



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

“CULTIVO DE PECES EN SISTEMA ACUAPONICO”

Presentado por:

VILCARA CASTRO, JENSON ANDRES

Bachiller del nivel **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos. El resultado obtenido es **8 % de porcentaje de similitud** por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones:

APROBADO OBTUVO EL 8% (MENOR 20% REQUERIDO)

Ica, **23** de FEBRERO de 2022

.....
JUAN MARINO ALVA FAJARDO
DIRECTOR DE UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE
ALIMENTOS

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y DE ALIMENTOS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA



“CULTIVO DE PECES EN SISTEMA ACUAPÓNICO”

INVESTIGACIÓN MONOGRÁFICA PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO DE PESQUERO POR LA MODALIDAD DE EXAMEN DE SUFICIENCIA
ACADÉMICA

ÁREA DE INVESTIGACIÓN

PRESENTADO POR:

BACHILLER: VILCARA CASTRO, JENSON ANDRES

PISCO-2020

DEDICATORIA

Este presente trabajo monográfico está dedicado en primer lugar a Dios y luego a las personas que me apoyaron ya que han hecho que esta monografía sea todo un éxito, espero que mi pueblo de Pisco progrese cada día más como también sea reconocido por todos.

A mi familia quienes me enseñaron quien soy y ser lo que soy. Para mis padres por su apoyo, comprensión, consejos, amor, ayuda en los momentos difíciles y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar.

Vilcara Castro, Jensón Andrés

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por darme la dicha de tener y disfrutar a mi familia, gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto.

Gracias por estar aún aquí con vida y valorar lo bello que es vivir.

Gracias a mi familia y amigos por permitirme cumplir con excelencia el desarrollo de este trabajo monográfico.

Vilcara Castro, Jensón Andrés

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
Dedicatoria	1
Agradecimiento	2
Índice de Contenidos	3
Índice de Tablas	6
Índice de Figuras	7
Índice de Anexos	8
Introducción	9
	Página
INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO I	11
1.1. Definición de la Acuaponía.....	11
1.2. La Acuaponía en el Perú.....	12
1.3. Tipos de Acuaponía.....	13
1.3.1. Growbed System (sistema de siembra tipo cama)	13
1.3.2. Growing Power Model (Modelo de Poder Creciente)	13
1.3.3. Raft System o Cama Flotante.....	14
1.3.4. Técnica de Film Nutritivo (NFT).....	14
a) Características de acuaponía.....	14
b) Componente de la acuaponía.....	14
CAPÍTULO II	15
2.1. Desarrollo del Tema.....	15

2.2. Diseño del Sistema de Recirculación Acuapónicos.....	15
2.3. Diseño y Formulación Preliminar de Sistema Acuapónico.....	17
2.3.1. Dimensiones del Estanque de Peces.....	18
2.3.2. Cálculo Potencia de la Bomba.....	18
2.3.3. Potencia de la Bomba.....	18
2.4. Balance de Masa.....	19
2.5. Balance de Masa del Tanque de Cultivo (TC).....	20
2.6. Balance de Masa del Biofiltro.....	21
CAPÍTULO III.....	21
3.1. Descripción de un Sistema Acuapónico.....	21
3.1.1. Elementos Esenciales Para un Sistema Acuapónico.....	22
3.1.2. Tanque para el Cultivo de Peces.....	22
3.1.3. Bomba de agua.....	22
3.1.4. Filtro mecánico.....	23
3.1.5. Filtro biológico o biofiltro.....	23
3.1.6. Infiltración.....	24
3.2. Ventajas y Desventajas del Cultivo de Peces en Sistema Acuapónico.....	24
a) Ventajas.....	24
b) Desventajas.....	25
CAPÍTULO IV.....	25
4.1. Peces y Plantas Adaptadas al Sistema Acuapónico.....	25
4.1.1. Peces.....	25
4.1.2. Crustáceos.....	27
4.1.3. Plantas.....	27
CAPÍTULO V.....	29
5.1. Alimentos Para Peces en Sistema Acuapónico.....	29
5.2. Mantenimiento de Sistema Acuapónico.....	30
5.3. Rendimientos de Peces y Plantas.....	31
5.4. Balances en el Sistema Acuapónico Peces y Plantas.....	32
5.4.1. Los Desbalances	32

5.5. Principios en el Sistema Acuapónico.....	33
5.6. Partes del Sistema Acuapónico.....	34
CAPÍTULO VI.....	34
6.1. Desarrollo de Sistema Acuaponía.....	34
6.1.1. Elección del tanque.....	34
6.1.2. Aireación y Circulación del Agua.....	34
6.1.3. Calidad del Agua.....	35
6.1.4. Exceso de Agua en Tanque.....	35
6.1.5. Sobrealimentación y Alimentos no Consumidos.....	35
6.2. Plantas y Peces.....	35
6.3. Equilibrio entre Plantas y Peces.....	36
CAPÍTULO VII.....	36
7.1. Elementos Claves y Consideraciones en la Acuaponía.....	36
7.1.1. Selección De Las Plantas.....	36
7.1.2. Selección De Peces	36
7.1.3. Características de la Calidad de Agua.....	37
7.1.4. Biofiltración y Sólidos Suspendedos.....	37
7.1.5. Proporción.....	37
7.2. Impacto de los Sistemas Acuapónicos.....	38
7.3. Sostenibilidad de Sistema Acuapónico.....	40
CAPÍTULO VIII.....	41
8.1. Opinión Crítica.....	41
8.2. Conclusiones.....	42
8.3. Recomendaciones.....	43
8.4. Referencia Bibliográfica.....	44
8.5. Anexos.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tolerancia en Parámetros de Calidad de Agua, Requerimientos Proteicos y Crecimiento Esperado de las Principales Especies Acuáticas de Cultivo Utilizadas en Sistemas de Acuaponía	26
Tabla 2. Parámetros y Condiciones Ambientales Generales Requeridas para el buen Desarrollo de Vegetales Cultivados Comúnmente en la Acuaponía.....	28
Tabla 3 . Vegetales de Hojas Verdes y Vegetales de Frutos para Sistema Acuapónico.....	29
Tabla 4 Planta de Hoja Verde y Vegetales de Fruto.....	30
Tabla 5. Rendimiento en un Taque de Cultivo en sistema Acuapónico/ Alimentos / Área Cultivo.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Fuente-Aquaflash-Descripción de Proceso Acuapónico.....	11
Figura 2 Fuente-Aquahoy-Diagrama Esquemática de Acuaponía.....	15
Figura 3 Fuente- Aquahoy-Sistema de Recirculación Acuapónico.....	16
Figura 4 Fuente-Cicece.Repositorio-Institucional- diagrama conceptual del sistema de acuaponía	20
Figura 5 Fuente-Ridaa- Esquema Acuapónico NFT.....	24
Figura 6 Fuente- Sommerville -A-bacterias Nitrificantes.....	32
Figura 7 Fuente- Sommerville -B-bacterias Nitrificantes.....	33
Figura 8 Fuente- Sommerville -C-bacterias Nitrificantes.....	33
Figura 9 Fuente- Green Fish- ¿por usar cultivos acuapónicos.....	39
Figura 10 Fuente-Springer-.....	40

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. Prototipo de un Sistema Acuapónico Casero.....	46
Anexo 2. Mundoverdemy.com.....	46
Anexo 3. . Sistema Acuapónico.....	47
Anexo 4. El Sistema Acuapónico se basa en la Recirculación del Agua, donde debe ser Suministrado el Alimento para los Peces y Aireación.....	47
Anexo 5. Elementos básicos en un sistema de acuaponía.....	48
Anexo 6. Componentes para el Control de Sólidos y Biofiltración.....	48
Anexo 7. Diseño de un Sistema Acuapónico Casero.....	49
Anexo 8. Desarrollo de la Acuaponía en el Mundo.....	49

INTRODUCCIÓN

La seguridad alimentaria de una creciente población mundial hace necesaria la optimización en las actividades económicas relacionadas con la producción de alimentos; predestinando a ser la idónea como eje económico, de igual modo con el cursar de los años se ha remontado alcanzando en porcentajes con un estimado de 10. (FAO, 2012). Que es prioritario el desarrollo de los planes de Seguridad Alimentario que permita la buena alimentación de los niños, así como también la buena educación y la formación de técnicos capaces de buscar alternativas de solución a la problemática, Es por ello La Acuaponía es la solución al problema de inseguridad alimentaria, la problemática de falta de agua, siendo el ejemplar para aquellas zonas que presenten aridez pueda cultivarse de acuerdo a el procedimiento mencionado el cultivo de especies en este tipo de Biotecnología. Imponiéndose como un nivel mínimo hablando en desarrollo, en diferencia de países vecinos, y está orientada al cultivo de pocas especies. Inclinado por los escasos tecnológicos enfocada a procesos, referidos a cosecha, cultivos y otros.

