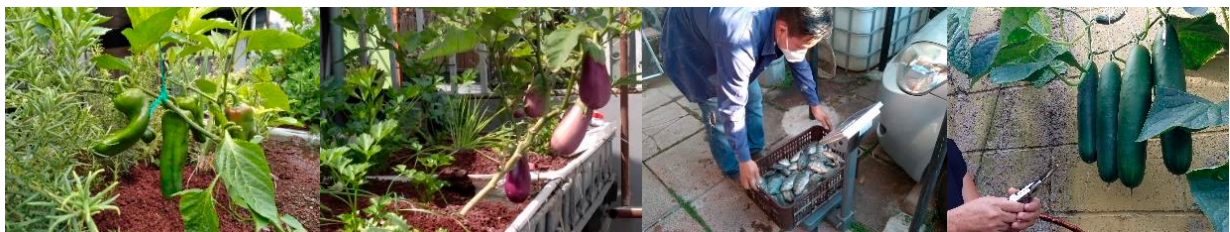
13.Sifoneo del fondo de la pila de cultivo de peces

Se debe sifonear el fondo de la pila usando una manguera de $\frac{3}{4}$ ", con ello se evacuan los sólidos precipitados en el fondo, esto contribuye a mantener la calidad del agua de cultivo de peces; una vez sifonado se rellena el nivel de agua de la pila , esta práctica deberá realizarse al menos cada 15 días.

14.Monitoreo del desarrollo de los peces

Cada 15 días se deberá pesar una muestra del 10% de los peces sembrados, con ello se compara la ganancia de peso en ese periodo, y en base a ello cambiar la dieta para la próxima quincena.

15.Cosechas parciales según el desarrollo de los cultivos.



La cosecha de las hortalizas en la unidad productiva acuapónica brinda la satisfacción de disfrutar de alimentos directamente del cultivo a la mesa. Tanto los peces como los vegetales pueden cosecharse parcialmente según el desarrollo del cultivo. Hojas, frutos y peces estarán disponibles para premiar el esfuerzo.

III. Presupuesto para modulo acuaponico de 1 mt3

Núm.	Detalle de recurso	Cant.	Precio de Unit.	Valor total
1	EQUIPO			
1.1	Sistema de bombeo sumergible wa30 watts	1		
1.2	Marco con red para arrastre y pesca	1		
1.3	Bandeja surtida de Plantines hortícola (pepino,cebollín, lechuga y tomate)	0.3		
1.5	Bascula para monitoreo de la ganancia de peso	1		
	Sub total			
2	ESTRUCTURA Y ACCESORIOS			
2.1	Estructura de pila y caja contenedora del biofiltro, a base de un contenedor GRG			
2.1.1	Contenedor plástico GRG	1		
2.2	Biofiltro			
2.2.1	Grava volcánica roja (mt3)	0.3		
2.3	Sifón controlador del vaciado del biofiltro			
2.3.1	Tubo de PVC de 1 1/4 " (metro lineal)	1		
2.3.2	Tubo de PVC de 4" para elaborar rejilla (metro lineal)	1		
2.3.3	Tubo de PVC de 3" para elaborar campana.	1		
2.3.4	Tapón de PVC de 3" para elaborar campana	1		
2.4	Otros Accesorios			
2.4.1	Extensión eléctrica para conexión de la bomba	1		
2.4.2	Manguera transparente de 3/4" (yardas)	3		
	Sub total			
3	MATERIA PRIMA			
3.1	Alevines de tilapia 10 gramos para establecer cultivo	100		
3.2	Tilapia	40		
3.3	Fertilizante foliar	0.5		
	Sub total			
	TOTAL			