

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar

Diseño de una unidad de reproducción de peces ornamentales dulceacuícolas con recirculación de agua para su uso en estudios a pequeña escala.

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Acuícola

Presentado por:

Bryan Eduardo Chulli Rivera

Cristhian Eduardo Ochoa Izurieta

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

College of Maritime Engineering and Sea Science

Design of a freshwater ornamental fish breeding unit with water recirculation for use in small-scale studies.

CAPSTONE COURSE

A project submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of:

Aquaculture Engineer

By:

Bryan Eduardo Chulli Rivera

Cristhian Eduardo Ochoa Izurieta

GUAYAQUIL - ECUADOR

2022

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a Dios por permitirme estar con vida, brindarme salud y sabiduría para culminar mis metas académicas. A mi familia por apoyarme en cada momento de este largo camino y siempre confiar en mí.

Cristhian Eduardo Ochoa Izurieta

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mi familia por ser un pilar fundamental en este proceso de mi vida universitaria, a mis amigos por estar en los buenos y malos momentos.

Bryan Eduardo Chulli Rivera

AGRADECIMIENTOS

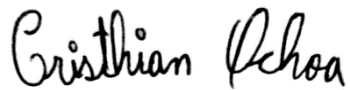
Mi más sincero agradecimiento a ESPOL, y cada uno de los profesores y directivos que forman parte de este largo proceso académico, por sus enseñanzas académicas y por sus consejos brindados.

Un agradecimiento especial a nuestros amigos, Arnold Terreros, Carlos Bone, Alejandro Paredes, Jessenia Cevallos, Nicole Armijos, ya que son parte fundamental de este proyecto tanto académica como emocionalmente.

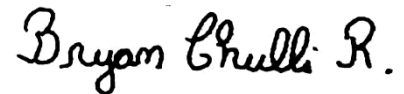
A nuestro tutor PhD. Wilfrido Argüello, por brindarnos sus conocimientos y su confianza con la elaboración de este proyecto.

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Cristhian Eduardo Ochoa Izurieta* y *Bryan Eduardo Chulli Rivera* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Cristhian Eduardo
Ochoa Izurieta



Bryan Eduardo Chulli
Rivera

EVALUADORES

Wilfrido Argüello, Ph.D.

TUTOR Y PROFESOR DE LA MATERIA

RESUMEN

Debido a la crisis mundial por el COVID-19, instituciones académicas de la región Costa del Ecuador, se han visto afectadas, principalmente en el ámbito educativo ya que no disponen de instalaciones adecuadas para la enseñanza a sus estudiantes. Por ello, la implementación de laboratorios de cultivos acuícolas de forma virtual no es tarea fácil de desarrollar, siendo necesaria el planteamiento del diseño con un sistema de cultivo sostenible que ejerzan mejoras en las prácticas acuícolas a largo plazo, desde la selección del sitio, construcción de acuarios, siembra de peces ornamentales, manejo, entre otras.

De esta manera se planteó el diseño experimental de una unidad de recirculación para el cultivo de peces ornamentales dulceacuícolas, que permita a los estudiantes mejorar sus capacidades técnicas para el cultivo de estas especies.

Para la elaboración del diseño y su posterior ejecución se usaron materiales asequibles y de bajo costo, como tubería PVC, bomba sumergible, materiales filtrantes, plástico reciclado.

Durante la primera parte, se ejecutó el diseño del acuario principal, posteriormente se realizó el diseño del sistema de decantación donde se consideraron variables alternas en base al diseño, capacidad y uso de elementos que permitan la obtención final de un sistema de filtración que es lo más importante para mantener una buena calidad de agua en el sistema.

Por último, se diseñó un sistema de recirculación de agua que cumpla con las mismas especificaciones para el mantenimiento de la calidad del agua y salud de los organismos que un sistema sofisticado, a un precio menor; ofreciendo una propuesta de aprendizaje didáctico sobre la especie ornamental Guppy en acuarios para estudios a pequeña escala, proponiendo herramientas y técnicas sobre el mantenimiento óptimo de un centro de producción piscícola con recirculación de agua.

Palabras clave: Diseño, Recirculación, Filtrado, Peces, Cultivo.

ABSTRACT

Due to the global crisis caused by COVID-19, academic institutions in the coastal region of Ecuador have been affected, mainly in the educational field since they do not have adequate facilities for teaching their students. Therefore, the implementation of aquaculture culture laboratories in a virtual way is not an easy task to develop, being necessary to design a sustainable culture system to improve aquaculture practices in the long term, from site selection, construction of aquariums, planting of ornamental fish, management, among others.

Thus, the experimental design of a recirculation unit for the culture of freshwater ornamental fish was proposed, which will allow students to improve their technical capabilities for the culture of these species.

For the elaboration of the design and its subsequent execution, affordable and low-cost materials were used, such as PVC piping, submersible pump, filtering materials, recycled plastic.

During the first part, the design of the main aquarium was executed, then the design of the decantation system was carried out, where alternate variables were considered based on the design, capacity and use of elements that allow the final achievement of a filtration system, which is the most important thing to maintain a good water quality in the system. Finally, a water recirculation system was designed that complies with the same specifications for the maintenance of water quality and health of the organisms as a sophisticated system, at a lower price; offering a didactic learning proposal on the ornamental species Guppy in aquariums for small-scale studies, proposing tools and techniques on the optimal maintenance of a fish production center with water recirculation.

Keywords: *Design, Recirculation, Filtration, Fish, Farming.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Descripción del problema.....	2
1.2 Justificación del problema.....	3
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Marco teórico.....	4
1.5 Funcionamiento de un filtro de acuario.....	6
1.6 Sistema de Filtración.....	6
1.6.1 Filtración Mecánica.....	7
1.6.2 Filtración Biológica.....	7
1.6.3 Filtración Química.....	8
1.7 Tipos de Filtros para acuario.....	8
1.7.1 Filtro Externo.....	8
1.7.2 Filtro Interno.....	9
1.7.3 Filtro SUMP.....	10
1.8 Ciclado del acuario.....	11

1.9	Sistemas de recirculación	11
CAPÍTULO 2.....		13
2	METODOLOGÍA	13
2.1	Consideraciones para el diseño.....	13
2.1.1	Diseño del tanque principal	13
2.1.2	Diseño del sistema de decantación	14
2.1.3	Diseño del sistema de filtración	15
2.2	Mecanismo de Filtro SUMP	15
2.3	Siembra de Guppys	16
CAPÍTULO 3.....		17
3	RESULTADOS Y ANÁLISIS	17
3.1	Características del sistema de crianza y reproducción implementado	18
3.2	Equipo de bombeo y recirculación propuesto	18
3.3	Sistema de filtración	21
3.3.1	Filtración Mecánica.....	22
3.3.2	Filtración Química.....	22
3.3.3	Filtración Biológica	23
3.4	Factibilidad económica	24
3.5	Diseño puesto en funcionamiento.....	24
3.6	Guía para el cuidado de los Guppy	25
3.6.1	Fisionomía	26
3.6.2	Hábitat	26
3.6.3	Mantenimiento y medio ambiente.....	27
3.6.4	Alimentación	27
3.6.5	Reproducción	27
3.7	Calidad del agua.....	28
CAPÍTULO 4.....		29

4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	29
4.1	Conclusiones	29
4.2	Recomendaciones	30
	Bibliografía.....	31

ABREVIATURAS

ESPOL	=	Escuela Superior Politécnica del Litoral
CENAIM	=	Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas
PVC	=	Policloruro de Vinilo
HMAX	=	Altura Máxima
QMAX	=	Caudal Máximo
FREQ	=	Frecuencia

SIMBOLOGÍA

pH	=	Potencial de Hidrógeno
°C	=	Grados Celsius
mg/L	=	Miligramos/litro
cm	=	Centímetros
L/h	=	Litros/hora
AC	=	Corriente Alterna
Hz	=	Hercio o Hertz
W	=	Vatios o Watts
mm	=	milímetros
Kg	=	Kilogramo