Acuaponía es una tecnología en la cual se mezclan la acuicultura y la hidroponía, de acuerdo, captando el nutriente generando que este crezca directamente del agua del cultivo de

los peces. Los desechos de los peces son ricas en nutrientes para las plantas, pero tóxicas para los peces mismos, las plantas actúan como un filtro al absorber estas sustancias previamente tratadas por algunas bacterias benéficas (bacterias que convierten el amonio en nitrito y después en nitrato). Entonces, esta técnica es una alternativa tecnológica que va dirigida al desarrollo sustentable (Juárez, 2016). Así mismo los estudios realizados *la* acuaponía permite el ahorro de agua y reduce la contaminación ambiental en más de 80%.

Su inclusión data de años anteriores muchos podría hacerse mención, Incluyendo a China en su antigüedad aplicando estos sistemas, siendo los modernizados en suLa implementación de sistemas acuapónicos se ha venido manejando desde hace miles de años. Pero esto también conyeva a dudas y fue escaso, Nuestro país ejercía excavaciones pro desarrollo de estanques y con esto la añadidura de peces, generando que los gansos se alimentaban de esos organismos y al excretar desembocaba a fertilizarse por efecto del desecho desprendido, generando siembra de vegetal. (Jones, 2002).

Los Aztecas lo ejercieron en combinación con vegetales conocida como chinampas, elaboradas en distintos lagos de profundidades escasas, pudiendo mencionar así aquellas islillas. Posteriormente estos efluentes eran recolectados para fertilizar las plantas (Boutwell, 2007).

Hoy en día, se puede hacer mención a aquel cierre del circuito que actúa a raíz de mínimos. Siendo parte activa de alimentación, de igual modo la energía, su adquisición puede ser variada pero con único propósito evitar el contaminarse. (Calderón, 2012).

CAPÍTULO I

1.1. Definición de la Acuaponía:

Elaborada para producir hortalizas y aquellos peces originados por solo un sistema para producirse.

Es la combinación de un sistema de acuicultura de recirculación con un sistema hidropónico con el objeto de absorción de gran numero nutricional para poder desencadenar su crecimiento, directamente del agua de cultivo de los peces. Todo es aprovechable ya que el desecho obtenido marca amplitud en nutriente aprovechado por plantas, pero lo opuesto a peces por tener toxicidad. Mencionado anteriormente es el idóneo en alimentación de plantas ya que suelen absorberse toda la sustancia producida. Su efecto de descomposición de esta materia en aquellos inorgánicos efectivos en plantas. En el sistema aplicado, actúa el agua en dolbe efecto ya que cría y crece los cultivos.

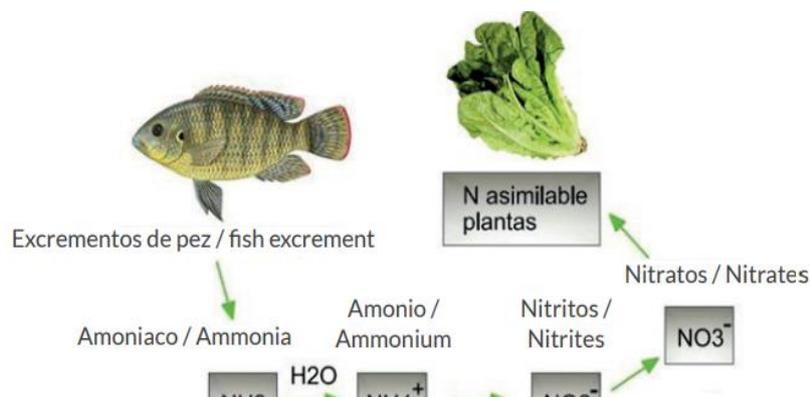


Fig 1. Descripción de Proceso Acuapónico
Fuente: Aquaflash

NITROSOMES

1.2. La Acuaponía en el Perú

En Perú el término acuaponía aún no es manejado ni de reconocimiento, en función a su relación a la acuaponía, pero resulta necesario que en el corto plazo esta situación cambie. A la fecha en Perú se cuenta con tan solo un proyecto a escala comercial y algunas investigaciones por la IIAP (Instituto de Investigación de Amazonia Peruana) con el Piache.

En nuestro país las empresas no están dispuestas a arriesgarse con innovaciones nuevas. Existe informaciones y proyectos de pequeña escala desarrollado por universidades como el caso que desarrolla actualmente en la ciudad de Junín la empresa (El startup peruano Acuaponicax) centrada en fomentar la producción sostenible de verduras a través de la acuaponía. a la vez este proyecto será presentado en un Congreso Mundial de Ingeniería GEC 2018, que se realizará del 22 al 26 de octubre en Londres (Reino Unido). En 1936, Gericke y J.R Travwrnetti , publicaron sus experimentos de cultivos de tomates en solución nutritiva, lo que motivo el interés por parte de empresas comerciales, científicos y agrónomos de otros universidades.

Y actualmente la acuaponía e hidroponía se viene desarrollando en grandes escalas en países desarrollados y sub desarrollados como EE. UU, entre otros. Preponderándose a Australia como el eje investigador de este sistema.

Desempeñando diversidad de estudios investigativos, formando parte de la inclusión de En donde incursionan innumerables proyectos e ideas, dirigidos por programas abocados en la minimización de la carencia de hambre. Mostrando así la conveniencia de ambas partes, estableciéndose como una alternativa a los problemas de hambre y desnutrición en el mundo. Los países que desarrollan la acuaponía a gran escala, que

cuentan y a su vez tener una fuente de ingresos. Ya que la acuaponía y acuicultura representa más que una fuente completa de mejora, a su vez brinda opciones de favorecimiento a la economía comúnmente hablando, en su contribución al mejoramiento alimentario. A su vez es factible solo que se requiere de una capacitación y práctica a variados grupos de poblaciones, de acuerdo a la inducción de manejo, protección de peces y plantas.

1.3. Tipos de Acuaponía:

1.3.1. Growbed System (Sistema de Siembra Tipo Cama)

En este tipo de sistema acuapónico siendo sus bases los llamados tanques, necesario igual grupo de plantas para emplearla de sustrato, arcilla expandida, roca volcánica o perlita. es empleado principalmente por personas afeccionados ya que su construcción es muy fácil. Dándose el caso de inconvenientes en relación a saturación es necesario emplear limpieza ejercida por un humano, este es depende la escala de construcción.

1.3.2. Growing Power Model (Modelo de Poder Creciente)

Operado a base de cama que emite el sustrato de las plantas remarcando la presencia de gusanos empleados para producir Humus. De modo tal al mencionado anteriormente dicha cama puede obstruirse por acumulación de sólidos y debe requerir revisión y limpieza.

1.3.3. Raft System (Cama Flotante)

Este sistema de acuapónico es un modelo fácil de escalar comercialmente hablando, con la varianza de componentes de la acuaponía y el desempeño unitario de ellos. Ejercido así se puede obtener gran conteo de ambos.

1.3.4. Técnica de Film Nutritivo (NFT)

Sistema NFT por su nombre en inglés, “Nutrient Film Technique”) esta técnica consiste en crear una película recirculante de solución nutritiva dentro de tubos PVC, en los cuales en sus extremos tienen tapas con pequeñas conexiones al final y comenzando para desempeñar el recorrido en la totalidad de tubería empleando bomba, ubicado dicho deposito que sirve de almacenamiento de solución nutritiva.

