

Acuaponía: Cultivo de Peces y Plantas en Sistema Cerrado

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Agua

Etiquetas: Sin etiquetas

Acuaponía: Cultivo de Peces y Plantas en Sistema Cerrado

La acuaponía combina la acuicultura (cría de peces) con la hidroponía (cultivo de plantas sin suelo) en un circuito cerrado donde los desechos de los peces fertilizan las plantas y estas, a su vez, purifican el agua que retorna a los peces. Este sistema, inspirado en las chinampas aztecas y los arrozales con peces del sudeste asiático, utiliza un 90% menos de agua que la agricultura convencional según datos de la Universidad de las Islas Vírgenes, produce proteína animal y vegetal simultáneamente, y no requiere fertilizantes ni tierra fértil. En un escenario de crisis, un sistema acuapónico de 1.000 litros puede producir entre 20 y 40 kg de pescado y 50-100 kg de hortalizas al año, proporcionando una fuente constante de proteína completa y vitaminas para una familia.

Principios del ciclo del nitrógeno en acuaponía

El funcionamiento de la acuaponía depende de un proceso biológico llamado nitrificación, realizado por bacterias del género *Nitrosomonas* y *Nitrobacter* que colonizan las superficies del sistema, especialmente el medio de cultivo (arcilla expandida, grava volcánica).

Paso 1: Excreción de amonio: Los peces excretan amoníaco (NH_3) y amonio (NH_4^+) a través de las branquias y en las heces. En concentraciones superiores a 1 mg/litro, el amoníaco es tóxico para los peces. Este es el residuo que inicia todo el ciclo.

Paso 2: *Nitrosomonas* convierte amonio en nitrito: Las bacterias *Nitrosomonas* oxidan el amonio (NH_4^+) a nitrito (NO_2^-). El nitrito es aún más tóxico que el amonio para los peces (letal por encima de 0,5 mg/litro), ya que se une a la hemoglobina impidiendo el transporte de oxígeno.

Paso 3: *Nitrobacter* convierte nitrito en nitrato: Las bacterias *Nitrobacter* oxidan el nitrito (NO_2^-) a nitrato (NO_3^-), que es relativamente inocuo para los peces hasta 150-200 mg/litro y es la forma de nitrógeno que las plantas absorben preferentemente por las raíces.

Paso 4: Las plantas absorben nitrato: Las raíces de las plantas captan el nitrato disuelto junto con otros nutrientes (potasio, calcio, hierro, fósforo aportados por el alimento de los peces), purificando el agua que retorna limpia al tanque de peces.

Este ciclo tarda entre 4 y 6 semanas en establecerse completamente (periodo de ciclado). Durante este tiempo se deben monitorizar los niveles de amonio, nitrito y nitrato con kits de test de acuariofilia. El sistema está ciclado cuando el amonio y el nitrito se mantienen en cero y aparecen nitratos. Acelerar el proceso añadiendo un puñado de grava de un acuario establecido o un filtro biológico usado como fuente

de bacterias colonizadoras.

Diseño y construcción del sistema

Un sistema acuapónico funcional se compone de tres elementos principales: el tanque de peces, la cama de cultivo y el sistema de circulación de agua. El diseño más sencillo y robusto para supervivencia es el sistema de cama de medio con ciclo de llenado y vaciado (flood and drain).

Componente

Material recomendado

Dimensionado

Alternativas en emergencia

Tanque de peces

IBC de 1.000 L cortado a 3/4 de altura (750 L)

1 litro de agua por cada 20-40 g de pez adulto

Bañera vieja, bidón de 200 L cortado, depósito de fibra

Cama de cultivo

Mitad superior del IBC (250 L) o bandeja de 30 cm de profundidad

Relación 1:1 con el tanque de peces en volumen

Palés forrados con plástico grueso de obra

Medio de cultivo

Arcilla expandida (arrita) o grava volcánica 8-16 mm

30 cm de profundidad en la cama

Grava de río lavada 10-20 mm (no caliza: sube el pH)

Bomba de agua

Bomba sumergible de 1.000-2.000 L/h

Debe ciclar todo el volumen al menos 1 vez por hora

Bomba de achique, bomba de lavadora reutilizada

Sifón bell

Tubo PVC 32 mm + campana PVC 50 mm

Uno por cada cama de cultivo

Se puede fabricar con botellas de plástico cortadas y tubos

El sifón de campana (bell siphon) es la pieza clave del sistema flood and drain: cuando la bomba llena la cama de cultivo hasta el nivel máximo, el sifón se activa por efecto venturi y vacía la cama rápidamente, oxigenando las raíces. Cuando el nivel baja lo suficiente, el sifón rompe y el ciclo comienza de nuevo. Este mecanismo funciona sin electricidad adicional ni temporizadores.

Consumo eléctrico: La bomba de agua es el único componente que requiere electricidad continua (30-60 W en un sistema doméstico). Un panel solar de 100 W con una batería de 50 Ah es suficiente para

alimentar la bomba las 24 horas. Alternativamente, se puede usar una bomba manual accionada 3-4 veces al día durante 15 minutos cada vez, aunque la producción será menor.

Especies de peces y plantas compatibles

La elección de las especies de peces y plantas depende del clima, el objetivo (producción o supervivencia) y la disponibilidad local. No todas las combinaciones funcionan igual de bien.

Especie de pez

Temperatura óptima

Tiempo hasta cosecha

Producción por m³

Observaciones

Tilapia (*Oreochromis niloticus*)

24-30 °C

6-9 meses (500 g)

40-60 kg

La mejor opción: resistente, omnívora, tolera baja calidad de agua, crecimiento rápido. Necesita calefacción en climas fríos.