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Unidad experimental, que no posee sistema de Recirculación.	5
Figura 1.2 Primera propuesta con sistema de recirculación, ubicada en CENAIM.....	6
Figura 1.3 Filtración mecánica básica con foamex.	7
Figura 1.4 Filtración biológica con gravas.	8
Figura 1.5 Filtración química con carbón activado.	8
Figura 1.6 Filtro de acuario externo.....	9
Figura 1.7 Filtro de acuario interno.....	10
Figura 1.8 Diseño de sistema filtración SUMP (sumidero).	10
Figura 1.9 Ciclado del acuario.	11
Figura 1.10 Flujo del agua en un sistema abierto (izquierda) vs sistema de recirculación (derecha).	12
Figura 2.1 Dimensiones tanque principal.....	13
Figura 2.2 Diseño del sistema de decantación.	14
Figura 2.3 Ejecución del Sistema de decantación.	14
Figura 2.4 Dimensiones del Sistema de Filtración.....	15
Figura 2.5 Mecanismo filtro.	16
Figura 2.6 Siembra de Peces Guppy.....	16
Figura 3.1 Bomba sumergible JAD SP103-2400.	19
Figura 3.2 Diseño de Sistema de filtración.	22
Figura 3.3 Esponja filtrante.....	22
Figura 3.4 Carbón activado.	23
Figura 3.5 Bio-bolas Filtrantes.....	23
Figura 3.6 Propuesta en funcionamiento.	25
Figura 3.7 Filtro SUMP y sus respectivos materiales filtrantes.....	25
Figura 3.8 Guppy macho y hembra	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Hoja de datos técnicos Bomba Sumergible JAD SP103 – 2400.....	20
Tabla 3.2 Presupuesto.....	24
Tabla 3.3 Análisis calidad agua del acuario durante 3 semanas	28

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La actividad acuícola a nivel mundial se ha constituido como una ciencia y una actividad con diversidad de ramas. La constante inversión económica y tecnológica ha impulsado el interés por las actividades acuícolas, ya que éstas, están orientadas al fomento y desarrollo de técnicas que puedan generar conocimientos relativos al cultivo de especies marinas, generalmente para estudio y consumo humano. Es ahí donde radica la principal diferencia con la acuariofilia, que hasta hace algunos años era considerada como una afición o pasatiempo derivado de la piscicultura ornamental (FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2020).

La acuariofilia, se puede definir como el gusto por los acuarios o también la afición por mantener o contener cualquier especie acuática ya sea peces, invertebrados o plantas en un medio controlado bajo condiciones parecidas a las de un ambiente natural. Este término en la actualidad no figura dentro del diccionario de la Real Academia de la lengua Española RAE (2021). Por lo cual otros autores se han tomado la libertad de definirla, como la cría de peces en acuarios cuyo fin no es alimenticio sino de recreación, estudio y/o venta al público tanto de ejemplares autóctonos, como exóticos.

Los antecedentes de la acuariofilia se remontan a hace más de 4000 años, a la civilización sumeria. A pesar de la marcada diferencia actual, se encuentra estrechamente vinculado a la acuicultura, ya que esta civilización estableció el hito del origen del cultivo de peces como actividad planificada, puesto que utilizaban estanques para mantener peces vivos destinados a la alimentación (Pérez, 2017). Existen registros en China, de que los bancales inundados para el cultivo de arroz eran utilizados para la cría de carpas, como fuente complementaria de proteína. Y durante la Dinastía Song, gobernante de China en el periodo que va de 960 a 1279, fue cuando se popularizó más el mantenimiento de peces dorados en recipientes de cerámica (agrotendencia.tv, Agropedia, 2022).

De acuerdo con el portal agrotendencia.tv (2022), luego de la Segunda Guerra Mundial se incrementó el movimiento de los peces de ornato gracias a los avances tecnológicos

como: uso de bolsas de plástico con oxígeno, aislamiento térmico de los empaques y se comienzan a popularizar las diversas técnicas requeridas para recrear un entorno natural en un ambiente controlado, apareciendo el término acuariofilia (agrotendencia.tv, Agropedia).

Para este punto, investigadores alrededor del mundo, ya implementaban estas técnicas de recreación de ecosistemas, equipando acuarios de diversidad de tamaños con sistemas de bombeo y filtrado e incluso agentes biológicos como plantas y algas que les permitiesen realizar estudios a pequeña y mediana escala de especies acuícolas.

Uno de los factores de mayor importancia en un acuario es el uso de bombas que simulen el proceso de circulación de las corrientes en cuerpos de agua naturales y que contribuyen a mejorar parámetros necesarios para la supervivencia de los peces, tales como oxigenación, nivelación de pH, mantener la temperatura, entre otros. Además, el mantenimiento de la calidad del agua se logra a partir de recambios parciales de agua hasta un 30% del total del agua, como limpieza de paredes del acuario, filtro y materiales o adornos que forman parte del acuario, para evitar la alta concentración de metabolitos dañinos para el sistema, salud y bienestar de los organismos acuícolas (Arboleda Obregón, 2005).

Con base en lo anterior, la presente investigación se realizó en pro de optimizar una unidad de crianza y reproducción de peces ornamentales existente en las Instituciones Educativas de Enseñanza Media, tomando como referencia los aspectos fundamentales de la acuariofilia y la relación que tiene con la acuicultura.

1.1 Descripción del problema

Maceda (2016), menciona que *“Quien tiene peces como mascota no es un acuariófilo. Quien se preocupa por la biología y la ecología de los peces y crea un ecosistema donde solo son una parte de los organismos que viven en el acuario, sí lo es”* por tanto el hecho de encerrar peces dentro de una caja no hace justicia a la intención de algunos investigadores de darle el puesto de ciencia que aseguran merece el termino propiamente dicho.

Son muchas las instituciones educativas e investigadores que se dedican a destacar la importancia científica que representa mantener peces de agua dulce o salada en acuarios desde el punto de vista de la investigación y la conservación de la biodiversidad. No obstante, no se debe dejar de lado el aparato económico que supone la crianza de peces en acuario con fines comerciales.

La institución de enseñanza media con la cual se pretende trabajar posee una serie de tanques semi artesanales, con fines pedagógicos, sin embargo, carece de los recursos tecnológicos y el desarrollo de metodologías que permitan el estudio adecuado de las técnicas de piscicultura y acuariofilia, ya que en las condiciones actuales se hace difícil el estudio del comportamiento y la reproducción de las especies en cautiverio.

Esta institución imparte técnicas básicas de acuicultura y piscicultura a la vez que mantienen peces para crianza y reproducción, no obstante, no posee estándares para el mantenimiento y reproducción de especies acuícolas en condiciones óptimas de cultivo, que reflejen las condiciones naturales, y que prioricen el bienestar animal.

1.2 Justificación del problema

Contar con una apropiada infraestructura escolar, con espacios y equipos tecnificados, facilita que jóvenes que viven y estudian en espacios suburbanos, tomen interés en el estudio. Tiende a mejorar la asistencia de los estudiantes y fomenta el instinto pedagógico de maestros. En pro de esto, las inversiones en infraestructura escolar tienen un papel fundamental para solucionar el problema del acceso de los estudiantes al sistema escolar y para mejorar su rendimiento.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar una unidad de reproducción de peces ornamentales dulceacuícolas con recirculación de agua para su uso en estudios a pequeña escala.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Aplicar técnicas de cultivo con estándares propios de un centro de producción piscícola.

2. Otorgar una guía práctica de cultivo de la especie Guppy en acuarios, para mantener una buena calidad de agua en el sistema.
3. Implementar un nuevo sistema de recirculación de agua para su uso en unidades de reproducción de peces ornamentales dulceacuícolas en estudios a pequeña escala.

1.4 Marco teórico

El medio ambiente de un acuario está conformado por la pecera, plantas, sustrato/grava, agua, peces, luz, desechos orgánicos, entre otros; sin embargo, para que el acuario se encuentre equilibrado con todos los materiales es necesario recurrir a los filtros de peceras (Mundo Acuario, 2014).

Existen diferentes propuestas de diseños de unidades de reproducción de peces ornamentales dulceacuícolas, que no poseen un sistema de recirculación de agua y son fácilmente encontrados en tiendas de acuarios o se pueden construir de manera artesanal. Sin embargo estas unidades presentan algunas desventajas, por ejemplo, realizar recambios de agua constantemente, lo que ocasionaría estrés en los animales, uso excesivo de agua con el propósito de mantener una buena calidad, disponer de personal adecuado y con experiencia para realizar la limpieza del sistema (ICA, 2020).

Son unidades prácticas de cultivo que pueden tener diferentes tipos de especies, y son ideales para estudios a pequeña escala, donde lo más importante para su debido mantenimiento es tener un filtro que permite que el agua circule capturando partículas suspendidas en el agua, que se acumulan por la actividad de las plantas y peces que resulten tóxicos para el medio, adecuado para su sistema, existen gran variedad de modelos de filtro dentro del mercado para acuarios como mecánico, biológicos o químicos, interiores, exteriores o integrados (Arboleda Obregón, 2005).

Hoy en día, los acuarios pueden ser de diferentes tamaños y formas, estos pueden ser: cuadrados, rectangulares, esféricos, incluso pueden ser construidos de diferente material como: plástico o vidrio. Su costo es relativamente económico comparado con un sistema más sofisticado.



Figura 1.1 Unidad experimental, que no posee sistema de Recirculación.

Fuente: Chulli, Ochoa (2022).