Uno por uno del NTF se disponen 11 plantas, manejando flujos de 350 ml/minuto (Harmon, 2003). Disponiendo a continuación de.

a. Características de Acuaponía

- Fácil manejo
- Bajo riesgo en producción
- Mayor aprovechamiento del sistema (Muñoz, 2012).

b. Componente de la Acuaponía

Éste se basa en camas hidropónicas o camas de crecimiento, brindando la apariencia de flotar en él, ocupado a base del aislamiento en espuma de poliestireno. Surgen variadas formas de colocación de especie y plantas en dicho tanque; no obstante, requiere la

incorporación de mallas en vías de protección de las raíces de las plantas para evitar que sean maltratadas o incluso comidas por los organismos.

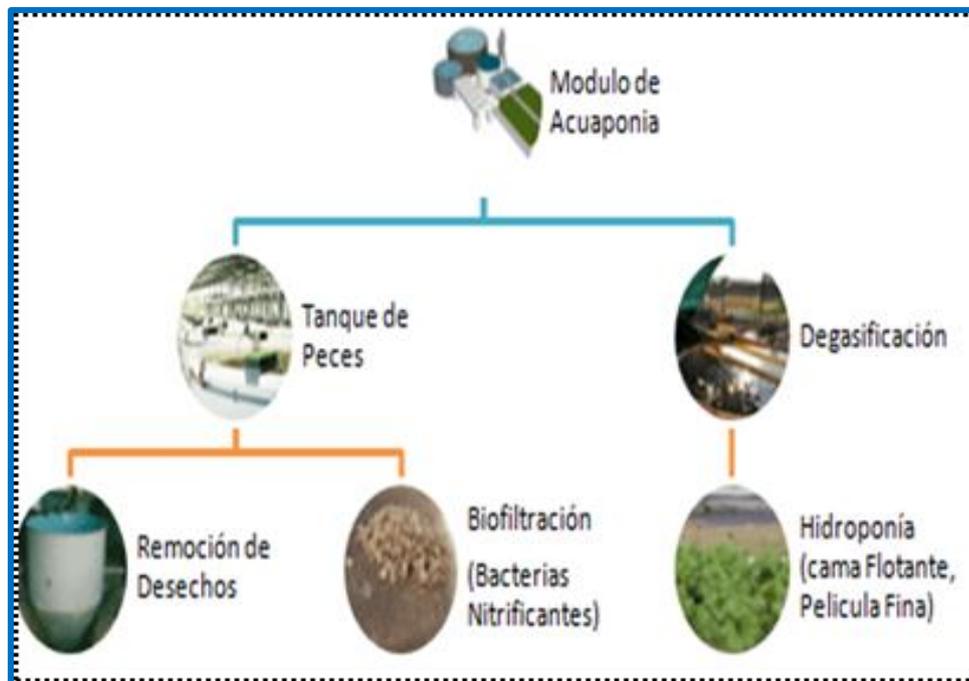


Figura 2. Diagrama Esquemático de Acuaponía

Fuente: Aquahoy

CAPÍTULO II

2.1.Desarrolla del Tema

2.2. Diseño del Sistema de Recirculación Acuapónicos

En general los elementos esenciales de un sistema acuapónico son:

- a) Un tanque para mantener los peces (u otros organismos acuáticos) fácil de limpiar y accesible para el momento de la cosecha.
- b) Un clarificador para remover las partículas originadas a partir de los desechos de los peces, las plantas y la comida no consumida. El clarificador puede ser un

tanque de sedimentación o algún tipo de 25 filtros ocupados para protección de del concentrado de

- c) Un biofiltro para convertir el amonio tóxico.
- d) Bacterias nitrificantes, las cuales se encuentran en los ambientes terrestres y acuáticos.
- e) Un sustrato para que las bacterias se adhieran (arena, grava, plásticos, etc.)
- f) El oxígeno
- g) Un sumidero, donde el agua pueda ser recolectada para que sea direccionada de nuevo hacia el tanque de cultivo de peces.

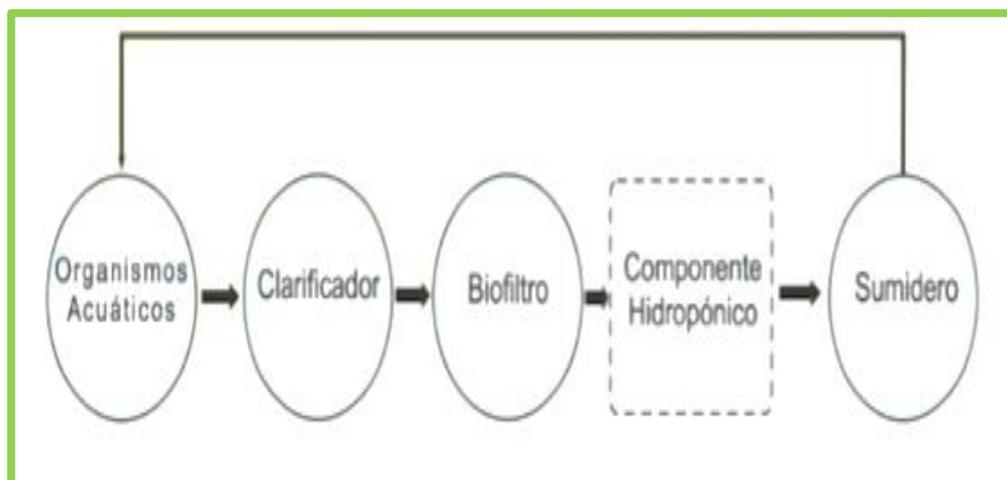
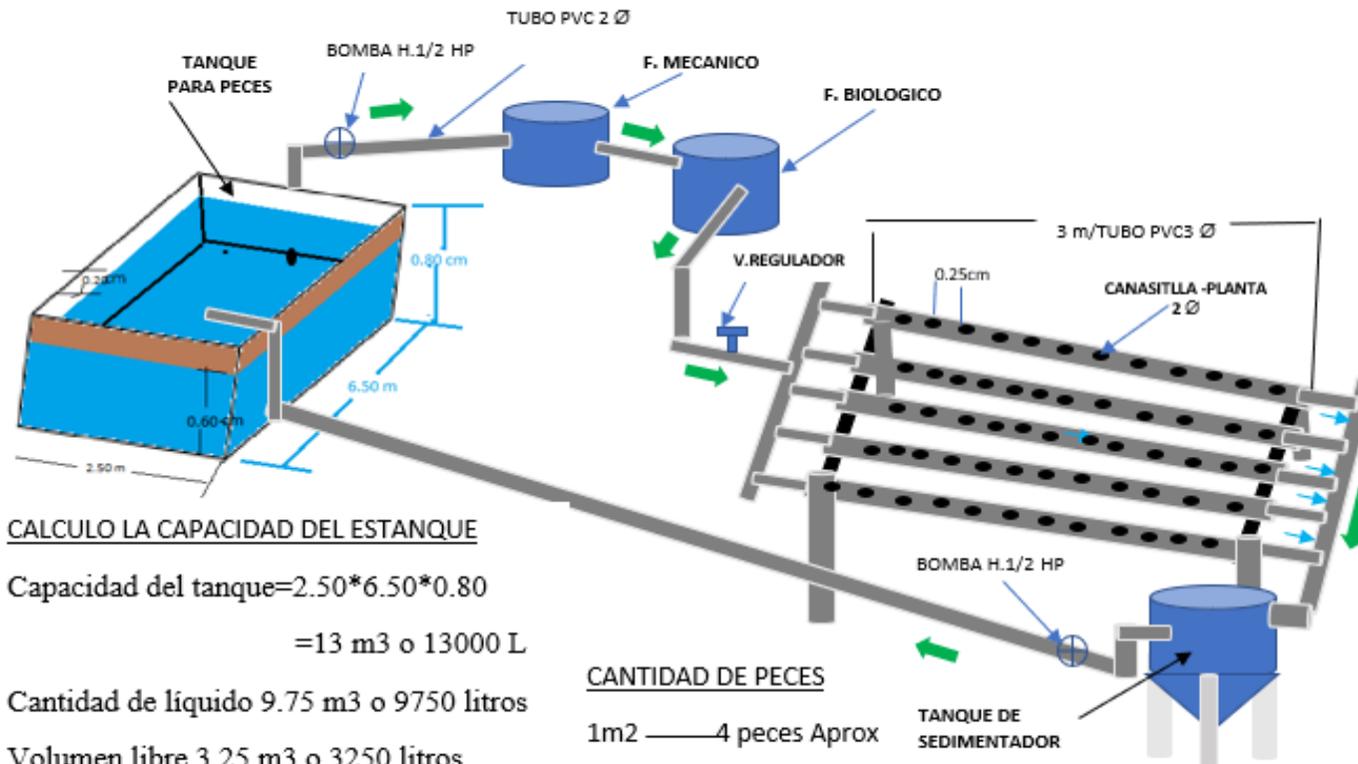