Carpa común (*Cyprinus carpio*)

18-25 °C

12-18 meses (1-2 kg)

20-30 kg

Resistente al frío, come casi cualquier cosa, pero crecimiento más lento. Ideal para climas templados.

Trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)

10-18 °C

12-14 meses (300-500 g)

20-40 kg

Solo para climas fríos o con agua de pozo fresca. Exige alta oxigenación y agua limpia.

Perca (*Perca fluviatilis*)

16-22 °C

18-24 meses (200-400 g)

15-25 kg

Carne excelente, tolerante a fluctuaciones. Crecimiento lento pero carne de alta calidad.

Tipo de planta

Ejemplos

Demanda de nutrientes

Tiempo hasta cosecha

Hojas verdes (baja demanda)

Lechuga, espinaca, acelga, rúcula, berros

Baja: funcionan desde el inicio del ciclado

30-60 días

Hierbas aromáticas

Albahaca, menta, cilantro, perejil, cebollino

Baja-media: excelente relación producción/espacio

40-70 días (cosecha continua)

Hortalizas de fruto (alta demanda)

Tomate, pimiento, pepino, calabacín, judía

Alta: necesitan sistema maduro (3+ meses) con alta densidad de peces

60-90 días

Raíces (no recomendadas)

Zanahoria, rábano, remolacha

Variable: crecen mal en arcilla expandida, mejor en balsa flotante con maceta de red

60-90 días

La regla general es comenzar con hojas verdes y hierbas aromáticas durante los primeros 3 meses mientras el biofiltro madura, y añadir cultivos de fruto una vez que el sistema esté estabilizado y la densidad de peces sea alta (15-20 kg de pez por cada 1.000 litros).

Alimentación de los peces en emergencia

El alimento de los peces es el principal insumo externo del sistema y el que lo limita en un escenario de colapso. El pienso comercial para peces contiene entre un 30% y un 45% de proteína y está formulado para un crecimiento óptimo, pero en supervivencia se pueden usar fuentes alternativas.

Larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*): La opción más prometedora. Las larvas se crían en cualquier residuo orgánico (restos de cocina, estiércol, vísceras de pescado) y contienen un 42% de proteína y un 35% de grasa. Un cubo con sustrato orgánico y acceso para las moscas adultas produce larvas continuamente. Secar al sol y almacenar como pienso. La tilapia las devora con entusiasmo.

Lenteja de agua (*Lemna minor*): Planta acuática que se duplica cada 2-4 días en aguas con nutrientes. Contiene un 25-35% de proteína en peso seco. Se cultiva en un estanque o bañera aparte con agua enriquecida con purín diluido. Complemento excelente para tilapia y carpa, que son omnívoras.

Lombrices rojas (*Eisenia fetida*): Se crían en vermicompostaje con restos orgánicos. Contienen un 60-70% de proteína en peso seco. Se pueden suministrar vivas o secadas al sol y trituradas. Alimento de alto valor biológico para cualquier especie de pez.

Restos de huerto y cocina: La tilapia y la carpa aceptan restos vegetales: hojas de lechuga, calabacín rallado, puré de calabaza, fruta madura. No sustituyen la proteína animal pero complementan la dieta y reducen la necesidad de pienso proteico en un 30-40%.

Proporción peces-plantas: La regla general es alimentar a los peces con 15-20 gramos de pienso por metro cuadrado de cama de cultivo al día. Sobrealimentar genera acumulación de amonio que puede matar a los peces. Subalimentar frena el crecimiento y las plantas muestran deficiencias (hojas amarillas por falta de nitrógeno). Observar a los peces: deben consumir todo el alimento en 5 minutos.

Monitorización y resolución de problemas

Un sistema acuapónico estable requiere monitorización regular de cuatro parámetros clave. En supervivencia, sin kits de test, se pueden usar indicadores biológicos.

Parámetro

Rango ideal

Síntomas de desequilibrio

Corrección

pH

6,8-7,2

pH alto (>7,6): hojas amarillas (clorosis férrica). pH bajo (

Subir pH: añadir conchas marinas trituradas o ceniza de madera. Bajar pH: añadir turba o ácido fosfórico diluido

Amonio ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$)

Peces boqueando en superficie, branquias enrojecidas, mortalidad súbita

Cambio parcial de agua (30%), reducir alimentación, verificar que el biofiltro no esté colapsado

Nitrito (NO_2^-)

Peces letárgicos, coloración oscura, branquias marrones (metahemoglobinemia)

Añadir sal sin yodo (1 g/L) para bloquear absorción de nitrito por las branquias, reducir alimentación

Oxígeno disuelto

>5 mg/L

Peces en superficie boqueando, crecimiento lento, olores anaerobios

Aumentar aireación: piedra difusora, cascada, agitar agua manualmente. Las plantas también necesitan oxígeno en las raíces

Sin kit de test, observar los indicadores biológicos: si los peces comen con apetito, nadan activamente y las plantas crecen verdes y vigorosas, el sistema está equilibrado. Agua turbia verde indica exceso de fitoplancton (demasiada luz y nutrientes): sombrear el tanque de peces. Agua turbia marrón indica exceso de sólidos: añadir un filtro de sedimentación antes de la cama de cultivo. Olor a huevo podrido indica zonas anaerobias: mejorar la circulación y aireación.

⚠ Advertencia: Esta información es orientativa y educativa. En situaciones de emergencia real, consulte a

profesionales cualificados siempre que sea posible. No ponga en riesgo su vida ni la de otros sin la formación adecuada.