En CENAIM, se encuentra una primera propuesta de una unidad de reproducción de peces ornamentales, que posee un sistema de recirculación de agua, que a su vez dispone de un filtro externo, elaborado empíricamente, pero que cumple con la funcionalidad de un filtro sofisticado. Sin embargo, su proceso de limpieza presenta varias dificultades, por ejemplo, al momento de desmontar el filtro, se deben retirar todos los materiales filtrantes, cuyo proceso se vuelve tedioso al armar nuevamente el sistema de filtración.

El funcionamiento de este sistema de recirculación ha logrado mantener una buena calidad de agua en el cultivo, evitando hacer limpiezas constantes del filtro, por ende, mantiene un hábitat adecuado para los peces cultivados (CENAIM, 2020).



Figura 1.2 Primera propuesta con sistema de recirculación, ubicada en CENAIM.

Fuente: Chulli, Ochoa (2022).

1.5 Funcionamiento de un filtro de acuario

El filtro de agua tiene como función eliminar todas las sustancias químicas potencialmente tóxicas, que se acumulan en el interior del acuario a causa de la actividad biológica de los peces, también se encarga de retener las partículas sólidas como restos de comidas, además, de limpiar el agua de componentes químicos usados para el bienestar de los organismos (Acuática, 2020).

En un sistema acuático como un río o un lago, la recirculación de agua ocurre de forma natural, por tal motivo los desechos biológicos no sé llegan a acumular a un nivel perjudicial para la flora y fauna.

1.6 Sistema de Filtración

Se requiere de un sistema de filtración en un acuario para depurar, airear y renovar el agua, ayudándola a mantener libre de sustancias tóxicas tanto para las especies de peces ornamentales o plantas naturales que hayan sido incorporadas en el sistema, permitiéndose que crezcan sanos (ICA, 2020).

La filtración está formada por capas de diferentes materiales que se colocan de manera consecutiva, con el fin de retener los residuos que se encuentran en el agua y es la parte fundamental para mantener un ecosistema estable en un espacio pequeño.

1.6.1 Filtración Mecánica

Su función consiste en retener las partículas más gruesas que ingresan en el filtro por medio del agua. Un ejemplo de filtro mecánico para acuario son las esponjas de foamex (Cárceles-Guerrero, 2017).



Figura 1.3 Filtración mecánica básica con foamex.

Fuente: (Zootecnia, Filtración mecánica, química y biológica, 2020)

1.6.2 Filtración Biológica

Su función consiste en alojar bacterias benéficas que sean capaces de transformar las sustancias tóxicas que se encuentran en el agua, producto de la actividad biológica de los peces y las plantas o de restos de comida, en otras sustancias menos nocivas para el acuario. El filtro biológico es un material poroso que se lo puede encontrar en forma de canutillos cerámicos, que están hecho con un material neutro que no afecta la composición química del agua. Es considerada como la filtración más importante en el ciclo del acuario (Cárceles-Guerrero, 2017).



Figura 1.4 Filtración biológica con gravas.

Fuente: (Zootecnia, Filtración mecánica, química y biológica, 2020)

1.6.3 Filtración Química

Tiene como función eliminar ciertos elementos que se encuentran en el agua, como los medicamentos aplicados en el acuario, y también sirve para cambiar algún parámetro del agua como la dureza, pH. Los materiales que actúan como material químico son el carbón activado, las turbas acidificantes o las resinas absorbentes (Cárceles-Guerrero, 2017).



Figura 1.5 Filtración química con carbón activado.

Fuente: (Zootecnia, Filtración mecánica, química y biológica, 2020)

1.7 Tipos de Filtros para acuario

Existen dos tipos de filtros que se pueden usar en los acuarios: filtro externo y filtro interno. En este proyecto se utilizó un filtro externo.

1.7.1 Filtro Externo

Este tipo de filtro se caracteriza porque el filtro está ubicado fuera del acuario y no está en contacto directo con el agua. La ventaja de este tipo de filtro es que, al no estar en contacto directo con el agua, a la hora de manipular las cargas filtrantes no perturbará la

armonía de la fauna del acuario, ni tampoco ensuciará el agua. La única desventaja de este tipo de filtro es que ocupa un espacio adicional a la del acuario, por lo cual se tendrá que utilizar un mueble para colocar todos los accesorios del filtro, lo cual significaría un mayor costo si queremos montar un sistema de acuario con filtro externo (acuarema, Acuarema, 2020).



Figura 1.6 Filtro de acuario externo.

Fuente: (pecesdeacuarios.net, Filtros de acuarios, 2022)

1.7.2 Filtro Interno

Son silenciosos y con tamaño compacto para acuarios con modelos grandes o pequeños, cuya función logra realizarse con mayor eficacia ya que se encuentran totalmente sumergidos, se destacan porque no ocupan espacio fuera del acuario, por ello, no se necesita un mueble al exterior para colocar el filtro (acuarema, Acuarema, 2020). Estos tipos de filtros internos son los más utilizados en los acuarios domésticos, debido a que no existe riesgo de fuga de agua, aunque la cantidad de material filtrante debe ser limitada previniendo mala carga por manipulación de carga del filtro (acuarema, Acuarema, 2020).



Figura 1.7 Filtro de acuario interno.

Fuente: (acuarema, Acuarema, 2020)

1.7.3 Filtro SUMP

Es un recipiente secundario que se encuentra fuera del tanque principal que hace como acuario y sirve para contener el agua sucia que sale del acuario, y es donde se realiza el proceso de filtración gracias a las capas filtrantes de diferentes materiales que se encuentran en este recipiente que pueden actuar como filtro mecánico, biológico y químico, cuyo objetivo es de retener todos los desechos del agua del acuario y purificarla lo máximo posible y devolverla al acuario (coralesymarinos, 2021).

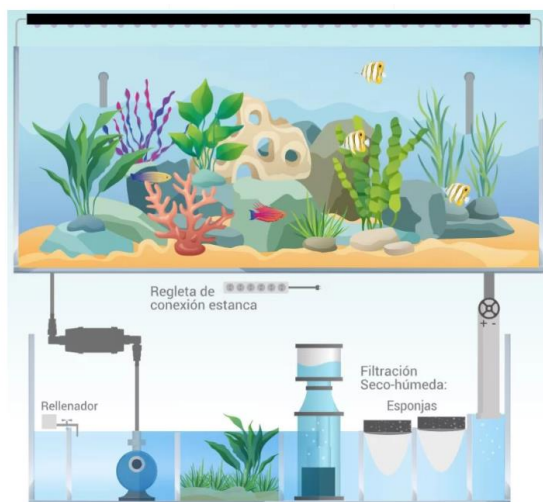


Figura 1.8 Diseño de sistema filtración SUMP (sumidero).

Fuente: (coralesymarinos, 2021)

1.8 Ciclado del acuario

El ciclado o maduración del acuario consiste en equilibrar todos los elementos nitrogenados (NH_3 , NH_4 , NO_2 , NO_3) del agua. Las bacterias beneficiosas que se encargan de transformar las sustancias tóxicas en sustancias menos nocivas son denominadas bacterias nitrificantes que son las que se encargan de convertir el amonio y el nitrito en nitratos (Vásquez, 2019).

Lo primero que se debe realizar para iniciar el proceso del ciclado del acuario de forma natural es colocar todos los materiales con el que se va a recrear el sistema, como los calentadores, el filtro, los decoradores, los sustratos.

A excepción de los peces y las plantas superficiales que se colocarán después de unos días. Todo este proceso del ciclo del acuario toma su debido tiempo para completarse dependiendo del tipo de acuario, un mes si es un acuario de agua dulce y dos o tres meses si es un acuario de agua salada, hasta conseguir estabilizar todos los parámetros (pecesdeacuarios.net, El agua del acuario, 2022).



Figura 1.9 Ciclado del acuario.

Fuente: (tucumanacuariosplantados, 2020)

1.9 Sistemas de recirculación

Los sistemas de recirculación o también conocidos comúnmente como sistemas RAS dentro de la acuicultura resultan una alternativa viable principalmente para el ahorro del agua y productividad de peces ante los métodos convencionales.

Su eficiencia a escala comercial se destaca debido a las siguientes ventajas:

- Mejor conversión alimenticia.
- Mayor control del medio ambiente.
- Incremento en la producción.
- Reducción de costos por transmisión o propagación de enfermedades.

Por otro lado, sus desventajas son:

- Requieren de mayor inversión inicial.
- Altos costos de operación.
- Incremento de volumen de desechos.

Sin embargo, la aplicación de estos sistemas de recirculación acuícolas para la cría de peces ornamentales permite obtener un mejor control en la calidad del agua donde la densidad poblacional de los peces es relativamente baja (agrotendencia.tv, Agrotendencia, 2020).