Figura 3. Sistema Recirculación Acuapónico

Fuente: Aquahoy

2.3. Diseño y Formulación Preliminar de Sistema Acuapónico



CALCULO LA CAPACIDAD DEL ESTANQUE

Capacidad del tanque= $2.50 \times 6.50 \times 0.80$
 $=13 \text{ m}^3$ o 13000 L

Cantidad de líquido 9.75 m³ o 9750 litros

Volumen libre 3.25 m³ o 3250 litros

Cuadrado inferior 16.25 m²

Área superficial lateral 14.4 m²

Capacidad de área total 46.9 m²

CANTIDAD DE PECES

1m² — 4 peces Aprox

5.2m² — x

X=21 peces

CALCULO PARA CANTIDAD DE PLANTAS

1.- 3m de tubo PVC= 300cm

2.- 5 tubos PVC c/u de 3m

Entonces: $300\text{cm}/0.25=12$
 canastillas

-entonces en total de plantas seria
 $12 \times 5=60$ plantas.

SUMINISTRO DE AGUA Y ALIMENTOS

-Se recomienda que exista un flujo continuo del agua a través de las plantas para que no exista la proliferación de algas.

-La proporción estimada la cantidad de alimento para los peces es dependiendo el tipo de especie y tamaño para la siembra en el sistema, Esta proporción también es depende del tipo de planta que se cultiva.

-tiempo de recorrido aproximado de agua del estanque hasta es sistema acuapónico es de 20-25 segundos.

2.3.1. Dimensiones del Estanque de Peces

Altura: 0.80cm → 800mm

Longitud: 6.50cm → 6500mm

Ancho: 2.50cm → 2500mm

Tiempo estimado: 15 – 20 segundos llegada de agua al sistema acuapónico

2.3.2. Cálculo Potencia de la Bomba

Q caudal: volumen/tiempo

$$Q_{\text{caudal}} = \frac{9750 \text{ litros}}{20 \text{ segundos}} = 487.5 \text{ l/s} = 487.5 \frac{\text{l}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}}$$

$$Q_{\text{caudal}} = 0.4875 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.3.3. Potencia de la Bomba

Pb.

g: expresada m/s

e= Son datos del fabricante y por teóricamente (70% -75%)

$$746 \text{ w} = 1 \text{ hp.}$$

$$P_{\text{bomba}} = \frac{H * D * G * Q}{746 * e}$$

$$P_{\text{bomba}} = \frac{0.80m * \frac{1000kg}{m^3} * \frac{10m}{s} * 0.4875m^3/s}{746 * 0.75}$$

$$P_{\text{bomba}} = \frac{3900}{559.5} = 6.97 \text{ hp} \text{ entonces bomba a usar es de 7 hp}$$

2.4. Balance de Masa.

Tomando como base la ley de la conservación de la masa, preparado para plantear la elaboración de acuerdo su diseño data de recirculación acuícola (Weatherley, 1982; Weatherley et al. 1993; Timmons et al. 2002). Cabe mencionar que la aplicación del mismo obtenemos nuestro calculo en relación del flujo en SRA.

$$\Delta m = E - S + G - R$$

Donde: Δm , es el incremento de masa;

E, es la entrada de masa;

S, es la salida de masa;

G, la generación de masa

R, es la remoción de masa. Todos los términos de la ecuación deben poseer las mismas unidades de masa.

El balance de masa, volumen de control se elaboró un diagrama conceptual de sistema acuapónico (SA) para identificar las variables involucradas y definir los volúmenes de control en (figuro 4). los volúmenes de control definidos fueron el tanque de cultivo (TC) el biofiltro (B) y el sistema de hidropónico (SH).

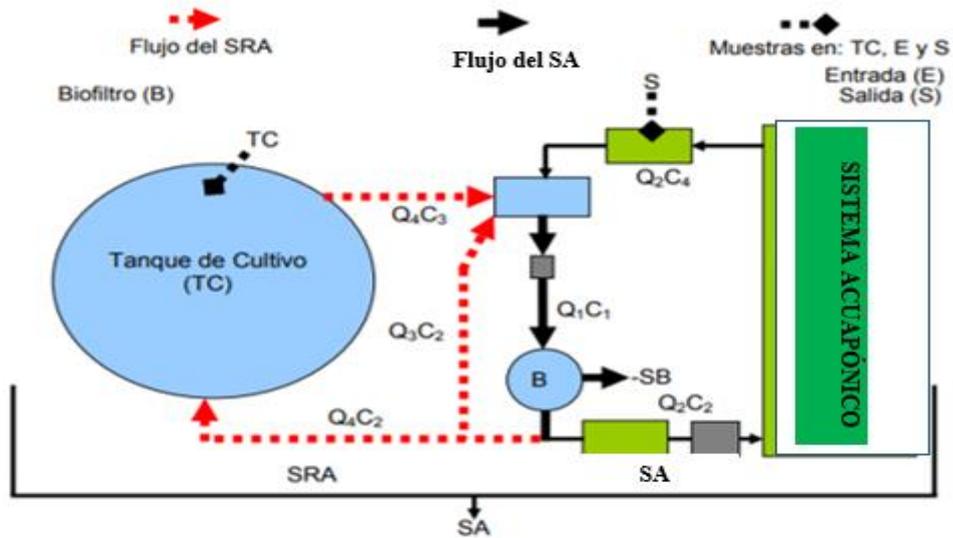


Figura 4. Diagrama conceptual del sistema de acuaponía (SA) con todas las variables involucradas en el planteamiento del balance de masa de cada uno de los volúmenes de control definidos: el tanque de cultivo (TC), el biofiltro (B) y el sistema acuapónico (SA). Fuente: Cicese.RepositorioInstitucional.

2.5. Balance de Masa del Tanque de Cultivo (TC).

Al considerar a TC como un volumen de control se obtuvo la tasa de cambio en términos de producción (P_t) en mg/min de NAT, $\text{NH}_3\text{-N}$, NO_2 , P y K y se definió la siguiente ecuación del balance de masa:

$$P_t = Q_4 \cdot (C_3 - C_2)$$

Donde: Q_4 , es la tasa de flujo en el tanque de cultivo (L/min); C_2 y C_3 , son la concentración de nutrientes (mg/L) de NAT, $\text{NH}_3\text{-N}$, NO_2 , P o K en el agua que entra y sale del tanque de cultivo, respectivamente.

2.6. Balance de Masa del Biofiltro.

Al considerar a B como un volumen de control, se obtuvo la tasa de cambio en términos de remoción de materia (R) en mg/min a partir de las concentraciones de NAT, NH₃-N, NO₂, P y K y se definió la siguiente ecuación:

$$Q_1C_1 = Q_2C_2 + Q_3C_2 + Q_4C_2 + R$$

Donde: Q₁, es la tasa de flujo en el biofiltro (L/min);

C₁, es la concentración de nutrientes (mg/L) de NAT, NO₂, P o K en el agua que entra al biofiltro;

Q₂, es la tasa de flujo (L/min) en el tubo que conduce al sistema de acuapónico;

Q₃, es la tasa de flujo (L/min) en el tubo de retorno;

Q₄, es la tasa de flujo (L/min) en el tubo que conduce al tanque de cultivo.

CAPÍTULO III.

3.1. Descripción de un Sistema Acuapónico.

Los sistemas acuapónicos, pueden configurarse y dimensionarse de diferentes formas aunque, no obstante, se debe seguir un patrón general para el diseño que permita su correcto funcionamiento, identificando sus componentes básicos y diseñando el sentido de circulación del flujo de agua. Esencialmente abarca uno o incluso más que lo contenga, venido de aquello que posea una estructura de fácil filtrado y como siguiente paso se obtenga determinado espacio para darse el biofiltro.

Luego de estas unidades para los tratamientos previos, recién se ubican las unidades para alojamiento del componente vegetal o subsistema hidropónico, luego un sumidero o colector de agua del sistema en el nivel más bajo.

3.1.1 Elementos Esenciales Para un Sistema Acuapónico.

3.1.2. Tanque para el Cultivo de Peces:

Destacado como el hilo indispensable en un sistema acuapónico. Estimando la proporcionalidad al final obtenido.

Teniendo en cuenta que estos son más propensos al desplazarse horizontalmente, se debe contar que dicho espacio no se dé verticalmente sino horizontal y pueda resistir, evitando así contenedores de metal ya que pueden corroerse por el agua. Además, el tanque de producción debe ser lo suficiente grande para asegurar el llenado.

3.1.3. Bomba de agua:

Se coloca a continuación del tanque para peces y permite llevar el agua hasta el filtro mecánico. Suele darse por activación humana o por empleo de timer bajo programación bajo las necesidades y características del sistema (Colagrosso 2014). De acuerdo al tamaño de la acuaponía, la bomba varía en tamaño y en potencia. Dejando la posibilidad de circularse por todo el sistema acuapónicos recomienda que el agua circule, tomando: Teniendo 1000 litros de agua en sistema de acuapónico, la cual cumplirá toda su vuelta en dicho tiempo. Y de este depende el idóneo según número de tanque, camas y cantidad de agua a utilizar.

Cuando se mueve actúa con el O₂ a brindar mejoramiento de raíz de las plantas, evitando así su pudrición.

3.1.4. Filtro mecánico:

Es un tanque de decantación o sedimentación, en donde se agrupan pequeñas partes sólidas donde se presenta más agresiva en el agua, donde se evidencia trazas de comida, algas y materia fecal de los peces.

En el filtro mencionado almacena variedad de bacterias la materia orgánica y dejan disponibles nutrientes que las plantas pueden aprovechar. La acumulación de sedimentos depende de la cantidad peces, el exceso puede provocar disminución del oxígeno presente en el agua y formar gases tóxicos, por eso se debe separar en la diversidad de periodos que se presenten, cabe mencionar que se emplea como fertilizador de cultivos en extensiones con buenos resultados.

3.1.5. Filtro biológico o biofiltro:

Se incorpora posteriormente del filtro mencionado anteriormente. Su función es albergar bacterias nitrificantes, que transforman los desechos metabólicos tóxicos de los peces, a través de un proceso llamado nitrificación, en sustancia menos tóxicos que son aprovechadas por las plantas. Sin la incorporación de dichos filtro puede desenlazar en mortandad en mínimos periodos de tiempo. sin el flujo de agua en las camas de medios o las unidades DWC (mesetas de plásticas) se estancarán y se volverían anoxicas, y los sistemas NFT se secarían todo el sistema.

3.1.6. Infiltración:

Esta incluido con un biofiltro que estas compuesto por un contenedor que alberga materiales porosos como piedra, esponjas o bio-bolas. Estas son elementos de plásticos diseñados para ofrecer una considerable a las bacterias y actuar como filtro mecánico al recoger las partículas en suspensión (Rakocy, 2006; Colagrosso, 2014).

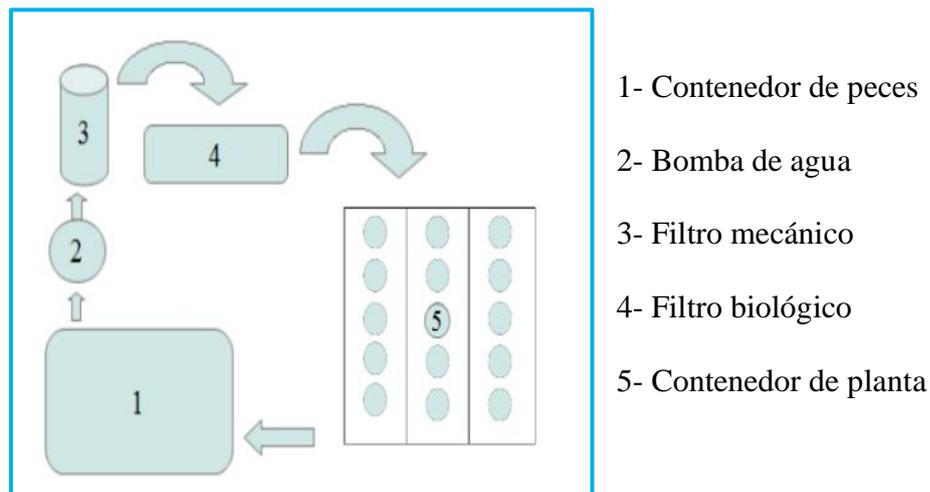


Figura 5. Esquema Acuapónico NFT
 Fuente: ridaa.unicen.edu.ar

3.2. Ventajas y Desventajas.

Acota data en cuanto ventaja se da:

a) Ventajas

- Rendimiento similar o superior al del cultivo hidropónico.
- No se contamina con los residuos del cultivo hidropónico.
- Los peces son más saludables que en la acuicultura tradicional.
- Superior en cuanto volumen.

- Dos fuentes de ingreso diferentes, plantas y peces, a diferencia del cultivo hidropónico y la acuicultura.

b) Desventajas

- Está limitado a zonas donde los peces puedan vivir.
- La mayoría de los peces no prosperan en climas fríos.
- El volumen de producción de las plantas está limitado por la cantidad de peces.
- Se requiere lograr un balance casi perfecto entre el número de plantas y el número de peces para no afectar a ninguno de los dos.

CAPÍTULO IV.

4.1. Peces y Plantas Adaptadas al Sistema Acuapónico

4.1.1. Peces.

Haciendo mención, para obtener más acceso debe tener mayor frecuencia el de agua dulce. Para aquellos que viven en América del Sur es común usar el pez gato, de modo tal que resulta importante la bifamiliaridad de este de agua salada, lo demás pertenece a agua dulce. Cabe señalar que gran numerabilidad de especies pertenecientes a estas, de ambas temperaturas, están adaptadas a los sistemas de recirculación acuapónicos. Ocupando en ella: tilapia (*Oreochromis niloticus*); híbridos de tilapia (*Oreochromis urolepis hornorum X Oreochromis mosambicus*); carpa (*Cyprinus carpio*); híbridos de carpa (*Ctenopharyngodon idella X Aristichthys nobilis*); goldfish (*Carassius sp*) (Selock, 2003) y trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) (Adler et al, 2000).

La tilapia es un género más comúnmente usado en los sistemas de acuaponía debido a que es una especie que crece muy bien en tanques de recirculación y ello incluye soportar el fluctuante de agua, haciendo mención al pH, el índice de T° y los sólidos disueltos (Turkmen y Guner, 2010).

Tabla 1.

Tolerancia en Parámetros de Calidad de Agua, Requerimientos Proteicos y Crecimiento Esperado de las Principales Especies Acuáticas de Cultivo Utilizadas en Sistemas de Acuaponía.

Especies Para Cultivo Acuapónico	Temperatura °C		Nitrógeno	Nitrito	Oxígeno	%Proteína en alimento	Tiempo de crecimiento
	Vital	Optima					
Carpa común	4-34	25-30	<1	<1	>4	30-38	600 gr en 10 meses
Tilapia de Nilo	16-36	27-30	<2	<1	>4	28-32	600 gr en 7 meses
Bagre de canal	5-34	25-30	<1	<1	>3	25-36	400gr en 8 meses
Trucha Arco Iris	10-18	14-16	<0.5	<0.3	>6	42	1kg en 15 meses
liza	8-32	20-27	<1	<1	>4	30-34	750 gr en 10 meses
Camarón de Agua dulce	18-34	26-29	<0.5	<2	>3	35	30 gr en 4 meses

Fuente: Somerville

Una vez que se ha elegido el número deseado de plantas, entonces es posible determinar el área a cultivar, con dicha obtención, se puede medir el alimento para peces que se debe añadir al sistema todos los días.

4.1.2. Crustáceos:

También se han utilizado algunas especies de crustáceos ,lo más habitual es utilizar cangrejos de río, es muy importante utilizar especies autóctonas, existe la posibilidad de un sistema acuapónico especial, este es el que usa plantas con una tolerancia a agua con elevada salinidad y camarones que se puede cultivar en agua dulce (mínimo 5 ppm) tal como el congriero del río (*Litopenaeus vannamei*).sin embargo ,si se elige un cultivo con langostino (*Litopenaeus vannamei*) se debe seleccionarse un cultivo vegetal resistente a salinidad por encima de los 5 ppm.