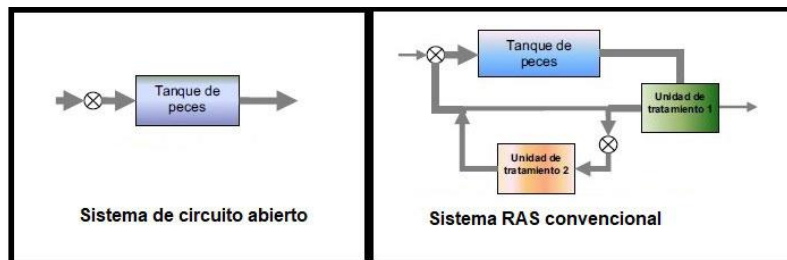


Figura 1.10 Flujo del agua en un sistema abierto (izquierda) vs sistema de recirculación (derecha).

Fuente: (agrotendencia.tv, Agrotendencia, 2020)

CAPÍTULO 2

2 METODOLOGÍA

2.1 Consideraciones para el diseño

Se tomaron en cuenta factores biológicos y Físicos-Químicos de la especie a cultivar, siendo esta especie el Guppy, factores como la temperatura, densidad de siembra, salinidad, comportamiento territorial, tamaño, sexo. Se consideró tener un sistema de filtración eficiente con materiales asequibles y de precio económico, también un sistema de decantación el cuál se diseñó para evitar el paso de cantidades excesivas de materia orgánica como heces, o de alimento no consumido. En general el proceso constó de 3 partes principales para su funcionamiento, 1) el tanque principal, 2) luego un sistema de decantación y por último el sistema de filtración que en su parte final tiene una bomba sumergible que logró el proceso de recirculación en la unidad de cultivo.

2.1.1 Diseño del tanque principal

Para la construcción del acuario se diseñó una propuesta con las siguientes dimensiones: 86 cm largo x 42 cm ancho x 50 cm alto, el grosor del vidrio fue de 6 mm, teniendo una capacidad total de 180 litros.

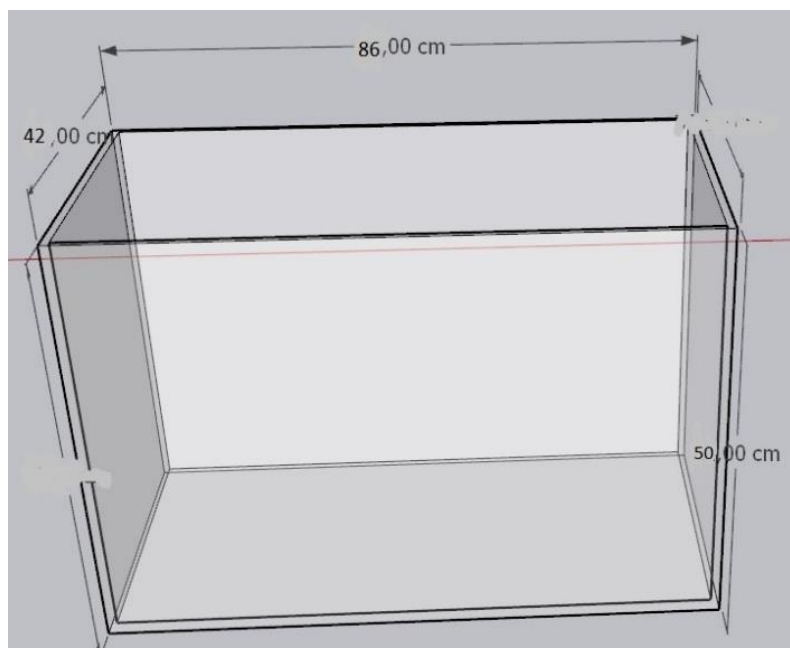


Figura 2.1 Dimensiones tanque principal

Fuente: Chulli, Ochoa (2022).

2.1.2 Diseño del sistema de decantación

Se usaron materiales plásticos reciclables como un bidón de agua de una capacidad de 20 litros, se realizaron cortes para adecuar instalaciones de tubería PVC de 1/2" por donde ingresó el agua desde el tanque principal, y tuvo una salida hacia el filtro SUMP.

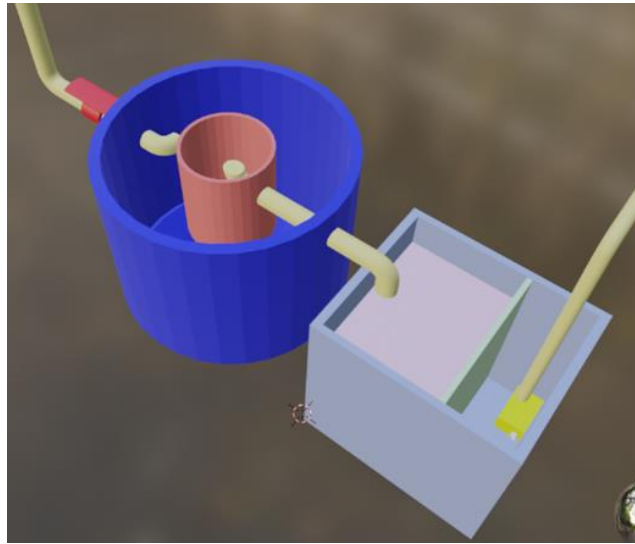


Figura 2.2 Diseño del sistema de decantación.

Fuente: Chulli, Ochoa (2022)



Figura 2.3 Ejecución del Sistema de decantación.

Fuente: Chulli, Ochoa (2022).

2.1.3 Diseño del sistema de filtración

Se realizó un filtro externo que consiste en tres partes importantes para su correcto funcionamiento, un filtro mecánico, filtro biológico, filtro químico.

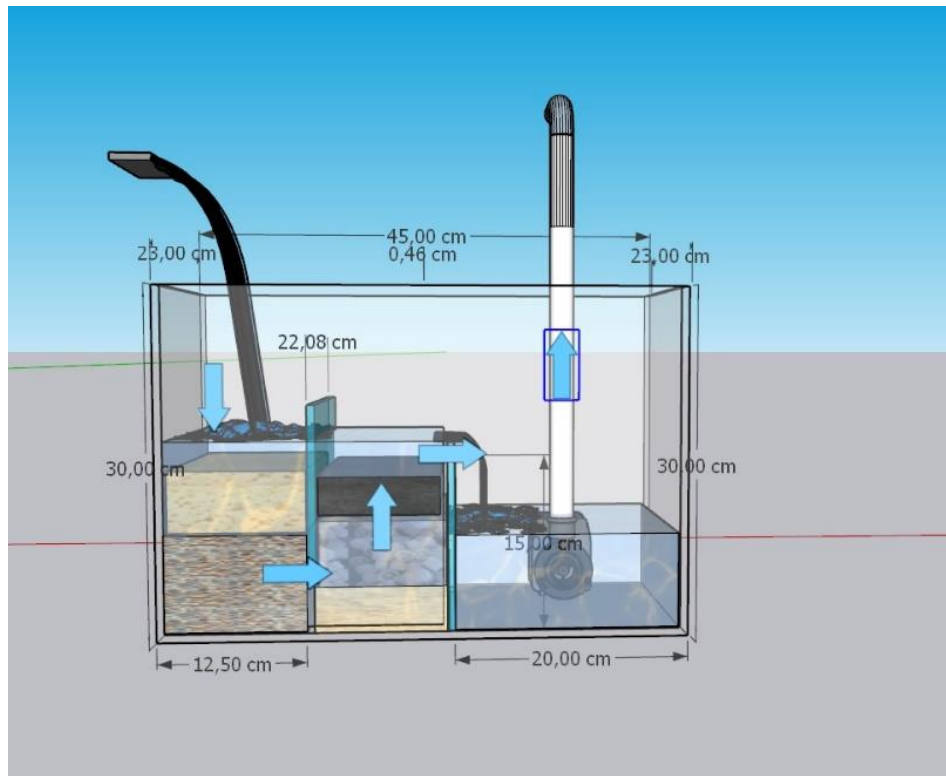


Figura 2.4 Dimensiones del Sistema de Filtración.

Fuente: Chulli, Ochoa (2022).

2.2 Mecanismo de Filtro SUMP

Todos los filtros de acuarios están compuestos por una bomba succionadora de agua, un compartimiento en donde se encuentran los materiales filtrantes, y una entrada y salida de agua.

1. Entrada del agua sucia procedente del acuario al filtro
2. Tanque auxiliar donde se encuentran los materiales filtrantes como los filtros mecánicos, filtros biológicos y filtro químico respectivamente, y la bomba succionadora.
3. Almacenamiento del agua limpia después de que haya pasado por los materiales filtrantes en la última división del filtro SUMP, donde se encuentra la bomba succionadora.