4.1.3. Plantas:

Dándole prioridad a las verdes, con ello debe especificar el periodo corto. Esto es particularmente indicado para comerciales, ya que, debido a las características de los sistemas acuapónicos, no se puede aplicar ni insecticidas ni fungicidas químicos, ya que puede matar a los peces.

hasta la actualidad se han cultivado con éxito más de 150 tipos de hoja verde se adaptan muy bien con la acuaponía, junto hortalizas de frutos más populares.

Tabla 2.

Parámetros y Condiciones Ambientales Generales Requeridas para el buen Desarrollo de Vegetales Cultivados Comúnmente en la Acuaponía.

Plantas para cultivo Acuapónico	PH	Plantas/m²	Tiempo de Germinación	Tiempo de crecimiento	Temperatura °C
Albahaca	5.5-6.5	8-80	6-7 días	5-6 semanas	20-25
Coliflor	6-6.5	3-5	4-7 días	2-4 meses	10-20
Lechuga	6-7	20-25	3-6 días	4-5 semanas	15-22
Pepino	5.5-6.5	2-5	3-6 días	7-9 semanas	18-26
Tomate	5.5-6.5	3-5	4-7 días	2-3 meses	15-25
Repollo	6-7.2	4-8	4-7 días	6-10 semanas	15-20
Brócoli	6-7	3-5	4-7 días	2-3 meses	10-20
Acelga	6-7.5	15-20	4-5 días	4-5 semanas	15-25
Perejil	6-7	10-15	8-10 días	3-4 semanas	15-25
Berenjena	5-5.7	3-5	3-4 días	3-4 semanas	15-25

Fuente. Proyecto-Aquaponics

CAPITULO V.

5.1. Alimentos Para Peces en Sistema Acuapónico

La forma más exitosa de equilibrar un sistema acuapónico es usar la relación de velocidad de alimentación. Esta proporción es el cálculo más importante para la acuaponía, para que los peces y las plantas puedan prosperar simbióticamente dentro del ecosistema acuapónico (Carruthers, 2015).

La proporción estima la cantidad de alimento para peces que se debe agregar a diario al sistema en mención, estimando la base del área que queda libre para dicho crecimiento de la planta. (Tabla 5); Los vegetales fructíferos requieren alrededor de un tercio más de nutrientes que los vegetales de hoja verde para apoyar el desarrollo de flores y frutos. El tipo de alimentación también influye en la proporción de la velocidad de alimentación, y todos los cálculos aquí proporcionados suponen un alimento para peces estándar de la industria con un 32 por ciento de proteína (Carruthers, 2015).

Tabla 3

Vegetales de Hojas Verdes y Vegetales de Frutos para Sistema Acuapónico

Vegetales de Hoja Verde	Vegetales de Fruto
40-50 g de alimento por m ² por día	50-80g de alimento por m ² por día

Fuente: FAO

El primer paso recomendado en el cálculo es determinar cuántas plantas se desean, en promedio, las plantas pueden ser cultivadas a la densidad de siembra que muestra a continuación véase en la tabla ... estas cifras son solo promedios, y existen muchas variables

dependiendo de: tipo, cosecha desencadenando en el empleo de directrices (Carruthers, 2015).

Tabla 4

Planta de Hoja Verde y Vegetales de Fruto

Plantas de Hoja Verde	Vegetales de Fruto
20-25 plantas por m ²	4.8 plantas por m ²

Fuente: FAO

5.2. Mantenimiento de Sistema Acuapónico.

Para la manutención del sistema acuapónico y de su funcionamiento general, de acuerdo (Ramírez 2008).

Constantes evaluaciones de su comportamiento de las variables fisicoquímicas, en especial pH y los compuestos nitrogenados presentes en el agua. Por otra parte, el control de la oxigenación es fundamental y para estos emplean oxímetro, pudiendo diversificarse las maneras de definir si hay una buena oxigenación en el agua del sistema acuapónico: si los peces suben a la superficie y toman bocanadas de aire, se asume que carece de oxigenación o escasea, de igual modo el alimento, haciendo mención en cuanto el alimento en cual pueden perder las ganas de ingerirlos.

Deben someterse a inspección de tubería y reparación pudiendo existir algún bloqueo. Cabe rescatar que este varía según utilización. Haciendo mención que se debe ubicar en su totalidad la disposición de valvular así como los espacios.

Según sea el tipo de sistema escogido, el mantenimiento en las camas de crecimiento de plantas puede ser muy sencillo o laborioso. Partiendo de una comparación de cama flotante el supervisado es escaso, a diferencia de grava, la cual requiere de inspección ya que si recarga es necesario limpiarla.

Destacando el control de las mismas ya que si se registra parásitos o alguna enfermedad.

5.3. Rendimientos de Peces y Plantas.

Necesita equilibrio, constando abundantes peces, pero escasas plantas, ya que no filtraran el agua eficientemente, o viceversa.

En un sistema acuapónico casero de una cisterna de 1000 litros, puedes cultivar hasta 30-40 peces con un peso de 400-500 gr, los peces por excelencia de la acuaponía son las tilapias (*Oreochromis niloticus / aureus*) Tilapia, Carpa, ya que soporta altas densidades, se reproduce rápido, aguanta temperaturas tropicales y bajas densidades de Oxígeno.

Tabla 5.

Rendimiento en un Tanque de Cultivo en sistema Acuapónico/ Alimentos / Área de Cultivo.

Volumen de Tanque (L)	Peces(kg)	Alimento por día (gr)	Área de cultivo m2
200	5	50	1
1000	20	200	4
3000	60	600	12

Fuente: Mundoverdemy.com

5.4. Balances en el Sistema Acuapónico Peces y Plantas

Balance del sistema acuapónico Como se mencionó, el mayor ingreso es proporcionado por el aprovechamiento de las plantas (66-90 %), siendo pequeño ciclo, y debe de equilibrarse. Esta puede darse por grandes diferencias: Hincapié en el sistema Método de producción (NFT, recirculante) destacar su tamaño (fruto u hoja) Ambiente y condiciones de agua Método de filtración.

5.4.1. Los Desbalances

Cuando existe un exceso de plantas y pocos peces, lo cual lleva a aquella carencia en la cubierta del alimento no siendo la idónea en las plantas y se necesitan más peces.

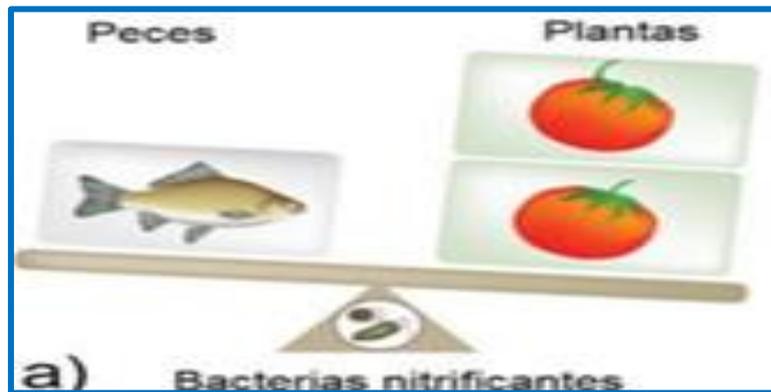


Figura 6. A-Bacterias nitrificantes
Fuente: Sommerville

Cuando hay más peces y el alimento transformado en nutrientes es más de lo puedan consumir.

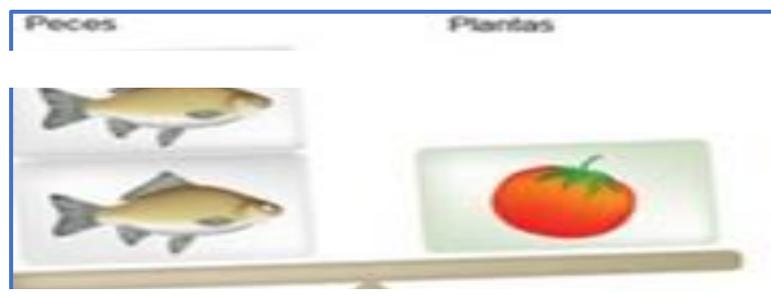


Figura 7. B bacterias nitrificantes
Fuente: Sommerville

Esta especie puede producir un excedente, ocurriendo una concentración de amonio la cual se refiere a un perjuicio para estas especies.

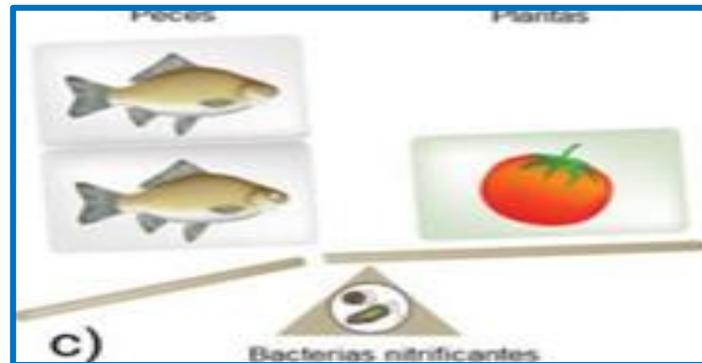


Figura 8.C- Bacterias Nitrificantes
Fuente: Sommerville

Refrendaremos algunos procesos empleados: de acuerdo al balance requerido para el ejemplo la cual en 1 m² de cultivos de hojas (lechugas, acelgas, espinacas, etc.). De igual modo en 1 m² de cultivos de frutos gramos diarios será entre 60 - 80.

5.5. Principios en el Sistema Acuapónico

- a. El desecho provocado por este, resulta ser provechoso en un nuevo sistema biológico.
- b. Al lograr integrarse ambos ocasionan un aumento en producción de múltiples productos.
- c. Reaprovechamiento de agua por el empleo del filtrado y el recirculado.

5.6. Partes del Sistema Acuapónico

Acuaponía consta de dos partes principales, con la acuicultura parte para criar animales acuáticos y la parte de la hidroponía para el cultivo de plantas. Efluentes acuáticos como resultado de los alimentos no consumidos o la cría de animales que lleva al acumulamiento de agua por efecto de recircular en dicho sistema cerrado la mayoría de los sistemas de acuicultura. (Calderón, 2012)

CAPÍTULO VI.

6.1.Desarrollo de Sistema.

6.1.1. Elección del tanque:

Según sea el tipo de sistema escogido, el mantenimiento en las camas de crecimiento de plantas puede ser muy sencillo o laborioso. Ya que todos le es asignada su función, es necesario recomendar que aquellos tanques sean redondos en su totalidad y presente en el fondo una planicies o cónicos porque son más fáciles de limpiar.

6.1.2. Aireación y Circulación del Agua.

Esto significa que puedes usar bombas de agua y de aire para garantizar pueda surgir elevación de valores de oxígeno diluido y el enfatizado movilización del agua para que sus animales, bacterias y plantas se mantengan sanos. Tomando los valores eléctricos en dicho presupuesto, dejando a elección de energía con inteligencia y predominar aquella fotovoltaica cuando sea posible.

6.1.3. Calidad del Agua.

Haciendo mención que es aquel que dispondrá del transporte de todos los nutrientes esenciales a las plantas y donde viven los peces. Partiendo de 5 controles específicos que deberían de seguirse: oxígeno disuelto (5 mg/litro), pH (6-7), temperatura (18-30° C), nitrógeno total y alcalinidad del agua.

6.1.4. Exceso de Agua en Tanque:

Tu sistema acuapónico será más fácil de manejar y estará protegido contra amenazas y colapsos si la densidad de peces se mantiene baja. Primando densidades de 20 kg/1 000 litros, expresando valores en el área de crecimiento sustancial para las plantas. Primando en: Altas densidades poblacionales creando alimentos dentro de su misma zona.

6.1.5. Sobrealimentación y Alimentos no Consumidos.

Con presencia de residuo produce afectación para los mencionados animales, ocurriendo podredumbre en su sistema.

6.2. Plantas y Peces:

Alternar plantas con períodos de crecimiento cortos (verduras para ensalada) con otras con un período más largo (berenjena). El replantarlas dado en tiernas hortalizas y aquellas que poseen amplio tamaño proporciona sombra de forma natural. De modo tal que destacan las de tonalidad verduzca en funcionar idóneamente para acuaponía, a igual con algunas hortalizas de fruto más populares, como tomates, pepinos y pimiento.

6.3. Equilibrio entre Plantas y Peces:

El uso de un sistema de cultivo por lotes primando la excelencia de la cosecha perenne de esta especie, hortalizas y primar la estabilidad de producción y un equilibrio constante entre peces y plantas.

CAPÍTULO VII.

7.1.Elementos Claves y Consideraciones en la Acuaponía.

7.1.1 Selección De Las Plantas:

La selección de las plantas adaptadas al cultivo hidropónico en invernaderos acuapónicos, está relacionada a la densidad de los efluentes de la acuicultura.

Lechuga, hierbas, verduras (espinaca, cebollino, albahaca), tomates, pepinos, pimiento (Diver 2006) y flores, son algunas de las especies que se pueden emplear en los sistemas acuapónicos.

7.1.2. Selección De Peces:

Diversidades en las de aguas cálidas y frías las cuales se estabilizan en estos sistemas de recirculación de la acuicultura entre ellas se incluyen a la tilapia, trucha, perca.

7.1.3. Características de la Calidad de Agua:

Aquellos prevalectos bajo este sistema necesitan de agua con buenas condiciones. Aquellos PCCS cuentan en el oxígeno disuelto, dióxido de carbono, amonio, nitrato, nitritos, pH, cloro, y otras características. Cabe mencionar que todo el texto mencionado dependerá de aquellas especies de peces y plantas que se cultivan.

7.1.4. Biofiltración y Sólidos Suspendidos:

Aquellos resultantes de esta notablemente poseen nutrientes, presencia de sólidos disueltos y subproductos. Algunos sistemas de acuaponía son diseñados con filtros

intermedios para coleccionar los sólidos suspendidos, beneficiando dicha conversión de igual modo a aquellos desechos en productos, a modelos más idóneos para las plantas.

7.1.5. Proporción:

Dispuesto a aquel volumen constituyente del agua en dicha zona del medio hidropónico. A inicios los sistemas acuapónicos se basaban en una tasa de 1:1, pero 1:2 es la tasa más usada.

Aquella varianza se dispondrá al sistema a emplear La variación en la proporción (grava), mención de la involucrada, cuya densidad de sometimiento, dadiva en alimento, especies de plantas, etc.

7.2. Impacto de los Sistemas Acuapónicos.

Primero que todo debe partirse del hecho que la acuaponía constituye una práctica amigable con dicha estancia en la cual no objeta el reciclarla según el residuo producido, y los utiliza. Cuyo aumento en plantas, dispone el empleo de agua, generando la obtención de una mínima parte de residuo.

Una comparación de gasto de agua hecho para el año 2006, mostró como la cantidad de agua utilizada en cultivos es ligeramente mayor en hidropónicos (600 litros para \$100) acuapónicos (500 litros para \$100), de gran diferencia

que en los sistemas acuapónicos se genera doble producto. Sin embargo, debe aclararse que la cantidad de agua que utiliza un sistema acuapónico que se utilicen.

Adicionalmente, debido a la imposibilidad de utilizar fungicidas o insecticidas por el efecto nefasto que tendrían en este, dando a entender que esta maneja más limpiamente igualmente orgánica si se utilizan elementos de esa naturaleza para alimentar a los peces. (Lennard, 2004). Aportando datas de la aplicación de esta y su manejo adecuado, aporta

impacto beneficioso en la calidad de vida de los individuos y las comunidades. En Australia, plantea utilizar la acuaponía de tejados, buscando entre otros efectos, la reducción de dióxido de carbono y metano, reducción de la temperatura en la ciudad llevando a una disminución del consumo de energía en refrigeración, reducción de los costos del transporte, disminuir promedios de aumento en pesos, declinar la aferración de pesca de especies de peces del medio natural, creación de nuevas oportunidades de negocios (Wilson, 2006). Tilapias y bananos. Un aspecto adicional muy importante en este caso es la utilización de lentejas de agua y de lechugas de agua dentro de los sistemas para generar parte del alimento de peces, disminuyendo así la cantidad de concentrado (costoso) para alimentar los animales (Range y Range, 2005) Teniendo en cuenta la tendencia existente tanto en Estados Unidos como en algunos países provenientes de Europa a estudiar alimentos de tipo orgánico, es la posibilidad de generar al mismo tiempo peces y plantas orgánicos. Constatando que se requerirá desanclar el concentrado empleado en este, por aquellos alimentos orgánicos.