4. Bomba succionadora que sirve para succionar el agua limpia que se encuentra en la última división del filtro SUMP para ser dirigida hacia el acuario logrando el proceso de recirculación.

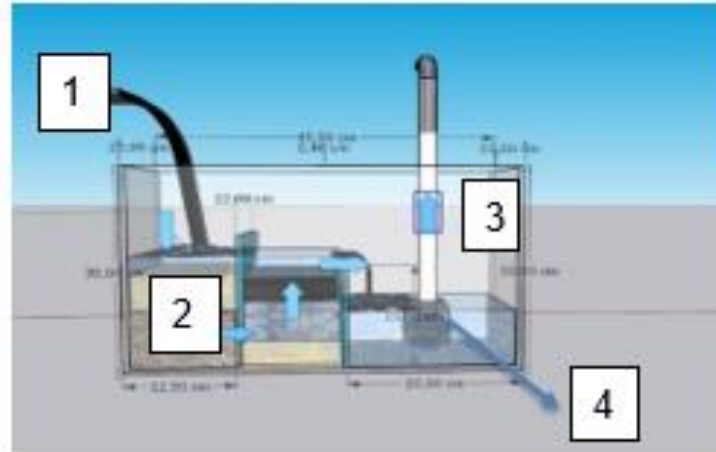


Figura 2.5 Mecanismo filtro.

Fuente: Chulli, Ochoa (2022).

2.3 Siembra de Guppys

Se retiraron los peces de la unidad experimental con recirculación que se encuentra en CENAIM, y se los colocó en un recipiente provisorio, mientras se verificaba que el diseño propuesto no posea ninguna filtración y esté listo para su correcto funcionamiento.

Posteriormente se sembró con una densidad de 78 peces Guppy.



Figura 2.6 Siembra de Peces Guppy.

Fuente: Chulli, Ochoa (2022).

CAPÍTULO 3

3 RESULTADOS Y ANÁLISIS

Para optimizar las condiciones de reproducción de peces ornamentales a pequeña escala, se resaltó a lo largo de la presente investigación como influye el proceso de recirculación de agua y la adecuación de elementos filtrantes en el desarrollo y mantenimiento de los peces Guppy. Ya que a partir de estos elementos es posible mantener en buen estado la salud de los peces y la calidad de agua.

Como se ha mencionado en otra sección, la utilización de una bomba de circulación en el acuario contribuye al proceso de oxigenación del agua e inhibir la acumulación de residuos tóxicos en un ecosistema recreado, para la crianza y reproducción de peces dulceacuícolas ornamentales. Lo anteriormente mencionado ayuda mediante la simulación de parámetros adecuados que sirvan de estímulo para la especie a cultivar, como temperatura, calidad de agua y presencia de materia orgánica. De igual manera se ha hecho mención del pequeño módulo para la reproducción de algunas especies de peces ornamental dulce acuícolas, puesto que aspiran a realizar prácticas de aplicación de técnicas de cultivo con estándares propios de un centro de producción piscícola. No obstante, es claro que la infraestructura con la que cuentan no es del todo tecnificada.

La falta de un buen sistema de recirculación afectaba la calidad del agua; que es una de las condiciones fundamentales en el proceso de recreación del ambiente propicio para la reproducción del pez. Adicionalmente se disponía de un filtro externo en sistema de columnas, lo que dificultaba su mantenimiento posterior a un tiempo que necesitaba limpieza. Por lo cual para la adecuación de este diseño se realizó la implementación de un sistema de decantación y un sistema de filtración SUMP que posee tres partes fundamentales que son: filtro mecánico, filtro biológico y filtro químico que coadyuve en el proceso de mejoras en la calidad del agua y balance de otros parámetros como salinidad, pH, para mejorar el sistema de crianza y reproducción de dicha variedad de peces ornamentales.

3.1 Características del sistema de crianza y reproducción implementado

Mejorar las condiciones de acuarios con la convicción de minimizar costos de inversión y maximizar los beneficios representó un reto. Realizar el cambio de estanques artesanales que, si bien permiten la ejecución de prácticas acuícolas básicas al alumnado, no se trataba de una infraestructura adecuada si comparáramos con acuarios sofisticados que poseen una mejor tecnología (FAO, 2022).

Para sustentar la premisa de mejorar las condiciones con fines pedagógicos, a partir de lo anterior, se mejoró la estructura del acuario con:

- Estructura: paredes de vidrio templado 4mm de espesor, que aportan mayor seguridad.
- Iluminación: Se colocó en la parte externa un foco que permita la simulación del cambio de día a noche, para evitar el estrés en los peces Guppy.
- Sustrato: se eligió un sustrato químicamente inerte a base de grava y piedra volcánica que no fuese muy luminoso o brillante de tal manera que el pez no se desoriente.
- Plantas: Se incluyeron algunas plantas artificiales para dar un toque estético.
- Temperatura: se incluyó un termómetro muy preciso y de pequeñas mediciones con rango de 20 a 25 grados centígrados (°C)
- Bombeo: se eligió una bomba en función de la demanda de circulación de agua que además de propiciar el recambio, apoye el sistema de filtración.
- Filtración: se adicionó un filtro externo con materiales filtrantes mecánico, biológico y uno químico que contribuyen con mejoras en las condiciones del agua, que se ve reflejada en la salud del pez.

Todas estas mejoras han proporcionado un cambio notorio tanto estructuralmente, como en la dinámica de los peces lo que se ve traducido en mejores especímenes para estimular el proceso de reproducción y fomentar el aprendizaje significativo de los estudiantes obteniendo así mejores prácticas de piscicultura y de acuariofilia.

3.2 Equipo de bombeo y recirculación propuesto

De acuerdo con el portal [acuario3web](#) (2019), seleccionar la bomba de agua correcta y de calidad ahorrará en gastos y prolongará la vida del acuario, de igual manera resalta

que “la bomba de agua más que un accesorio para el acuario es un grupo de presión vital. Hace circular el agua, la depura y filtra”.

Es por ello por lo que para la presente propuesta se seleccionó una bomba sumergible de bajo consumo, en función de las dimensiones del acuario, el número de peces y el caudal requerido.

Con base en lo anterior, la bomba seleccionada para implementar en los módulos de crianza y reproducción es la bomba JAD SP103-2400 ya que cumple con los criterios básicos que brindan las condiciones adecuadas para la crianza y reproducción del pez guppy en unidad experimental con recirculación, como mantener el agua en constante circulación obteniendo una mayor oxigenación, simular corrientes naturales, de bajo consumo de energía eléctrica y silenciosa para evitar estrés a los animales. Ya que permitirá garantizar que el proceso de recirculación funciones en óptimas condiciones. No obstante, existen algunas consideraciones adicionales de se tuvieron presentes para la elección del equipo correcto y que a continuación sustenta la elección realizada.



Figura 3.1 Bomba sumergible JAD SP103-2400.

Fuente: Chulli, Ochoa (2022).

Artículos de portales especializados en acuariofilia como apelsa.es, indica que, para dimensionar la bomba adecuada de un acuario, una de las principales características que debe tener en cuenta; es que dicho equipo pueda mover al menos 6 veces el volumen total del agua del acuario en 1 hora (apelsa, 2019).

Partiendo de esta premisa, una vez evaluados los equipos disponibles en el mercado y considerando que la bomba estará en funcionamiento 24 horas, 7 días a la semana; se eligió la bomba señalada a partir de sus características técnicas que hacen posible recrear la corriente de agua natural en ecosistemas acuáticos que albergan vida, recordando que mantener el agua de nuestro acuario movimiento y por lo tanto bien oxigenadas; contribuye a conservar también el agua limpia de partículas e impurezas.

Tabla 3.1 Hoja de datos técnicos Bomba Sumergible JAD SP103 – 2400.

Fuente: (hidroponiaec, 2020)

BOMBA SUMERGIBLE JAD SP103 – 2400	
VOLTIO:	AC 230 / 115V
FREQ:	50 / 60Hz
POTENCIA:	35W
HMAX:	2.00m
QMAX:	1850 L / h
TAMAÑO:	234x100x281mm
PESO:	1.5 KG
Información Adicional:	
Para bombear y filtrar agua y para rociar oxígeno para todo tipo de acuarios y cultivos hidropónicos.	
Eje de cerámica antifricción, apto tanto para agua dulce como para de mar.	
Motor completamente sellado para un funcionamiento seguro.	
Fácil de quitar la suciedad para una limpieza sencilla.	
Cuerpo recubierto de plástico ABS, construcción duradera, no corrosivo.	
Aplicación múltiple: capaz de bombear y filtrar agua, rociar oxígeno, flujo ajustable.	