Figura 9. ¿Por usar cultivos Acuapónicos?

Fuente: Green Fish

7.3. Sostenibilidad de Sistema Acuapónico

A medida que crece la población mundial, que se prevé que aumente a unos 10 millones para el año 2050, aumenta las demandas de una mayor producción de alimentos y, a medida que aumenta dicha tensión en tierra, partes acuáticas y aquellos nutrientes, abarcando la búsqueda de métodos alternativos, sostenibles y viables para proporcionar alimentos. La acuaponía como una tecnología que integra la acuicultura y la hidroponía, proporciona parte de la solución. Ya que la acuaponía viene creciendo rápidamente en los países desarrollados, permite un aumento significativo de las capacidades de producción y la eficiencia de la producción.

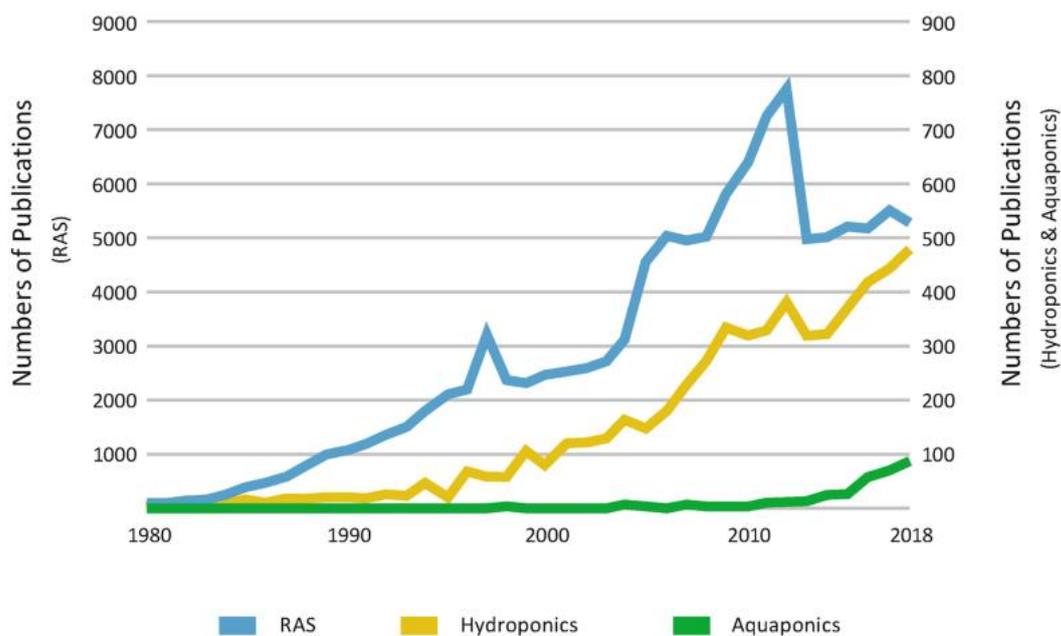


Figura 10 / Fuente: Springer

CAPITULO VIII.

8.1. Opinión Crítica

- ✓ El desarrollo de este trabajo monográfico de investigación y recopilación de datos acerca cultivo de peces en sistema acuapónico. en cuanto a las especies cultivables podría ser cualquier pez de agua dulce, tipos de proyectos.
- ✓ En Perú aun es una práctica incipiente, pero a nivel mundial se encuentra en pleno desarrollo a gran escala que producen alimentos saludables. Aquí en nuestro país las empresas no están dispuestas a arriesgarse con innovaciones nuevas, por eso ahora se está realizando algunos trabajos de investigación en pequeña escala por universidades.
- ✓ Desde mi punto de visto la Acuaponía es una forma sustentable y rentable el alimento saludable sin el uso de productos químicos.
- ✓ Considerándose también un eficiente uso del agua ya que se trabaja más en sistema de recirculación para el beneficio de la población y de los que quieran hacer proyectos del mismo.

8.2. Conclusiones

- La acuaponía es una tecnología para la producción de nuevos y mejores alimentos, aun no es tan reconocida en Perú.
- Integra a los sistemas de circulación cerrados en la acuicultura y los sistemas de producción hidropónicos.
- Es una forma muy eficaz de reducir el impacto ambiental al aprovechar los efluentes generados por la acuicultura y reutilizar el agua de los componentes acuáticos.
- Los sistemas acuapónicos se presentan como una nueva oportunidad de ingresos para recién iniciados y emplean tomando como ejemplo este sistema cerrado que hay en el mercado. Aunque en muchas ocasiones el inicio de un nuevo sistema para una producción a pequeña escala puede acarrear costos elevados, este sistema ha empezado a tomar fuerza quienes apuestan por recuperar en pequeños espacios de tiempo, debido a su doble producción.

8.3. Recomendaciones

- Falta de información. muchas personas no conocen lo que es un cultivo acuapónico, ni tienen idea cómo funciona. Hay pocos expertos que se dedican a enseñar
- Las universidades de nuestro país deberían tomar en cuenta sobre la acuaponía, deberían agregar un curso a su malla curricular de estudiante y difundirlos, a todos los interesados.
- Es necesario desarrollar programas de asesoría profesional a nivel regional con apoyo de las entidades gubernamentales.
- Continuar con la investigación y desarrollo de proyectos por las universidades
- Difundir más información a la población que necesita el desarrollo acuapónico.
- Para el desarrollo de sistema acuapónico en nuestro país son muy favorables respecto el ambiente y especies.

8.4. Referencia Bibliográfica

419&sl=en&u=https://www.researchgate.net/publication/289267261_Small-

scale_aquaponic_food_production_integrated_fish_and_plant_farming&prev=search

Adler, PR, Harper, JK, Wade, EM, Takeda, F & Summerfelt, ST, 2000. Economic analysis of an aquaponic system for the integrated production of rainbow trout and plants. *International Journal of Recirculating Aquaculture*. Vol.1, pp. 10-13.

Boutwell, J. (2007, December 16). Aztecs' aquaponics revamped. *Napa Valley Register*

calderón, b. h. r. (2012). cultivo asociado de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) y lechuga (*Lactuca sativa*); libres de químicos, mediante la acuaponía.

<http://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/325888/>

<http://www.fiatmar.org/Vol%203%20No%201.pdf>

<http://www.ugto.mx/redicinaysa/images/Revistas2013/redicinaysa-sept-oct-2013-universidad-guanajuato.pdf>

<http://wwwsp.inia.es/Investigacion/OtrasUni/TransferenciaTecnologia/ForosINIA/NMateriasII/Lists/Presentaciones/Attachments/13/13XLIIIFelixDiegoUMA.pdf>

<https://acuiculturamarina.files.wordpress.com/2018/01/construccion-paso-a-paso-sistema-acuaponia-fao.pdf>.

<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/13077/Sheila%20Guadalupe%20Rubio%20Cabrera.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<https://translate.google.com/translate?hl=es->

https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/publicaciones/_archivos/000000_Informaci%C3%B3n%20y%20noticias%20vinculadas%20al%20sector/160831_T%C3%A9cnicas%20de%20Acuaponia.pdf

<https://www.aquahoy.com/component/tags/tag/acuaponia>

<https://www.bioguia.com/notas/acuaponia>

<https://www.ecointeligencia.com/2015/03/acuaponia-equilibrio-peces-tomates/>

<https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/acuaponia-produccion-de-plantas-peces>

<https://www.ridaa.unicen.edu.ar/>

<https://www.theaquaponicsource.com/what-is-aquaponics/>

Jones, V. 2002. Identity and Environment. *The Curriculum Journal*. 13(3): 279-288.

Somerville, C.; Cohen, M.; Pantanella, E.; Stankus, A. & Lovatelli, A. 2014. Small-scale Aquaponic Food Production. *Integrated Fish and Plant Farming*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 589. Roma, FAO. 262 p.

Techdelasabana.curso de Acuaponía para Principiantes.

TURKMEN, G. GUNER, Y. Aquaponic (Integrating Fish and Plant Culture) Systems. En: *2nd International Symposium on Sustainable Development*, June 8-9 2010, Sarajevo. Vol 1 (2010); p657- 666.