Partiendo de las características técnicas de la bomba, y definiendo caudal en términos sencillos como la cantidad de agua que se desea mover para que el proceso de recirculación sea óptimo. Se estableció la relación entre el volumen de agua de los acuarios objeto de estudio y el caudal máximo de bombeo del equipo seleccionado mediante una función matemática, en la cual: el acuario tiene capacidad de 180 litros de agua y al cabo de 1 hora se debería mover como mínimo 6 veces ese mismo volumen de agua. Traducido a un producto simple, la bomba seleccionada debe movilizar al

menos 870 L/h. De tal manera que, de acuerdo con la ficha técnica; el equipo seleccionado está dentro de los parámetros requeridos ya que puede circular 1850 L/h. Una vez instalada la bomba, se pudo observar que el flujo de agua comenzó a circular de manera más eficiente e incluso propicio para incrementar los niveles de oxígeno del agua gracias a la presión del chorro. Teniendo en cuenta que gracias a este proceso se evita el uso de un aireador adicional.

3.3 Sistema de filtración

Para complementar la optimización del proceso de recirculación de agua del diseño propuesto, se implementó un sistema de filtración SUMP, con el cual aprovechando la circulación de agua y con ayuda de materiales disponibles en el mercado a costo asequible, que pudiesen eliminar materia orgánica en descomposición que permanezcan disueltos en el agua. Entendiendo que un filtro es un mecanismo cuya finalidad es hacer que el agua del acuario pase a través de determinados materiales filtrantes mientras circula para eliminar las impurezas y estar biológicamente depurada cuando regrese nuevamente al acuario (coralesymarinos, 2021).

Su uso es imprescindible de forma diaria, ya que se encarga de eliminar los residuos producidos por los peces y otras especies acuáticas como la muda en crustáceos; como los restos de comida, algunas sustancias tóxicas que se producen por la descomposición orgánica de dichos alimentos, abono para plantas y los materiales de desecho propios de las especies como excremento y orina, que en descomposición son los causantes de los problemas de salud del pez.

Además, aportan al agua, turbidez y mal olor. Si bien a este punto se cuenta con mucha potencia en la circulación del agua, no existe un material filtrante adecuado o colocado de manera correcta para incrementar ese rendimiento. Para esto se utilizó un sistema de filtrado que consta de tres partes fundamentales: filtración Mecánica, biológica y química.

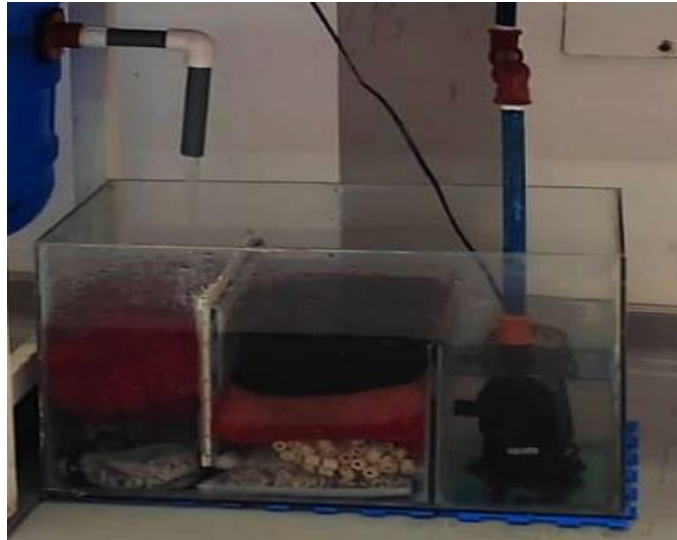


Figura 3.2 Diseño de Sistema de filtración.

Fuente: Chulli, Ochoa. (2022)

3.3.1 Filtración Mecánica

La filtración mecánica tiene como material filtrante unas esponjas, ubicadas en la primera parte del filtro, cuyo objetivo es atrapar partículas físicas como heces o alimento que no haya sido decantado en el sistema de decantación, posteriormente estas partículas quedan atrapadas en las porosidades del material filtrante (Cárceles-Guerrero, 2017).

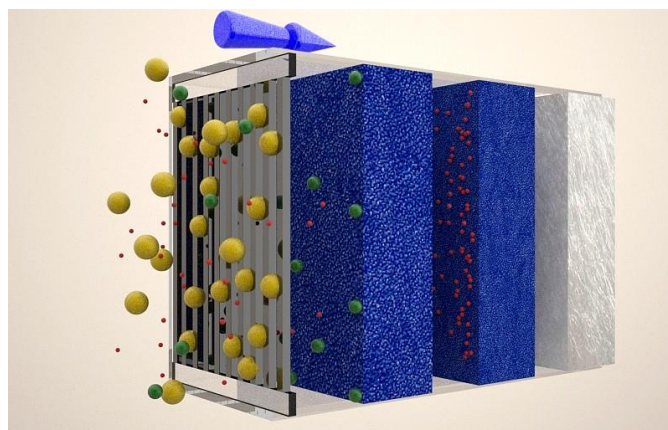


Figura 3.3 Esponja filtrante.

Fuente: (Zootecnia, La filtración , 2022)

3.3.2 Filtración Química

La filtración química fue posible con el carbón activo o carbón activado este elemento, comúnmente producido a partir de cascara de coco. Al funcionar como una esponja

natural, durante el proceso de absorción este elemento permitió eliminar resto de fosfatos, nitratos, medicamentos y toxinas que aportaban al agua coloración y turbidez (fluence, 2020).



Figura 3.4 Carbón activado.

Fuente: (Iacobacha, 2022)

3.3.3 Filtración Biológica

La filtración biológica es sumamente importante para mantener un ecosistema con una buena calidad de agua para el cultivo ya que debido a la utilización de bio-bolas filtrantes con alto nivel de porosidad y filtrado, este material filtrante permitió la formación de películas biológicas de alto rendimiento que crecen en los poros y recubren sus paredes. Logrando convertir el amoníaco como sustancia toxica a Nitrato (ideasmarinas, 2022).



Figura 3.5 Bio-bolas Filtrantes.

Fuente: (acuariotecnia, 2021)

3.4 Factibilidad económica

Para cuantificar y conocer si desde el punto de vista económico esta investigación ha sido factible, ya que en principio era muy importante determinar si se debía hacer una inversión que comprometiera el plan de acción inicial. Se realizó una pequeña investigación de mercado, en la cual se cotizaron los elementos primordiales en almacenes especializados en venta y distribución de los elementos mencionados en secciones anteriores de este capítulo. De igual manera se reciclaron algunos elementos presentes en la institución, lo cual concluyo en el siguiente presupuesto (Tabla 3.2).

Tabla 3.2 Presupuesto

Fuente: Chulli, Ochoa. (2022)

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unit	Precio Total
Bomba sumergible JAD SP103-2400	Unidad	1	\$ 16,05	\$ 16,05
Carbón activado AC-500 (500 gr)	Unidad	1	\$ 1,99	\$ 1,99
Bio-Bolas. Material filtrante biológico (500 gr)	Unidad	1	\$ 2,37	\$ 2,37
Tubería PVC 1/2" x 6 Mt	Unidad	3	\$ 2,75	\$ 8,25
Codos PVC 1/2"	Unidad	6	\$ 0,68	\$ 4,08
Uniones PVC 1/2"	Unidad	3	\$ 0,47	\$ 1,41
Fondo decorativo	Metro	3	\$ 3,75	\$ 11,25
Termómetro p/pecera	Unidad	1	\$ 4,50	\$ 4,50
Envase plástico	Unidad	1	\$ 5,50	\$ 5,50
Sustrato (grava/piedra volcánica)	Kg	4	\$ 4,99	\$ 19,96
Subtotal				\$ 75,36
IVA 12%				\$ 9,04
Total				\$ 84,40

3.5 Diseño puesto en funcionamiento

Se construyó con materiales asequibles y a precio económico una unidad experimental con recirculación de agua, el cual consta de un tanque principal donde se sembraron 78 peces Guppy, se colocó sustrato de piedra grava, y plantas artificiales, un sistema de decantación que prevé el paso en gran proporción de materia orgánica como heces o alimento al filtro, y un sistema de filtración SUMP, donde se realiza el proceso de filtrado y por último mediante una bomba sumergible se produce la recirculación del agua.



Figura 3.6 Propuesta en funcionamiento.

Fuente: Chulli, Ochoa (2022).

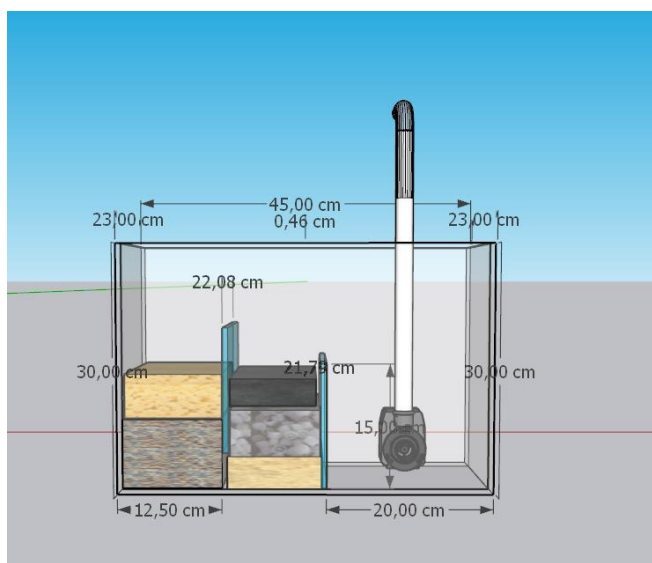


Figura 3.7 Filtro SUMP y sus respectivos materiales filtrantes.

Fuente: Chulli, Ochoa (2022)

3.6 Guía para el cuidado de los Guppy

Se incluye una guía práctica donde se presentan varias generalidades del pez Guppy como su morfología, características físicas para identificación de sexo, control de parámetros de cultivo como temperatura, salinidad.

Con el propósito de que los estudiantes de diferentes Unidades Educativas puedan realizar prácticas en laboratorio de reproducción, alimentación y biometría.



Figura 3.8 Guppy macho y hembra

Fuente: (pezdeaguadulce.net, 2022)

3.6.1 Fisionomía

Los peces guppy son de pequeño tamaño y presentan dimorfismo sexual. Los machos suelen ser más pequeños que las hembras midiendo entre 3 a 6 centímetros, además de ser más llamativos al poseer aletas muy prolongadas y coloridas, su aleta caudal puede ser de diferentes formas como redondas, delta, doble espada, en forma de abanico (Milthon, 2022). También poseen un órgano sexual, que se encuentra en su parte posterior, denominado gonopodio. Las hembras por su parte pueden llegar a medir hasta 8 cm. de longitud y no son tan coloridas que los machos (zooplus, 2022).

3.6.2 Hábitat

Los guppy presentan una gran adaptación en cualquier área donde se encuentren presentes, y por lo general estos peces habitan junto a ríos costeros, charcos y áreas pantanosas, en donde las aguas fluyen de forma más lenta y son pocas profundas, llegándose los encontrar por las orillas. Lugares en donde se pueden encontrar zonas con grandes cantidades de vegetación y en donde se pueden alimentar fácilmente de pequeños insectos y larvas de mosquitos (Chartrer, 2022).

3.6.3 Mantenimiento y medio ambiente

Para el buen mantenimiento de los peces guppy es recomendable que el agua tenga una temperatura entre los 18 y 28°C, y no dejar que la temperatura supere los 31°C durante largos periodos de tiempo, también se necesita que el agua tenga un pH de hasta los 6.5 y que el contenido de nitrato se mantenga siempre por debajo de los 50 mg/L (premiumbuces, 2022).

Es recomendable mantener estas especies en un acuario que tenga un volumen mínimo de 60 litros ya que son peces que necesitan moverse con facilidad, además, es importante la implementación de plantas dentro del acuario para así ayudar a las hembras a descansar del acoso de los machos que pueden llegar a ser muy opresores y podrían llegar a causarles la muerte, o también puede evitarse esto colocando en el acuario una proporción de tres hembras por macho (acuatica, 2020).

3.6.4 Alimentación

Los guppy son animales omnívoros, aunque se suelen alimentar de las larvas de los mosquitos, su característica omnívora les permite alimentarse de alimentos congelados como el tubifex y escamas; alimentos secos como copos y granos; alimentos frescos; y también algunos vegetales. Lo recomendable es mantenerles una dieta balanceada para así mantener la viveza de sus colores, por lo cual se tendría que variar el tipo de alimentación. Otra recomendación a la hora de alimentar a los guppy es que se tiene que repartir el alimento en varias y pequeñas porciones durante el día para así evitar la acumulación de comida y así mismo reducir la contaminación del agua (pecesdeacuarios.net, Comida para peces, 2022).

3.6.5 Reproducción

Los guppy son peces ovovivíparos. Las madres guardan los huevos en el interior de su cuerpo hasta que llegue el momento de la eclosión. El cortejo consiste en una danza ritual del macho, y una vez que haya ocurrido el apareamiento, le proveerá a la hembra sus respectivos espermatozoides para la gestación, que tendrá una duración de 5 semanas. Cada puesta puede dar lugar desde 50 hasta 200 alevines (anipedia.net, 2022). Para el proceso de reproducción es recomendable que la temperatura del agua no sea superior a los 26°C. También es importante una abundante vegetación en este

proceso de reproducción para que los alevines se puedan proteger de los instintos predadores de la madre. Para la alimentación de los alevines la mejor opción es alimentarlos con artemia debido a sus propiedades nutricionales, aunque otras opciones podrían ser escamas trituradas o alimentos en polvo (atlantisacuario, 2019).

3.7 Calidad del agua

Luego de 3 semanas de muestreo de la propuesta en funcionamiento desarrollada con sistema de filtración SUMP, los resultados otorgados por el Laboratorio Calidad de Agua y Suelo de CENAIM-ESPOL en base al análisis de muestras de agua del acuario desde el día 0 hasta el día 14 se detallan en la Tabla 3.3

Tabla 3.3 Análisis calidad agua del acuario durante 3 semanas

Fuente: CENAIM, 2022

Muestra	Día	Alcalinidad MgCaCO ₃ /L	TAN mg/L	Nitrito mg/L	Nitrato mg/L	Fosfato mg/L	SST mg/L	Dureza MgCaCO ₃ /L	pH
Acuario	0	142.95	0.0	0.0	0.53	0.1	1.6	325.33	8.25
	7	146.718	0.0	0.0	0.94	0.3	2.0	350.35	8.24
	14	141.08	0.1	0.0	2.55	0.7	7.6	475.48	8.10

* Amonio total. Nitrito. Nitrato expresado en mg/l N- NH₄ + N- NH₃. N-NO₂. N-NO₃.

* Sólidos Suspendidos Totales (SST). expresado en mg/L en términos de peso seco.

Durante los análisis evaluados de calidad de agua, se evidenció que en los días 0, 7 y 14, los niveles para cada parámetro fue el adecuado para los peces y para el sistema de filtración usado en la propuesta de diseño ejecutada, valores que fueron contrastados según agrotendencia.tv, el cual exponen un resumen de parámetros más importantes con los niveles adecuados en RAS.

CAPÍTULO 4

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Después de evaluar las condiciones preexistentes de la unidad experimental de peces ornamentales dulceacuícolas para su uso en estudios en instituciones educativas de enseñanza media, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Fue posible llevar a cabo el diseño de una unidad de reproducción con un sistema de recirculación de agua (RAS) sin alto impacto económico, haciendo uso de materiales disponibles; permitiendo generar una oportunidad de apoyo pedagógicos que permitan el desarrollo de programas de crías y reproducción de especies en cautiverios a pequeña escala.
- La falta de interés o desconocimiento sobre la implementación de acuarios con sistemas RAS se hace evidente en las restricciones económicas, sin embargo, en la acuicultura actualmente es una de las aplicaciones consideradas con tecnologías limpias y factibles con el medio ambiente porque mejora el control de la calidad del agua y la densidad poblacional de peces.
- Aunque el monitoreo de los parámetros de calidad de agua del acuario fue analizado por parte de CENAIM, existen equipos o herramientas económicas disponibles en el mercado que permiten un registro fácil y confiable sobre las mediciones.
- La propuesta en funcionamiento se presenta como un proyecto rentable a largo plazo de un acuario con un nuevo sistema con filtro SUMP busca incentivar a pequeña escala su uso dentro de la acuariofilia y satisfacer las necesidades de aprendizaje, actividad que posee una alta demanda, pero carecen de información o estudios para el buen manejo técnico y operacional. Por ello, con el diseño elaborado se logró mantener los niveles de nitrógeno tóxico en 0 durante el tiempo

de evaluación brindando seguridad, salud y bienestar de calidad de agua adecuado para los peces.

4.2 Recomendaciones

- El adecuado funcionamiento de cualquier sistema de recirculación no responde únicamente a la colocación de todos sus elementos, sean los mejores o no. El correcto uso de los recursos, el día a día y la planificación, marcarán la pauta para que el nuevo sistema de recirculación sea viable y se mantenga en el tiempo. A partir de estos tópicos se desprenden las siguientes recomendaciones.
- Tanto el alumnado como la plantilla de docentes involucrado con la manipulación de las instalaciones y acuarios donde residen los peces Guppy, deben tomar consciencia de la inversión realizada y que la correcta manipulación de los nuevos elementos y los preexistentes garantizará su prevalencia.
- El mantenimiento constante de los elementos más frágiles, los recambios parciales de agua, la aplicación de agentes medicinales y la correcta alimentación, también son factores críticos y por consiguiente influyen en el correcto desarrollo del pez Guppy y a su vez en su proceso reproductivo.
- Desarrollar y ejecutar un plan de mantenimiento preventivos y predictivos en función de garantizar el uso eficiente de los recursos, con cambios eventuales de materia filtrantes, cambios del sustrato, revisión de presión y caudal de la bomba, permitirán que la optimización de este sistema de circulación sea un éxito en el tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

- acuarema. (2020). Fundamentos de filtración. Obtenido de Filtros para acuarios:
<https://acuarema.com/filtro-acuario/#tab-con-9>
- acuarema. (2020). Tipos de filtros para acuarios. ¿Elijo filtro de acuario interno o externo?
. Obtenido de Filtros internos de acuarios: <https://acuarema.com/tipos-de-filtros-para-acuarios/>
- acuario3web. (2019). Acuariofilia. Obtenido de <https://acuario3web.com/>
- acuariotecnia. (21 de Abril de 2021). Medios filtrantes. Obtenido de K1 media:
<https://acuariotecnia.com/guia/k1-media.html>
- acuatica. (29 de Octubre de 2020). Acuarios. Obtenido de Peces adecuados para un
acuario pequeño: <https://acuatica.com.ec/blog/peces-acuario-pequeno/>
- Acuática. (19 de Octubre de 2020). Cómo Funciona un Filtro para Pecera. Obtenido de
<https://acuatica.com.ec/blog/como-funciona-un-filtro-para-pecera/#:~:text=La%20bomba%20aspira%20el%20agua,y%20listo%20para%20ser%20usado>
- agrotendencia.tv. (s.f.). ¿Qué es la acuicultura y sus beneficios? Obtenido de Aparición
de documentación técnica:
<https://agrotendencia.tv/agropedia/agropedia/acuicultura/la-acuicultura/>
- agrotendencia.tv. (13 de Octubre de 2020). Acuicultura. Obtenido de Sistemas de
recirculación y sus ventajas:
<https://agrotendencia.tv/agropedia/agropedia/acuicultura/ras-sistemas-de-recirculacion-de-agua-en-acuicultura/>
- agrotendencia.tv. (s.f.). Acuariofilia: Qué es, peces ornamentales y sus cuidados.
Obtenido de Antecedentes de la acuariofilia:
<https://agrotendencia.tv/agropedia/agropedia/acuicultura/acuariofilia-la-ciencia-del-ornato-acuatico/>
- agrotendencia.tv. (s.f.). Acuariofilia: Qué es, peces ornamentales y sus cuidados.
Obtenido de Desarrollos en el siglo XX:
<https://agrotendencia.tv/agropedia/agropedia/acuicultura/acuariofilia-la-ciencia-del-ornato-acuatico/>
- anipedia.net. (2022). Peces. Obtenido de Pez Guppy:
<https://www.anipedia.net/peces/guia-peces-guppy/>

apelsa. (16 de Diciembre de 2019). Servicio Oficial Técnico bombas ESPA. Obtenido de
Cómo elegir la mejor bomba de agua para tu acuario: <https://apelsa.es/como-elegir-la-mejor-bomba-de-agua-para-tu-acuario/>

Arboleda Obregón, D. A. (05 de Agosto de 2005). Revista Electrónica de Veterinaria. Obtenido de Calidad del agua y mantenimiento de acuarios: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612822016.pdf>

atlantisacuario. (22 de Marzo de 2019). Pez Guppy. Obtenido de Reproducción: <https://atlantisacuario.com/reproduccion-del-pezo-guppy/>

Cárceles-Guerrero, R. (09 de Mayo de 2017). Biology and Life Sciences. Obtenido de Filtración mecánica, química y biológica: <https://www.scientificbigdata.com/article.php?QFkQpvtVu8ZeekPL4YsFkYPBcC PXcX/oDuelmz4OzA4=>

CENAIM. (2020). Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas. Obtenido de <http://www.cenaim.espol.edu.ec/CENAIM-200-2020>

Chartre, B. (2022). Fishipedia. Obtenido de Guppy: <https://www.fishipedia.es/pez/poecilia-reticulata>

coralesymarinos. (18 de Marzo de 2021). Filtración. Obtenido de SUMP en el acuario marino: <https://www.coralesymarinos.com/sump-en-el-acuario-marino/>

FAO. (2020). FAO. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <https://www.fao.org/3/ca9229es/ca9229es.pdf>

FAO. (s.f.). Mejora de la calidad de agua en los estanques. Obtenido de Filtro: https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6709s/x6709s02.htm

fluence. (27 de Julio de 2020). Acuarios. Obtenido de ¿Qué es la Filtración con Carbón Activado?: <https://www.fluencecorp.com/es/que-es-la-filtracion-con-carbon-activado/>

hidroponiaec. (2020). Acuario. Obtenido de Bomba Sumergible JAD SP103 – 2400: <https://hidroponiaec.com/tienda/acuario/bombas-sumergibles-acuario/bomba-sumergible-jad-sp103-2400/>

ICA. (03 de Marzo de 2020). Guía Práctica de Iniciación al Acuario. Obtenido de Sistemas de filtración: https://www.icasa.com/wp-content/uploads/2017/02/guia_del_acuario_HD.pdf

ideasmrinas. (2022). BOYU Estanques Filtración. Obtenido de Bio bolas BOYU FT: <https://ideasmrinas.com/bio-bolas-boyu-ft-filtracion-biologica/>

Iacobacha. (2022). Mascotas. Obtenido de Carbón Activado Vegetal AC-300 Filtro Pecera Acuario: <https://www.iacobacha.com.ec/producto/carbon-activado-vegetal-ac-500-filtro-pecera-acuario/>

Maceda, A. (26 de Octubre de 2016). Universitat de Barcelona. Obtenido de Acuariofilia: de la afición a la ciencia de mantener peces de agua dulce en acuarios: https://www.ub.edu/web/ub/es/menu_eines/noticies/2016/10/046.html

Milthon. (02 de Mayo de 2022). Aquahoy. Obtenido de Peces guppys: Reproducción: <https://aquahoy.com/peces-guppys-reproduccion-alimentacion-cuidados/>

Mundo Acuario. (29 de Agosto de 2014). Obtenido de El equilibrio biológico del agua: <https://baixardoc.com/preview/ciclado-equilibrio-del-agua-en-el-acuario-5cf583a0b073b>

pecesdeacuarios.net. (2022). Comida para peces. Obtenido de Mejor comida para peces tropicales: <https://www.pecesdeacuarios.net/comida-para-peces/tropicales/>

pecesdeacuarios.net. (2022). El agua del acuario. Obtenido de Ciclado del Acuario: <https://www.pecesdeacuarios.net/acuarios/calidad-del-agua/ciclado-del-acuario/>

pecesdeacuarios.net. (2022). Filtros de acuarios. Obtenido de Mejores filtros externos: <https://www.pecesdeacuarios.net/filtros-acuario/filtros-externos/>

Pérez, J. C. (2017). Fundación Dialnet. Obtenido de Acuariofilia: enfermedades y tratamientos de peces de acuario: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6024603>

pezdeaguadulce.net. (2022). Peces de agua dulce. Obtenido de Pez Guppy: <https://www.pecesdeaguadulce.net/pez-guppy/>

premiumbucos. (2022). Peces de acuario. Obtenido de ¿Cómo Cuidar de los Guppys? – Mantenimiento y cuidado de peces Guppys: <https://www.premiumbucos.com/como-cuidar-guppys-mantenimiento-guppies/>

tucumanacuariosplantados. (2020). Tucuman Acuarios plantados. Obtenido de Ciclado del Acuario: <https://tucumanacuariosplantados.com/guias/ciclado-del-acuario/?v=cf9cae9dd280>

Vásquez, I. (20 de Marzo de 2019). Euskaltropik. Obtenido de ¿Qué es el ciclado en los acuarios?: <https://www.euskaltropik.com/blog/2019/03/20/el-ciclado-en-los-acuarios/>

zooplus. (2022). Tipos de peces. Obtenido de Pez guppy: <https://www.zooplus.es/magazine/peces/tipos-de-peces/pez-guppy>

Zootecnia. (06 de Abril de 2020). Filtración mecánica, química y biológica. Obtenido de Los tres tipos fundamentales de filtración:
<https://www.zootecniadomestica.com/filtracion-mecanica-quimica-y-biologica/>

Zootecnia. (2022). La filtración . Obtenido de Materiales filtrantes:
<https://www.zootecniadomestica.com/materiales-filtrantes/>